

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE MOHOS Y
LEVADURAS EN ALIMENTO PARA CANINOS EXPENDIDO
A GRANEL EN EL MERCADO DE VILLA NUEVA**

EDER DAVID MACARIO SÁNCHEZ

Médico Veterinario

GUATEMALA, MARZO DE 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE MOHOS Y LEVADURAS
EN ALIMENTO PARA CANINOS EXPENDIDO A GRANEL EN EL
MERCADO DE VILLA NUEVA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

EDER DAVID MACARIO SÁNCHEZ

Al conferírsele el título profesional de

Médico Veterinario

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, MARZO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO:	Dr. Hugo René Perez Noriega
VOCAL I:	M.Sc. Juan Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas
VOCAL III:	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV:	P. Agr. Luis Gerardo López Morales
VOCAL V:	Br. María José Solares Herrera

ASESORES

DRA. JACQUELINE ESCOBAR MUÑOZ

**LIC. CARLOS FRANCISCO CHINCHILLA
GARCÍA**

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE MOHOS Y LEVADURAS EN ALIMENTO PARA CANINOS EXPENDIDO A GRANEL EN EL MERCADO DE VILLA NUEVA

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICO VETERINARIO

ACTO QUE DEDICO A:

- A DIOS:** Luz sobre mi camino y fuente inagotable de sabiduría. Por su voluntad he llegado hasta acá; su gracia y misericordia han mantenido mi cordura.
- A MI MADRE:** Otilia Adela Sánchez Hernández, por todo el esfuerzo y sacrificios a lo largo de los años, por apoyarme incondicionalmente. Por criarme con su ejemplo y saturarme con más amor del que merezco. Te amo mamá.
- A MI PADRE:** Jeremías Macario, por sus consejos y valiosas enseñanzas. Por enseñarme a perseguir mis sueños y apoyarme en cada paso.
- A MIS HERMANOS:** Abner, Ariel, Jony, Estuardo y Karen, por todo su apoyo, las risas y los momentos que hemos creado y las memorias que tengo con cada uno.
- A MIS SOBRINOS:** Fabiola, Gabriel, Rebeca y Raquel. Espero ser un buen ejemplo para ustedes.
- A MIS AMIGOS:** Miss Ana, LeeAnn, Fernando, Walter, Andrea, Alejandra, Sofi, Memo, Carlos, Alice, Joana, Bryan, Andrés, Daniel, Sofiíta, Luisa y Eunice. Por cada momento que hemos atesorado, por su paciencia y cariño; por ayudarme desarrollar una mejor versión de mí mismo.

AGRADECIMIENTOS

**A LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA:**

Por la oportunidad de formarme como profesional en sus cátedras.

**A LA FACULTAD DE
MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA:**

Por cada experiencia vivida en sus aulas y el conocimiento adquirido en sus unidades académicas.

A MIS ASESORES:

Dra. Jacqueline Escobar y Lic. Carlos Chinchilla, por su dedicación, paciencia y tiempo invertido en la realización de este trabajo.

A MIS MENTORES:

M.V. Karen Pérez y M.V. Carlos de León, por compartir de su experiencia y conocimientos para mi formación como profesional en la práctica.

**A LA DRA. PATRICIA
LAPARRA:**

Por enseñarme una de las lecciones más valiosas que he aprendido. Gracias y lo siento.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	2
	2.1. Objetivo general.....	2
	2.2. Objetivos específicos.....	2
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
	3.1. Estudios previos.....	3
	3.2. Mohos y sus Generalidades.....	3
	3.3. Micotoxinas.....	4
	3.4. Características de las micotoxinas.....	5
	3.5. Especies productoras de micotoxinas.....	6
	3.6. Factores determinantes en la producción de micotoxinas.....	6
	3.7. Colonización del alimento.....	9
	3.8. Efectos en la salud por exposición a micotoxinas o consumo de alimentos contaminados con micotoxinas.....	10
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	12
	4.1. Materiales.....	12
	4.2. Metodología.....	13
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
VI.	CONCLUSIONES	27
VII.	RECOMENDACIONES	28
VIII.	RESUMEN	29
	SUMMARY.....	30
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
X.	ANEXOS	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1 Características macroscópicas y microscópicas en los mohos y levaduras identificados	18
Cuadro No. 2 Frecuencia de géneros de mohos y levadura encontrado en el total de muestras analizadas	19
Cuadro No. 3 Detalle de géneros de mohos y levadura encontrados por marca comercial.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Detalle de géneros de mohos y levadura encontrados por marca comercial.....	20
Figura No. 2: Boleta para recopilación de datos a partir de las muestras	37
Figura No. 3 Colonias macroscópicas de <i>Penicillium</i> spp.....	37
Figura No. 4 Colonias macroscópicas de <i>Candida</i> spp	37
Figura No. 5 Colonias macroscópicas de <i>Fusarium</i> spp.....	37
Figura No. 6 Colonias macroscópicas de <i>Rhizopus</i> spp.....	37
Figura No. 7 Aspecto microscópico de <i>Rhizopus</i> spp.....	37
Figura No. 8 Aspecto microscópico de <i>Candida</i> spp	37
Figura No. 9 Aspecto microscópico de <i>Penicillium</i> spp.....	37
Figura No. 10 Aspecto microscópico de <i>Rhizopus</i> spp.....	37
Figura No. 11 Aspecto microscópico de <i>Aspergillus</i> spp	37
Figura No. 12 Aspecto microscópico de <i>Fusarium</i> spp.....	37

I. INTRODUCCIÓN

La alimentación de los animales de compañía es un tema de alta relevancia para la Medicina Veterinaria, ya que, en gran medida, la salud y el bienestar dependen de un alimento balanceado y de calidad para los animales. Por esta razón, cada vez existen más opciones de alimento para animales de compañía, que se ajustan a las necesidades de cada animal e incluso a la etapa de vida.

En Guatemala, es común encontrar el alimento balanceado a la venta en los mercados, ya que esto permite la compra al menudeo haciéndolos más accesibles al consumidor. Sin embargo, esto implica tener el alimento expuesto al público durante todo el día y a veces, de forma permanente, sin escatimar los riesgos para la salud que esta práctica supone para los animales.

Por su composición, el alimento balanceado es susceptible a contaminación de diversos agentes patógenos, lo que provoca pérdida de calidad del alimento y supone un riesgo para la salud de los animales de compañía (Bustos Pino, 2006; Herrera et al, 2009; Maia & Pereira Bastos de Siqueira, 2002). Entre los muchos agentes patógenos que pueden contaminar los alimentos balanceados son de importancia los mohos, productores de micotoxinas, cuya exposición constante incluso en cantidades mínimas conduce al desarrollo de serios problemas que varían de acuerdo a la dosis de exposición, tiempo, dieta, estado nutricional, edad y sexo del animal (Maia & Pereira Bastos de Siqueira, 2002).

El objetivo de este trabajo es evaluar la presencia de mohos y levaduras en concentrados que están a la venta a granel en el mercado municipal de Villa Nueva, por medio de cultivo e identificación de características macroscópicas y microscópicas.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Contribuir al conocimiento de la inocuidad de alimentos para mascotas, expendidos en el mercado del municipio de Villa Nueva, Guatemala durante el mes de enero de 2020.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la presencia de mohos y levaduras en muestras de las cuatro marcas comerciales de alimento balanceado más económicas para perro, expandidas en el Mercado Municipal de Villa Nueva.
- Diagnosticar a nivel de género taxonómico, los mohos y levaduras presentes en las muestras de los concentrados determinadas como positivas.
- Determinar el género de moho y/o levadura que aparece de forma más frecuente en las muestras.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Estudios previos

Actualmente en Guatemala solo existe un estudio que verificó la calidad microbiológica de los alimentos que se venden a granel; se trata del estudio de Girón Pérez (2007), quien utilizó placas petrifilm para realizar recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) de mohos y levaduras, sin identificar el tipo o género de hongos. En otro estudio similar, Bustos Pino (2006) realizó una comparación de la calidad microbiológica entre alimento que se vende a granel versus alimento que se distribuye en empaque sellado, concluyendo que los alimentos vendidos a granel sobrepasan los límites máximos aceptados por el reglamento de los alimentos, en Chile. Otros estudios en América Latina que se pueden mencionar son los realizados por Muñoz, Rodríguez, Mota y Suárez (2015) en Venezuela, quienes evaluaron específicamente la existencia de mohos filamentosos en bolsas selladas de alimentos balanceados para perros y gatos, siendo los géneros de mohos *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium* los más frecuentemente aislados. En Costa Rica, un estudio evaluó la calidad microbiológica de alimento para perro adulto en bolsas selladas, encontrando el 50% de las muestras analizadas contaminadas con mohos y levaduras, incluso superando límites máximos permitidos de UFC (Herrera et al, 2009).

