

Cuantificación de hongos y micotoxinas en alimento balanceado proveniente de granjas avícolas en Ucayali, Perú

Quantification of fungi and mycotoxins in feeds from poultry farms in Ucayali, Peru

Iván Guevara A.¹, Juan Rondón E.^{1*}, Yamili Mendoza Q.¹, Nadia Fuentes N.², Roberto Del Águila L.¹, Abelardo Maturrano H.³

RESUMEN

El objetivo del estudio fue cuantificar hongos y micotoxinas en alimento balanceado almacenado en granjas avícolas. Se recolectaron muestras de alimento de 40 granjas ubicadas en cuatro distritos de la provincia de Coronel Portillo, Ucayali, Perú. Se analizaron a través del conteo en placa para hongos en el alimento para determinar la calidad (satisfactoria, aceptable o inaceptable) y la prueba de ELISA competitiva para micotoxinas (aflatoxina B1, ocratoxinas, toxina T2, fumonisina B1 y zearalenona). En el recuento de hongos, el 25% (10/40) de granjas tuvieron muestras inaceptables, con ligera mayor frecuencia de la etapa de postura (2/4, 50%) y del distrito de Campo Verde (4/10, 40%). Los mayores promedios en los recuentos fueron de las muestras de postura y del distrito de Manantay, respectivamente (1.68×10^5 y 1.11×10^5 UFC/g, respectivamente), pero sin asociación entre la calidad del alimento por tipo o procedencia ($p > 0.05$). El 60% de las muestras tuvieron aflatoxinas B1 sobre los límites máximos permisibles (LMP), con ligera mayor frecuencia en las muestras de postura (4/4, 100%), pero sin diferencia en el alimento por distritos ($p > 0.05$). El alimento de inicio y de Callería tuvieron promedios ligeramente más altos de aflatoxinas, pero sin

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

² Estación IVITA Huaral, 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.

* Autor correspondiente: Juan Rondón E; jrondone@unmsm.edu.pe

Recibido: 14 de abril de 2024

Aceptado para publicación: 17 de diciembre de 2024

Publicado: 28 de febrero de 2025

©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

diferencias significativas entre tipos o procedencia ($p>0.05$). Se encontraron cantidades mínimas de las demás micotoxinas. Se concluye que el 25% de las muestras estuvo en condiciones de inaceptable y 60% estuvieron muestras contaminadas con aflatoxina B1 ($>LMP$).

Palabras clave: granja avícola, alimento balanceado, micotoxinas, hongos, Ucayali

ABSTRACT

The aim of this study was to quantify fungi and mycotoxins in feeds stored in poultry farms. Feed samples were collected from 40 farms located in four districts of the province of Coronel Portillo, Ucayali, Peru. They were analysed through plate count for fungi in feed to determine quality (satisfactory, acceptable or unacceptable) and competitive ELISA test for mycotoxins (aflatoxin B1, ochratoxins, T2 toxin, fumonisin B1 and zearalenone). In the fungal count, 25% (10/40) of farms had unacceptable samples, with a slightly higher frequency from the laying stage (2/4, 50%) and the Campo Verde district (4/10, 40%). The highest averages in the counts were from the laying samples and from the Manantay district, respectively (1.68×10^5 and 1.11×10^5 CFU/g, respectively), but with no association between feed quality by type or origin ($p>0.05$). Moreover, 60% of the samples had aflatoxin B1 above the maximum permissible limits (MPL), with a slightly higher frequency in the laying samples (4/4, 100%), but with no difference in the feed by district ($p>0.05$). The starter feed and Callería district had slightly higher averages of aflatoxins, but with no significant differences between types or origin ($p>0.05$). Minimal amounts of the other mycotoxins were found. It is concluded that 25% of the samples were in unacceptable conditions and 60% were samples contaminated with aflatoxin B1 ($>MPL$).

Keywords: poultry farm, balanced feed, mycotoxins, fungi, Ucayali

INTRODUCCIÓN

Entre las actividades fundamentales y económicamente importantes en el Perú destaca la producción avícola, la cual es reconocida por su alta productividad respecto a la proteína animal (carne y huevos) a nivel nacional, encontrándose en continuo crecimiento (MINAGRI, 2019). Este incremento tiene una estrecha relación con los insumos y demanda de piensos destinados para el consumo animal, que representa no menos del 60% del costo producción total (Ravindran, 2013).

