

Recuento de hongos y detección de micotoxinas en insumos y alimento balanceado provenientes de granjas porcinas de la provincia de Coronel Portillo, Ucayali, Perú

Counting of fungi and detection of mycotoxins in feed supplies and balanced feeds in pig farms in the province of Coronel Portillo, Ucayali, Peru

David Huatuco C.¹, Juan Rondón E.^{1*}, Lluvis Germany G.¹, César M. Gavidia², Luis Luna E.³, Raúl Rosadio A.³

RESUMEN

El objetivo del estudio fue realizar el recuento de hongos y detectar micotoxinas en insumos y alimento balanceado de granjas porcinas de cuatro distritos de Coronel Portillo, Ucayali. Se recolectaron 50 muestras (35 de alimento de tres etapas de crianza de 20 granjas y 15 de insumos de 10 de estos establecimientos). El recuento de hongos se realizó mediante el método de conteo en placa y la detección de micotoxinas (aflatoxina B1, ocratoxina A y zearalenona) mediante kits comerciales de ELISA. El 50% de establecimientos tuvo al menos una muestra de calidad inaceptable. Asimismo, 6/15 (40%) y 5/35 (14.3%) de las muestras de insumos y alimento, respectivamente, tuvieron calidad inaceptable. El alimento de inicio presentó el mayor promedio en el recuento de hongos (9.6×10^4 UFC/g). Hubo asociación entre calidad y tipo de alimento, pero ninguna entre calidad y procedencia. La mitad de las granjas tuvo al menos una muestra de alimento con

¹ Estación del Centro de Investigación IVITA Pucallpa, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Ucayali, Perú

² Laboratorio de Epidemiología y Economía Veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

³ Laboratorio de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

* E-mail: jrondone@unmsm.edu.pe

Recibido: 4 de diciembre de 2021

Aceptado para publicación: 15 de febrero de 2023

Publicado: 28 de abril de 2023

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

micotoxinas por encima al Límite Máximo Permisible (LMP) y el 42.9% (15/35) de las muestras tuvo al menos una micotoxina por encima a los LMP. El promedio más alto de aflatoxina B1 se encontró en el alimento de inicio (26.2 ppb) y el más alto de zearalenona en alimento de reproductores (74.5 ppb).

Palabras clave: granjas porcinas, alimento, hongos, micotoxinas, amazonia peruana

ABSTRACT

The aim of this study was to perform a fungal count and detect mycotoxins in feed supplies and balanced feed from pig farms in four districts of Coronel Portillo, Ucayali. Fifty samples were collected (35 of balanced feeds [three rearing stages] from 20 farms and 15 of feed supplies from 10 of these farms). The fungal count was performed using the plate count method and the detection of mycotoxins (aflatoxin B1, ochratoxin A and zearalenone) using commercial ELISA kits. Results showed that 50% of farms had at least one sample of unacceptable quality. Likewise, 6/15 (40%) and 5/35 (14.3%) of feed supplies and balanced feed samples, respectively, had unacceptable quality. The starter feed had the highest average fungal count (9.6×10^4 CFU/g). There was an association between quality and type of food, but none between quality and origin. Half of the farms had at least one feed sample with mycotoxins above the Maximum Permissible Level (MPL) and 42.9% (15/35) of the samples had at least one mycotoxin above the MPL. The highest mean for aflatoxin B1 was found in the starter feed (26.2 ppb) and the highest for zearalenone in breeders feed (74.5 ppb).

Key words: pig farms, food, fungi, mycotoxins, Peruvian Amazon

INTRODUCCIÓN

La producción porcina en el Perú presenta un gran desarrollo habiéndose incrementado el consumo per cápita de carne porcina en los últimos 20 años, alcanzando los 5.5 kg/hab/año en 2019 (MINAGRI, 2020). Por otra parte, el último censo agropecuario indicó una población de 6376 cabezas de porcino (2603 de línea mejorada) en la provincia de Coronel Portillo, Ucayali (INEI, 2012). Cabe señalar que, como resultado de las inspecciones sanitarias realizadas por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) a las granjas porcinas de la provincia, entre los años 2017 y 2018, se han encontrado 30 establecimientos con un mínimo de 25 animales en cría.