3.2. Mohos y sus Generalidades

Son microorganismos distribuidos ampliamente en la naturaleza, se consideran eucariotas, heterótrofos, generalmente multicelulares, aeróbicos y mesófilos; crecen en rangos amplios de temperatura que van desde los 5°C hasta los 45°C (Cortés-Sánchez, San Martín-Azocar & García-Barrientos, 2016). Poseen pared celular pero no poseen clorofila, lo que significa que no se alimentan por fotosíntesis, por lo que su existencia es saprófita o parásita

(Carter & Chengappa, 1994; Cortés-Sánchez, San Martín-Azocar & García-Barrientos, 2016).

Los mohos soportan altas concentraciones de solutos, así como variaciones extremas en el pH (pueden crecer incluso en pH de 2 y 8). Su reproducción puede ser sexual o asexual, a través de generación de esporas (Carter & Chengappa, 1994; Cortés-Sánchez, San Martín-Azocar & García-Barrientos, 2016). Las dos clases principales de hongos son los mohos y las levaduras. El elemento principal de la forma vegetativa o en crecimiento es la hifa. Éstas se entrelazan y forman el micelio, que son las que generan las células reproductoras o esporas (Carter & Chengappa, 1994).

Como estos organismos son saprófitos, contribuyen a la descomposición de materia orgánica así como a la fertilidad de los suelos, aunque también son responsables del deterioro de los alimentos al generar micotoxinas, responsables de efectos negativos en la salud a través de intoxicaciones. A las enfermedades ocasionadas por micotoxinas se les llama micotoxicosis, que ocurren cuando alimentos contaminados con mohos son ingeridos (Cortés-Sánchez, San Martín-Azocar & García-Barrientos, 2016).

3.3. Micotoxinas

Las micotoxinas son metabolitos secundarios de bajo peso molecular de algunas especies de hongos (Cortés-Sánchez, San Martín-Azocar & García-Barrientos, 2016; Richard, 2007; Soriano, 2007; Quinn et al, 2011) que son producidos durante la fase estacionaria de crecimiento y cuando las cepas toxigénicas de estos organismos crecen bajo ciertas condiciones sobre los granos, pastos o alimentos almacenados (Cortés-Sánchez, San Martín-Azocar & García-Barrientos, 2016; Quinn et al, 2011).

Las micotoxinas son producidas principalmente bajo condiciones óptimas de temperatura entre los 20-25°C, requieren un pH entre 4 y 8 y humedad relativa de 80-90% (Serrano-Colli & Cardona-Castro, 2015; Stanchi, 2007).

Aunque el número de micotoxinas caracterizadas es muy amplio, es necesario hacer énfasis en aquellas que pueden ocasionar elevada toxicidad en el hombre y/o animales. Numerosas especies de mohos productores de micotoxinas, entre los más importantes se encuentran *Penicillium*, *Aspergillus* y *Fusarium*; productores de micotoxinas de importancia en la industria agroalimentaria que incluyen las aflatoxinas, citrinina, fumonisinas, ocratoxina A, patulina, tricocetenos y zearalenona se consideran como las más importantes (Abarca, Bragulat, Castellá, Accensi & Cabañes, 2000; Soriano, 2007).

3.4. Características de las micotoxinas

- Son sustancias de bajo peso molecular, estables al tratamiento con calor.
- A diferencia de las toxinas de origen bacteriano, no son antigénicas; por lo que la exposición a las micotoxinas no genera una respuesta inmunomediada.
- Algunas son activas incluso a la exposición a bajos niveles en la dieta
- Afectan directamente a órganos específicos.
- Sus efectos tóxicos incluyen teratogénesis, carcinogénesis, mutagénesis e inmunosupresión.
- Su acumulación en tejidos de animales destinados a consumo humano o sus subproductos pueden resultar en exposición hacia el ser humano (Filtenborg, Frisvad & Thrane, 1996; Pitt, 2000; Quinn et al, 2011).

3.5. Especies productoras de micotoxinas

De los reinos en que se encuentran repartidos las diferentes especies de hongos, el reino *Fungi* se compone exclusivamente de hongos, incluyendo cerca de 80,000 especies (Quinn et al, 2011; Soriano, 2007). Los hongos productores de micotoxinas se concentran en la división *Ascomycota* y concentra a la mayoría de hongos causantes de micotoxicosis, que son intoxicaciones producidas por la ingesta de alimentos o piensos contaminados por hongos microscópicos, que sintetizan las sustancias que conocemos como micotoxinas (Soriano, 2007).

La mayoría de las micotoxinas están producidas por especies de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*. Existe gran cantidad de micotoxinas, pero las que hacen más daño a hombre y animales son las aflatoxinas, ocratoxinas y fumonisinas. Estas micotoxinas son producidas por unas pocas especies. En el caso de las aflatoxinas son producidas por algunas especies del género *Aspergillus* sección *Flavi* y las ocratoxinas por especies del género *Aspergillus* sección *Circumdati* y por *Penicillium verrucosum*. Las fumonisinas, están producidas principalmente por especies de *Fusarium* sección *Liseola* (Abarca, Bragulat, Castellá, Accensi & Cabañes, 2000; Soriano, 2007).

3.6. Factores determinantes en la producción de micotoxinas

- **Factores intrínsecos:** Se relacionan con la composición química y propiedades físicas o biológicas de los alimentos (Soriano, 2007). Estos factores incluyen, la actividad del agua, temperatura, humedad y composición del alimento, entre otros (Castellari, Gendoya, Marcos Valle, Barrera & Pacin, 2015; Quinn et al, 2011; Soriano, 2007).

De estos factores, los más críticos son la actividad del agua, pH y la temperatura durante el almacenaje de los granos (Ribeiro et al, 2006; Soriano, 2007).

- **La actividad del agua (A_w):** En microbiología es la medida del agua disponible por parte de los microorganismos. Sin embargo, y de forma simple, el agua en los alimentos se podría dividir en “libre” y “ligada”, siendo el agua “libre” la única disponible para el crecimiento de microorganismos, y que interviene en las reacciones químicas o transformaciones (Badui, 2006). La actividad del agua es independiente del medio o del sustrato o al alimento del que se habla, a diferencia de la humedad como parámetro, por lo que usando este valor empírico es que se puede predecir la estabilidad y la vida útil de un producto (Badui, 2006; Soriano, 2007). Este parámetro es el responsable de que algunas micotoxinas se acumulen en el alimento, sobre todo en cereales, tanto en la precosecha como en la postcosecha, cuando la humedad es menor (Soriano, 2007).
- **Temperatura:** La temperatura es uno de los factores más importantes que afectan el crecimiento y supervivencia de los mohos (Madigan, Martinko & Parker, 2004; Ribeiro et al, 2006). Sin embargo, los mohos se adaptan a un amplio intervalo de temperaturas, por lo que la mayoría de condiciones en la producción, el campo y materias primas para la industria alimentaria pueden albergar un problema fúngico o de micotoxinas (Soriano, 2007).
- **Influencia del pH:** Al igual que en la temperatura, los mohos pueden crecer en un amplio rango de pH, generalmente entre 3 y 8 (Cortés-Sanchez, San Martín-Azocar & García-Barrientos, 2016; Soriano, 2007), aunque se considera como óptimo el cercano a 5. Este valor, aunque no

es tan determinante como lo puede ser la actividad del agua o la temperatura, puede llegar a alterar la respuesta fúngica al resto de factores (Soriano, 2007).

