



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS DISTINTOS MÉTODOS DE
DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO PARA LA MICOTOXICOSIS EN
CERDOS

MACHUCA MOROCHO MARJORIE KATHERINE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS DISTINTOS MÉTODOS DE
DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO PARA LA MICOTOXICOSIS EN
CERDOS

MACHUCA MOROCHO MARJORIE KATHERINE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EXAMEN COMPLEXIVO

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS DISTINTOS MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO Y
TRATAMIENTO PARA LA MICOTOXICOSIS EN CERDOS

MACHUCA MOROCHO MARJORIE KATHERINE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

CHALCO TORRES LORENA ELIZABETH

MACHALA, 24 DE AGOSTO DE 2022

MACHALA
24 de agosto de 2022

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS DISTINTOS MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO PARA LA MICOTOXICOSIS EN CERDOS

por Marjorie Machuca

Fecha de entrega: 18-ago-2022 11:03p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1884216162

Nombre del archivo: TURNITIN_MACHUCA_MOROCHO_MARJORIE_KATHERINE_PT-280322_EC.pdf (181.06K)

Total de palabras: 3720

Total de caracteres: 19815

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, MACHUCA MOROCHO MARJORIE KATHERINE, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS DISTINTOS MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO PARA LA MICOTOXICOSIS EN CERDOS, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 24 de agosto de 2022



MACHUCA MOROCHO MARJORIE KATHERINE
0750576613

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi papito José Ruperto Machuca Bustamante quien fue y ha sido mi motor y motivo durante estos años para seguir adelante, él partió de este mundo hace 14 años, era una niña de apenas de 10 añitos cuando afronte el dolor de su partida, sin embargo el me enseñó muchos valores los cuales hasta el día de hoy me han servido para poder sobrellevar mi vida personal y universitaria.

A mi madre Blanca Rosa Morocho Morocho por ser la persona que tomó el rol de padre y madre, quien pese a las dificultades logró salir adelante y me apoyó económicamente en el transcurso de vida universitaria.

También dedico este trabajo a mi segunda madre Verónica Guarnizo Lima, quien me abrió las puertas de su corazón y como si fuera su hija afrontó la responsabilidad sobre mí y gracias a ella pude lograr culminar la carrera. Igualmente, se lo dedico a mi pequeño bebe que se está formando dentro de mi vientre, que de manera sorpresiva llegó a mi vida y se convertirá en mi motivación para seguirme preparando.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios en primer lugar ya que él ha sido quien me guió y me ha rodeado de personas maravillosas, también porque siempre escuchaba mis oraciones y siempre me protegió de mil situaciones. Agradezco a mis padres por la buena educación y enseñanzas, por enseñarme que la vida no es fácil y que ante cualquier obstáculo hay que saber sobrellevarlo.

Agradezco a los docentes que me formaron académicamente durante estos 5 años de universidad, por brindarme sus conocimientos y así ayudarme a desenvolverme en el ámbito laboral. Así mismo a los compañeros que con el pasar de los años se convirtieron en grandes amistades. Sobre todo a Nicole Parrales que me ha demostrado su más sincera amistad.

También agradezco a mi tutora de trabajo de titulación la Dra. Lorena Chalco quien nos ha dado las sugerencias y correcciones necesarias aportando en el escrito, asimismo agradecerle por ser una docente empática, y más que todo por motivarme a cumplir esta gran meta en mi vida y a seguirme preparando académicamente.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS DISTINTOS MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO PARA LA MICOTOXICOSIS EN CERDOS

Autora: Machuca Morocho Marjorie Katherine

RESUMEN

Las micotoxinas son metabolitos secundarios que producen los hongos de forma natural, y estos son aquellos que contaminan materias primas de alimentos y piensos, los efectos que producen las micotoxinas son perjudiciales para los seres humanos y animales, generando enfermedades conocidas como micotoxicosis.

La producción animal se ha visto bastante afectada debido a las micotoxinas presentes en alimentos, entre las principales micotoxinas que perjudican a la producción porcina tenemos zearalenona, aflatoxina, fumonisinas y tricotecenos, las consecuencias de las mismas se ven reflejados en los rendimientos productivos y de igual forma afectando directamente en la salud causando infecciones agudas y crónicas, creando grandes pérdidas económicas en el sector pecuario.

Los efectos que causan las micotoxinas en los cerdos depende mucho del tipo de toxina que infecte, edad, tiempo de exposición, estado nutricional y edad del animal. Dentro de los métodos de diagnóstico existen distintos entre ellos destacan métodos fisicoquímicos, fluorescencia, inmunoensayo y PCR, el resultado de los laboratorios depende bastante de la toma de una buena muestra. En cuanto a tratamiento existen algunas alternativas sin embargo son muy costosos y no garantiza la eliminación total de las micotoxinas, por ello se considera que es mejor la prevención y control estableciendo estrategias como el uso de detoxificantes posteriores a la cosecha para que eliminen o reduzcan los efectos tóxicos de las micotoxinas en los animales. El presente trabajo de titulación tiene como finalidad realizar una revisión bibliográfica actualizada sobre los distintos métodos de diagnóstico y el tratamiento para la micotoxicosis en cerdos.

Palabras claves: Micotoxinas en porcinos, micotoxicosis, intoxicación por micotoxinas.

ABSTRACT

Mycotoxins are secondary metabolites that fungi produce naturally, and these are those that contaminate raw materials of food and feed, the effects produced by mycotoxins are harmful to humans and animals, generating diseases known as mycotoxicosis.

Animal production has been quite affected due to mycotoxins present in food, among the main mycotoxins that harm pig production we have zearalenone, aflatoxin, fumonisins and trichothecenes, their consequences are reflected in productive yields and equally form directly affecting health causing acute and chronic infections, creating large economic losses in the livestock sector.

