



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito para
obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Uso de aditivos secuestradores de micotoxinas en la
alimentación de cerdos.”

AUTOR:

Walter Alexander Nieves Vaca

TUTORA:

Ing. Zoot. Carmen Vásconez Montúfar, Mgtr. Cs.

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR

2022

RESUMEN

El desarrollo del presente caso de estudio surge de la necesidad de los productores al presentarse pérdidas económicas debido a la toxicidad por alimento que se da en los sistemas de producción animal, considerándose como fuente de alimento para la población; siendo entonces de vital relevancia mantener la seguridad alimentaria, puesto que este debe de ser nutritivo y seguro para el animal. Además, se pretende dar a conocer sobre la existencia de las micotoxinas, referenciar los efectos que causa en el animal si este se encuentra expuesto por grandes grados de toxicidad en el alimento.

Si es que se llega a presentar alteraciones de salud en los animales de la granja se debe de actuar rápidamente, puesto que si esto es debido a la presencia de micotoxicosis no se dispone de mucho tiempo para tomar las medidas correctivas necesarias, considerándose oportuno retirar el alimento sospechoso hasta tener información si estas afecciones son causadas por el grado de contaminación del alimento. Por lo que para controlar o reducir los daños que pueden llegar a causar las toxinas en la salud intestinal del cerdo se deben considerar estrategias que resulten en una mejora de la salud animal.

La reducción de la productividad se debe principalmente a la edad y el grado de exposición que puede llegar a tener el animal con el alimento contaminado; uno de los efectos característicos de la micotoxicosis es la inmunosupresión, lo que hace que el cerdo sea más susceptible a contraer enfermedades, esto redundando en múltiples pérdidas económicas para el productor, es por ello que el objetivo que este trabajo es analizar el correcto uso de aditivos secuestradores de micotoxinas en la alimentación de cerdos para mejorar los indicadores zootécnicos de producción.

Palabras claves: Aditivos alimentarios, micotoxinas, salud intestinal.

SUMMARY

The development of this case study arises from the need of producers to present economic losses due to feed toxicity that occurs in animal production systems, considered as a source of food for the population; being then of vital importance to maintain food safety, since it must be nutritious and safe for the animal. In addition, it is intended to make known about the existence of mycotoxins, referencing the effects caused in the animal if it is exposed by large degrees of toxicity in the food.

If there are health alterations in the farm animals, it is necessary to act quickly, since if this is due to the presence of mycotoxicosis, there is not much time to take the necessary corrective measures, considering it opportune to withdraw the suspect feed until having information if these affections are caused by the degree of contamination of the feed. Therefore, to control or reduce the damage that toxins can cause in the intestinal health of pigs, strategies that result in an improvement of animal health must be considered.

The reduction in productivity is mainly due to the age and degree of exposure that the animal may have with contaminated feed; one of the characteristic effects of mycotoxicosis is immunosuppression, which makes the pig more susceptible to contracting diseases, resulting in multiple economic losses for the producer, which is why the objective of this work is to analyze the correct use of mycotoxin sequestering additives in the feeding of pigs to improve zootechnical production indicators.

Key words: Feed additives, mycotoxins, intestinal health.

Índice de Contenido

SUMMARY	iii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. MARCO METODOLÓGICO.	2
1.1. Definición del caso de estudio.....	2
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivos.....	3
1.5. Fundamentación teórica.....	4
1.6. Hipótesis.....	19
1.7. Metodología de la investigación.....	19
CAPÍTULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1. Desarrollo del caso	20
2.2. Situaciones detectadas	20
2.3. Soluciones planteadas.....	21
2.4. Conclusiones	22
2.5. Recomendaciones	22
BIBLIOGRAFÍA	23
ANEXOS	27

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Principales especies de hongos productores de micotoxinas.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 2. Concentraciones máximas ($\mu\text{g}/\text{kg}$) tolerables en el alimento completo.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 3. Tipos de adsorbentes de micotoxinas utilizados en nutrición animal.....</i>	<i>16</i>

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1. Número de cabezas de ganado porcino por año (ESPAC 20-2020)</i>	<i>4</i>
<i>Ilustración 2. Ganado porcino existente en la provincia de Los Ríos (ESPAC 2016-2020)</i>	<i>6</i>

Índice de Anexos

<i>Anexo 1. Clasificación de los atrapantes de micotoxinas en producción animal.....</i>	<i>27</i>
<i>Anexo 2. Órganos susceptibles en cerdos para las micotoxinas más perjudiciales.</i>	<i>28</i>

INTRODUCCIÓN

Las micotoxinas son metabolitos secundarios tóxicos producidos por hongos, estas suelen transmitirse hacia los cultivos que sirven como fuentes principales de los piensos alimenticios, muchas de estas materias primas se obtienen desde cultivos agrícolas y requieren de un adecuado tratamiento para transformarlos en harinas o extraer sus componentes nutricionales.

Según Denli y Pérez (2006), la presencia de micotoxinas en el campo de la alimentación animal tiene un fuerte impacto económico, debido a los costes que involucra eliminar el alimento contaminado y reducir los daños que se suelen presentar en los animales al ser consumidos. Un pienso para cerdos que se encuentre con la presencia de micotoxinas minimiza de manera significativa el desarrollo de los animales, provocando enfermedades que repercuten directamente al sistema inmune.

El uso de aditivos y biotransformantes en la industria alimenticia se ha convertido en una de las principales estrategias para mejorar el performance animal, puesto que al ser incluidos en el alimento puede contribuir en el aumento de varios indicadores productivos y reducir la concentración de agentes fúngicos; cuando se adicionan estas sustancias en los piensos procesados se disminuyen los efectos perjudiciales.

En la industria porcina la incidencia de micotoxinas es un riesgo que enfrentan los productores de manera frecuente, puesto que los alimentos contaminados reducen la productividad de enzimas que contribuyen al proceso digestivo; la implementación de estos agentes aditivos secuestrantes forman un factor clave para el control de hongos que aparecen y se propagan rápidamente en los piensos alimenticios.

Por estas razones, el presente trabajo de investigación hace referencia a las distintas estrategias que puede ser aplicadas por las empresas dedicadas a la formulación y preparación de alimentos para animales de producción, reduciéndose así el impacto negativo que tienen las micotoxinas especialmente en monogástricos (aves y cerdos); además, se busca aportar con datos relevantes e importantes a considerar al momento de adicionar un secuestrador de micotoxinas como aditivo alimenticio.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO.

1.1. Definición del caso de estudio

El presente tema de investigación se muestra información referencial con respecto a los principales tipos de micotoxinas que afectan a la especie porcina (*Sus scrofa domesticus*) y a su vez, se desarrolla con el propósito de dar a conocer a los profesionales la importancia de utilizar aditivos alimentarios que contribuyan a la reducción de los efectos adversos que causan estos hongos en la productividad y salud intestinal digestiva.