- **Factores extrínsecos:** Son los propios del ambiente donde se almacena el alimento (Castellari et al, 2015; Soriano, 2007). Integrados principalmente por la temperatura de almacenamiento, niveles de oxígeno, composición gaseosa ambiental o del contenedor y presencia o ausencia de luz (Quinn et al, 2011; Soriano, 2007).
- **Niveles de oxígeno y composición gaseosa ambiental:** Los hongos contaminantes de alimentos, al igual que la mayoría de mohos filamentosos son aerobios estrictos, aunque la concentración mínima de oxígeno para permitir su desarrollo puede llegar a ser muy baja, incluso llegando al 1% (Soriano, 2007). El oxígeno es el gas más importante que tiene contacto con los alimentos bajo condiciones normales. Su presencia e influencia en el potencial redox son factores determinantes para el desarrollo y crecimiento de los microorganismos (Adams & Moss, 2008). Es por eso que para evitar el crecimiento y desarrollo de los mohos (y consecuente producción de micotoxinas), se ha implementado la utilización de atmósferas controladas ó modificadas, mediante la sustitución de la atmósfera que rodea el producto al momento del envasado, por una más adecuada al tipo de alimento y el envasado final. Los efectos inhibitorios del dióxido de carbono son los principales adyuvantes en este tipo de atmósferas modificadas y presentan una ventaja a la hora del embalaje (Adams & Moss, 2008; Soriano, 2007).
- **Factores tecnológicos:** Son aquellos relacionados a los procesos de tratamiento a los que son sometidos los granos o en distintos sectores que los contienen. Estos tratamientos pueden ser físicos, sobre todo los

térmicos, químicos por la adición de preservantes y biológicos (factores implícitos) (Castellari et al, 2015; Soriano, 2007).

Los factores implícitos son propiedades de los organismos como tal, es decir, la forma en cómo responden al medio ambiente y cómo interactúan con el mismo (Adams & Moss, 2008).

3.7. Colonización del alimento

De acuerdo a Soriano (2007), cada alimento se altera por la actividad resultante de la multiplicación de unos microorganismos específicos. Estos factores determinarán la asociación microbiana en cada alimento y dependerá de las condiciones que presentan en ese momento.

Numerosas especies de *Fusarium*, *Aspergillus* y *Penicillium* colonizan los granos de manera natural en el campo (Castellari et al, 2015; Ciegler, 1978) y estos cereales se utilizan como ingredientes para alimentos balanceados para animales, incluso cuando están contaminados (Boermans & Leung, 2007). De hecho, se estima que el 25% de la producción mundial de granos está contaminada (Cortés-Sánchez, San Martín-Azocar & García-Barrientos, 2016) y que la contaminación de los alimentos puede ocurrir en cualquier parte de la cadena productora de los alimentos, desde los campos de siembra, a la hora de la cosecha, en el transporte, durante el almacenaje, etc., ya que las micotoxinas son termorresistentes y toleran incluso los procesos de extrusión y lavados (Bezerra, Oliveira, Feitosa, Florindo & Rondina, 2014; Cortés-Sánchez, San Martín-Azocar & García-Barrientos, 2016).

3.8.Efectos en la salud por exposición a micotoxinas o consumo de alimentos contaminados con micotoxinas

Las enfermedades causadas por mohos se transmiten por implantación directa (ingestión) o inhalación de esporas. Al igual que cualquier agente infeccioso, los signos que derivan de una infección por mohos son variables. Pueden presentarse desde enfermedades superficiales en la piel hasta infecciones internas de los órganos como una aspergilosis pulmonar (Fung & Clark, 2004).

Desde una perspectiva inmunológica, los mohos se les conoce como alérgenos capaces de inducir reacciones inmunes y alérgicas (Fung & Clark, 2004). Dependiendo de la susceptibilidad genética, cada individuo puede desarrollar enfermedades alérgicas como rinitis, sinusitis, asma y neumonía hipersensitiva (Fung & Clark, 2004).

Las micotoxinas son contaminantes naturales en el ambiente. Suelen encontrarse en grandes cantidades en alimentos. Sus efectos tóxicos están ligados a la ingestión de comida contaminada. En general, a las enfermedades causadas por intoxicación con micotoxinas se les conoce como micotoxicosis (Fung & Clark, 2004).

Cuando los alimentos contaminados son ingeridos y metabolizados por el sistema citocromo P450, provocan diferentes alteraciones patológicas en la salud de los animales, conocidas como micotoxicosis (Cortés-Sánchez, San Martín-Azocar & García-Barrientos, 2016). Estas alteraciones dependerán del tiempo de exposición y se pueden presentar de dos formas:

- **Forma primaria aguda:** en la que el animal ingiere grandes cantidades de micotoxinas y muestra signos específicos de toxicidad y generalmente

resulta en una muerte rápida (Cortés-Sánchez, San Martín-Azocar & García-Barrientos, 2016; Liu, 2019). Esta muerte en muchos casos se caracteriza por deterioro rápido de la función hepática o renal, aunque algunas micotoxinas interfieren con la síntesis de proteína, provocando desde hipersensibilidad en la piel hasta extrema inmunosupresión. Por otra parte, están las neurotoxinas, que incluso en dosis bajas pueden causar temblores, y en dosis elevadas son capaces de causar muerte cerebral e incluso la muerte (Pitt, 2000).

- **Forma primaria crónica:** en la cual se consumen cantidades bajas de micotoxinas a lo largo de un período de tiempo, resultando en una baja ganancia de peso, inmunodeficiencia y baja fertilidad, además de cambios cancerígenos en las células, principalmente en el hígado (Cortés-Sánchez, San Martín-Azocar & García-Barrientos, 2016; Liu, 2019; Pitt, 2000). Algunas toxinas pueden afectar la replicación del ADN y por ende, pueden provocar efectos mutagénicos o teratogénicos (Pitt, 2000).

Los signos asociados a infecciones por micotoxinas son tan diversos como los componentes químicos de las mismas. Algunas pueden provocar pocos signos como muerte súbita, mientras que otros producen una gama más amplia de signos incluyendo necrosis en piel, leucopenia e inmunosupresión (Pitt, 2000).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

- **Recursos humanos**
 - Estudiante investigador
 - Dos asesores de investigación

- **Recursos de campo**
 - 48 muestras de alimento balanceado para perro
 - Rotulador para identificación de muestras
 - Masking tape

- **Recursos en laboratorio**
 - Bata
 - Mortero con pistilo
 - Placas de agar Sabouraud
 - Balanza
 - Asa bacteriológica y espátula
 - Campana de flujo laminar
 - Porta y cubre objetos
 - Placa de petri con soporte de vidrio
 - Agua pura
 - Tinción azul de metileno
 - Microscopio

- **Centro de referencia**

Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC

- **Área de estudio**

Antiguo mercado central de Villa Nueva, municipio de Villa nueva, Guatemala, (14°31'24.0"N 90°35'23.6"W).

4.2. Metodología

- **Diseño del estudio**

Estudio no experimental de corte transversal de tipo exploratorio, utilizando una muestra dirigida por conveniencia (tomando como criterio de inclusión, las tres marcas de concentrado más económicas expandidas en el lugar).

- **Métodos de campo**

Toma de muestra

- Previo a la toma de muestra se establecieron las cuatro marcas más económicas (de menor a mayor precio) como criterio de inclusión. Para esto se realizó un recorrido previo de los 12 puestos de venta en el mercado para listar las marcas en función de precio, las cuatro marcas que coincidieron en todos los puestos en función del precio económico (de menor a mayor), fueron elegidas.

- Una vez establecidas las marcas comerciales a estudiar, se visitó cada puesto de venta en el Mercado Concepción de Villa Nueva (12 puestos de venta en total) y se solicitó al encargado de cada puesto que despachara media libra de alimento balanceado para perro de cuatro marcas comerciales distintas, una muestra por cada marca comercial elegida, para hacer un total de 48 muestras (12 muestras por marca comercial).
- Cada muestra se colocó en una bolsa plástica de una libra y se identificó de acuerdo al punto de venta, le fue asignada una letra por marca comercial y número de muestra.
- Las muestras fueron transportadas tal y como fueron entregadas por el vendedor de cada expendio y se trasladaron en una hielera al laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia para ser procesadas.
- **Métodos de laboratorio**
 - Cada muestra se sembró sobre una placa de Petri con agar Sabouraud previamente identificada.
 - Se pesaron 10 gramos de cada muestra y se pulverizó con ayuda del mortero y pistilo, para reducir la muestra a partes más pequeñas.
 - Utilizando una espátula, se agregó la muestra pulverizada al medio de cultivo, se hicieron tres cúmulos pequeños en tres partes diferentes de la placa.