The effects caused by mycotoxins in pigs depend a lot on the type of toxin that infects, age, exposure time, nutritional status and age of the animal. Within the diagnostic methods there are different ones, among them physicochemical methods, fluorescence, immunoassay and PCR, the result of the laboratories depends a lot on taking a good sample. In terms of treatment there are some alternatives, however they are very expensive and do not guarantee the total elimination of mycotoxins, for this reason it is considered that prevention and control is better, establishing strategies such as the use of post-harvest detoxifiers to eliminate or reduce the Toxic effects of mycotoxins in animals. The purpose of this degree work is to carry out an updated bibliographical review on the different diagnostic methods and treatment for mycotoxicosis in pigs.

Keywords: : Mycotoxins in pigs, mycotoxicosis, mycotoxin intoxication.

ÍNDICE

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
ÍNDICE	5
INTRODUCCIÓN	8
DESARROLLO	9
2.1. MICOTOXICOSIS	9
2.2. EFECTOS DE LAS MICOTOXINAS EN LOS ANIMALES	9
2.3. PRINCIPALES MICOTOXINAS QUÉ AFECTAN A LA PRODUCCIÓN PORCINA	9
2.3.1. Zearalenona	10
2.3.1.1. Patogenia	11
2.3.1.3. Lesiones	11
2.3.2. Aflatoxina	12
2.3.2.1. Patogenia	13
2.3.2.2. Signología	13
2.3.2.3. Lesiones	13
2.3.3. Ocratoxina	14
2.3.3.1. Patogenia	15
2.3.3.2. Signología	15
2.3.3.3. Lesiones	15
2.3.4. Fumonisina B1	16
2.3.4.1. Patogenia	17
2.3.4.2. Signología	17
2.3.4.3. Lesiones	17
2.3.5. Tricotecenos	17
2.3.5.1. Patogenia	18
2.3.5.2. Signología	18
2.3.5.3. Lesiones	18
2.4. PRODUCCIÓN DE CERDOS EN ECUADOR	19
2.5. MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO DE MICOTOXINAS	19

2.5.1. Métodos físicos químicos	19
2.5.2. Método Emisión fluorescencia	20
2.5.3 Técnicas de inmunoensayo	20
2.5.3.1. Inmunoensayo enzimáticos (ELISA)	20
2.5.3.2 Columna de Inmuno Afinidad (CIA)	20
2.5.4. PCR	20
2.6. PREVENCIÓN Y CONTROL	21
2.6.1. Estrategias de prevención	21
2.6.1.1. Pre- cosecha	21
2.6.1.2. Post- Cosecha	21
2.6.1.3. Almacenamiento	21
2.6.1.4. Criaderos	22
2.7. TRATAMIENTO	22
3. CONCLUSIONES	24
4. BIBLIOGRAFÍA	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales micotoxinas y sus síntomas en cerdos	12
Figura 2. Cerda con vulva enrojecida	14
Figura 3. Cuello uterino edematizado	14
Figura 4. Órganos y tejidos con tonalidad amarilla	16
Figura 5. Hígado con focos hemorrágicos en su superficie	16
Figura 6. Lesiones blanquecinas – amarillentas en la superficie del riñón	18
Figura 7. Quistes en riñones producto de la intoxicación por ocratoxina	18
Figura 8. Edema interlobular en los pulmones de cerdos	19
Figura 9. Hemorragia y necrosis de colon	20

1. INTRODUCCIÓN

El origen etimológico de micotoxina proviene del griego mikes que significa hongo y toxina que significa veneno, definiéndose como metabolitos tóxicos secundarios que producen los hongos de forma natural, los cuales son altamente contaminantes en alimentos o materias primas.

Por lo general los hongos que producen micotoxinas son los toxigénicos, ya que no todos son capaces de generar micotoxinas. Los efectos sobre la humanidad y animales son perjudiciales ya que son causantes de muchos trastornos y enfermedades conocido como micotoxicosis.

En lo que respecta a la producción pecuaria, se ha visto mayormente afectado por sobre todo la producción porcina debido a que se han encontrado un sinnúmero de micotoxinas en diversas materias primas y pienso que son destinados para el consumo de cerdos. Entre las principales están la ocratoxina A, tricotecenos, zearalenona, ergotamina y las fumonisinas. Las consecuencias se ven reflejadas en la disminución de los rendimientos productivos tales como crecimientos, conversiones, consumo y eficiencia productiva, así como también puede afectar directo contra el animal con infecciones agudas, originando desestabilización económica debido a las grandes pérdidas en el sector porcino. Los efectos y consecuencias producidos por las micotoxinas dependen del tipo de toxina, tiempo de exposición, edad, estado nutricional y de salud del animal.

El objetivo del siguiente documento es describir los métodos de diagnósticos de las principales micotoxicosis en cerdos para poder determinar cuál sería el tratamiento adecuado, mediante la revisión actualizada de citas bibliográficas.

2. DESARROLLO

2.1. MICOTOXICOSIS

Desde la antigüedad las micotoxicosis han sido descrito por algunos investigadores como las diez plagas de Egipto (1) , considerándose como aquellos compuestos tóxicos que se encuentran en alimentos o piensos y que son generados por mohos causando diversos efectos nocivos en personas y animales, en los años 60 desde que se descubrió la aflatoxina se lo consideró como un cancerígeno potente de origen natural y hoy en día existen variedades que pueden localizarse en alimentos (2)

2.2. EFECTOS DE LAS MICOTOXINAS EN LOS ANIMALES

Existen factores que pueden hacer acrecentar o reducir los niveles de toxicidad de micotoxinas, como: la concentración de micotoxinas, edad, especie, sexo, raza y condicion de habitad. (3). Por lo tanto lo mencionado anteriormente predispone que las micotoxinas tenga un efecto carcinogénico, inmunotxico, teratogénico y mutagénico; existen autores que se basan en el órgano afectado para su clasificación (4)

Las micotoxinas en los animales inducen efectos agudos incluso hasta crónicos. Si hablamos de micotoxicosis aguda tendremos cuadros de inflamación del hígado y riñones, hemorragias, también daño en el epitelio entérico y oral presentándose necrosado e incluso puede darse la muerte del animal. Por otro las micotoxicosis crónicas su efecto se basa en el decrecimiento de la productividad es decir tasa de crecimiento lento, disminución de la producción láctea y de la tasa de supervivencia. Debido a que la respuesta humoral se encuentra en supresión, el consumo mínimo de micotoxinas en los piensos hace que el animal padezca infecciones de bacterias, virus y parásitos.(5)