La presencia e incremento de hongos en los alimentos se encuentra favorecida en climas tropicales ya que desfavorecen la estabilidad de los insumos (Guerre, 2016). Factores ambientales, como el tiempo de alma-

cenamiento, temperatura, pH, oxígeno y humedad promueven su crecimiento y, posteriormente, la producción de micotoxinas (Kana *et al.*, 2013). Esto conlleva a una importante problemática por el riesgo sanitario en productos como el huevo y la carne de animales que consumieron piensos contaminados (Tolosa *et al.*, 2017), pudiendo provocar intoxicaciones severas, tanto en animales como humanos (Alshannaq y Yu, 2017; Toso *et al.*, 2018).

Entre los hongos capaces de producir micotoxinas en productos para el consumo se puede mencionar a especies de los géneros *Penicillium*, *Fusarium* y *Aspergillus* (Marin *et al.*, 2013). Asimismo, las toxinas de mayor frecuencia en el alimento, piensos y cultivos son las ocratoxinas (OTs), aflatoxinas (AFs), zearalenona (ZEN), fumonisinas

(FBs) y tricotecenos, que incluyen a la toxina T-2 y el deoxynivalenol (Yang *et al.*, 2020). Las micotoxinas en el alimento ocasionan cuantiosas pérdidas económicas a nivel comercial, debido a la disminución del rendimiento productivo al afectar clínica o sub clínicamente a los animales (Gimeno y Martins, 2011; Murugesan *et al.*, 2015). La exposición a micotoxinas puede ocasionar alteraciones histopatológicas, tanto en hígado, riñón e intestinos, alterando la supervivencia y el crecimiento, generando inmuno-toxicidad y merma de los índices reproductivos (Rawal *et al.*, 2010; Yang *et al.*, 2020).

Se recomienda realizar análisis cuantitativos para detectar agentes que contaminen los alimentos, tales como el recuento de bacterias, identificación de patógenos y la cuantificación de hongos (Da Silva *et al.*, 2013). Por otra parte, un método para analizar micotoxinas con mayor regularidad, validado por diversas matrices de alimentos, de ejecución sencilla, rápida y específica, viene a ser la prueba de ELISA (Pereira *et al.*, 2014).

Los problemas frecuentes en la crianza avícola en la amazonia peruana relacionados principalmente con la alteración en los parámetros productivos e infecciones secundarias, hace necesario la implementación de un sistema de monitoreo del alimento destinado a los pollos. Por tal razón, la finalidad de este estudio fue cuantificar la presencia de hongos y micotoxinas en alimento balanceado procedente de granjas avícolas de la provincia Coronel Portillo, Ucayali, Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar y Tiempo del Estudio

La investigación se desarrolló en la provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, Perú. la cual tiene una temperatura ambiental entre 26 y 34 °C, humedad relativa de 85 ± 5% y precipitación anual de 2682 msnm. Se trabajó con muestras de alimento balan-

ceado balanceado de 36 granjas destinadas a la crianza de pollos de engorde (etapas de inicio, crecimiento o engorde) y de 4 granjas de aves de postura (proporción 9:1), (85% del total de establecimientos de la provincia).

El análisis de las muestras se llevó a cabo en la Unidad de Diagnóstico del Laboratorio de la Sección de Sanidad Animal de la Estación IVITA (Pucallpa), de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, entre 2018 y 2019, con las consideraciones necesarias de bioseguridad por vacío sanitario para la visita a los establecimientos.

Caracterización de las Granjas y Condiciones del Alimento Balanceado

Las granjas tuvieron fines comerciales, con capacidad instalada de crianza para aves en un rango de 2500 a 50 000 para engorde y de 8000 a 35 000 para postura. Las granjas de engorde estuvieron ubicadas en los distritos de Campo Verde, Yarinacocha, Manantay, Callería y Nueva Requena, mientras que las granjas de postura estuvieron ubicadas en los distritos de Campo Verde y Yarinacocha.

Algunas empresas avícolas tenían molino de alimento, por lo cual compraban sus insumos y preparaban el balanceado, llevándolo a su granja por camión en contenedores o a granel; otras granjas avícolas compraban directamente el alimento balanceado a tres grandes empresas comercializadoras de alimento. Los insumos del balanceado como el maíz proveían de otros departamentos como Ica, La Libertad, San Martín o Lima; a diferencia de la torta de soya que provenía de Argentina o Bolivia.

En las granjas, el balanceado se almacenaba en zonas aledañas a los galpones (áreas de concreto con techos del mismo material o de calamina). Los sacos eran arrumados sobre parihuelas o conservados en contenedores de plástico. El balanceado se conservaba en el almacén por un periodo de hasta una semana en las granjas de aves de engorde y hasta

por 15 días en aves de postura, usualmente a temperatura ambiente (periodo de lluvias, durante el estudio). No se observó roedores en los almacenes al momento del muestreo, pero había diverso tipo de insectos y en tres granjas tenían otras especies de animales.