1.2. Planteamiento del problema

En el Ecuador el productor de ganado porcino ha tenido que enfrentarse a múltiples desafíos para lograr intensificar el sistema de producción y cubrir la demanda que actualmente tiene la población; podemos resaltar que la alimentación representan entre el 65 – 80 % de los costos de producción, por lo tanto, es necesario considerar a las micotoxinas en el campo de la salud y bienestar animal, pues muchas de ellas cuentan con efectos adversos para los animales y pueden ir contaminando así gran parte de los alimentos que son considerados productos de consumo masivo.

La presencia de micotoxinas en distintos niveles de concentración puede llegar a convertirse en un riesgo potencial para la salud de los animales al ingerir alimentos o piensos elaborados a partir de las materias primas contaminadas, por esta razón, la presente investigación hace referencia al uso de agentes secuestrantes de micotoxinas en la alimentación del animal, puesto que si no se realiza un control exhaustivo puede ser perjudicial para la salud del animal.

1.3. Justificación

El presente trabajo se lo realizó con la finalidad de brindar información directa a los productores de cerdo que buscan mejorar los parámetros de producción, los cuales se logran cumpliendo las normas del bienestar animal; siendo conocedores que todo ser vivo requiere cubrir sus necesidades nutricionales y que la producción de ganado porcino es considerada como una de las principales fuentes de productos cárnicos para la población.

Además, es reconocido que en el Ecuador la mayor parte de productores que ejercen este tipo de actividad como un sustento económico, desconocen las estrategias que pueden llegar a utilizar para lograr mantener el bienestar de los animales en producción, mitigando el riesgo de pérdidas causadas por la presencia de un agente patógeno. Se han detectado como contaminantes naturales una gran diversidad de hongos que afectan directamente a la calidad de la materia prima utilizada en la alimentación animal, habiéndose confirmado su presencia en casi todos los alimentos de primera necesidad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar el correcto uso de los aditivos secuestrantes de micotoxinas en la alimentación de cerdos para mejorar los indicadores zootécnicos de producción.

1.4.2. Objetivos específicos

- Citar como alternativa el uso de aditivos secuestrantes de micotoxinas para contribuir en el bienestar de los cerdos.
- Describir el efecto de los aditivos secuestrantes de toxinas en los indicadores de productividad.

1.5. Fundamentación teórica

Dentro de la crianza de cerdos se puede evidenciar altos costos de producción que en varias oportunidades hacen ver a la porcicultura como un negocio no tan rentable; en el Ecuador hay competencia desleal con nuestros países vecinos debido al menor costo del producto que ingresa desde la frontera; cabe mencionar que los productores nacionales deben de enfrentar este enorme desafío aumentando la velocidad de crecimiento mediante una buena nutrición y manejo de la bioseguridad.

1.5.1. Producción de cerdos en el Ecuador

Según los resultados anuales que se evidencian en la página oficial del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) del Ecuador la producción de cerdos en el país disminuyó en un 17 % aproximadamente según los datos obtenidos de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC 2016 – 2020), esta reducción pudo deberse a la crisis sanitaria que la población mundial estuvo atravesando, no solo los productores porcinos se vieron afectados, sino que a nivel social el impacto negativo fue muy fuerte, muchas personas quedaron sin empleo y las pequeñas microempresas quebraron (Jumbo y col., 2020).

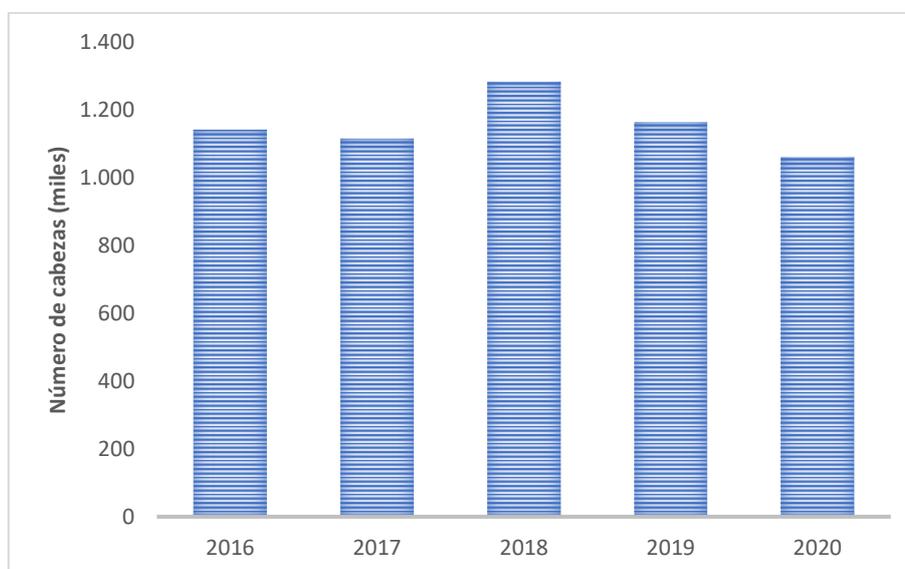


Ilustración 1. Número de cabezas de ganado porcino por año (ESPAC 2016-2020)

Fuente: Elaborado por autor, basado en datos de la ESPAC.

Muñoz – Ron y col., 2020:

“Entre las estrategias para fomentar una eficaz producción, comercio justo y consumo seguro de la carne de cerdo es primordial una inspección bio-sanitaria por parte del organismo regulador, conjuntamente con capacitaciones continuas sobre procesos de producción, costos y beneficios, control de calidad de la carne, para que productor y comerciante conozcan la rentabilidad del negocio.”

1.5.1.1. Importancia de la producción de cerdos a nivel regional

La mayor universidad digital del mundo (Tech school of veterinary medicine) en uno de sus artículos publicados en el año 2021 hace referencia a la importancia que tiene la producción de carne de cerdo, según dicho artículo el lema del sector porcino en los últimos años es “de la granja a la mesa”; su increíble valor nutricional ha hecho que en muchos países se la considere como un producto de alto valor biológico. Según Mariné-Font (2016) la carne de cerdo es rica en vitaminas del grupo B y en minerales como hierro, zinc, fósforo y potasio.

Los últimos datos estadísticos que se muestran en la página de la Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE) son los del año 2016, aquí se indica que una gran cantidad de cerdos se crían de forma familiar/ traspatio (56 mil TM/ año); esto permite argumentar que un gran porcentaje de la producción porcina se encuentra en manos de pequeños productores, sirviendo como base del sustento de los hogares de la familia que los cría.

El sector porcino en Ecuador tiene un ritmo de crecimiento dinámico (3tres3.com 2019), muchos de los productores de cerdos incrementaron su producción gracias a la mejora genética de sus animales, lo cual les permitió aumentar la productividad para cubrir la demanda nacional. Según el sitio el consumo per cápita de la carne de cerdo en el año 2010 fue de 7,3 kg al año y en el 2016 este valor se incrementó a 10 kg/ persona/ año, lo que permite considerar que este consumo para el año 2020 haya aumentado a 12 kg.



Ilustración 2. Ganado porcino existente en la provincia de Los Ríos (ESPAC 2016-2020)

Fuente: Elaborado por autor, basado en datos de la ESPAC.