En lo que respecta micotoxinas en cerdos afecta tanto como en la salud y rendimiento productivo, generando así significativas pérdidas económicas en la producción porcina (6)

2.3. PRINCIPALES MICOTOXINAS QUÉ AFECTAN A LA PRODUCCIÓN PORCINA

Las micotoxinas por lo general se encuentran en materias primas que utiliza para la alimentación de cerdo como sorgo, maíz, trigo entre otros, la contaminación se puede dar tanto como en cosecha, almacenamiento o en el peor de los casos en comederos razón por la cual lo porcinos tienden a sufrir intoxicaciones durante la ingesta de alimentos contaminados (7).En la actualidad más de 200 micotoxinas han sido

identificadas, pero aquellas que tienen mayor relevancia en la producción porcina son:

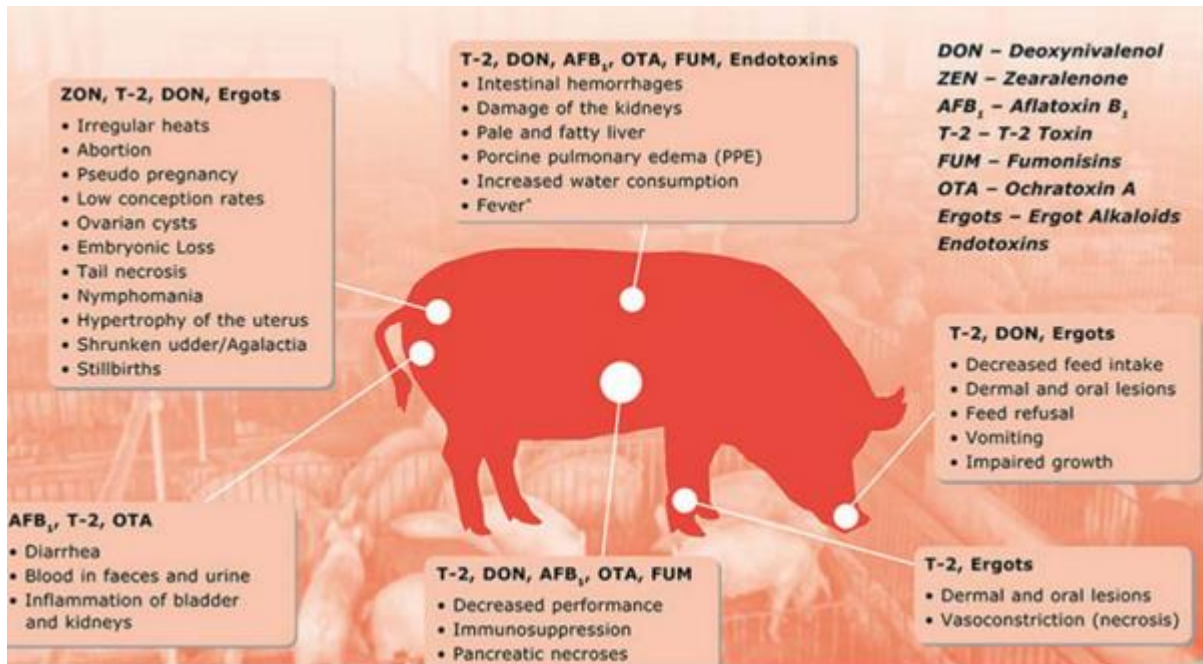


Figura 1. Principales micotoxinas y sus síntomas en cerdos (8)

2.3.1. Zearalenona

La Zearalenona conocida también como ZEN o F-2 es aquella producida por *Fusarium spp*, sobre todo por el *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. pae*, por lo general esta micotoxina infecta principalmente los cereales (9). Por lo general estas especies crecen de manera abundante invadiendo cultivos que se encuentren húmedos en la floración, aunque también es posible que ocurra después de cosechar en malas condiciones de almacenaje. Por lo tanto esta especie puede producir metabolitos relacionados en cantidades pequeñas como a-zearalenol y b-zearalenol. Las zearalenonas son compuestos estrogénicos debido a que tienen mejor afinidad a la unión a receptores de estrógenos, también es termoestable hasta los 150 °C, solo se degrada a altas temperaturas o cuando se predispone de ambientes alcalinos (10).

Esta micotoxina se encuentra contaminando principalmente al maíz y subproductos de forma natural, y en algunos caso también se han reportado casos en avena, sorgo, cebada, trigo, sésamo incluso en silos y heno. (3)

Para que se genere esta micotoxina la humedad debe superar los 25 % en el grano, ocurre también cuando el grano se encuentra con temperatura elevada cuando está en su periodo inicial, e inmediatamente una baja intermitente. (11)

2.3.1.1. Patogenia

Las hormonas esteroideas su actividad se basa en la unión no covalente con respecto a la especificidad de receptor que posee en el interior de las células. Por lo cual se transporta hacia los núcleos celulares la unión (zearalenona + el receptor) y junto con los receptores reservados interactúan para que induzcan el ARN, por lo tanto hay inhibición competitiva entre la micotoxina y el 17- betaestradiol por receptores específicos que se encuentran ubicados en los núcleos de las células de útero y de hígado (11)

La Zearalenona ya que actúa de manera similar a los estrógenos, afecta también la maduración folicular y ovulación ya que las inhibe por la disminución de la hormona foliculoestimulante FSH, aunque poseen diferente estructura puede asemejarse en su configuración al 17-Beta-estradiol inclusive a otros a otros estrógenos que permiten que los receptores estrogénicos se unan. De esta manera se explica la acción de la zearalenona dentro del organismo animal (3).