Muestreo y Análisis de Muestras

El muestreo se ejecutó siguiendo las recomendaciones del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), que dispone un procedimiento para el manejo de muestras de alimentos (SENASA, 2017). Se recolectó una muestra representativa de 1000 g de alimento balanceado con una sonda de metal introducida en forma inclinada en el saco. La muestra total se redujo en algunos casos hasta 500 g, con un separador mediante el método de cuarteo. Las muestras fueron rotuladas y transportadas en una caja de poliestireno expandido (Tecnopor) hasta el laboratorio, y fueron conservadas en un lugar fresco y seco (temperatura ≤ 16 °C y humedad $\leq 14\%$) hasta su procesamiento.

El recuento de hongos se hizo dentro de los tres días posteriores a la colecta. Se utilizó metanol para la extracción de la muestra y se conservó entre 2 y 4°C hasta su procesamiento mediante el método de ELISA. Se procesaron 13-15 muestras por vez para optimizar la cantidad de kits disponibles, y para no prolongar el tiempo desde la obtención de la muestra y el análisis en laboratorio. Se llevaron a cabo dos procedimientos para el análisis de las muestras:

- El conteo en placa para mohos (hongos) y levaduras en alimento, descrito por la *American Public Health Association* (APHA), metodología referida por Da Silva *et al.* (2013).
- La prueba de ELISA Directa Competitiva para la detección de micotoxinas, frecuentemente nocivas en la producción avícola, según Yang *et al.* (2020) en alimento balanceado, utilizando kits de Veratox®.

Se usaron kits de Veratox® Aflatoxina (USDA-GIPSA 2012-010. AOAC-RI 050901. ISO 9001:2000), Veratox® Ochratoxina A (ISO 9001:2000), Veratox® Toxina T-2/HT-2 (ISO 9001:2000), Veratox® Fumonisina (AOAC Official Method #2001.06) y Veratox® Zearalenona (ISO 9001:2000) de la empresa fabricante NEOGEN.

Comparación de Resultados

Los resultados del recuento de hongos en alimento fueron comparados con los parámetros descritos por Gilbert *et al.* (2000), quienes clasificaban la condición del alimento según la cantidad de unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) en satisfactorio ($<10^4$), aceptable ($10^4 - 10^5$) e inaceptable ($>10^5$). En el caso de las micotoxinas, la comparación con los límites máximos permisibles (LMP) se basó con lo descrito por The European Commission (2006) y Gimeno (2009) (Cuadro 1).

Análisis de Datos

Los resultados se presentan mediante estadística descriptiva, con cuadros que describen las frecuencias y porcentajes de la calidad o condición de las muestras según tipo de alimento y procedencia. Asimismo, gráficos que describen las cantidades en los recuentos o micotoxinas halladas en las muestras. Se utilizó la prueba de Chi-cuadrado para determinar diferencias entre las calidades o condiciones de las muestras en las etapas de crianza o distritos y un análisis no paramétrico para muestras independientes (prueba de Kruskal-Wallis) para determinar la diferencia entre los promedios de las cantidades de hongos y aflatoxinas en las muestras por tipo de alimento o procedencia. En todos los casos se utilizó un nivel de significancia de $p < 0.05$.

RESULTADOS

El 25% de las muestras de alimento balanceado tuvo calidad inaceptable (10/40) para el conteo de hongos, encontrándose las ma-

Cuadro 1. Concentraciones máximas tolerables (ppb, microgramos/kg) de micotoxinas en alimento para aves (con 12% de humedad)

	Aflatoxina B1 (AFB1)	Ocratoxina (OTA)	Toxina T-2 (T2)	Fumonisina B1 (FB1)	Zaralenona (ZEN)
Aves jóvenes	10	50	150	5000	30000
Aves adultas	20	100	150	8000	40000
Gallinas ponedoras y reproductoras	20	100	150	4000	30000

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

Cuadro 2. Frecuencias y porcentajes totales de calidad o condición del alimento balanceado para aves de engorde (*broilers*) y de postura (gallinas) según el periodo de crianza en granjas de Ucayali (Pucallpa, Perú)

Agente contaminante	Calidad o condición del tipo de alimento	Tipo de alimento									
		Inicio		Crecimiento		Engorde		Postura		Total	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Hongos	Satisfactorio	0/12	0	1/5	20	3/19	15.8	0/4	0	4/40	10
	Aceptable	8/12	66.7	4/5	80	12/19	63.1	2/4	50	26/40	65
	Inaceptable	4/12	33.3	0/5	0	4/19	21.1	2/4	50	10/40	25
	Total	12/12	100	5/5	100	19/19	100	4/4	100	40	100
Aflatoxina B1	Debajo del LMP	4/12	33.3	2/5	40	10/19	52.6	0/4	0	16/40	40
	Sobre el LMP	8/12	66.7	3/5	60	9/19	47.4	4/4	100	24/40	60
	Total	12/12	100	5/5	100	19/19	100	4/4	100	40	100