- La placa se tapó y se puso a incubación a temperatura de 27 °C durante siete días.
- Al cabo del tiempo de incubación (7 días), se abrieron las placas y se revisó si hubo crecimiento. Se realizó la lectura de la placa y se anotaron las características macroscópicas de cada colonia que creció.
- Para cada colonia identificada, se realizó un subcultivo para obtener colonias más puras, para luego realizar el procedimiento de microcultivo:
 - Se colocó un soporte de vidrio sobre una caja de Petri, sobre el que se colocó un portaobjetos.
 - Se cortó con una hoja de bisturí estéril un cuadrado de agar Sabouraud de aproximadamente 0.5 cm.
 - Haciendo uso de una espátula estéril, se trasladó el cuadrado cortado hacia el portaobjetos.
 - Sobre cuatro sitios diferentes del trozo de agar, se inoculó con una porción de la colonia del hongo. (Una colonia por preparación de microcultivo)
 - Se colocó un cubreobjetos sobre el medio inoculado.
 - Se agregaron 10 ml de agua destilada estéril en el fondo de la caja de petri y se tapó.
 - Se puso en incubación a 27° C durante 7 días.

- Al cabo del tiempo de incubación cuidadosamente se separó el cubreobjetos de la superficie del agar y se agregó una gota del colorante azul de lactofenol para luego observarlo al microscopio.
- Al realizar la lectura microscópica, se observaron los caracteres microscópicos (Soriano, 2007) para determinar el género taxonómico del moho.
- Para el caso de la levadura, se realizó un subcultivo sobre agar sabouraud.
- Los datos obtenidos se agruparon en cuadros y gráficas, expresando, en primera instancia, el porcentaje por marca comercial de muestras que resultaron positivas al crecimiento de mohos o levaduras contra el porcentaje de muestras negativas.
- En segunda instancia, se llevó a cabo un desglose de los géneros taxonómicos de mohos o levaduras encontradas, se ordenaron de forma descendente para su estudio. De acuerdo a este orden, se determinó el moho o levadura más común hallado en las muestras.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Resultados

Se analizaron cuarenta y ocho muestras de alimento balanceado para perro, de cuatro marcas comerciales distintas que resultaron positivas a crecimiento de mohos, la mayoría presentando crecimiento de más de un género. Esto representa contaminación en el 100% de las muestras. Debido a que en la mayoría de las placas hubo crecimiento variado de mohos, se realizaron subcultivos para obtener colonias más puras antes de poder realizar los microcultivos para identificación taxonómica.

Una vez identificados los mohos por medio de sus características macroscópicas y microscópicas (Cuadro no. 1), se determinó que un 32.85% (Cuadro no. 2) de las muestras presentaba crecimiento de levaduras del género *Candida*, siendo la levadura de más frecuente aparición en las placas estudiadas. El moho con mayor aparición en las muestras es del género *Penicillium*, con 18 (25.71%) muestras positivas, seguido del género *Rhizopus*, con 16 (22.85%) colonias identificadas. Los géneros *Aspergillus* y *Fusarium* mostraron crecimiento en menor grado con 9 (12.85%) y 4 (5.71%) casos positivos, respectivamente. El comportamiento de los hallazgos por marca comercial se puede observar en la figura no. 1.

De acuerdo a la marca comercial, hubo un promedio de 17 colonias identificadas en cada grupo (Cuadro no. 3).

Cuadro No. 1

Características macroscópicas y microscópicas en los mohos y levaduras identificados

Género de moho / levadura	Características macroscópicas (colonia)	Características microscópicas (microcultivo)
<i>Candida</i> (levadura)	Colonias blanco-amarillentas, redondas/ovaladas, de aspecto cremoso y liso	Pseudohifas ramificadas, blastoconidias redondas
<i>Penicillium</i>	Colonias grandes y redondas, de aspecto terciopelo y color gris o verde, con bordes blancos de aspecto algodonoso.	Conidióforo en forma de pincel, con ramificaciones que termina en fiálides en la parte superior
<i>Rhizopus</i>	Colonias abundantes que llenaban la placa, textura algodonosa y vellosa de color blanco y grisácea.	Hifas no septadas, rizoides, con esporangióforos largos sin ramificaciones y conteniendo esporangiosporas de color café.
<i>Aspergillus</i>	Colonias grandes, redondas y/o irregulares de aspecto algodonoso o polvoroso, de color verde con tonos grises. En algunos casos los bordes eran blancos.	Hifas septadas, con un conidióforo que empieza con una célula pie, diferenciándose del estipe y terminando en una vesícula, sobre la que se diferencian las células conidiógenas.

<i>Fusarium</i>	Colonias redondas de aspecto algodonoso, de color blanco o crema.	Hifas septadas, conidióforos y fiálides con presencia de microconidias.
------------------------	---	---

Fuente: Elaboración propia

Cuadro No. 2

Frecuencia de géneros de mohos y levadura encontrado en el total de muestras analizadas

Género de moho/levadura	No. de muestras positivas a crecimiento	%
<i>Candida</i> spp. (levadura)	23	32.85%
<i>Penicillium</i> spp.	18	25.71%
<i>Rhizopus</i> spp.	16	22.85%
<i>Aspergillus</i> spp.	9	12.85%
<i>Fusarium</i> spp.	4	5.71%
Total	70	100% ¹

Fuente: Elaboración propia

¹ Cada una de las 48 muestras estudiadas podría albergar uno o más géneros de moho o levadura, por lo que los porcentajes de positividad se hicieron en base al total de 70 crecimientos identificados.

Cuadro No. 3

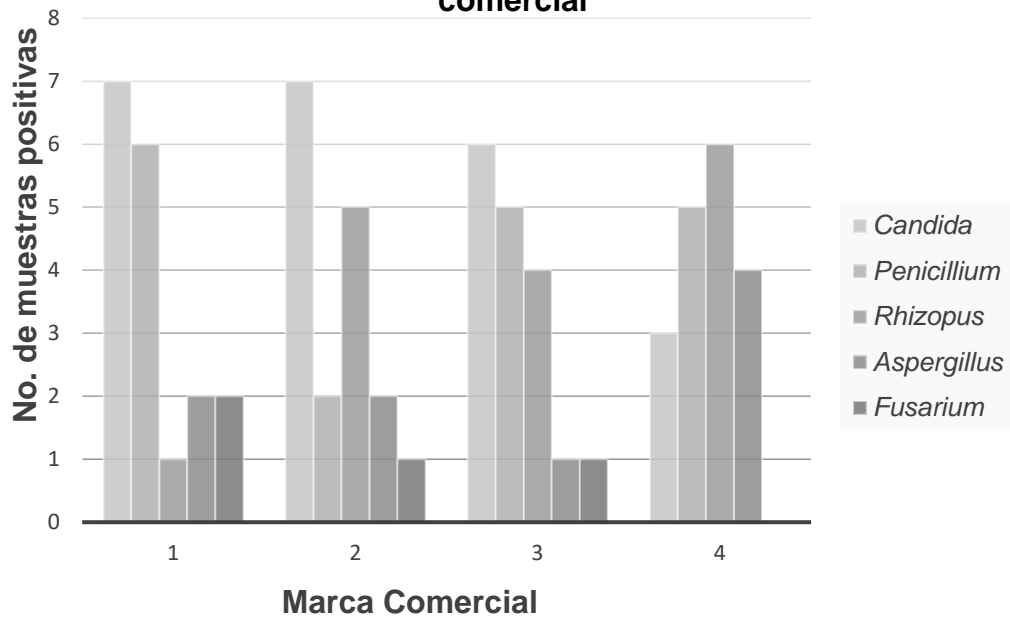
Detalle de géneros de mohos y levadura encontrados por marca comercial

Género / Marca comercial	1	%	2	%	3	%	4	%
<i>Candida spp.</i>	7	10%	7	10%	6	8.57%	3	4.22%
<i>Penicillium spp.</i>	6	8.57%	2	2.81%	5	7.04%	5	7.04%
<i>Rhizopus spp.</i>	1	1.40%	5	7.04%	4	5.63%	6	8.45%
<i>Aspergillus spp.</i>	2	2.81%	2	2.81%	1	1.40%	4	5.63%
<i>Fusarium spp.</i>	2	2.81%	1	1.40%	1	1.40%	0	0%
No. total de crecimientos	70						100%	

Fuente: Elaboración propia

Figura No. 1

Detalle de géneros de mohos y levadura encontrados por marca comercial



Fuente: Elaboración propia

5.2. Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian la contaminación con mohos y levaduras de los alimentos para perros que se venden a granel en el mercado Concepción de Villa Nueva. De acuerdo a las observaciones realizadas, cada muestra estaba contaminada con, por lo menos, un género de agente fúngico.