En la producción porcina, el alimento demanda cerca del 60% del costo productivo total (Núñez, 2017), siendo ese uno de los aspectos con mayores problemas en la producción, sobre todo en climas tropicales, donde las condiciones climáticas desfavorecen la estabilidad de los insumos (Guerre, 2016). Consecuentemente, varios microorganismos contaminantes pueden afectar su calidad (Garcinuño, 2013), generando alteraciones en los nutrientes, así como el desarrollo de hongos y presencia de micotoxinas (Sala *et al.*, 2008; Gimeno y Martins, 2011; Li *et al.*, 2022), interfiriendo con el crecimiento y supervivencia de los animales (Yang *et al.*, 2020). Además, la contaminación por micotoxinas en los piensos representa un peligro para la salud humana debido a la posible transmisión a la carne y la leche (Rosa *et al.*, 2009).

La exposición a las micotoxinas puede causar inmunotoxicidad, disminuyendo los parámetros productivos y reproductivos (Zhang *et al.*, 2018; Changwon *et al.*, 2020). La susceptibilidad de los animales varía con la edad, especie y la toxina involucrada (Pier *et al.*, 1980; Castañeda *et al.*, 2012); siendo el porcino una de las especies más susceptibles, especialmente en los animales en crecimiento y las hembras reproductoras (Diekman y Green, 1992; Zhang *et al.*, 2018; Popescu *et al.*, 2022).

El diagnóstico por micotoxicosis en animales es complejo; no obstante, los cuadros agudos pueden confirmarse mediante lesiones histopatológicas en los tejidos diana, en conjunto con el análisis del alimento para la confirmación de la micotoxina (Gimeno y Martins, 2011). Los cuadros crónicos son más difíciles de diagnosticar, debido a la confusión en el daño de las micotoxinas en dosis bajas o moderadas con infecciones bacterianas o virales secundarias, por deficiencias del sistema inmune o carencias nutricionales (Reddy *et al.*, 2018).

El análisis del alimento mediante el recuento bacteriano y micótico, así como la identificación de agentes patógenos (Da Silva *et al.*, 2013) y micotoxinas (Guerre, 2016) es una práctica altamente recomendada. Las micotoxinas en granos, tejidos y fluidos animales pueden detectarse usando pruebas cromatográficas y de ELISA (Zheng *et al.*, 2006) o a través de técnicas más sencillas basadas en principios inmuno analíticos altamente sensibles (Sashidar, 1993; Zheng *et al.*, 2006). Por este motivo, el propósito de la investigación fue determinar la cantidad de hongos y micotoxinas en insumos y alimento balanceado destinado a la crianza porcina en la provincia de Coronel Portillo, Perú, para conocer el grado de contaminación y su aceptabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar y Tiempo del Estudio

La investigación se desarrolló en la provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, ubicado en la zona centro oriental del Perú, con un clima tropical húmedo, temperatura promedio de 30 ± 4 °C, humedad de $85 \pm 5\%$ y una precipitación de 2344 msnm anual (SENHAMI, 2017). Se trabajó con muestras de insumos y alimento balanceado de 20 granjas porcinas en actividad (aproximadamente 70% del total en la provincia) con al menos 25 animales en cría. Los establecimientos estuvieron localizados en los distritos de Callería, Campo Verde, Yarinacocha y Nueva Requena.

Las muestras fueron procesadas en el Centro de Investigación IVITA, sede Pucallpa, de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Pucallpa, entre noviembre de 2018 y febrero de 2019.

Recolección de Muestras

De las 20 granjas porcinas seleccionadas, 10 manejaban insumos para preparar el alimento y las otras 10 adquirirían el alimento elaborado de centros comerciales. Se recolectaron 15 muestras de insumos (9 de maíz, 3 de soya y 3 de polvillo de arroz) y 35 de alimento concentrado (de las etapas de inicio, crecimiento y para reproductores). Muestras de más de una etapa de crianza fueron colectadas en varias de estas granjas.