1.5.1.2. Principales indicadores comerciales en las granjas porcinas

El segundo animal mayormente producido y consumido en el mundo es el cerdo, tiene un mayor rendimiento en canal debido a su alta tasa de conversión alimenticia, por cada 3 kg de alimento consumido se distingue 1 kg de carne, lo que lo convierte en uno de los animales más productivos del mundo (Campabadal, 2009).

Según Ricardo (2021) encontró que la productividad porcina en el Ecuador es muy alta, por lo que es posible brindar alimentos que satisfagan las necesidades nutricionales del ganado en las diferentes etapas dependiendo de la edad, optimizando la eficiencia productiva al menor costo posible. Los porcicultores ecuatorianos han buscado la manera de incrementar la producción mediante la tecnificación de las instalaciones y brindando todos los requerimientos nutricionales lo que ha logrado aumentar la productividad para satisfacer las necesidades nacionales.

Para medir la producción a nivel comercial de los cerdos los productores cuentan con varios parámetros importantes, tales como: Ganancia de peso (IPV), Índice de Conversión alimenticia (ICA), Rendimiento a la canal (RC %), entre otros; como todo productor se pretende alcanzar una buena relación entre estos tres indicadores y el tiempo de producción.

1.5.1.3. Enfermedades comunes que afectan a los cerdos

Los cerdos son animales muy susceptibles a enfermedades respiratorias y digestivas; según lo indicado por Tassis (2020) mantener la microbiota intestinal en excelente estado evita que el epitelio sea colonizado por agentes contaminantes y aunque el sistema inmunitario actúa como una fuerte barrera frente a diferentes tipos de infecciones (físicas, químicas y microbianas) este puede ser afectado por algunos hongos.

Las reacciones biológicas tras la ingestión de micotoxinas varían desde enfermedades agudas que se manifiestan en una elevada morbilidad y mortalidad hasta trastornos crónicos e insidiosos con una reducción de la productividad animal; por lo que se considera que en dosis elevadas las micotoxinas provocan una citotoxicidad general.

Según Carrera, (2021) cada micotoxina se asocia con un “órgano diana”, u “órgano susceptible”; se llama así al órgano más afectado por una micotoxina en particular, causando lesiones características o inmunosupresión, lo que hace que el cerdo sea más susceptible a contraer enfermedades. Por lo tanto, es transcendental conocer el tipo de hongo que está siendo responsable de la micotoxicosis en la producción porcina para lograr combatirla.

Es muy común en nuestro país que los profesionales de medicina veterinaria se encuentren frecuentemente con casos de micotoxicosis causadas por la ingestión de raciones contaminadas con hongos; Trujano, (2010) en su investigación administró micotoxinas en cantidades y frecuencias conocidas obteniendo como resultados inmunosupresión lo que se manifiesta con la presencia de varias enfermedades.

Carrera, 2021:

Una de sus más graves consecuencias es la inmunosupresión de los animales afectados, y esta depresión de la respuesta inmune, a su vez, produce un aumento de la incidencia de patologías, lo que redundará en pérdidas económicas: menor producción, aumento del consumo de antibióticos, etc.

Trujano y col., 2010:

En los casos de campo se establece como regla probable que el animal que ha ingerido a lo largo de cierto tiempo cantidades de micotoxina que han llegado al nivel de causar problema, resulta muy común la presencia de cuadros clínicos que involucran padecimientos infecciosos.

1.5.2. Generalidades de las micotoxinas

Fiama, 2021:

Las micotoxinas son metabolitos secundarios tóxicos que hacen referencia a aquellas sustancias policetónicas que se producen cuando se interrumpe la reducción de los grupos cetónicos en la biosíntesis de los ácidos grasos por parte de los hongos al utilizarlos como fuente de energía.

1.5.2.1. Características generales de las micotoxinas

Los hongos que pueden llegar a producir micotoxicosis puede afectar a los cerdos durante todas las fases de producción; según Tassis (2020) la ingestión de organismos fúngicos puede llegar a producir casos agudos y crónicos que suelen caracterizar a la exposición o a la cantidad de micotoxinas que suelen estar expuestos a lo largo del tiempo. Entre los principales efectos en cerdo tenemos:

- Trastornos reproductivos y síndrome de hiperestrogenismo (ZEN)
- Vómitos y retrasos de crecimiento (DON)
- Edema pulmonar (FBs)
- Reducción de la ingesta de alimentos (AF)
- Polidipsia, poliuria y reducción del crecimiento (OTA)

Carrera, 2021:

“En dosis bajas, las micotoxinas afectan a las funciones de diversos tejidos y órganos, como el tracto gastrointestinal, los tejidos hepáticos o renales, así como el sistema nervioso, reproductivo, inmunitario y cambios en el comportamiento alimentario. Uno de los factores de riesgo del consumo de micotoxinas en el alimento es la aparición o el agravamiento de enfermedades víricas”.

1.5.2.2. Micotoxinas que afectan frecuentemente a los cerdos

Frecuentemente la raza porcina consume sus alimentos sin un análisis adecuado en los sistemas desarrollados por pequeños y medianos productores, lo que desencadena en una mayor ingestión de alimentos contaminados por micotoxinas, lo que podría generar pérdidas a futuro para los productores (Bauza, 2007).

Según Devreese y col., (2013) señalan que entre las numerosas toxinas que existen a nivel mundial se conoce que las fumonisinas B1 (FB1), la zearalenona (ZEN), las aflatoxinas (AFs), la ocratoxina A (OTA) y, las toxinas tricotecenos T-2 y deoxinivalenol (DON) son las más relevantes para la producción de los cerdos.

En la tabla 1 se puede observar las principales especies causantes de micotoxinas en la alimentación de los cerdos:

Tabla 1. Principales especies de hongos productores de micotoxinas.

Especies fúngicas	Micotoxinas
<i>Aspergillus Spp.</i>	Aflatoxinas
	Ocratoxinas A (<i>Penicillium</i>)
	Deoxinivalenol
<i>Fusarium Spp.</i>	Fumonisin
	Tricotecenos T-2
	Zearalenona

Fuente: Elaborado por autor.

- Aflatoxinas (AFs): Se las encuentra como contaminantes naturales en los piensos alimenticios y son producidas por el hongo *Aspergillus* (*A. flavus* y las *A. fumigatus*). Estos patógenos fúngicos afectan cerdos jóvenes y gestantes; cabe mencionar que entre los efectos más importantes está la mutagénesis, la carcinogénesis, teratogénesis e inmunosupresión; siendo hígado el órgano que presenta las mayores alteraciones en casos de intoxicación con esta micotoxina (Trujano y col., 2010).

- Ocratoxinas A (OTA): Es producida por hongos del género *Aspergillus ochraceus* y *Penicillium viridans*; esta toxina tiene la capacidad de suprimir la inmunidad y causar síndrome nefrótico, así como también retraso en el crecimiento (Gimeno, 2009). Según Argenti y col., (2010) este tipo de toxina se absorbe rápidamente en el tracto gastrointestinal (TGI) y desde allí se transporta por el torrente sanguíneo; en cerdos, los signos clínicos es la deshidratación; además, se reduce el apetito y afecta la calidad espermática porque inhibe la síntesis de proteínas durante la espermatogénesis.
- Tricotecenos: Son producidas por el género *Fusarium spp.*, y aunque muchas especies presentan sensibilidad a esta familia de micotoxinas en la actualidad aún se carece de información bibliográfica con respecto a este tipo de micotoxinas. Según Setna (2016), entre los tricotecenos más populares está la toxina T-2 y el Deoxinivalenol o vomitoxina (DON).