Estos resultados son particularmente preocupantes, debido a que varios de los géneros identificados en las muestras podrían contener especies de mohos productores de micotoxinas. Claro es el ejemplo de las muestras positivas a géneros de *Fusarium* (5.71% del total de las muestras), *Aspergillus* (12.85% del total de las muestras) y *Penicillium* (25.71% del total de las muestras), que contienen en su taxonomía especies productoras de micotoxinas como las fumonisinas, tricotecenos y zearalenona en el caso de *Fusarium* (Abarca et al, 2000; Cortés-Sánchez, San Martín-Azocar & García-Barrientos, 2016; Witaszak, Stepien, Bocianowski & Waskiewicz, 2019); la ocratoxina A, aflatoxinas y citrininas en el caso de *Aspergillus* (Cortés-Sánchez, San Martín-Azocar & García-Barrientos, 2016; Liu, 2019; Quinn et al, 2011; Soriano, 2007); y la patulina y la ocratoxina A en el caso de *Penicillium* (Liu, 2019; Perrone & Susca, 2016; Soriano, 2007).

El origen de la contaminación observada en las muestras puede ser variable: desde el momento en que sale de la granja cuando sus ingredientes son de origen animal o en el campo, cuando los ingredientes son de origen vegetal. Los alimentos son sometidos a distintos procesos de manipulación donde existen puntos de riesgo de contaminación, deterioro o alteración. Entre las principales fuentes de contaminación de los alimentos se pueden mencionar los utensilios y equipos, insectos, roedores e incluso aves. El agua utilizada en el

procesamiento también puede ser un vehículo de sustancias o agentes contaminantes. Otras fuentes de contaminación incluyen el ambiente y materias primas de los alimentos (Garcinuño, 2012). Cada género de moho o levadura, a pesar que tiene distintos requerimientos nutricionales y ambientales para su crecimiento, tienden a ser muy adaptables a las condiciones de su entorno y crecer incluso en ambientes desfavorables para ellos (Carter & Chengappa, 1994; Cortés-Sánchez, San Martín-Azocar & García-Barrientos, 2016).

En otros estudios se ha demostrado que el alimento puede estar contaminado incluso desde la cosecha de los granos (Castellari et al, 2015; Ciegler, 1978) y a través de todo el proceso productivo (Hernández et al, 2018), por lo que incluso el alimento que se expende sellado puede contener cierto nivel de contaminación con microorganismos, como fue demostrado por Herrera et al (2009), quienes asociaron esta contaminación a la microbiota propia del alimento, así como productos del metabolismo de los mismos. Es por esta razón que no es extraño que las muestras que se estudiaron estén contaminadas, ya que las medidas que se utilizan para mantener el alimento inocuo en los puestos de venta son escasas.

Al momento de la adquisición de las muestras, se pudieron observar las condiciones donde se albergaban los alimentos balanceados, además del manejo que se da mientras los vendedores expenden los mismos. Los sacos que contienen los alimentos no son herméticos, lo que permite la filtración de humedad, principalmente a los alimentos (Muñoz, Rodríguez, Mota & Suárez, 2015). De la misma forma, estos sacos permanecen abiertos durante todo el día, permitiendo de esta forma, no sólo que el alimento inicie procesos de oxidación (Bustos Pino, 2006; Girón, 2007; Muñoz, et al, 2015), sino también la colonización por parte de las bacterias y específicamente algunos géneros de mohos que pueden transportarse a través del aire, como los encontrados en este estudio. Las condiciones ambientales juegan un papel primordial en la

diseminación y crecimiento de dichos agentes, ya que debido a su amplia capacidad de crecimiento, pueden contaminar los alimentos durante todo el año, sobre todo en los meses de mayo a octubre, donde en el municipio de Villa Nueva la humedad relativa se incrementa, a veces por encima del 80% (Climate-Data.org, 2020) debido a la época lluviosa, por lo que no se descarta que durante esa temporada el crecimiento de los mohos y levaduras sea mayor que en la época seca. Este factor también podría propiciar el aumento de la actividad del agua en el alimento, estimulando así diversos procesos bioquímicos-físicos necesarios para el desarrollo de los mohos, ya que a mayor presencia disponible de agua en el alimento balanceado, mayor es el riesgo que se desencadene el desarrollo de los mohos y por ende, que provoquen alteraciones directamente sobre el mismo (Badui, 2006; Stanchi, 2008).

El tiempo que lleva el saco abierto expuesto al ambiente también tiene influencia directa sobre la colonización de los alimentos por parte de los agentes fúngicos. Herrera et al (2009) demostró que a mayor tiempo de estar abierto el saco, mayor era la contaminación del alimento balanceado. Si añadimos el factor de la manipulación por parte de los vendedores, que no utilizan ningún tipo de equipo de protección, e incluso en algunos casos utilizan las propias manos para manipular el alimento, podría explicar la razón por la que en las muestras se encontró contaminación con *Candida spp.*, que es una levadura que es comensal de mucosas de mamíferos (Haseltine, Panciera & Saunders, 2003; Liu, 2019), siendo éste género de levadura la que más frecuentemente se halló contaminando las muestras.

Independientemente del grado de contaminación en la muestras, se ha demostrado que el consumo de estas micotoxinas incluso en cantidades bajas a lo largo de mucho tiempo, pueden provocar distintos grados de enfermedades (Boermans & Leung, 2007; Gazotti, 2015; Muñoz et al, 2015; Soriano, 2007),

por lo que los animales, en este caso, los perros a los que están destinados estos alimentos, se convierten en población de riesgo al ser los consumidores finales de estos alimentos.

Por otro lado, la presencia de la levadura y mohos encontrados en el estudio representa un riesgo propio de enfermedad, ya sea por el consumo directo de los mohos o por el contacto con la mucosa oral, como es el caso de algunos géneros de *Candida spp.*, que no provocan un desorden gastrointestinal como tal, pero que puede ser causante de infecciones mucocutáneas superficiales oportunistas en aquellos animales que se encuentren inmunocomprometidos (Loiza, Duarte & Blanco, 2017; Samanta, 2015). Esta condición puede cursar como infecciones complicantes en la boca (Acha & Szyfres, 2001) y las mucosas, heridas que no cicatrizan, úlceras que se recubren de placas de color blanquecino rodeadas de halos eritematosos que son pruriginosas y dolorosas, así como puede llegar a causar otitis media y externa. Afecta también áreas en donde existe riesgo de acumulación de humedad, como los pliegues cutáneos característicos de algunas razas de perros (Liu, 2019; Loiza, Duarte & Blanco, 2017; Samanta, 2015).

Es importante mencionar que los mohos hallados en este estudio por sí solos pueden también provocar enfermedades al consumidor. Aunque las mayoría de condiciones que estos mohos se manifiestan a nivel respiratorio, algunas cursan con presencia sistémica si las condiciones son las adecuadas. Algunos mohos del género *Aspergillus spp.* pueden provocar enfermedad respiratoria confinada a cavidad nasal o senos paranasales, a pesar de que suelen ser infecciones esporádicas. La forma diseminada de la enfermedad incluye la formación de granulomas en múltiples órganos incluyendo bazo, riñones y huesos (Acha & Szyfres, 2001). Los mohos del género *Penicillium spp.* tienden ser similares a las manifestaciones respiratorias provocadas por *Aspergillus spp.*, aunque

pueden cursar, además, con dolor en la espalda, anormalidades neurológicas, enfermedad renal y hepática, heridas que drenan y uveítis (Langlois et al, 2014).