LMP: Límite máximo permisible

Cuadro 3. Frecuencias y porcentajes totales de calidad o condición del alimento balanceado para aves de engorde (*broilers*) y de postura (gallinas) según el distrito de crianza en granjas de Ucayali (Pucallpa, Perú)

Agente contaminante	Calidad o condición del tipo de alimento	Tipo de alimento									
		Callería		Manantay		Yarinacocha		Campo Verde		Total	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Hongos	Satisfactorio	1/6	16.7	0/6	0	2/12	16.7	1/16	6.25	4/40	10
	Aceptable	3/6	50	4/6	66.7	8/12	66.6	11/16	68.75	26/40	65
	Inaceptable	2/6	33.3	2/6	33.3	2/12	16.7	4/16	25	10/40	25
	Total	6/6	100	6/6	100	12/12	100	16/16	100	40/40	100
Aflatoxina B1	Debajo del LMP	3/6	50	3/6	50	3/12	25	7/16	43.75	16/40	40
	Sobre el LMP	3/6	50	3/6	50	9/12	75	9/16	56.25	24/40	60
	Total	6/6	100	6/6	100	12/12	100	16/16	100	40/40	100

Límite máximo permisible (LMP) de hongos para materias primas y piensos para animales (UFC/g): satisfactorio 10^4, aceptable 10^4-10^5, insatisfactorio >10^5 (Gilbert *et al.*, 2000)

Concentraciones máximas tolerables de aflatoxinas B1 (ppb, microgramos/kg) de acuerdo a lo descrito en el Cuadro 1

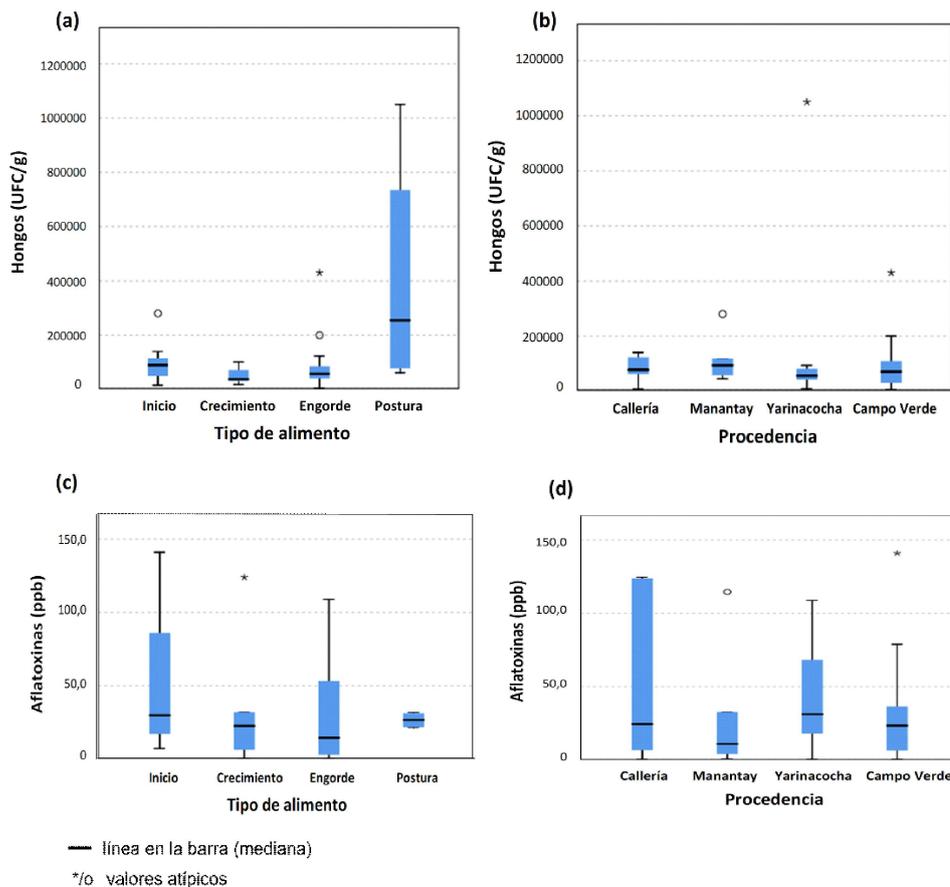


Figura 1. Diagramas de cajas de las cantidades de hongos y aflatoxinas B1 en las muestras de alimento para aves por tipo y procedencia de las granjas avícolas en Coronel Portillo, Ucayali (2018-2019). (a). Recuento de hongos (UFC/g) en muestras por etapa de crianza, (b). Recuento de hongos (UFC/g) en muestras por distrito, (c). Cantidad de aflatoxina B1 (ppb) en muestras por etapa de crianza, (d). Cantidades de aflatoxina B1 (ppb) en muestras por distrito