El muestreo se realizó según al procedimiento de manejo de muestras de piensos, ingredientes de piensos y piensos medicados dispuesto por el SENASA (2017). Para esto, se tomaron muestras representativas de uno o más sacos de insumo o alimento (niveles superior, medio e inferior) introduciendo una

Cuadro 1. Cantidades máximas tolerables ($\mu\text{g}/\text{kg}$) de micotoxinas en alimento para porcinos (12% de humedad)

Etapa de crianza	AFB1*	OTA*	ZEN*
Animales jóvenes (<34 kg)	20	50	100
Animales adultos (34 a 57 kg)	50	50	200
Animales adultos (>57 kg)	100	50	200
Marrana	25	50	50
Verracos	25	50	50

* AFB1 = aflatoxina B1; OTA = ocratoxina A; ZEN = zearalenona

Fuente: European Commission (2006); Gimeno (2009)

sonda de metal de forma inclinada. Se mezclaron las muestras de uno o más para conseguir una muestra global representativa de 0.5 kg.

Procesamiento de Muestras

Las muestras fueron conservadas en un lugar fresco y seco (temperatura ≤ 16 °C y humedad $\leq 14\%$). El recuento de hongos se hizo el mismo día de la colecta o dentro de los tres días. La extracción de cada muestra con metanol se realizó el mismo día de la colecta y se conservó entre 2 y 4 °C hasta su procesamiento con una prueba de ELISA por grupos de 13 a 15 muestras para optimizar los kits disponibles.

Se empleó el conteo en placa para mohos y levaduras en alimento para el recuento de hongos, según lo indicado por la Asociación Americana de Salud Pública (APHA) (Da Silva *et al.*, 2013). Para la detección de micotoxinas con el análisis de ELISA directa competitiva, se usaron kits de Veratox® Aflatoxina (USDA-GIPSA 2012-010. AOAC-RI 050901. ISO 9001:2000), Veratox® Ochratoxina A (ISO 9001:2000) y Veratox® Zearalenona (ISO 9001:2000).

Comparación de Resultados

Los resultados de los análisis para recuento de hongos fueron comparados con los parámetros descritos por Gilbert *et al.* (2000), quienes clasifican la calidad de insumo o alimento de acuerdo con el número de Unidades Formadoras de Colonias por gramo de alimento (UFC/g) en satisfactorio ($<10^4$), aceptable ($10^4 - 10^5$) e inaceptable ($>10^5$). En el caso de micotoxinas se hizo la comparación con los Límites Máximos Permisibles (LMP) recomendados por The European Commission, (2006) y descritos por Gimeno (2009) (Cuadro 1).

Análisis de Datos

Los resultados se presentan en tablas que describen frecuencias y porcentajes de la calidad de las muestras de insumo o balanceado para el recuento de hongos (satisfactoria, aceptable, inaceptable) por distritos y etapas de crianza. Los niveles de micotoxinas se describen por frecuencia y porcentajes de muestras sobre los LMP por tipo de micotoxina, etapa de crianza y distrito. Se aplicó la prueba de Chi cuadrado para determinar la asociación entre la calidad del alimento con la etapa de crianza, y entre la calidad y la procedencia (distrito), la prueba t Student para muestras relacionadas para determinar las micotoxinas con mayor frecuencia de contaminación; y la prueba de Duncan para determinar diferencia en la frecuencia de muestras con micotoxinas por tipo de alimento, y entre los promedios de micotoxinas por tipo de alimento y por distrito. En todos los casos se utilizó un nivel de significancia de 0.05.

RESULTADOS

La mitad (5/10) y la cuarta parte (5/20) de las granjas porcinas tuvieron al menos una muestra de insumo y alimento balanceado con calidad inaceptable, respectivamente. El 50% (10/20) de establecimientos tuvo al menos

una muestra de alimento balanceado con micotoxinas sobre los LMP. Seis de 15 insumos y 5 de 25 alimentos balanceados fueron considerados como alimentos inaceptables para el consumo de los cerdos (Cuadro 2).

Las muestras de insumos con calidad inaceptable (6) fueron de Callería (3/6), Campo Verde (2/6) y Nueva Requena (1/6), siendo el maíz el que tuvo la mayor frecuencia de muestras con calidad inaceptable (5/9). De las 35 muestras de alimento balanceado, la etapa de inicio tuvo tres (3/12) muestras inaceptables, una en la etapa de crecimiento (1/11) y una en el balanceado de reproductores (1/12). Se encontró asociación entre la calidad y el tipo de alimento ($p < 0.05$). Por otro lado, el porcentaje de muestras inaceptables fue menor en Campo Verde (14.8%, 4/27); sin embargo, no se encontró asociación entre la calidad y la procedencia del alimento ($p < 0.05$).