Setna, 2016:

Cada una de estas familias de tricotecenos, pese a compartir una estructura química común difieren en las rutas metabólicas, vías de detoxificación y, por tanto, en su toxicidad; por ejemplo, la micotoxina DON incrementa el estrés oxidativo, principalmente en yeyuno (en el caso de las aves o cerdos) y afecta a su vez la inmunidad adquirida. El caso de la micotoxina T-2 provoca alteraciones en los procesos de renovación celular y en la producción de anticuerpos e incrementan el estrés oxidativo.

Trujano, 2021:

DON puede afectar diversos órganos desde el momento de ser absorbido en el tracto intestinal; puede haber daño en las células epiteliales, alterando su función de barrera. Debido a la irritación del tracto gastrointestinal puede desempeñar un papel importante en la reducción del consumo de alimento y puede también explicar en parte la incidencia de úlceras gástricas y esofágicas en cerdos intoxicados.

Además, los tricotecenos tipo A (T-2) también inducen lesiones a lo largo de todo el tracto digestivo, empezando en la misma boca causando rechazo del alimento y vómitos (Setna, 2016).

- Zearalenona (ZEN): Es producida por hongos del género *Fusarium* (*F. graminearum* y *F. roseum*), pueden llegar a producir vulvovaginitis, gestaciones pseudofetales, muerte embrionaria, ciclo estral prolongado y otros efectos estrogénicos; aunque se conoce que puede llegar a perturbar la salud de los cerdos en todas sus etapas.
- Fumonisina (FBs): Son micotoxinas producidas por el hongo *Fusarium* (*F. moniliforme*, *F. proliferatum* y *F. anthophilum*); las especies de animales que son susceptibles ante la presencia de este patógeno son los caballos y cerdos (Tapia & Amaro, 2014).

En el caso de presentarse en los cerdos pueden llegar a producir un edema pulmonar; por otra parte, hay un efecto aditivo entre la ingesta de fumonisinas y la susceptibilidad de PRRS ya que agrava el daño pulmonar, su mecanismo de acción es la inhibición parcial o total de la síntesis de los esfingolípidos (Fiama, 2021).

1.5.3. Micotoxinas en la alimentación

Según el informe redactado por Barahona y col., (2018) basándose en un estudio de la FAO indica que, a través de una serie de encuestas planteadas a diferentes productores de cerdos, como productores de ciclo completo, lechones y cerdos de engorde, se pudo determinar que la cría de cerdos tiene el costo más alto, por lo que indica que se deben seleccionar los alimentos de mayor rendimiento para una producción exitosa y rentable.

Muchos hongos que contaminan a los alimentos se desarrollan en sitios donde se provoca un ambiente favorable, por lo que un mal almacenamiento les permitiría propagarse fácilmente, provocando la degradación del material, durante este proceso se forman micotoxinas (Barahona y col., 2018). Según Duque, (2016) “al presentarse las micotoxinas en los alimentos consumidos por los animales se altera el sistema digestivo y provoca la pérdida de agua a través de la diarrea, lo que aumenta la mortalidad y, por lo tanto, las pérdidas económicas se muestran inminentes.

1.5.3.1. Niveles de tolerancia según la etapa de producción

Tabla 2. Concentraciones máximas ($\mu\text{g}/\text{kg}$) tolerables en el alimento completo.

Etapa del cerdo	AFs (B1)	OTA	ZEN	DON	T-2
Cerdos jóvenes <34 kg	20	50	100	200	150
Cerdos adultos 34-57 kg	50	50	200	250	200
Cerdos adultos >57 kg	100	50	200	250	200
Cerdas y verracos	25	50	50	250	200

Fuente: Gimeno, 2009; adaptada por el autor.

Gimeno, 2009:

“Es muy difícil establecer las concentraciones máximas tolerables para micotoxinas, puesto que existen varios factores que influyen la toxicidad durante el consumo del alimento contaminado (estrés, edad, sexo, concentración de dos o más micotoxinas en el mismo alimento, entre otras); entre ellos, infecciones bacterianas, virales o parasitarias que puedan tener los animales y fármacos suministrados durante el consumo del alimento en cuestión”.

1.5.3.2. Estrategias para la prevención y control

Quiles, (2001) las micotoxinas pueden ser atacadas por sustancias adsorbentes como aluminosilicatos, bentonitas, zeolitas y carbón activado; siendo estas una forma de arcillas que permiten prevenir la toxicidad que se pueda llegar a presentar en el TGI. Cualquiera de estas sustancias solo logra adsorber pequeñas cantidades de micotoxinas, por lo que se incorporan en grandes cantidades (5 – 20 mg/ kg) y además pueden llegar absorber otros nutrientes (vitaminas, minerales o aminoácidos).

1.5.4. Efectos de la micotoxicosis sobre los cerdos

Castañeda y col., (2012), menciona que la micotoxicosis es una contaminación producto de varios hongos causantes de varios procesos patológicos, no infecciosos ni contagiosos. Estas toxinas ingresan al TGI a través del concentrado contaminado, lo que provoca una reducción de la digestión de los lípidos debido a su efecto inhibitorio sobre las enzimas digestivas, lo que lleva al síndrome de malabsorción (Quiles, 2001).

Castañeda y col., 2012:

Pruebas experimentales realizadas con micotoxinas individuales permiten conocer el cuadro patológico específico de cada micotoxina; sin embargo, en el medio natural, las *micotoxicosis* son provocadas por dos o más toxinas, y muchos de los síntomas y lesiones se imbrican. Esto complica el problema, pues entre las diferentes toxinas se establecen relaciones que pueden favorecer o debilitar los efectos patogénicos.

1.5.4.1. Relación entre las micotoxinas y la salud de los cerdos

Accensi, (2017) señala que la ingestión de hongos provoca una intoxicación a distintos niveles (micotoxicidad aguda, subagudas o crónica), cuyos efectos dependerán de la dosis y el tiempo de exposición y, lógicamente, del veneno de que se trate; sin embargo, luego de presentarse un problema en la granja y haberse considerado varias causas, finalmente se llega a pensar en las micotoxinas como causante de estos problemas.

Según Accensi, 2017:

Una de sus más graves consecuencias es la inmunosupresión de los animales afectados, y esta depresión de la respuesta inmune, a su vez, produce un aumento de la incidencia de patologías, lo que redundará en pérdidas económicas: menor producción, aumento del consumo de antibióticos, etc.; por lo que resulta complejo estimar la incidencia real de las micotoxinas sobre la salud porcina (y lógicamente, sobre la humana).