2.3.1.2. Signología

Existen casos en algunas especies mayores sin embargo con frecuencia afecta más al ganado porcino, más que todo a hembras que oscilan entre los 6 - 7 meses. Luego del tercer al 6 día de ingestión del grano contaminado pueden notarse los signos.(11)

En cerdas, lo más común es la vulvovaginitis, abortos e infertilidad incluso la muerte de lechone en el nacimiento. (12)

En verracos los testículos llegan a atrofiarse, la actividad sexual disminuye aumento de sus pezones, y afecta al al semen perdiendo su calidad y fecundación (13)

2.3.1.3. Lesiones

La mayoría de sus lesiones son destinadas a su sistema reproductor. En hembras el útero presenta edemas e hiperplasia, el ovario sufre atrofia, las glándulas mamarias también presenta hiperplasia y el cérvix en algunos presenta metaplasia escamosa.(7) Macroscópicamente también se puede observar vulva enrojecida, y prolapsos uterinos y rectales.(14). En machos los testículos tienden a atrofiarse y también presentan edema en el prepucio(7) .



Figura 2. Cerda con vulva enrojecida (3)



Figura 3. Cuello uterino edematizado (15)

2.3.2. Aflatoxina

Esta micotoxina es resultante de las cepas de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*, actualmente existen muchos tipos de aflatoxinas pero las cuatro más importantes que son la B1, B2, G1, G2, también M1 y M2. Las aflatoxinas que tienen la designación M es debido a que provienen de la palabra en inglés "milk" y estas fueron llamadas M1 y M2 debido a que esta fue aislada de leche de animales que consumieron alimentos contaminados. En cambio la designación B hace referencia

de la palabra en inglés “blue” refiriéndose a fluorescencia azul y fueron llamadas B1 y B2.(8)

Son conocidas por tener efecto cancerígeno , mutagénico y teratogénico, los órganos que lesiona es principalmente el hígado, seguido por riñón y cerebro, (3). El efecto tóxico dependerá del tiempo de ingestión y dosis , si nos referimos a cerdos la dosis letal en cerdos varía entre 0,3 y 0,6 mg/kg por vía oral de la aflatoxina B1 (11).

Las aflatoxinas se han encontrado contaminado el maíz, sorgo y maní, por lo general afectan cultivos antes de ser cosechados, aunque también contaminación en el almacenaje (16)

2.3.2.1. Patogenia

Las aflatoxinas su forma más común de contaminar es la B1, y estas hacen que se suprima la síntesis del RNA y además inhibe de igual manera la síntesis de DNA , es mas inhibe la síntesis proteica en el hígado a nivel de los hepatocitos, también hacen que exista una baja de glucógeno. Si nos referimos a lípidos aumentan los niveles NADPE que son muy importantes para sintetizar los ácidos grasos causando como tal hígado graso. Además debido a una unión covalente se produce de manera oxidativa en los hepatocitos forman epóxido de aflatoxina, si estos se llegan a unir con proteínas y acidos nucleicos atacan al DNA específicamente a la guanina y pueden provocar mutaciones que con el pasar del tiempo serán neoplasias. Así mismo con respecto a enfermedades infecciosas disminuye la resistencia orgánica.(11)

2.3.2.2. Signología

Aguda, se refiere cuando existe muerte repentina sin signos clínicos después de someterse a una situaciones de estrés, en otras ocasiones se presenta epistaxis, anemia, disnea y anafagia. Subaguda, en cambio presenta ictericia, hematoma y ascitis. Crónica es la manera que afecta a nivel económico y productivo es decir hay una disminución con respecto al consumo de alimentos, reducción de producción de leche, anemia, depresión, anafagia, abdomen hinchado e ictericia leve (11).

2.3.2.3. Lesiones

El órgano más afectado es el hígado, por lo general pasada la 6 horas de intoxicación presenta coloración bronceada como si estuviera cocido, a las 12 horas el hígado en su superficie comienza a formarse focos rojos de aproximadamente 1 mm. También hemorragias a nivel del yeyuno e íleon. En el recto puede haber hiperemia, hemorragia cardíaca y edemas en la vesícula biliar (17). En algunos casos se puede presentar carcinoma en conductos biliares y hepatocelular o solo hepatomas benignos e inclusive se puede presentar lesiones en los pulmones (11).



Figura 4. Órganos y tejidos con tonalidad amarilla (7)

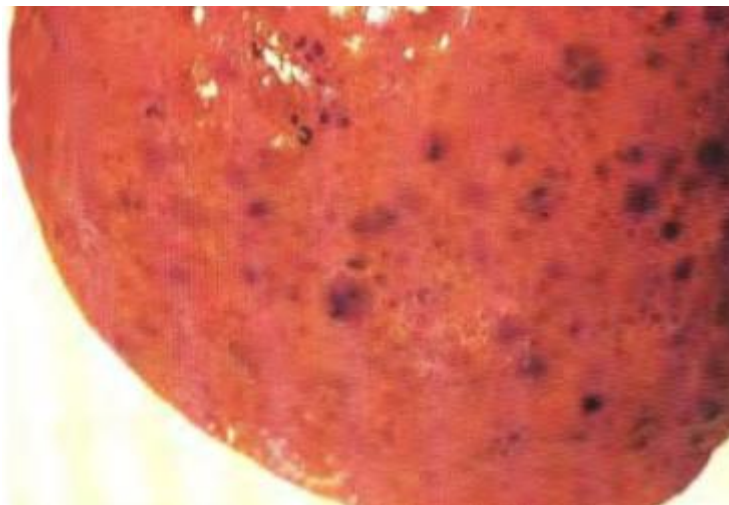


Figura 5. Hígado con focos hemorrágicos en su superficie (18)

2.3.3. Ocratoxina

Las ocratoxinas son producidas por los hongos del género *Aspergillus ochraceus* y *Penicillium viridicatum*, existen cinco tipos de esta micotoxina, de las cuales existen A, B, C, α y β , pero se la identifica como una de las más tóxicas a la Ocratoxina A debido que se la considera nefrotóxica, hepatotóxica e inmunotóxica. También se la conoce como OTA y actúa en el organismo siendo absorbida por el sistema digestivo y se disemina en el cuerpo a través de la sangre, hasta que se termina depositando en los riñones, y pequeñas cantidades en hígado, músculos y grasas (19).

La ocratoxina se encuentra contaminando cereales, café, maíz incluso algunos alimentos de origen animal (11).