yores frecuencias en el alimento de postura (2/4, 50%) e inicio (4/12, 33.3%) a diferencia de los demás tipos de alimento, aunque sin diferencias significativas (Cuadro 2).

Se encontró mayor frecuencia de muestras contaminadas con AFB1 (sobre el LMP) con respecto a las demás micotoxinas evaluadas, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa con respecto a las demás micotoxinas ($p > 0.05$). Asimismo, se encontró mayor frecuencia de muestras contaminadas con AFB1 (sobre los LMP) en la etapa de postura (100%, 4/4) (Cuadro 2; $p < 0.05$).

En el distrito de Yarinacocha se encontró mayor frecuencia de muestras contaminadas con AFB1 (sobre los LMP) (75%, 9/12), pero sin diferencia significativa con las frecuencias encontradas en los demás distritos (Cuadro 3; $p < 0.05$). Por otra parte, si bien la mayor cantidad de muestras procedió del distrito de Campo Verde, el porcentaje y frecuencia de alimentos contaminados en ese distrito fue bajo (25%, 4/16) (Cuadro 3).

El alimento de postura tuvo el promedio más elevado en el recuento de hongos (1.68×10^5 [$5.8 \times 10^4 - 4.2 \times 10^5$]), mientras que el

promedio más elevado de concentraciones de aflatoxinas se encontró en las muestras de alimento de inicio (46.17 ppb [ND - 124.6]). Por otra parte, el distrito de Manantay tuvo el alimento con el promedio más alto en el recuento de hongos (1.11×10^5 [4.1×10^4 - 2.8×10^5]), mientras que, el alimento de Callería presentó la media más alta de concentraciones de aflatoxinas de las muestras (44.71 ppb [ND - 124.6]). No obstante, los rangos en los valores para ambos parámetros en todas las etapas fueron muy variables (Figura 1), no encontrándose diferencias significativas entre las cantidades de hongos y aflatoxina B1 en las muestras de alimento para aves por tipo y por distrito ($p > 0.05$).

Las otras micotoxinas evaluadas en el estudio presentaron concentraciones menores al LMP. Los promedios más elevados de ocratoxina A se encontraron en el distrito de Manantay (7.233 ppb, [1.6 - 23.9]) y en la etapa de engorde (3.16 ppb, [0.90 - 23.90]). Para Fumonisina B1 los promedios más elevados se presentaron en Yarinacocha (2.48 ppm, [0.3 - 4.3]) y en la etapa de postura (2.03 ppm, [1.30 - 2.50]), para la toxina T-2/TH-2 fueron en Campo Verde (19.02 ppb, [0 - 123.90]) y en alimentos de la etapa de engorde (21.08 ppb, [0.0 - 123.9]), en tanto que para Zearalenona se encontraron en Yarinacocha (145.40 ppb, [58.9 - 290.1]) y en la etapa de postura (199.4 ppb, [59.80 - 290.10]).

DISCUSIÓN

La alta temperatura y humedad en la región Ucayali pueden promover de manera constante la formación de hongos y micotoxinas en los alimentos. Consecuentemente, el manejo inadecuado en el almacenamiento y limpieza de los equipos de preparación, junto con la falta de control de calidad, si no es realizado a tiempo, puede afectar la calidad del producto, lo que puede generar problemas de contaminación y de intoxicación por micotoxinas (Buzby, 2003; Santin, 2014), factores que podrían señalarse causales de los hallazgos en el presente estudio.

Si bien solo se determinó un 25% de muestras de alimento con calidad inaceptable, este valor no fue proporcional al porcentaje de muestras con aflatoxinas por encima a los LMP (60%; Cuadro 2). Estos valores contrastan con los descritos en Argentina por Monge *et al.* (2013), quienes encontraron hongos en cantidades menores al LMP (1×10^4 UFC/g), aunque reportaron la toxina HT-2, Fumonisina B1 y T-2 en el total de muestras. Esto puede demostrar que, el nivel de micotoxinas en el alimento no está necesariamente relacionada a la presencia de hongos (Zain, 2011).