1.5.4.2. Toxicidad causada por micotoxinas

Trujano y col., (2010) señalan que la **aflatoxina** tiene un efecto severo en el rendimiento animal los síntomas clínicos más evidentes son crecimiento lento y ligera decoloración de tejidos (piel, tejido subcutáneo y músculo); el daño causado por esta intoxicación, no permite que el hígado realice sus funciones normales. Por otra parte, la AF se puede excretar en la leche de una cerda contaminada, llegando a transferir esta toxina a su camada y aunque es en pequeñas cantidades, son suficientes para causar envenenamiento en animales de menos de 2 kg.

Castañeda y col., (2012) mencionan que la **ocratoxina** es nefrotóxica e inmunosupresora, en animales susceptibles puede provocar muerte por insuficiencia renal. Cabe señalar que, desde un punto de vista patológico la OTA afecta gravemente la salud de los cerdos, muchos de los animales investigados y afectados mostraban lesiones renales graves en uno o ambos riñones; además, se ha asociado que las úlceras estomacales con esta micotoxina (Trujano y col., 2010).

La **fumonisina** es una toxina que afecta principalmente a los pulmones y el hígado de los cerdos, mientras que los riñones y el esófago se ven afectados, pero a pequeñas medidas; por lo que Trujano y col., (2010) concluye que las intoxicaciones con fumonisina producen un desequilibrio de la salud del cerdo, por lo que otras enfermedades toman una mayor fuerza y severidad.

La **zearalenona** tiene efectos estrogénicos en las cerdas y reduce los indicadores reproductivos; en cerdas de 7-10 días de gestación puede provocar una reducción de la camada o aborto espontáneo, aumento de mortinatos, etc. (Gimeno y Martins 2011); en los machos, la zearalenona afecta la calidad del espermatozoides y los machos presentan incremento de tamaño de pezones, y sus genitales son más prominentes (Trujano y col., 2010).

Deoxinivalenol y T-2 son **tricotecenos** inmunosupresores y su consumo se relaciona con el rechazo del alimento, pérdida de peso, vómitos, hemorragias, diarrea, anemia y lesiones cutáneas (Denli y Pérez, 2006); según elika (2013), los cerdos son los más sensibles a los efectos de la toxina T-2 (inmunológicos y hematológicos), aunque en otras especies podría excretarse rápidamente a través de varios órganos (hígado, riñones, entre otros.)

Bauza, 2007:

Los tricoteceno se encuentran como contaminantes naturales; provocan un síndrome gastroentérico, que afecta principalmente el sistema digestivo, nervioso, circulatorio y la piel; además, indica que *“La acción tóxica de estas micotoxinas consiste en una necrosis extensiva de la mucosa de la piel y boca cuando hay contacto con la micotoxina.*

1.5.5. Detoxificación, inactivación e inhibición.

La detoxificación hace referencia a la modificación de las toxinas a sustancias menos perjudiciales, mientras que se relaciona con la inactivación por lo que puede eliminar o bloquear el poder patógeno y la inhibición solo reduce su actividad. Según Castro, (2005) el oxígeno, aunque es una sustancia esencial para la vida puede resultar peligroso cuando producen sucesos descontrolados (auto-oxidación) si se administra en la dieta de los animales.

Quiles, (2019), menciona que se pueden realizar tratamientos para descontaminar, destoxificar e inactivar las micotoxinas que se encuentran en las materias primas vegetales. Entre los métodos físicos se menciona los métodos térmicos han conseguido buenos resultados en la eliminación de hongos; sin embargo, no podemos decir lo mismo de su efecto sobre las micotoxinas, ya que muchas de ellas son resistentes a las altas temperaturas.

1.5.5.1. Inhibidores de micotoxinas en la producción de cerdos

En la actualidad, se ha evidenciado enormes avances en el área de nutrición animal, muchas de las empresas que se dedican a la formulación de alimento balanceado han incorporado distintos aditivos que favorecen la producción animal.

Según Huang y Lee, (2018), varios estudios han mostrado inhibición de toxinas gracias a la actividad de ciertos productos fitogénicos, los cuales se han utilizado tradicionalmente para producir reacciones inmunorreguladoras; los fitogénicos y los fitoquímicos se consideran aditivos alimentarios prometedores en la industria alimentaria gracias a su efecto positivo en la regulación de la respuesta inmunitaria cerdos.

Como el extracto de canela que actúa como antioxidante puesto que contiene sustancias protectantes de toxinas en las células y tejidos, además siendo una alternativa para remplazar los promotores de crecimiento (Castro, 2005); además, la cúrcuma es una raíz considerada como un fitoquímicos que podría regular las respuestas inmunitarias en los animales y, además, tiene el potencial de mejorar el rendimiento del crecimiento (Huang y Lee, 2018).

Huang y Lee, (2018) señala que extractos de *Echinacea purpurea*, se ha evaluado en estudios anteriores que puede llegar a prevenir enfermedades respiratorias en animales monogástricos (aves y cerdos); la suplementación con EP puede promover la inmunidad del huésped en pollos y cerdos de engorde, pero la determinación de su efecto inmunomodulador y dosis efectiva en cerdas y lechones requiere más investigación.

1.5.5.2. Principales agentes secuestradores de micotoxinas

Tabla 3. Tipos de adsorbentes de micotoxinas utilizados en nutrición animal.

Tipo de adsorbente	Principales adsorbentes	
<i>Adsorbentes carbonáceos</i>	Carbón activado	
<i>Polímeros</i>	Colestiramina y Polivinilpirrolidona	
<i>Arcillas</i>	<i>Silicatos</i>	Esmectitas (montmorillonita y bentonita) Sepiolita
	<i>Aluminosilicatos</i>	Zeolitas HSCAS (hidratados)
	<i>Magnesosilicatos</i>	Atapulgita
	<i>Otros</i>	<i>Tierra de diatomeas</i>
<i>Adsorbentes basados en polisacáridos (levaduras)</i>	β-glucanos (hidrocoloides) Mananos (manoproteínas secuestrantes de polisacáridos)	

Fuente: Castañeda, 2012; adaptado por el autor.

García, (2019) resalta que además de los secuestradores o absorbentes, existen métodos que se pueden implementar como tratamiento para eliminar y controlar las micotoxinas en los cultivos (sales inorgánicas y ácidos orgánicos). Sin embargo, en producción animal, la técnica más común para reducir estos efectos es la adición de adsorbentes, los cuales son compuestos que se unen a las micotoxinas para evitar sus efectos tóxicos en el organismo del animal (elika, 2013).

1.5.6. Uso de aditivos biotransformadores en la alimentación de cerdos

Según Peralta, (2018) son varias las empresas que han venido creando productos que contribuyan a combatir la presencia de estos agentes tóxicos; actualmente, muchos de estos aditivos vienen proporcionado en el alimento para bajar la toxicidad que se encuentra en el TGI. La clave para que los piensos sean desintoxicados de forma exitosa es conociendo la concentración de las micotoxinas, para así reconocer si se encuentra dentro de los límites permisibles (García, 2019).