2.3.3.1. Patogenia

El mecanismo de acción de la ocratoxina es que inhiben el factor nuclear eritroide 2, generando un estrés oxidativo que ocasionan se inhiban las síntesis de proteínas alterando el sistema metabólico, la homeostasis del calcio, daño del DNA y respiración mitocondrial. Así mismo alteraciones del gen, fallas en la apoptosis como consecuencia causa nefrotoxicidad e inclusive cáncer de riñones o hepático. El hígado se ve afectado debido a inhibiciones que produce la acumulación de glucógeno (20).

Se caracteriza también inhibir la respuesta inmune y humoral, actúa en la enzima fosfoenolpiruvato carboxiquinasa en los riñones destruyendo el mRNA que está codificado (11).

2.3.3.2. Signología

En un animal contaminado los signos son problemas gastrointestinales como vómitos, diarreas, además presenta polidipsia, poliuria, hematuria y finalmente el animal termina con anuria (11). En la reproducción porcina afecta la producción de espermias y calidad del semen del verraco. (3).

2.3.3.3. Lesiones

El órgano más afectado es el riñón, visualizándose que el tubo contorneado proximal presenta severos daños, también fibrosis intersticial y glomerular (21), macroscópicamente el órgano tiene tonalidad amarillenta, gris o blancas, puede presentar edemas, quistes e inclusive necrosis. El hígado en segundo plano puede verse afectado si existe inhibición glucogénica como consecuencia se podría observar atrofiado y necrosado (11).



Figura 6. Lesiones blanquecinas-amarillentas en la superficie del riñón (7)



Figura 7. Quistes en riñones producto de la intoxicación por ocratoxina (7)

2.3.4. Fumonisina B1

La Fumonisina B1 son el resultado de los metabolitos por la cepas *Fusarium verticillioides* y *Fusarium proliferatum*, por lo general se la puede encontrar como contaminante en maíz y otros productos agrícolas (22). Se dice que esta micotoxina tiene bastante actividad en los sustratos de agua y temperaturas de 15-25 grados centígrados. (23). Hay varios tipos de fumonisinas, sin embargo es considerada a la B1 o FB1 la más frecuente por su toxicidad (8).

2.3.4.1. Patogenia

Esta micotoxina actúa bloqueando la síntesis de los esfingolípidos, también es conocida abreviadamente como FB1 tiene estructura similar a los esfingolípidos por lo que altera el metabolismo de los mismo, por lo tanto se pierde una de las funciones principales que es el control de los mecanismos de regulación celular. Todo esto es debido a que existe una inhibición de ceramida sintasa una enzima muy importante que al encontrarse bloqueada genera acumulo de esfingonina y esfingosina causando efecto neurotóxico, nefrotóxico, hepatotóxico y cancerígeno (22).

2.3.4.2. Signología

Los cerdos contaminados por esta micotoxina presentan problemas digestivos como diarreas, depresión, dificultad para respirar, abortos, fetos momificados e inclusive la muerte repentina (23).

2.3.4.3. Lesiones

Los órganos más afectados son pulmón, hígado, cerebros, riñones y corazón. Aunque por lo general en cerdos presentan edema pulmonar.



Figura 8. Edema interlobular en los pulmones de cerdos (7)

2.3.5. Tricotecenos

Estas micotoxinas son producidas por varias especies de fusarium, unos de los principales tricotecenos son la toxina T-2 y desoxivalenol (22).

Deoxivalenol conocido también como vomitoxina, es generada por los hongos *Fusarium graminearum* y *Fusarium culmorum*, Se caracteriza por tener efecto necrosante a los tejidos infectados.

La Toxina T-2 también forma parte de la familia Fusarium tales como *F.graminearum*, *F. avanceum*, *F. culmorum*, *F. poae*, *F crookwellense*, *F. equiseti*, *F. acuminatum*, *F. sambucinum*, *F. sporotrichioides*.

Los tricotecenos se encuentran contaminando naturalmente en maíz, cebada, trigo, y demás subproductos de cereales (3).

2.3.5.1. Patogenia

DON afecta en específico a la unión de enterocitos, daña barrera intestinal, disminuye la absorción del nutriente y altera la permeabilidad. En cambio la T-2 inmediatamente se ingieren por el intestino delgado, transportado por vía paracelular (8).

2.3.5.2. Signología

Los signos comunes de esta micotoxina es rechazo al alimento, y en algunos casos vómito, diarreas, también lesiones cutáneas y pérdida de peso (3).

2.3.5.3. Lesiones

Tiene efecto necrosante en el tracto digestivo, las lesiones se dan en piel del hocico, esófago, estómago e intestino (3).



Figura 9. Hemorragia y necrosis de colon (7)

2.4. PRODUCCIÓN DE CERDOS EN ECUADOR

En Ecuador según el INEC en su página oficial, según datos realizados ESPAC del 2016 hasta el 2020, disminuyó en el país un 17 % la producción de cerdos, por motivo por la crisis sanitaria que paso el mundo, muchas microempresas se fueron a la quiebra. (24)

Según datos de la Asociación de Porcicultores del Ecuador, manifiestan que la mayoría de crías de porcinos se hace en traspatio, esto indica que la producción se basa en pequeño productores, siendo fundamental su sustento familiar de las personas que se dedican a esta labor. La producción porcina en Ecuador tiene un ritmo muy dinámico, algunos se han basado en estrategias para incrementar su producción como la mejora genética, permitiendo el aumento de producción y así poder con la demanda en la nación. El consumo per cápita en el año 2016 fue de 10 kg/persona/año y en el 2020 es posible que haya incrementado a 12 kg (24).