El promedio en el recuento de hongos y cantidades de micotoxinas fue más elevado en las muestras de alimento de inicio (Cuadro 3). Las micotoxinas con mayor frecuencia de contaminación y superiores a los LMP fueron zearalenona (9/35, 25.7%) y aflatoxina (6/35, 17.1%) ($p < 0.05$). Las concentraciones promedio más altas de aflatoxina B1 estuvieron en los alimentos de inicio y las de zearalenona en la etapa de reproductores ($p < 0.05$) (Cuadro 3). Igualmente, hubo mayor porcentaje de muestras por encima a los LMP para aflatoxinas en la etapa de inicio (5/12, 41.7%), y para zearalenona en la etapa de reproductores (7/12, 58.3%) ($p < 0.05$). Los promedios y rangos de ocratoxinas fueron mínimos y por debajo a los LMP en todas las etapas: 0.83 ppb (ND- 2.5) en inicio, 1.24 ppb (ND- 6) en crecimiento y 0.41 ppb (ND- 0.9) en reproductores.

Cuadro 2. Frecuencia numérica y porcentual de la calidad de los insumos y de alimento balanceado en granjas porcinas en la provincia de Coronel Portillo, Ucayali (2018-2019)

Insumos	Calidad de la muestra	Frecuencia	(%)
Maíz	Satisfactoria	1/9	11.1
	Aceptable	3/9	33.3
	Inaceptable	5/9	55.6
Soya	Satisfactoria	2/3	66.7
	Aceptable	1/3	33.3
	Inaceptable	0/3	0
Polvillo	Satisfactoria	0/3	0
	Aceptable	2/3	66.7
	Inaceptable	1/3	33.3
Subtotal	Satisfactoria	3/15	20.0
	Aceptable	6/15	40.0
	Inaceptable	6/15	40.0
Alimento balanceado	Satisfactoria	14/35	40.0
	Aceptable	16/35	45.7
	Inaceptable	5/35	14.3
Gran total	Satisfactoria	17/50	34.0
	Aceptable	22/50	44.0
	Inaceptable	11/50	22.0

Cuadro 3. Recuento de hongos (UFC/g) y concentraciones de micotoxinas (promedios y rangos, ppb) en el alimento balanceado de granjas porcinas de la provincia de Coronel Portillo, Ucayali (por etapa de crianza) (2018-2019)

Etapa de crianza	Recuento de hongos (UFC/g)	Aflatoxinas B1 (ppb)	Zearalenona (ppb)
Inicio (n=12)	9.6 x 10 ⁴ (0.06 x 10 ⁴ - 7.20 x 10 ⁵)	26.2 (ND - 66.9)	51.4 (10.8 - 257)
Crecimiento (n=11)	4.5 x 10 ⁴ (0.64 x 10 ⁴ - 1 x 10 ⁵)	6.5 (ND - 28.3)	60.7 (10.2 - 186)
Reproductores(n=12)	8.7 x 10 ⁴ (0.15 x 10 ⁴ - 7.60 x 10 ⁵)	4.11 (ND - 10.1)	74.5 (8.7 - 186)

ND: No detectado

El mayor número de muestras de alimento balanceado que sobrepasaron el LMP de micotoxinas se presentó en el distrito de Yarinacocha (3/6); asimismo, tuvo el promedio más alto de aflatoxinas, mientras que el promedio más alto de zearalenona fue observado en el distrito de Callería, aunque los valores máximos dentro de los rangos son variables para ambas micotoxinas (Cuadro 4). Por otro lado, los valores promedio de ocratoxinas fueron muy bajos en todos los distritos. Finalmente, no hubo diferencia significativa entre las frecuencias de muestras con micotoxinas entre los distritos ($p < 0.05$).

DISCUSIÓN

El 25% o más de granjas porcinas que tuvieron insumos y/o alimento balanceado con recuentos inaceptables de hongos y alimento balanceado con micotoxinas sobre los LMP confirman la amplia contaminación de insumos y alimento usado en la alimentación animal (FAO, 2014), especialmente en zonas tropicales debido a la ubicuidad de los hongos (Serrano y Cardona, 2015; Guerre *et al.*, 2016).