Asimismo, se debe de recalcar que, aunque existen varios adsorbentes de micotoxina como aditivos alimentarios, otra estrategia es beneficiar la salud de los animales en producción mediante el uso de productos nutracéuticos como los prebióticos, ya que se conoce que en la alimentación de cerdos contribuye a la mejora de la microbiota intestinal (salud animal); además, estos productos ayudarán reducir los costos de los medicamentos y a su vez, favorecerán a la mejora del performance animal (Peralta, 2018).

1.5.7. Estudios realizados con secuestradores de micotoxina

Barahona y Sandoval, (2018) en su proyecto de titulación hacen referencia al “Efecto de un secuestrante de micotoxinas en la dieta de cerdos en etapa de inicio”, en donde se utilizaron 216 cerdos (hembras y machos castrados de 32 a 70 días de edad) para probar tres tratamientos, uno de ellos con un secuestrante de micotoxinas adicionado junto con el pre iniciador (Premex®). Los resultados se ordenaron según la fase, se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$) para el ICA en la fase uno (32 días) y en la fase dos (51 días) la variable de consumo diario presento diferencias significativas ($P \leq 0.05$); en la fase tres (70 días) la ganancia diaria de peso (GMD) y el peso mostraron diferencias ($P \leq 0.05$).

Estos autores (Barahona y Sandoval, 2018) demostraron que una dieta basada en un programa de alimentación con adición de un secuestrante de micotoxinas resulta benéfico, puesto que ellos obtuvieron con un buen manejo un peso final de 28 kg, estando 0.82 kg por encima del programa Premex® y 1.51 kg por debajo del programa ALCON®, que fueron los otros dos tratamientos que implementaron.

Otro estudio con cerdos realizado por *Peralta (2018)* se probó: el “Efecto de un secuestrante de micotoxina sobre indicadores de salud y productivos en cerdos en crecimiento”, como parte de un proyecto para abordar la contaminación alimentaria productora de micotoxinas, dando así con resultados muy positivos en el Índice de Salud Animal. Este autor incluyó un secuestrador basado en arcilla de montmorillonita (Mycofix Select MTV), aquí se utilizaron 60 cerdos mestizos (preceba con edades entre 26 y 96 días), divididos en grupos de 30 cerdos cada uno; a uno de estos grupos se le agregó Mycofix Select MTV en un nivel de inclusión de 0,1% en el alimento.

Al finalizar se determinó la ocurrencia de episodios diarreicos y se estimó el riesgo relativo, para determinar la incidencia acumulada de micotoxinas mediante pruebas de laboratorio. Entre los resultados obtenidos, se determinó que el aditivo Mycofix en niveles de 0,1% en el pienso disminuye la ocurrencia de diarreas en cerdos de crecimiento y mejora los indicadores productivos de IPV y GMD; sin embargo, no mostró ningún efecto sobre los parámetros evaluados en sangre.

Asimismo, se pudo comprobar a través de un estudio in vitro realizado por *Pan y col., (2016)* la eficacia de agentes secuestradores de AFB1; en donde se utilizaron dos secuestrantes (HSCAS), uno de glucomananos esterificados (EGM) y otro del tipo denominado multi modular (MM), cada agente secuestrante se agitó con una solución que permitía simular las condiciones de pH similares a las del TGI del animal; Se determinó la concentración de AFB1 presente en el sobrenadante mediante cromatografía líquida y el porcentaje de AF unida al adsorbente se calculó mediante diferencia (cantidad inicial de AF en el medio de ensayo y la cantidad final en el sobrenadante); el porcentaje de unión de AFB1 fue alto (> 76%) con excepción de los EGM. Estos resultados sugieren que la mayoría de los secuestrantes utilizados en este estudio son potenciales agentes químicos-biológicos que podrían ser utilizados para disminuir los efectos de las aflatoxinas en animales.

Muchos de estos productos adsorbentes se emplean como estrategia para mantener la salud intestinal de los animales, tal es el caso de las arcillas; en el 2004 *Martínez y col.*, para controlar las diarreas en cerdos destetados emplearon zeolita natural. En este estudio se seleccionaron al azar cerdos mestizos recién destetados (edad: 45 y 55 d – peso: 8 kg); los animales enfermos se sometidos a tres tratamientos: Dosis de 1 mL durante 3 d, vía IM - 1) Gentamicina, 2) Eritromicina y 3) Zeolita natural, 100 g/día/animal durante 3 d incluidos en el pienso.

Los resultados mostraron la total eficacia de los tratamientos con Eritromicina y zeolita natural, no ocurrió así con la Gentamicina; lo que permite resaltar que la zeolita natural es tan efectiva como la Eritromicina para el control de los procesos diarreicos ocasionados por organismos patógenos como los Colibacilos. Además, la zeolita ofrece mayores ventajas económicas y evita el peligro de residualidad, que resulta de la terapéutica antibiótica, en los productos finales que consumimos.

1.6. Hipótesis

H₀: Incluir aditivos secuestradores de micotoxinas en los piensos alimenticios para cerdos no muestran efectos positivos significativos a nivel de la salud intestinal y no hay evidencias que demuestre su repercusión en el performance del animal.

H₁: El uso de aditivos secuestradores de micotoxinas en la alimentación reduce de manera proporcional la presencia de hongos y su concentración a nivel digestivo, favoreciendo así el performance del animal a nivel productivo.

1.7. Metodología de la investigación

El presente proyecto de investigación se desarrolló en base a la metodología de investigación deductiva – descriptiva; por lo que necesito recaudar información de varios autores con distintos puntos de vista orientados a la temática de estudio, pero enfocados al mismo objetivo, dicha información se extrajo de páginas web, libros y artículos científicos.

La información que se obtuvo a lo largo de la investigación fue interpretada y analizada con la finalidad de poder proporcionar información apropiada acerca del correcto uso de los aditivos secuestrantes de micotoxinas en la alimentación de cerdos.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La presente investigación es de carácter descriptiva, pues la misma que nos permite detallar a breves rasgos la importancia de los secuestradores de micotoxinas en la alimentación de los animales de producción porcina (*Sus scrofa domesticus*), es importante señalar que dentro de este estudio se hace énfasis a las enfermedades asociadas con el crecimiento de hongos en los alimentos y que la presencia de estos organismos o patógenos son los responsables de la formación de metabolitos secundarios sumamente tóxicos provocando enfermedades o inclusive la muerte en los animales que la consumen.

Esta información se respalda a través de múltiples investigaciones recopiladas de fuentes científicas, ensayos, sitios web, entre otros, la misma que fue implementada como fuente teórica en el desarrollo del presente caso de estudio, permitiendo evaluar la integridad de los datos obtenidos y relacionarlo con el tema propuesto y de este modo suplir las necesidades del productor y mejorar la calidad de productividad del animal.

2.2. Situaciones detectadas

Se pretende dar a conocer a través de los objetivos propuestos alternativas sobre el uso de aditivos secuestrantes de micotoxinas con el fin de contribuir con el bienestar de los cerdos, esto se debe a que la presencia de micotoxinas en el alimento de estos animales tiende a ser de naturaleza dinámica por lo que resulta difícil predecir los efectos exactos sobre el rendimiento productivo.