El mayor porcentaje de muestras inaceptables en Campo Verde (4/16, 25%) no fue significativamente mayor a los porcentajes de los otros distritos (Cuadro 3), a pesar de ser un distrito eminentemente rural; además, se encontró mayor promedio en el recuento de hongos de las muestras de Manantay (con un amplio rango); sin embargo, no hubo asociación entre la calidad del alimento y la etapa de crianza, y entre la calidad y la procedencia.

Los hongos del género *Aspergillus* spp. pueden relacionarse con la presencia y formación de aflatoxinas. Así, Iram *et al.* (2019) en Pakistán investigaron la presencia de *Aspergillus flavus* y aflatoxinas en alimento para gallinas ponedoras encontrando el 64.7% de las muestras de alimento contaminadas, estando el 31% por encima del LMP. Esto indicaría que el hongo fue incluido en alguna etapa de producción o que las condiciones de almacenamiento eran inadecuadas (Marin *et al.*, 2013; Pereira *et al.*, 2014).

Aunque se hayan obtenido resultados diversos luego del análisis de las muestras recolectadas (Cuadro 2, Figura 1), la elevada contaminación en el alimento de postura, sugiere un efecto acumulativo de hongos y micotoxinas por el mayor tiempo de almacenamiento en las granjas; además, sus altos niveles en el alimento de inicio donde a pesar de no encontrarse diferencia significativa, podría deberse a una mayor cantidad de

insumos energéticos, que se requieren para su preparación (Gimeno y Martins, 2011).

En referencia a la cuantificación de micotoxinas en el alimento, los promedios de aflatoxina B1 en todos los periodos de crianza y la mayor frecuencia de muestras con cantidades sobre los LMP (24/40, 60 %) (Figura 1) fue superior a lo descrito por Caballero *et al.* (2001) para Lima Metropolitana. Estos niveles podrían conllevar a alteraciones subclínicas y afectar los parámetros productivos en las aves en el caso que el consumo ocurra por periodos prolongados, lo cual, podría estar ocurriendo en algunos establecimientos del estudio.

Los resultados de la presente investigación con respecto a la contaminación de aflatoxinas es contrastado a lo indicado por Flores *et al.* (2006) en México, quienes hallaron 18.7% de piensos contaminados con micotoxinas; sin embargo, los porcentajes encontrados en Argentina por Dieser (2014), en alimento comercial para gallinas ponedoras fue mayor (77.8% por encima a los LMP), en tanto que Greco *et al.* (2014) indicaron que el déficit nutricional de aves en el 90% de muestras (44/49) fue debido a la presencia de aflatoxinas y otras micotoxinas.

A nivel internacional; Shar *et al.* (2014) e Iram *et al.* (2019) en Pakistán revelaron que los niveles de aflatoxinas en el alimento de aves ponedoras y de engorde se encontraba por encima de los LMP en el 31 y 42% de las muestras, respectivamente. Asimismo, Nishimwe *et al.* (2019) en Ruanda y Akinmusire *et al.* (2019) en Nigeria indicaron que más del 50 y el 83% de muestras procesadas se encontraban contaminadas por aflatoxinas, respectivamente. Esto evidencia que, la presencia de aflatoxinas es muy relevante y se extiende en zonas tropicales, influido por el clima que promueven su continuo desarrollo (Santin, 2014; Ayofemi, 2020).

Las bajas cantidades de ocratoxinas (OTA) en las muestras pudo deberse a la escasa presencia de cebada, trigo y subpro-

ductos de cereales susceptibles a esta micotoxina en el balanceado (Gimeno y Martins, 2011). No obstante, se tienen reportes de mayor frecuencia de esta micotoxina en el alimento de aves en granjas avícolas (Flores *et al.*, 2006; Fareed *et al.*, 2014). A pesar de estas diferencias, se debe tener en cuenta que solo escasas concentraciones de OTA pueden conllevar en el organismo animal a alteraciones tanto morfológicas como funcionales a nivel del hígado y riñón (Malir *et al.*, 2013).

Las mínimas concentraciones halladas de fumonisina B1, toxina T-2/TH-2 y zearalenona fueron semejantes a los reportes de Franco *et al.* (2019) en Brasil, Monge *et al.* (2013) en Argentina y Flores *et al.* (2006) en México. Esto sugiere la posibilidad de la inactivación de *Fusarium* spp. en vegetación de campo e insumos húmedos ante procedimientos químicos o ecológicos, influenciados en gran medida por el proveedor y en mínima probabilidad por el avicultor; no obstante, su resistencia a procedimientos físicos y termo químicos pueden conllevar a su presencia en el alimento (Marín *et al.*, 2013).