Si bien el porcentaje de granjas porcinas con insumos o alimento inaceptable (Cuadro 2) se encuentra debajo al reportado de Martínez *et al.* (2013) en Cuba, donde más del 90% de piensos para porcinos no eran aptos; sin embargo, los niveles hallados en el presente estudio podrían afectar la salud de los animales si se suministran en forma continua (Alcázar, 2015). considerando que la aflatoxicosis depende de la dosis y el tiempo, afectando principalmente a animales en crecimiento (Popescu *et al.*, 2022). Esto es un claro indicativo de realizar mejoras en el cuidado del alimento, especialmente en la etapa de crecimiento y reproducción, para no comprometer los parámetros productivos (Gimeno y Martins, 2011; Yang *et al.*, 2020).

No se dispone de reportes específicos de micotoxinas en balanceado para porcinos en el país; sin embargo, los resultados fueron similares al reporte de Tepox *et al.* (2015) en México con más del 50% de los alimentos contaminados con micotoxinas sobre los LMP, en tanto que Quero (2020) reportó que el 40% de alimentos terminados se encuentran contaminados con zearalenona. Por otra parte, Yang *et al.* (2020) en Taiwan reportaron 70.2 y 58% de muestras de alimento contaminado con aflatoxinas y zearalenona, respectivamente.

Cuadro 4. Concentraciones de micotoxinas (promedios y rangos) en alimento balanceado de granjas porcinas, según distritos, en la provincia de Coronel Portillo, Ucayali (2018-2019)

Distrito	Aflatoxinas B1 (ppb)	Ocratoxina (ppb)	Zearalenona (ppb)
Callería (n=6)	1.17 (ND - 3)	0.88 (ND - 2.1)	91.42 (11.9 - 186)
Yarinacocha (n=6)	17.58 (3 - 57.5)	1.92 (0.4 - 2.1)	72.18 (25.6 - 156.1)
Campo Verde(n=20)	14.17 (ND - 66.9)	0.42 (ND - 2.5)	50.46 (8.7 - 257)
Nueva Requena (n=3)	13.5 (4.2 - 28.3)	1.33 (0.4 - 2.8)	52.67 (27.4 - 71.7)

ND: No detectado

Investigadores como Fernández *et al.* (2022) reportaron asimismo la presencia de micotoxinas en alimento de porcinos, encontrando niveles no permitidos en 3 de 11 establecimientos porcinos. En forma similar, Maniglia-Merida *et al.* (2015) reportaron la presencia de micotoxinas en alimento, aunque los niveles de aflatoxinas y zearalenona se encontraron dentro de los límites permisibles.

Los resultados encontrados para zearalenona (Cuadros 3 y 4) son semejantes a los hallados por Flores *et al.* (2006), quienes reportaron que el 65% de los alimentos superaban el LMP de zearalenona; sin embargo, estos niveles pueden generar problemas reproductivos a mediano o largo plazo (Zhang *et al.*, 2018). En este sentido, Lahjouji *et al.* (2020) mencionan que la exposición a zearalenona puede promover el desarrollo de patologías intestinales graves. Por otro lado, las bajas cantidades halladas de ocratoxinas en el alimento balanceado son equivalentes a lo encontrado por Castro *et al.* (2015).

Los resultados del presente estudio indican que si bien existe contaminación por hongos y micotoxinas en insumos y alimento para porcinos en Ucayali, la evaluación constante del estado sanitario en su manejo y conservación, así como de prácticas adecuadas de almacenamiento y conservación de

insumos y balanceado por parte de los poricultores locales podrían evitar pérdidas a mediano o largo plazo en los parámetros productivos en la producción porcina.

CONCLUSIONES

- Se encontró una elevada contaminación por hongos en insumos y alimento balanceado en las granjas porcinas de la provincia de Coronel Portillo, Ucayali.
- La presencia de aflatoxinas en alimento de inicio y por zearalenona en alimento de reproductores fueron las más frecuentes

LITERATURA CITADA

1. **Alcázar J. 2015.** Micotoxicosis en producción porcina y medidas preventivas. SUIIS 114: 18-23.
2. **Castañeda S, Chirivella M, Carbonell B. 2012.** Micotoxicosis derivadas de la nutrición animal. NEREIS 4: 51-61.
3. **Castro J, Alvarado A, Koga Y, Tinoco R. 2015.** Cuantificación de micotoxinas en ingredientes alimenticios utilizados en la dieta de aves comerciales. Rev Inv Vet Perú 26: 558-564. doi: 10.15381/rivep.v26i4.11209