2.5. MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO DE MICOTOXINAS

Para realizarse el diagnóstico tiene mucha importancia (aislamiento, identificación, cuantificación) de micotoxinas. Existen distintos métodos para detectar micotoxinas en el alimento animal. Los resultados dependen mucho de cómo fue tomada la muestra, ya que en sí las micotoxinas no se encuentran distribuidos de manera uniforme, por lo tanto es recomendable recolectar varias muestras de distintos lugares y el análisis de cada uno hacerlo por separado. Entre los métodos que más destacan tenemos: (25)

2.5.1. Métodos físicos químicos

Para la utilización de ciertos métodos existen algunas limitaciones, debido a que se necesita procedimientos largos e instrumental costoso, así mismo las muestras deben ser purificadas, y personal de laboratorio debe estar altamente capacitado (25). Entre ellos destacan:

- TLC: Método fácil, y económico pero carece de precisión ya que es semicuantitativa y de sensibilidad baja (26).
- GCMS: Método detector de masas, cuantifica y analiza compuestos en mezclas (25).
- HPLC: Método con precisión, sensibilidad alta y rápida sin embargo el costo es muy elevado (26).
- HPTLC: Es un método que emplee la técnica de poder desglosar compuestos de una mezcla, su análisis de muestras es cuantitativo y cualitativo (27)

Sin embargo, si se compara el HPLC y TLC, el primero es mejor para detectar y cuantificar micotoxinas, pero si se considera más económico el TLC. (25)

2.5.2. Método Emisión fluorescencia

Algunas micotoxinas como las aflatoxinas B1 y ocratoxina A, cuando son expuestas con luz UV, se visualiza la emisión de fluorescencia azul, en el caso de la zearalenona la tonalidad es azul verdosa (28). Este método es útil, sin embargo se caracteriza por generar falsos positivos y negativos. Sirve para determinar la contaminación cualitativamente, la luz UV debe ser onda larga y no corta (26). No se recomienda utilizar en granos enteros, solo en partidos (25).

2.5.3 Técnicas de inmunoensayo

Este método se basa por cada tipo de micotoxina la utilización de anticuerpos específicos (25).

2.5.3.1. Inmunoensayo enzimáticos (ELISA)

El análisis se da en serie cuantitativo y cualitativo para un mayor número de muestras. Existen Kits de competición directa, sin embargo hay algunos que son indirectos. La ventaja es que facilita el trabajo del médico veterinario ya que es más fácil transportar (26).

2.5.3.2 Columna de Inmuno Afinidad (CIA)

No se puede analizar en serie las muestras, se procesa sin control, no se puede utilizar controles positivos. Pero a diferencia de la anterior es que es rápida y sencilla, sin embargo el precio es elevado y solo existen comercialmente para aflatoxina, ocratoxina, zearalenona y deoxinivalenol. (29)

2.5.4. PCR

Se considera una técnica de diagnóstico alternativa para detectar micotoxinas, ya que permite conseguir *in vitro* grandes cantidades de copias de fragmentos de ADN. Actualmente se conoce que los genes encargados de la biosíntesis de las micotoxinas se encuentran de forma continua generando agrupaciones de genes. Las micotoxinas más preocupantes son las aflatoxinas y las ocratoxinas por lo tanto a partir de sus enzimas, es probable el diseño de protocolos de PCR para detectar micotoxinas en muestras de alimentos (30).

2.6. PREVENCIÓN Y CONTROL

Según el Codex, para poder disminuir las micotoxinas en las materias primas o piensos destinados para el consumo animal, se comprende de dos partes fundamentales: Buenas Prácticas Agrícolas y del Procesado de productos y Protocolos de Elaboración de Puntos críticos y Control de Riesgos, esto ayuda a reducir la exposición de contaminación e identificación de lotes contaminados (31).

Una vez que las micotoxinas han llegado al establecimiento es difícil revertir el problema, por lo tanto se debe proceder a trabajar con la prevención, control y buenas prácticas agrícolas durante la producción, traslado, acopio y proceso. De igual manera se debe realizar un correcto manejo de sustratos y raciones del plantel para disminuir el crecimiento de micotoxinas (6)

2.6.1. Estrategias de prevención

2.6.1.1. Pre- cosecha

Emplear materias primas resistentes a la acción de las micotoxinas sería una alternativa convincente y económica para tener un mayor control, sin embargo comercialmente genotipos con características para el maíz no existen, siendo un problema ya que es una materia prima para la elaboración de alimentos. Es importante cada nuevo cultivo preparar bien el terreno, es decir eliminando tallos y espigas que sirvan como sustrato para el desarrollo de micotoxinas. Ejecutar el uso de dosis correcta de antifúngicos durante el cultivo reduce la carga en su momento oportuno (32).

2.6.1.2. Post- Cosecha

Disminución de granos dañados, separación de cosechas dañadas como granos partidos antes de almacenar (32).

2.6.1.3. Almacenamiento

Control de ambiente con temperatura menos de los 20°C, humedad relativa de equilibrio menos del 65%, humedad menos el 13%, cereales 9%, asegurando así un correcto almacenaje, con respecto al secado debe ser uniforme garantizando así un manejo de aireación correcto, no usar focos para calentar ya que dañan la calidad del grano, uso de inhibidor de micotoxinas para proteger de posible contaminación, sin embargo no protege al grano que ya fue contaminado con anterioridad (32).

2.6.1.4. Criaderos

Es muy fundamental la correcta desinfección y limpieza de comederos, así como también en donde se realiza el almacenaje del alimento. También es importante el tiempo en que se almacena el alimento y además hacer un seguimiento con el control de plagas que pueden humedecer los piensos (32).

2.7. TRATAMIENTO

El término detoxificación se refiere a que hace que las toxinas se modifiquen y así sean menos perjudiciales, en cambio inactivación aquello que se pueda eliminar o bloquear, mientras que la inhibición hace referencia a la reducción de actividad (33).

Existen tratamientos que son muy efectivos para detoxificar, descontaminar e inactivar algunas micotoxinas, sin embargo se conoce que algunos métodos físicos se han obtenido excelentes resultados en eliminación de hongo pero no en micotoxinas ya que éstas son muy resistentes a temperaturas muy altas (14).