La cigomicosis es la enfermedad producida por mohos del género *Rhizopus spp.*, que, aunque no existen muchos reportes en perros por ser de rara ocurrencia, cuando se han reportado casos las vías de infección incluyen la inhalación, inoculación a través de la piel o heridas en la piel y la ingestión (Alves et al, 2020), infecciones que afectan tracto respiratorio alto y bajo, pudiendo haber diseminación por vía hematógica hacia órganos como corazón y cerebro, provocando distintos cuadros clínicos. La forma digestiva se dice que afecta ante la penetración en la mucosa gástrica a través de lesiones previas, lo que provoca lesiones transmucosales e incluso adhesión hepática, pudiendo ocasionar ruptura gástrica en los peores casos (Alves et al, 2020; Liu, 2009). Las infecciones por *Fusarium spp.*, al igual que los otros géneros antes expuestos, suelen ser casos esporádicos, ya que es un moho oportunista (Evans, Levesque, de la Hunta & Jensen, 2004; Namitome et al, 2011). La colonización del moho se da en pacientes inmunodeprimidos y como contaminante. El moho se ha aislado de pacientes con meningoencefalitis fúngica, pielonefritis, dermatomicosis y enfermedades diseminadas (Namitome et al, 2011).

Por último, el comportamiento de los agentes contaminantes de acuerdo a la marca de comercial estudiada es el resultado principalmente de los factores intrínsecos de cada alimento (Quinn et al, 2011; Soriano, 2007), dado que cada alimento balanceado tiene una fórmula específica para la manufactura del mismo, además de las condiciones de embalaje y almacenaje en cada sitio de producción, así como su interacción con el ambiente en el lugar final de venta. Para poder estudiar este comportamiento de manera detallada, haría falta tomar en cuenta todas las variables mencionadas anteriormente para obtener resultados estadísticamente fiables.

Frente a todo lo expuesto, es importante señalar que este estudio es de carácter exploratorio, por lo que hay muchas variables que no fueron tomadas en cuenta al momento del muestreo, es decir, para obtener resultados precisos y que confirmen la relación de los factores evaluados en este estudio, es necesario realizar experimentos controlados y estudiar cada variable por separado.

VI. CONCLUSIONES

- De las 48 muestras de alimento balanceado para perro analizadas de cuatro marcas comerciales de concentrado, el 100% resultó positivo a crecimiento de al menos un género de moho o levadura, demostrando la contaminación existente en el alimento que se vende a granel.
- Los géneros de mohos identificados en las muestras por medio de cultivo y microcultivo fueron *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp., *Aspergillus* spp. y *Fusarium* spp.
- En las muestras estudiadas, se identificó a *Candida* spp. como único género de levadura.
- El género de más frecuente aparición en las muestras analizadas fue la levadura *Candida* spp., presentando crecimiento en 23 muestras (32.85%); El género hallado con menos frecuencia fue *Fusarium* spp. con crecimiento en 4 muestras (5.71%).

VII. RECOMENDACIONES

- Evaluar los alimentos para mascotas (concentrados) que se venden a granel en el mercado Concepción con el fin de buscar contaminación con micotoxinas.
- Es recomendable evaluar el comportamiento de los mohos y levadura encontrados en este estudio, a lo largo de las diferentes épocas del año y utilizando métodos estadísticos.
- Se recomienda realizar estudios que cuantifiquen la carga fúngica en los alimentos balanceados que se venden a granel, debido al riesgo que representa para los consumidores la presencia de los propios mohos o levaduras y las micotoxinas que podrían llegar a producir como parte de su metabolismo.
- Es recomendable recabar información con respecto al tiempo que llevan abiertos los sacos de alimento, manipulación y almacenaje de los mismos que pueda contribuir al estudio de la contaminación de los alimentos que se venden a granel.

VIII. RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el mercado municipal Concepción del municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, tomando en cuenta 12 puestos de venta de abarrotes y alimento balanceado a granel para mascotas. Este estudio pretende evaluar la calidad microbiológica de dichos alimentos expendidos a granel, específicamente en búsqueda de contaminación por mohos filamentosos y levaduras.

Se eligieron cuatro marcas comerciales como objetivo de estudio, de las cuales se adquirieron cuatro muestras por marca comercial, en cada puesto de venta, haciendo un total de 48 muestras a analizar. Estas muestras se procesaron en el Laboratorio de Microbiología de la FMVZ/USAC, donde fueron sembradas en placas de agar Sabouraud y revisadas 7 días después, para luego tomar subcultivos para obtener colonias más puras. Finalmente se realizó un microcultivo por cada muestra positiva para identificación del género taxonómico del moho/levadura.

El 100% de las muestras resultaron positivas a por lo menos un género de moho o levadura. Los géneros de mohos identificados fueron *Penicillium spp.* (25.71%), *Aspergillus spp.* (12.85%), *Rhizopus spp.* (22.85%) y *Fusarium, spp.* (5.71%) Se identificó un género de levadura, *Candida spp.* (32.85%), demostrando la contaminación de los alimentos que se venden a granel.

El estudio es de carácter explorativo, por lo que para estudiar la dimensión en la que estos agentes puedan provocar problemas en la salud de los consumidores finales deben tenerse en cuenta otras variables en estudios futuros.

SUMMARY

This study was performed at the local market in Villa Nueva, Guatemala city. Taking account 12 selling spots of groceries and pet food. This study pretends to evaluate the microbiologic quality of foods that are sold in bulk, specifically looking for contamination by filamentous molds and yeasts.

Four commercial brands were chosen as study subjects, from which four sample for each brand were acquired in every selling spot, having a total amount of 48 samples to study. Those samples were processed at the Microbiology Lab at the Faculty of Veterinary Medicine in the San Carlos University, where they were cultured in petri dishes with agar Sabouraud and checked after 7 days. After the initial culture, subcultures were performed to obtain purified colonies. Finally, micro-cultures were performed for each positive sample to help identify the taxonomic genus of the mold or yeast.

All of the samples (100%) were positive to at least one genus of mold or yeast. The genus identified were *Penicillium spp.* (25.71%), *Aspergillus spp.* (12.85%), *Rhizopus spp.* (22.85%) y *Fusarium, spp.* (5.71%). One genus of yeast was identified, *Candida spp.* (32.85%), putting in evidence the contamination of the pet food that is sold in bulk.

This study is explorative, which means that in order to study or measure the way these agents can produce diseases in the final consumers, other variables should be taken in count in future studies.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca, M.L., Bragulat, M.R., Castellá, G., Accensi, F. & Cabañes, F.J. (2000). Hongos productores de micotoxinas emergentes. *Revista iberoamericana de micología*, 17, S63-S68
- Acha, P. N. & Szyfres, B. (2001). *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales*. (Publicación científica y técnica No. 580) (3era. Ed). Washington, D.C. Organización Panamericana de la Salud.
- Adams, M.R. & Moss, M.O. (2008). *Food microbiology*. (3era. Ed). Reino Unido: The royal society of chemistry.
- Alves, R.C., Ferrerira, J.S., Alves, A.S., Maia, L.A., Dutra, V., Souza, A.P & Dantas, A.F.M. (2020). Systemic and gastrohepatic mucormycosis in dogs. *Journal of Comparative Pathology*, 175, 90-94. doi.org/10.1016/j.jcpa2020.01.002
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. (4ta. Ed). México: Pearson educación.
- Bezerra, M.E., Oliveira, F., Feitosa, F.E., Florindo, M.I. & Rondina, D. (2014). Mycotoxins and their effects on human and animal health. *Food control*, 36 159-165. doi: doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.08.021
- Boermans, H. J. & Leung, M. C. K. (2007). Mycotoxins and the pet food industry: Toxicological evidence and risk assessment. *International journal of food microbiology*, 119(1-2) 95-102. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2007.063
- Bustos Pino, C. (2006). Calidad microbiológica de alimentos para perros comercializados a granel (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Carter, G.R. & Chengappa, M. (1994). *Bacteriología y micología veterinaria*. (2nda Ed.). México, D.F.: El manual moderno