Aunque el tema de la presencia de micotoxinas en la alimentación es considerado de gran interés en el área de nutrición, muchos productores desconocen la amenaza que estas pueden provocar en sus animales; varias de estas micotoxinas al pasar de los años se han venido modificando, por lo que aún no se tiene un claro conocimiento de sus interacciones con otros contaminantes.

En Ecuador, la industria porcina ha enfrentado múltiples desafíos para fortalecer los sistemas de producción y satisfacer las necesidades actuales de la población, debido a la presencia de micotoxinas y a su crecimiento acelerado podría incrementar afectando directamente a la economía del productor y a la salud de animal en todas sus etapas de producción; por lo que muchas empresas que producen alimentos para animales han incorporado aditivos que inhiben o reducen el daño potencial de las toxinas ingeridas provocando un efecto positivo en la respuesta inmunitaria de los cerdos.

2.3. Soluciones planteadas

El presente trabajo se lo realiza con la finalidad de brindar información directa a los productores de cerdo que buscan mejorar los parámetros de producción, los cuales se logran cumpliendo las normas del bienestar animal; se debe enfatizar que los cerdos son una especie muy sensibles a las micotoxinas. La presencia de estos organismos fúngicos causa graves problemas a nivel mundial con implicaciones económicas y de salud, tanto en animales como en humanos.

Por lo tanto, entre las soluciones que se plantean están:

- ✓ Brindar una buena nutrición y manejo sanitario a los animales de las granjas para evitar riesgos de contaminación con cualquier agente patogénico que altere el bienestar de los animales
- ✓ Solicitar a la casa productora de alimento un análisis frecuente al producto que fabrican para así garantizar a los productores que las materias primas con las que han elaborado el pienso alimenticio se encuentran inocuo.
- ✓ Implementar estrategias alimentarias que contribuyan a mejorar la inmunidad (fitogénicos, prebióticos, probióticos, adsorbentes de micotoxina), e incrementar la microbiota intestinal (salud animal), repercutiendo así directamente en el performance productivo.

2.4. Conclusiones

El correcto uso de los aditivos secuestrantes de micotoxinas en la alimentación de cerdos nos sirve para mejorar los indicadores zootécnicos de producción, lo que nos permitiría garantizar la salud del consumidor y la economía del productor. Asimismo, cabe señalar que la contaminación por micotoxinas puede aparecer en cualquier segmento de la cadena de valor desarrollando una problemática latente que afecta principalmente a los productores.

Los hongos pueden afectar a los granos mientras éstos crecen en el campo y otros se forman mientras el grano o producto terminado se almacena bajo condiciones poco favorables durante largos periodos de tiempo; es por esto que ya en el mercado se encuentra disponible la venta de aditivos que intervienen encapsulando al hongo y evitando la absorción de las toxinas que lo componen; sin embargo, se requiere de estudios que avalen su acción en nuestro país.

Una micotoxicosis en cualquier especie, puede ser la causa de varias alteraciones fisiológicas; aunque, no siempre los procesos patológicos causados no afectan gravemente al animal, dependiendo las circunstancias (edad, sexo, estrés, entre otras) pueden llegar a ser inhibitorias del sistema inmunitario y el metabolismo, por lo que pueden ser relacionadas con múltiples enfermedades que provocan similar cuadro patológico, lo que complica gravemente el bienestar de la granja.

2.5. Recomendaciones

Al final del trabajo investigativo se recomienda promover el uso de productos inhibidores de micotoxinas para reducir la presencia de enfermedades que se asocian a estos hongos que afectan la salud de varias especies empleadas como cárnicos alimenticios; por otra parte, se recomienda a los productores o sitios encargados del almacenaje de materias primas (granos y cereales).

Además, se sugiere a los futuros profesionales investigar más con respecto a la adición de secuestrantes de micotoxinas en la alimentación de cerdos para conocer las dosis adecuadas con las cuales se puedan incorporar sin causar efectos antagónicos en la salud animal; y divulgar al final los resultados a través de boletines informativos, publicaciones científicas u otros medios que permitan conocer los hallazgos detectados durante la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Accensi, F. 2017. Las micotoxinas & sus efectos en la salud del porcino. *Revista digital porciNews*. <https://porcino.info/las-micotoxinas-sus-efectos-en-la-salud-del-porcino/>
- Amancha, M., 2014. Micotoxinas y sus atrapantes en la nutrición animal. Slideshare. Salud y medicina. <https://es.slideshare.net/Miguel67campuzano/micotoxinas-38290305>
- Argenti, P., Fuentes, A., & Rivas, A. 2010. Una nota sobre el efecto de secuestrantes de micotoxinas en rasgos de comportamiento de cerdos en crecimiento. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. Vol. 17 (1). <https://acortar.link/cnhmb3>
- Barahona, C., Sandoval, J., & Castillo, R. 2018. Efecto de un secuestrante de micotoxinas en la dieta de cerdos en etapa de inicio. *Biblioteca Digital Wilson Popenoe. Zamorano*. <http://hdl.handle.net/11036/6403>
- Bauza, R. 2007. Las micotoxinas, una amenaza constante en la alimentación animal. *IX Encuentro de Nutrición y Producción en Animales Monogástricos*. <https://acortar.link/zmnoS4>
- Campabadal, C. 2009. Guía técnica para alimentación de cerdos. *MAG – Gobierno de Costa Rica*. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>
- Carrera, V. 2021. Efectos clínicos de las Micotoxinas en cerdos; un escenario complejo en la susceptibilidad de enfermedades. *Sanfer Salud Animal*. <https://acortar.link/2Zyfru>
- Castañeda y col., Castañeda, R., S., Chirivella, J., M., & Carbonell, E., B. 2012. Micotoxicosis derivadas de la nutrición animal. *Nereis. Revista Iberoamericana Interdisciplinar de Métodos, Modelización y Simulación*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3929549.pdf>
- Castro, M. 2005. Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 39. <https://studylib.es/doc/6949788/uso-de-aditivos-en-la-alimentaci%C3%B3n-de-animales-monog%C3%A1stricos>

- Denli, M. & Pérez, J. 2006. Contaminantes por micotoxinas en los piensos: efectos, tratamientos y prevención. *Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA)*. https://www.adiveter.com/ftp_public/A9.pdf
- Devreese, M., De Backer, P. & Croubels, S. 2013. Impact of mycotoxins on animal health. Overview of the most important mycotoxins for the pig and poultry husbandry. *Revista Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*. <https://www.vdt.ugent.be/sites/default/files/art82401.pdf>
- Duque, M. 2016. Evaluación del uso de la zeolita sobre la ganancia de peso y enfermedades gastrointestinales en producciones porcícolas. *Repositorio de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD - Colombia)*. Monografía. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13906/53894762.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Elika, 2013. Sustancias indeseables. Alimentación animal Toxinas T-- 2 2 y HT. *Revista elika. Fundación Vasca para la Seguridad Alimentaria*. <https://alimentacion-animal.elika.eus/wp-content/uploads/sites/6/2017/12/T2-y-HT2-2013-cast.pdf>
- Fiama, F. 2021. Impacto de las Micotoxinas en la Producción Porcina. Revisión bibliográfica y análisis de un establecimiento problema. *Universidad Nacional Rio Negro*. Informe final. <https://acortar.link/yQA3vZ>
- García, O. 2019. Importancia de las micotoxinas en la industria pecuaria. *Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM)*. Trabajo de titulación. <https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/109994>
- Gimeno, A. 2009. Revisión de las concentraciones máximas tolerables para ciertas micotoxinas. *Engormix*. Artículo micotoxinas. <https://acortar.link/xHynXm>
- Gimeno, A., & Martins, M. 2011. Micotoxinas y micotoxicosis en animales y humanos. *Special Nutrients, INS*. <https://acortar.link/lbpAXu>
- Huang, CM. & Lee, TT. 2018. Efectos inmunomoduladores de los fitogénicos en pollos y cerdos. *Revista. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)*, Vol. 31(5), 617-627. https://www.novapro.cl/wp-content/uploads/2021/03/ajas-31-5-617-002.en_.es_.pdf