4. **Changwon Y, Gwonhwa S, Whasun L. 2020.** Effects of mycotoxin-contaminated feed on farm animals. *J Hazard Mater* 389: 122087. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.122087
5. **Da Silva N, Hiromi M, Amstalden J, De Arruda N, Da Silva M, Romeiro R. 2013.** Microbiological examination methods of food and water. Sao Paulo, Brazil: Livraria Varela. 436 p.
6. **Diekman MA, Green ML. 1992.** Mycotoxins and reproduction in domestic livestock. *J Anim Sci* 70: 1615-1627. doi: 10.2527/1992.7051615x
7. **European Commision. 2006.** Commission recommendation (EC) No. 2006/576 of 17 August 2006 on the presence of deoxini- valenol, zearalenon, ochratoxin, T-2 and HT-2 and fumonisins in products intended for animal feeding. *Off J Eur Union* L229: 7-9.
8. **Fernández E, Riera-Betancourt JG, Briceño-Ferreira, EDC, Comerma-Steffensen, SG, Martínez-Camacaro E, Arrieta-Mendoza D. 2022.** Niveles de aflatoxinas en alimentos finalizadores para pollos de engorde y cerdos procedentes de fábricas de alimentos balanceados comerciales en Venezuela. *Rev Científ* 32: 1-9. doi: 10.52973/rcfcv-e32090
9. **[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2014.** Micotoxinas. [Internet]. Disponible en: <https://www.fao.org/food/food-safety-quality/a-z-index/mycotoxins/es/>
10. **Flores OC, Hernández PL, Vásquez MJ. 2006.** Contaminación con micotoxinas en alimento balanceado y granos de uso pecuario en México en el año 2003. *Téc Pecu Méx* 44: 247-256.
11. **Garcinuño MR. 2013.** Contaminación de los alimentos durante los procesos de origen y almacenamiento. *Aldaba* 36: 51-64. doi: 10.5944/aldaba.36.2012.20530
12. **Gilbert RJ, de Louvois J, Donovan T. 2000.** Guidelines for the microbiological quality of some ready-to-eat foods samples at the point of sale. *PHLS Advisory Committee for Food and Dairy Products. Commun Dis Public Health* 3: 163-167.
13. **Gimeno A. 2009.** Revisión de las concentraciones máximas tolerables para ciertas micotoxinas en el alimento. [Internet]. Disponible en: <https://www.engormix.com/micotoxinas/articulos/revision-concentraciones-maximas-tolerables-t28031.htm>
14. **Gimeno A, Martins M. 2011.** Micotoxinas y micotoxicosis en animales y humanos. 3° ed. EEUU: Special Nutrients. INC 130 p.
15. **Guerre P. 2016.** Worldwide mycotoxins exposure in pig and poultry feed formulations. *Toxins* 8: 350. doi:10.3390/toxins8120350
16. **[INEI] Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2012.** IV Censo Nacional Agropecuario. [Internet]. Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>
17. **Lahjouji T, Bertaccini A, Neves M, Puel S, Oswald I, Soler L. 2020.** Acute exposure to zearalenone disturbs intestinal homeostasis by modulating the Wnt/beta-catenin signaling pathway. *Toxins (Basel)* 12(113). doi: 10.3390/toxins-12020113
18. **Li C, Liu X, Wu J, Ji X, Xu Q. 2022.** Research progress in toxicological effects and mechanism of aflatoxin B1 toxin. *PeerJ* 10: e13850. doi: 10.7717/peerj.13850
19. **Maniglia MC, Ascanio EE, Gregorio RJ, Colina RJ, Briceño FE, Flores CS, Ascanio EA, Arrieta MD. 2015.** Determinación de aflatoxinas en alimento balanceado para cerdos en granjas de los estados de Aragua y Carabobo, Venezuela. *Rev Cient FCV-LUZ* 25: 200-207.
20. **Martínez V, García A, Cabrera Y. 2013.** Nota sobre la contaminación microbiana e incidencia de micotoxinas en alimentos para cerdos en Cuba. *Rev Comp Prod Porcina* 20 (3). [Internet]. Disponible en: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?-record-ID=CU20-17Y00121>