- Castellari, C. C., Gendoya, M. G., Marcos Valle, F. J., Barrera, V. & Pacin, A. M. (2015). Factores extrínsecos e intrínsecos asociados a poblaciones fúngicas micotoxigénicas de granos de maíz (*Zea mays*, L) almacenados en silos bolsa en Argentina. *Revista argentina de microbiología*, 47(4) 350-359
- Ciegler, A. (1978). Fungi that produce mycotoxins: conditions and occurrence. *Mycopathologia*, 65(1-3) 5-11. doi: 10.1007/bf00447169
- Climate-data.org (S.F.). *Clima Villa Nueva*. Recuperado de <https://es.climate-data.org/america-del-norte/guatemala/guatemala/villa-nueva-54060/>
- Cortés-Sánchez, A. J., San Martín-Azocar, A. L. & García-Barrientos, R. (2016). About fungi, mycotoxins and food safety. *Journal of environmental science, toxicology and food technology*, 10(12) 99-109. doi: 10.9790/2402-10120299109
- Evans, J., Levesque, D., de Lahunta, A. & Jensen, H.E. (2004). Intracranial fusariosis: a novel cause of fungal meningoencephalitis in a dog. *Veterinary Pathology*, 41(5) 510-514. doi.org/10.1354/vp.41-5-510
- Fittenborg, O., Frisvad, F. C. & Thrane, V. C. (1996). Moulds in food spoilage. *International journal of food microbiology*, 33, 85-102. doi: 10.1016/0168-1605(96)01153-1
- Fung, F. & Clark, R. (2004). Health effects of mycotoxins: a toxicological overview. *Journal of toxicology*, 42(2) 217-234. doi: 10.108/CLT-120030947
- Garcinuño, R. (2012). Contaminación de los alimentos durante los procesos de origen y almacenamiento. *Aldaba*, 36,51-63. doi: 10.5944/aldaba.36.2012.20530
- Gazzotti, T., Biagi, G., Pagliuca, G., Pinna, C., Scardilli, M., Grandi, M. & Zaghini, G. (2015). Occurrence of mycotoxins in extruded commercial dog food. *Animal Feed Science and Technology*, 202,81-89. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2015.02.004

- Girón, C. (2007). Determinación de la calidad microbiológica en Alimentos balanceados para caninos en el mercado de Sumpango, Sacatepéquez. (Tesis de pregrado). Guatemala: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC.
- Haseltine, J.C., Panciera, D.L. & Saunders, G.K. (2003). Systemic candidiasis in a dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 23(6), 821-824. doi.org/10.2460/jauma.2003.223.821
- Hernández, A., Pérez-Nevado, F., Ruiz-Moyano, S., Serradilla, M.J., Villalobos, M. C., Martín, A. & Córdoba, M.G. (2018). Spoilage yeasts: What are the sources of contamination of food beverages?. *International journal of food Microbiology*, 286, 98-110. Doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.07.031
- Herrera, M., Mena, E., Rojas, C., Rodríguez, E., Chaves, C. & Arias, ML. (2009). Calidad microbiológica de alimento concentrado para perros adultos que se expende en Costa Rica. *Analecta Veterinaria*, 29(2), 10-15.
- Langlois, D.K., Sutton, D.A., Swenson, C.L., Bailey, C.J., Wiederhold, N.P., Nelson, N.C., & Peterson, S.W. (2014). Clinical, morphological, and molecular characterization of *Penicillium canis*, sp. Nov., isolated from a dog with osteomyelitis. *Journal of clinical Microbiology*, 52(7), 2447-2453 doi: 10.1128/JCM.03602-13
- Liu, D. (2019). *Handbook of foodborne diseases*, Boca Ratón, FL: Taylor and Francis Group
- Loiza, M., Duarte, M. & Blanco, A. (2017). Candidiasis cutánea. Presentación de tres casos clínicos. *Revista Veterinaria Argentina* 34(356).
- Madigan, M., Martinko, J. & Parker, J. (2004). *Brock: Biología de los microorganismos*. (10ma. Ed). Pearson Educación.

- Maia, P. & Pereira Bastos de Siqueira, M. (2002). Occurrence of aflatoxins B1, B2, G1 and G2 in Some brazilians Pet Foods. *Food Additives and Contaminants*, 19(12), 1180-1183.
- Muñoz, D. J., Rodríguez, R., Mota, J. J. & Suárez, L. R. (2015). Aislamiento e identificación de hongos filamentosos en alimentos concentrados para mascotas domésticas (perros y gatos) *Revista científica*, 26(6) 432-438
- Namitome, K., Kano, r., Seiguchi, M, Iwasaki, T., Kaneshima, T. & Nishifuji, K. (2011). Isolation of *Fusarium sp* from a claw of a dog with onychomycosis. *Journal of Veterinary medical science*, 73(7), 965-969, doi: 10.1292/jvms.11-0012
- Perrone, G., Susca, A. (2016). Penicillium species and their associated mycotoxins. *Methods in molecular biology*, 1542, 107-119, doi: 10.1007/978-1-4939-6707-0_5
- Pitt, J.L., (2000). Toxigenic fungi and mycotoxins. *British medical bulletin*, 56(1), 184-192, doi: 10.1258/0007142001902888
- Quinn, P. J., Markey, B. K., Leonard, F.C., FitzPatrick, E. S., Fanning, S. & Hartigan, P. J. (2nda Ed.) (2011). *Veterinary microbiology and microbial disease*. West Sussex, Inglaterra: Wiley-Blackwell
- Ribeiro, J.M.M., Cavaglieri, L.R., Fraga, M.E., Dalcero, A.M. & Rosa, C.A.R. (2007). Influence of water activity, temperature and time on mycotoxins production on barley rootlets. *Letters in applied microbiology*, 42, 179-184. doi: 10.1111/j.1472-765X.2005.01830.x
- Richard, J. L., (2007). Some major mycotoxins and their mycotoxicosis-an overview. *International journal of food microbiology*, 119, 3-10. doi: 10.1016/j.ifofoodmicro.2007.07019
- Samanta, I. (2015). *Veterinary Micology*, New Delhi, India: Springer India.

Serrano-Colli, H.A. & Cardona-Castro, N. (2015). Micotoxosis y micotoxinas: generalidades y aspectos básicos. *Revista CES Medicina*, 29(1) 143-152

Soriano, J. M. (2007). *Micotoxinas en alimentos*. España: Díaz de Santos

Stanchi, O. (2007). Técnicas, Materiales, medios de cultivo y reactivos utilizados en micología médica. En A.E.H. Reinoso, T.R. Flores, E.M. Gatti (Eds) *Microbiología Veterinaria* (pp 480-483) Buenos Aires, Argentina. Intermédica.

Witaszak, N., Stepien, L., Bocianowski, J. & Waskiewicz, A. (2019). *Fusarium* Species and Mycotoxins Contaminating Veterinary Diets for Dogs and Cats. *Microorganisms*, 7(1), 26. doi: 10.3390/microorganisms7010026

X. ANEXOS

Figura No. 2: Boleta para recopilación de datos a partir de las muestras

Puesto	Marca Comercial	Muestra No.
Fecha de Cultivo	Fecha de Lectura	
Descripción Macroscópica de las colonias		
Fecha de microcultivo	Fecha lectura	
Descripción de los caracteres microscópicos		
Resultados		