- Instituto Nacional de Estadística Censos. 2016 - 2020. Estadísticas agropecuarias. *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>
- Jumbo, D., Campuzano, J., Vega, F. & Luna, A. 2020. Crisis económicas y covid-19 en Ecuador: impacto en las exportaciones. *Revista Universidad y Sociedad*. Vol. 12 (6). <https://acortar.link/4nc2qu>
- Mariné-Font, A. 2016. Valor nutritivo de la carne de cerdo. *3tres3*. Artículo. <https://acortar.link/eliC7A>
- Martínez, M., Castro, M., Hidalgo, K., Ayala, L., Pérez, R., Hernández, L., Báez, L. 2004. La utilización efectiva de la zeolita natural para el control de las diarreas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. vol. 38, núm. 4, 2004, pp. 395-398. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017793008.pdf>
- Muñoz-Ron, I., Suárez-Cedillo, S. & Larrea-Poveda, A. 2020. Diagnóstico de la producción, comercialización y consumo de productos porcinos en el cantón Sacha, Orellana. *Revista Multidisciplinar de Innovación Polo del Conocimiento*. <https://acortar.link/VGTEQE>
- Pan, D, García y Santos, C, & Bettucci, L. 2016. Evaluación in vitro de agentes secuestrantes de aflatoxinas. *Veterinaria (Montevideo)*, 52(201), 3. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-48092016000100003&lng=es&tlng=es.
- Peralta, F. 2018. Efecto de un secuestrante de micotoxina sobre indicadores de salud y productivos en cerdos en crecimiento. *Repositorio Institucional. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. (UCLV)*. <http://dspace.uclv.edu.cu:8089/handle/123456789/10788>
- Quiles, A. 2001. Efecto de las micotoxinas en la producción porcina. *Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP)*. <https://acortar.link/PjhJlz>
- Quiles, A. 2016. Efecto de las micotoxinas en la reproducción porcina. *Portal Veterinaria*. <https://www.portalveterinaria.com/articoli/articulos/13278/efecto-de-las-micotoxinas-en-la-reproduccion-porcina.html>

- Quiles, A. 2019. Efecto de las micotoxinas en la producción porcina (Parte I). *Actualidad porcina*. Artículo. <https://actualidadporcina.com/efecto-de-las-micotoxinas-en-la-produccion-porcina-parte-i/>
- Ricardo, A. 2021. Producción y comercialización de carne de cerdo en la comuna el Tambo, provincia de Santa Elena. *Repositorio de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE)*. <https://acortar.link/IRW7Tk>
- Setna. 2016. Tricotecenos – Una familia de micotoxinas de especial importancia en porcino. *Revista nutriNews*. <https://nutricionanimal.info/tricotecenos-una-familia-micotoxinas-especial-importancia-porcino/>
- Tapia, C. & Amaro, J. 2014. Género Fusarium. *Revista chilena de Infectología*, Vol. 31(1), 85-86. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182014000100012>
- Tassis, P. 2020. Efectos y mecanismos inmunomoduladores de las micotoxinas en cerdos. *AgriNews*. https://issuu.com/grupoagrinews/docs/0920-mycotoxinsite-inmunidad_es
- Tech school of veterinary medicine. 2021. Importancia del sector porcino. Artículos. *Tech school of veterinary medicine*. <https://www.techtitute.com/ec/veterinaria/blog/importancia-sector-porcino#>
- Trujano, M. 2021. Efectos de Deoxinivalenol en cerdos. *Revista nutriNews*. <https://nutricionanimal.info/efectos-del-deoxinivalenol-en-cerdos/>
- Trujano, M., Márquez, R., Sierra, J., & Solorio, S. 2010. Problemas de salud observados en cerdos y su relación con micotoxinas. *Engormix*. Artículo micotoxinas. <https://www.engormix.com/micotoxinas/articulos/problemas-salud-observados-cerdos-t28514.htm>
- Zaviezo, D. 2013. Evaluación de aditivos anti-micotoxinas en la protección de órganos blancos en aves y cerdos. *Engormix*. Artículo micotoxinas. <https://www.engormix.com/micotoxinas/articulos/evaluacion-aditivos-anti-micotoxinas-t30541.htm>
- 3tres3. 2019. Producción porcina en Ecuador. *3tres3*. Artículo. https://www.3tres3.com/articulos/produccion-porcina-en-ecuador_40926/

ANEXOS

Anexo 1. Clasificación de los atrapantes de micotoxinas en producción animal.

Agentes adsorbentes	Agentes biotransformadores	Agentes protectores
	<i>Bacterias:</i>	Fitogénicos:
	Eubacterium	Extracto de plantas
	Mycobacterium	Flavonoides
	Lactobacillus, etc.	
	<i>Levaduras:</i>	Vitaminas:
	Trichosporon	A: Retinol
	mycotoxinivorans	C: Ácido Ascórbico
	Phaffia rhodozyma	E: Tocoferol
	<i>Enzimas:</i>	Otros:
	Proteasa A. de A. niger	Ácido linoleico conjugado
	Epoxidasa	Cumarina
	Lactonohidrolasa	Nucleótidos
	Proteína Aflatoxina- detoxifizima (ADTZ)	Selenio
	<i>Hongos:</i>	
	Asperigillus niger	
	Eurotium herbariorum	
	Rhizopus sp.	

Fuente: Amancha, 2014.

Anexo 2. Órganos susceptibles en cerdos para las micotoxinas más perjudiciales.

Micotoxinas	Órgano blanco	Daño causado
Aflatoxina	Hígado	Amarillento uniforme, pálido, graso, agrandado y friable
Ocratoxina	Riñón	Agrandado, inflamado, depósitos de uratos
Toxina T-2	Boca – lengua	Úlceras, erosiones, necrosis
Zearalenona	Útero – ovario – cérvix – vulva	Agrandado e inflamado
Dexinivalenol	Hígado	Reducción de tamaño
	Pulmón	Agrandado, edema
Fomonisina	Corazón	Agrandado, estriado
	Hígado	Agrandado, manchado

Fuente: Zaviezo D., 2013.