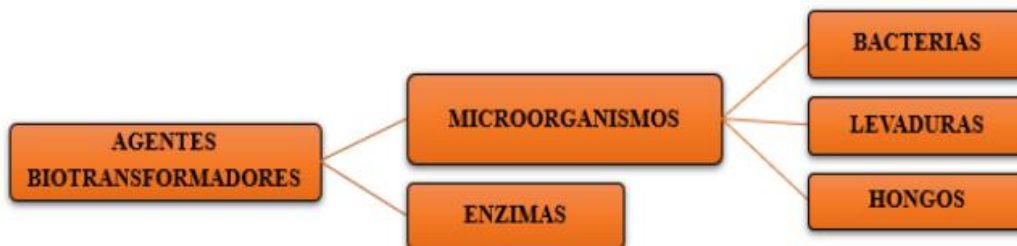
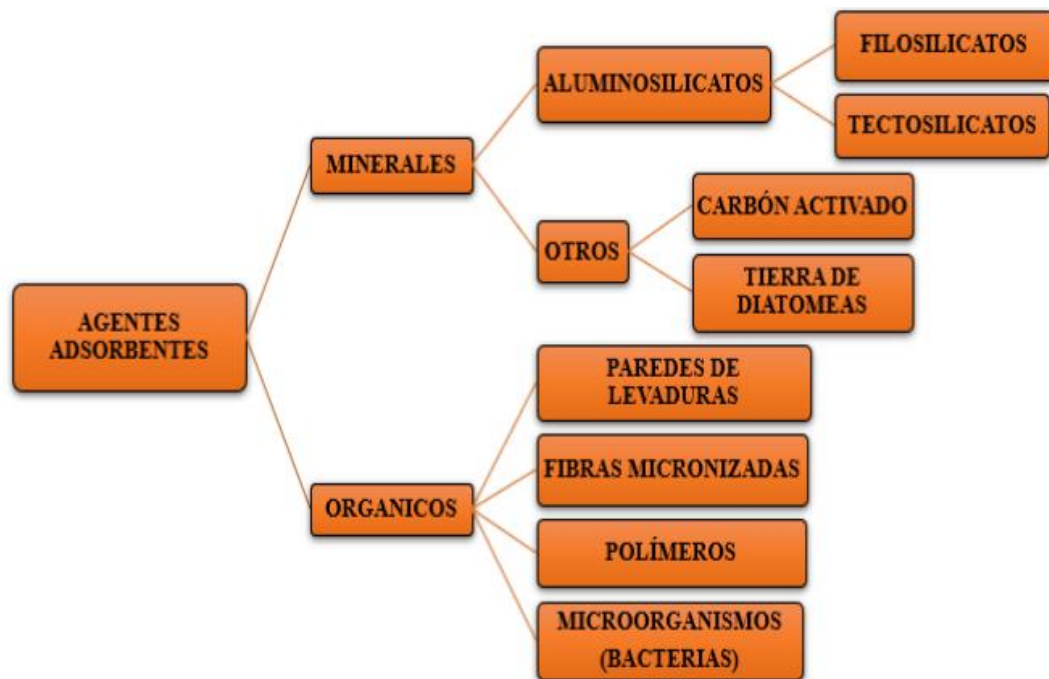


Figura 10. Clasificación de detoxificadores de micotoxinas (32).

Actualmente, la manera en que uno puede prevenir o reducir los efectos de las micotoxinas en el animal es mediante el uso de absorbentes en la dieta. Se trabaja con dosis mínima de 1-2 kg es decir (0,1 % - 0.2 %) por tonelada de alimento, para controlar y tratar la dosis es mayor (32).

3. CONCLUSIONES

Las micotoxinas es un problema que afecta la salud pública y animal. Este trabajo es fundamental para dar a conocer los efectos dañinos causados por las mismas y así poder mitigar el impacto en la producción animal.

Es preciso llevar a cabo la capacitación a la comunidad a través de talleres y seminarios para que tenga una idea de las consecuencias que generan tanto en la salud humana y animal.

Para tener un diagnóstico certero, es fundamental realizar un buen muestreo que garantice los resultados, existen diversos métodos de laboratorio e incluso disponible comercialmente kit de detección rápida.

Existen algunos tratamientos disponibles, sin embargo no garantiza la eliminación total de las micotoxinas, por lo tanto lo ideal es trabajar en medidas de prevención y control para detectar mediante un diagnóstico previo y así poder recibir o rechazar granos o subproductos que estén contaminados.

4. BIBLIOGRAFÍA

1. Serrano-Coll, Cardona-Castro. Micotoxicosis y micotoxinas: generalidades y aspectos básicos. CES Med [Internet]. 2015;29:143-51. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-87052015000100012
2. Ramos Girona AJ. Micotoxinas y micotoxicosis [Internet]. A. Madrid Vicente Ediciones; 2011. 462 p. Disponible en: <https://play.google.com/store/books/details?id=8W8sLgEACAAJ>
3. Gimeno, Martins. Micotoxinas y micotoxicosis en animales y humanos. Special Nutrients, Florida [Internet]. 2011;50-3. Disponible en: <http://specialnutrients.com/pdf/book/3%20edicion%20MICOTOXINAS%20LR%20Secure.pdf>
4. Del Río-García. MICOTOXINAS Y SU EFECTO EN ANIMALES Y HUMANOS. CONATEC [Internet]. 2020;44. Disponible en: https://tecnicosacademicos.cuautitlan.unam.mx/CongresoTA/memorias2020/mem2020_paper5.html
5. Ramos Girona, Marín Sillué. Las micotoxinas: el enemigo silencioso. (Consejo Superior de ... [Internet]. 2020;196 - 795. Disponible en: <https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/69178>
6. Sotillo. Efecto de las micotoxinas en la producción porcina. Obtenido de(Sotillo, <https://www.researchgate.net> [Internet]. 2016; Disponible en: <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Efecto%20de%20las%20micotoxinas%20en%20la%20produccion%20porcina.pdf>
7. Trujano, Márquez, Sierra. Problemas de salud observados en cerdos y su relación con micotoxinas. en: <http://www.ciap.org.ar> ... [Internet]. 2010;20. Disponible en: https://www.avideter.com/ftp_public/A1030910.pdf
8. Gil Huerta, Luño Lázaro. Efecto de las micotoxinas en la reproducción porcina. zaguan.unizar.es [Internet]. 2018; Disponible en: <https://zaguan.unizar.es/record/76696>
9. Nordkvist E, Häggblom P. Fusarium mycotoxin contamination of cereals and bedding straw at Swedish pig farms. Anim Feed Sci Technol [Internet]. 1 de diciembre de 2014;198:231-7. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840114003472>
10. Marin S, Ramos AJ, Cano-Sancho G, Sanchis V. Mycotoxins: occurrence, toxicology, and exposure assessment. Food Chem Toxicol [Internet]. octubre de 2013;60:218-37. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23907020>
11. Perusia, Rodríguez. Micotoxicosis. Rev Investig Vet Peru [Internet]. 2001; Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172001000200013&script=sci_arttext