IMÁGENES



Figura No. 3 Colonias macroscópicas de *Penicillium* spp

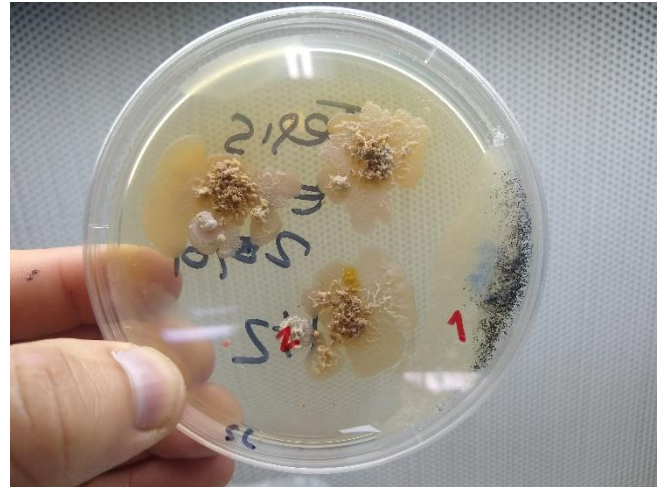


Figura No. 4 Colonias macroscópicas de *Candida* spp

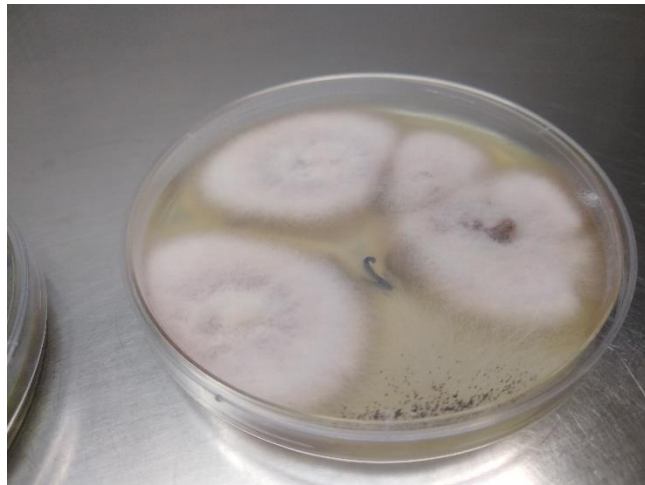


Figura No. 5 Colonias macroscópicas de *Fusarium* spp



Figura No. 6 Colonias macroscópicas de *Rhizopus* spp



Figura No. 7
Colonias macroscópicas de Aspergillus spp

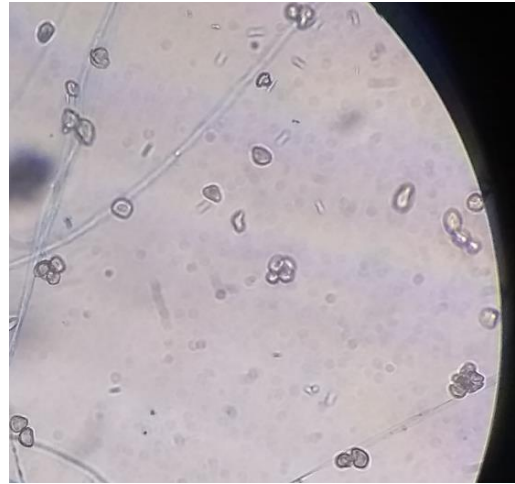


Figura No. 8 Aspecto microscópico de
Candida spp

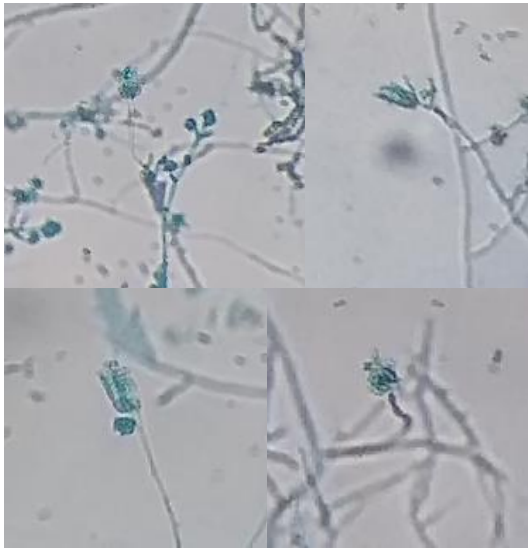


Figura No. 9 Aspecto microscópico de
Penicillium spp

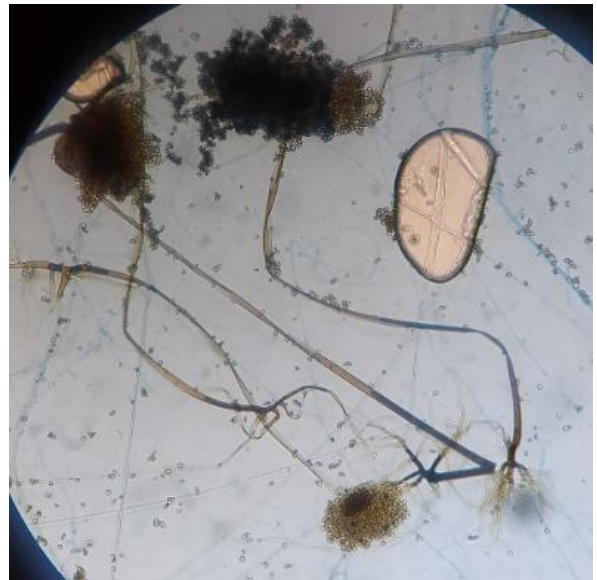


Figura No. 10 Aspecto microscópico de
Rhizopus spp



Figura No. 11 Aspecto microscópico de *Aspergillus* spp

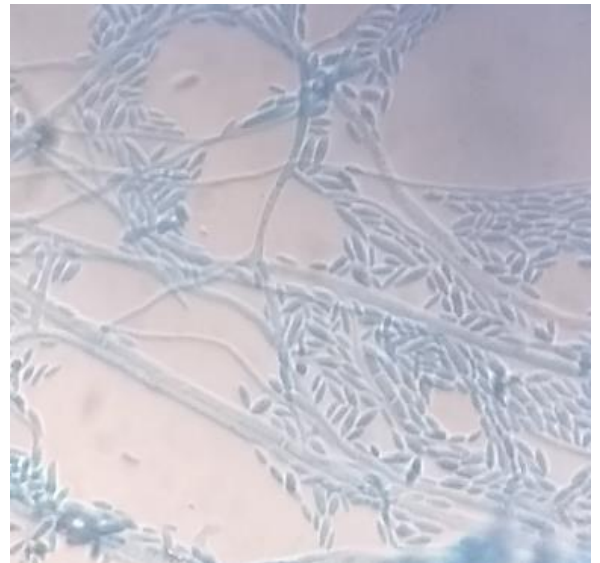
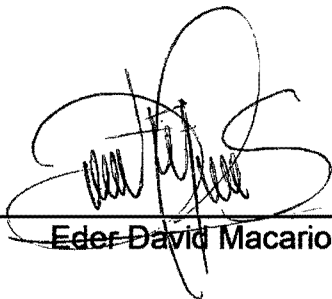
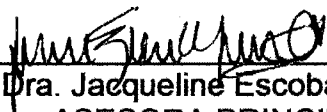


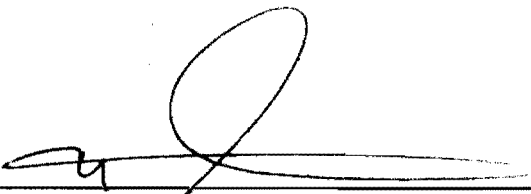
Figura No. 12 Aspecto microscópico de *Fusarium* spp

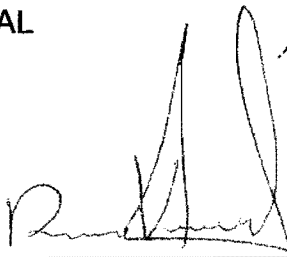
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE MOHOS Y LEVADURAS
EN ALIMENTO PARA CANINOS EXPENDIDO A GRANEL EN EL
MERCADO DE VILLA NUEVA**

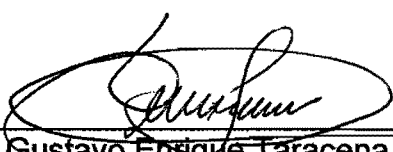
f. 
Eder David Macario Sánchez

f. 
Dra. Jacqueline Escobar Muñoz
ASESORA PRINCIPAL

f. 
Lic. Carlos Francisco Chinchilla García
ASESOR

f. 
MSc. Daniela Mariel Villatoro Chacón
EVALUADORA

IMPRÍMASE

f. 
M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
DECANO