21. **MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. 2020.** Panorama y perspectivas de la producción de carne de cerdo en el Perú. Dirección General de Políticas Agrarias. Lima: MINAGRI. Nota Técnica. 24 p
22. **Núñez-Torres O. 2017.** Los costos de la alimentación en la producción pecuaria. *J. Selva Andina Anim Sci* 4: 93-94.
23. **Quero M. 2020.** Estado de micotoxinas en materias primas para porcino en Iberoamérica. *Veterinaria Digital*. [Internet]. Disponible en: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/estado-de-micotoxinas-en-materias-primas-para-porcino-en-iberoamerica/>
24. **Pier AC, Richard JL, Cysewski SJ. 1980.** Implications of mycotoxins in animal disease. *J Am Vet Med Assoc* 176: 719-724.
25. **Popescu RG, Rădulescu AL, Georgescu SE, Dinischiotu A. 2022.** Aflatoxins in feed: types, metabolism, health consequences in swine and mitigation strategies. *Toxins* 14: 853. doi: 10.3390/toxins14120853
26. **Reddy K, Song J, Lee HJ, Kim M, Kim DW, Jung H, et al.. 2018.** Effects of high levels of deoxynivalenol and zearalenone on growth performance, and hematological and immunological parameters in pigs. *Toxins* 10: 114. doi:10.3390/toxins10030114
27. **Rosa C, Keller K, Keller L, Gonzalez M, Pereyra C, Dalcero A, Cavaglieri L, Lopes C. 2009.** Mycological survey and ochratoxin A natural contamination of swine feedstuffs in Rio de Janeiro State, Brazil. *Toxicon* 53: 283-288. doi: 10.1016/j.toxicon.2008.11.015
28. **Sashidar R. 1993.** Dip-Strip method for monitoring environmental contamination of aflatoxin in food and feed: Use of a portable aflatoxin detection kit. *Environ Health Perspect* 101(Suppl 3): 43-46. doi: 10.1289/ehp.93101s343
29. **Sala ER, Díaz RT, Pérez LB, García CP. 2008.** Micotoxinas y su impacto en la producción porcina. *Albeitar* 112: 34-38.
30. **[SENASA] Servicio Nacional de Sanidad Agraria. 2017.** Procedimiento de la toma, manejo y envío de muestras de piensos y piensos medicados. Dirección de insumos pecuarios e inocuidad alimentaria. [Internet]. Disponible en: https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2015/10/PRO-SIAG-18_TOMA-MUESTRAS-PIEN-SOS.pdf
31. **[SENHAMI] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. 2017.** [Internet]. Disponible en: www.senamhi.gob.pe
32. **Serrano H, Cardona N. 2015.** Micotoxicosis y micotoxinas: generalidades y aspectos básicos. *Rev CES Med* 29:143-152.
33. **Sotillo QA. 2016.** Efecto de las micotoxinas en la reproducción porcina. *Revista Suis* 131. Disponible en: <https://www.portalveterinaria.com/porcino/articulos/13278/efecto-de-las-micotoxinas-en-la-reproduccion-porcina.html>
34. **Tepox P, Cascante P, Munguia R. 2015.** Detección de micotoxinas en alimento balanceado y granos utilizados en las dietas de cerdos en México, durante el periodo 2010 a 2014. En XLIX Congreso Nacional AMVEC. México.
35. **Yang CK, Cheng YH, Tsai WT, Liao RW, Chang CS, Chien WC, et al. 2019.** Prevalence of mycotoxins in feed and feed ingredients between 2015 and 2017 in Taiwan. *Environ Sci Pollut Res Int* 26: 23798-23806. doi:10.1007/s11356-019-05659-0
36. **Yang C, Song G, Lim W. 2020.** Effects of mycotoxin-contaminated feed on farm animals. *Hazard Mater* 389: 122087. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.122087
37. **Zhang GL, Feng YL, Song JL, Zhou XS. 2018.** Zearalenone: a mycotoxin with different toxic effect in domestic and laboratory animals' granulosa cells. *Front Genet* 9. doi: 10.3389/fgene.-2018.006637.
38. **Zheng MZ, Richard JL, Binder J. 2006.** A review of rapid methods for the analysis of mycotoxins. *Mycopathologia* 161: 261-273. doi: 10.1007/s11046-006-0215-6