12. Izquierdo, Sáenz, Betancourt. Zearalenona (fusarium spp.) en la alimentación de cerdos con problemas reproductivos. Arch alerg inmunol clín [Internet]. 2007; Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2379377>
13. Tsakmakidis IA, Lymberopoulos AG, Vainas E, Boscos CM, Kyriakis SC, Alexopoulos C. Study on the in vitro effect of zearalenone and alpha-zearalenol on boar sperm-zona pellucida interaction by hemizona assay application. J Appl Toxicol [Internet]. septiembre de 2007;27(5):498-505. Disponible en: <https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jat.1239>
14. Quiles. Efecto de las micotoxinas en la reproducción porcina. /15114/articulos-porcino/efecto-de-las-micotoxinas-en ... [Internet]. 2016; Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/A-Quiles-2/publication/322426378_Efecto_de_las_micotoxinas_en_la_reproduccion_porcina/links/5a58a7d4a6fdcc80fdeff08c/Efecto-de-las-micotoxinas-en-la-reproduccion-porcina.pdf
15. Suárez AEG, Ariza NAM. Correlación clínico-patológica de lesiones macro y microscópicas diagnosticadas en tracto reproductivo en cerdas de descarte [Internet]. Universidad de La Salle; 2017 [citado 6 de agosto de 2022]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/183/
16. Piermarini S, Micheli L, Ammida NHS, Palleschi G, Moscone D. Electrochemical immunosensor array using a 96-well screen-printed microplate for aflatoxin B1 detection. Biosens Bioelectron [Internet]. 15 de febrero de 2007;22(7):1434-40. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bios.2006.06.029>
17. Wüst AR. Impacto de las micotoxinas en la producción sustentable de cerdos en sistemas intensivos [Internet]. Universidad de Concepción del Uruguay--SC-- Universidad de los Estudios del ...; 2006. Disponible en: <http://repositorio.ucu.edu.ar/handle/522/212>
18. Smith WJ, Taylor DJ, Penny RHC. Atlas en color de patología porcina [Internet]. Interamericana-McGraw-Hill; 1990. 192 p. Disponible en: <https://play.google.com/store/books/details?id=UZmiAAAACAAJ>
19. González Jaén MT, Patiño Álvarez B. Diagnóstico y control de especies de «Aspergillus» productoras de ocratoxina A [Internet]. Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones; 2009 [citado 7 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/10545/>
20. Limonciel A, Jennings P. A review of the evidence that ochratoxin A is an Nrf2 inhibitor: implications for nephrotoxicity and renal carcinogenicity. Toxins [Internet]. 20 de enero de 2014;6(1):371-9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/toxins6010371>
21. López Cerain, Jiménez, Ezpeleta. Efectos tóxicos de la ocratoxina A. Rev Soc Esp Farm Hosp [Internet]. 2000; Disponible en: https://www.adiveter.com/ftp_public/articulo804.pdf
22. Stockmann-Juvala H, Savolainen K. A review of the toxic effects and mechanisms of action of fumonisin B1 [Internet]. Vol. 27, Human & Experimental Toxicology. 2008. p. 799-809. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1177/0960327108099525>

23. Ahangarkani F, Rouhi S, Gholamour Azizi I. A review on incidence and toxicity of fumonisins. *Toxin Rev* [Internet]. 1 de septiembre de 2014;33(3):95-100. Disponible en: <https://doi.org/10.3109/15569543.2013.871563>
24. Vaca N, Alexander W. Uso de aditivos secuestradores de micotoxinas en la alimentación de cerdos [Internet]. *BABAHOYO: UTB*, 2022; 2022 [citado 11 de agosto de 2022]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11358>
25. Bueno DJ, Salvano M, Silva JO, González SN, Oliver G. Micotoxinas: diagnóstico y prevención en aves de corral. *Bol Micolog FAMCAL* [Internet]. 1 de enero de 2001 [citado 11 de agosto de 2022];16. Disponible en: <http://micologia.uv.cl/index.php/Bolmicol/article/view/457>
26. López. Micotoxinas, salud animal, métodos de detección y legislación. *MG Mundo ganadero* [Internet]. 2008;19:46-9. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_mg/mg_2008_212_46_49.pdf
27. Srivastava M. *High-Performance Thin-Layer Chromatography (HPTLC)* [Internet]. Springer Science & Business Media; 2010. 397 p. Disponible en: <https://play.google.com/store/books/details?id=vQ41B4iZZuAC>
28. Barbosa CB. Micoflora e ocorrência de micotoxinas em grãos de trigo recém-colhidos e armazenados [Internet] 2014. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.11606/d.42.2014.tde-27062014-155824>
29. Milla Flores FH. Evaluación de nivel contaminante de Ocratoxina A por columnas de inmunoafinidad y Cromatografía Líquida de Alta Afinidad (HPLC), en *Coffea arabica* L.(café verde 2022; Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/18133>
30. Caballero MIL. Desarrollo de métodos de pcr convencional para la detección de mohos productores de micotoxinas en alimentos. 2011; Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=180832>
31. Alimentarius Commission. Proposed Draft Code of Practice for the Prevention (Reduction) of Mycotoxin Contamination in Cereals, Including Annexes on Ochratoxin A, Zearalenone Codex Committee on Food Additives and [Internet]. 2002; Disponible en: <https://www.fao.org/3/y0474e/y0474e0w.htm>
32. Fornies FA. Impacto de las micotoxinas en la producción porcina: revisión bibliográfica y análisis de un establecimiento problema. 2021 [citado 14 de agosto de 2022]; Disponible en: <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/7174>
33. Castro. Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* [Internet]. 2005; Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017842007.pdf>