Finalmente, los resultados evidencian contaminación del alimento en las granjas avícolas en Ucayali de forma parcial, sugiriendo que, diversos factores, entre ellos; condiciones de almacenamiento y conservación, pudieron conllevar a la contaminación de los mismos, como lo menciona Milani (2013); sin embargo, es necesario investigar si otros factores externos pudieron contribuir al crecimiento de hongos y formación de micotoxinas, desde la siembra y recolección de insumos, hasta la elaboración del alimento (Zhu *et al.*, 2016).

CONCLUSIÓN

Se determinó una calidad inaceptable en el 25% de muestras de alimento y 60% de muestras contaminadas con aflatoxina B1 (>valores superiores al límite máximo permisible - LMP).

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración del personal técnico del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA – Ucayali), para la toma de muestras de alimento en las granjas avícolas en la provincia de Coronel Portillo, región Ucayali.

Literatura Citada

- 1 **Akinmusire O, El-Yuguda A, Musa J, Oyedele O, Sulyok M, Somorin Y, Ezekiel Ch, Krska R. 2019.** Mycotoxins in poultry feed and feed ingredients in Nigeria. *Mycotoxin Res* 35: 149-155. doi: 10.1007/s12550-018-0337-y
- 2 **Alshannaq A, Yu J. 2017.** Occurrence, toxicity, and analysis of major mycotoxins in food. *Int J Environ Res Pu* 14: 632. doi: 10.3390/ijerph14060632
- 3 **Ayofemi S. 2020.** Aflatoxigenic fungi and mycotoxins in food: a review. *Crit Rev Food Sci* 60: 709-721. doi: 10.1080/10408398.2018.1548429
- 4 **Buzby JC. 2003.** International trade and food safety: economic theory and case studies. United States Department of Agriculture, Economic Research Service. 145 p.
- 5 **Caballero J, Arbaiza T, Lucas O. 2001.** Niveles críticos de aflatoxina en muestras de maíz para consumo animal en Lima Metropolitana. *Rev Inv Vet Perú* 12: 125-127. doi: 10.15381/riverp.v12i1.7433
- 6 **Da Silva N, Hiromi M, Amstalden J, Ferraz De Arruda N, Da Silva M, Romeiro R. 2013.** Microbiological examination methods of food and water. Campinas, Brasil: Livraria Varela. 436 p.
- 7 **Dieser M. 2014.** Determinación de la presencia de micotoxinas en alimentos balanceados para ponedoras. Tesina de Biólogo. Capital, Argentina: Univ. Nacional de la Pampa. 34 p.
- 8 **European Commision 2006.** Commission recommendation (EC) No. 2006/576 of 17 August 2006 on the presence of deoxini- valenol, zearalenon, ochra-toxin, T-2 and HT-2 and fumonisins in products intended for animal feeding. Off J. Eur Union L229: 7-9. [Internet]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:229:0007:0009:EN:PDF>
- 9 **Fareed G, Anjum MA, Ahmed N. 2014.** Determination of aflatoxin and ochratoxin in poultry feed ingredients and finished feed in humid semi-tropical environment *J Adv Vet Anim Res* 1: 201-207.
- 10 **Flores CM, Hernandez LB, Vazquez MJ. 2006.** Contaminación con micotoxinas en alimento balanceado y granos de uso pecuario en México en el año 2003. *Tec Pecu Mex* 44: 247-256.
- 11 **Franco L, Petta T, Rottinghaus G, Bordin K, Gomes G, Oliveira C. 2019.** Co-occurrence of mycotoxins in maize food and maize-based feed from small-scale farms in Brazil: a pilot study. *Mycotoxin Res* 35: 65-73. doi: 10.1007/s12550-018-0331-4
- 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. *Commun Dis Public Health* 3: 163-167.
- 13 **Gimeno A. 2009.** Revisión de las concentraciones máximas tolerables para ciertas micotoxinas en animales. Miami, USA: Special nutrients, INC. [Internet]. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/20-micotoxinas.pdf
- 14 **Gimeno A, Martins M. 2011.** Micotoxinas y micototoxicosis en animales y humanos. Miami, USA: Special Nutrients Inc. 128 p.
- 15 **Greco MV, Franchi ML, Rico Golba SL, Pardo AG, Pose GN. 2014.** Mycotoxins and mycotoxigenic fungi in poultry feed for food-producing animals. *Sci World J* 2014: 968215. doi: 10.1155/2014/968215
- 16 **Guerre P. 2016.** Worldwide mycotoxins exposure in pig and poultry feed formulations. *Toxins* 8: 350. doi:10.3390/toxins8120350

- 17 **Iram Sh, Fareed S, Chaudhary M, Nisa I, Ghani R, Khan T, Abbas T. 2019.** Identification of *Aspergillus flavus* and aflatoxin in home mix layer poultry feed in relation to seasons in Karachi, Pakistan. *Trop Anim Health Pro* 51: 1321-1327. doi: 10.1007/s11250-019-01818-0
- 18 **Kana RK, Gnonlonfin BGJ, Harvey J, Wainaina J, Wanjuki I, Skilton RA, Tegua A. 2013.** Mycobiota and toxigenicity profile of *Aspergillus flavus* recovered from food and poultry feed mixtures in cameroon. *J Anim Poult Sci* 2: 98-107.
- 19 **Malir F, Ostry V, Pfohl A, Novotna E. 2013.** Ochratoxin A: developmental and reproductive toxicity - an overview. *Reprod Toxicol* 98: 493-502. doi: 10.1002/bdrb.21091
- 20 **Marin S, Ramos AJ, Cano G, Sanchis V. 2013.** Mycotoxins: occurrence, toxicology, and exposure assessment. *Food Chem Toxicol* 60: 218-237. doi: 10.1016/j.fct.2013.07.047
- 21 **Milani J. 2013.** Ecological conditions affecting mycotoxin production in cereals: a review. *Vet Med* 58: 405-411. doi: 10.17221/6979-VETMED
- 22 **[MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. 2019.** Producción y comercialización de productos avícolas. Perú. [Internet]. Disponible en: <https://www.minagri.gob.pe/portal/boletin-estadistico-mensual-de-la-produccion-y-comercializacion-avicola/sector-avicola-2019>
- 23 **Monge M, Dalcerro A, Magnoli C, Chiacchiera S. 2013.** Natural co-occurrence of fungi and mycotoxins in poultry feeds from Entre Rios, Argentina. *Food Addit Contam Part B Surveill* 6: 168-174. doi: 10.1080/19393210.2013.777946
- 24 **Murugesan G, Ledoux D, Naehrer K, Berthiller F, Applegate T, Grenier B, Phillips T, Schatzmayr G. 2015.** Prevalence and effects of mycotoxins on poultry health and performance, and recent development in mycotoxin counteracting strategies. *Poult Sci* 94: 1298-1315. doi: 10.3382/ps/pev075
- 25 **Nishimwe K, Bowers E, Ayabagabo J, Habimana R, Mutiga S, Maier D. 2019.** Assessment of aflatoxin and fumonisin contamination and associated risk factors in feed and feed ingredients in Rwanda. *Toxins* 11: 270. doi: 10.3390/toxins11050270
- 26 **Pereira V, Fernandes J, Cunha S. 2014.** Mycotoxins in cereals and related foodstuffs: a review on occurrence and recent methods of analysis. *Trends Food Sci Tech* 36: 96-136. doi: 10.1016/j.tifs.2014.01.005
- 27 **Ravindran V. 2013.** Suplementos y aditivos de los alimentos. Revisión del desarrollo avícola 2013. FAO. p 71-73. [Internet]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>
- 28 **Rawal S, Kim J, Coulombe R. 2010.** Aflatoxin B1 in poultry: toxicology, metabolism and prevention. *Res Vet Sci* 89: 325-331. doi: 10.1016/j.rvsc.2010.04.011
- 29 **Santin E. 2014.** Comprendiendo el impacto de las micotoxinas en Avicultura. En: LIV Simposio Científico de Avicultura. León: Asociación Española de Ciencia Avícola.
- 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 **Shar Z, Sumbal G, Sherazi S, Bhangar M, Nizamani S. 2014.** Natural co-occurrence of aflatoxins and deoxynivalenol in poultry feed in Pakistan. *Food Addit Contam Part B* 7: 162-167. doi: 10.1080/19393210.2013.867904.
- 32 **Tolosa J, Graziana J, Gaspari A, Chianese D, Ferrer E, Mañes J, Ritieni A. 2017.** Multi mycotoxin analysis in durum wheat pasta by liquid chromatography coupled to quadrupole orbitrap mass spectrometry. *Toxin* 9: 59. doi: 10.3390/toxins9020059

- 33 Toso R, Toribio M, Diesser M, Borello A, Ardoino S. 2018.** Afecciones en animales y humanos por ingesta o exposición a las aflatoxinas. Medidas preventivas para evitar los efectos tóxicos. *Ciencia Veterinaria* 20: 51-67. doi: 10.19137/cienvet-20182013
- 34 Yang C, Song G, Lim Wh. 2020.** Effects of mycotoxin-contaminated feed on farm animals. *J Hazard Mater* 389: 122087. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.-122087
- 35 Zain ME. 2011.** Impact of mycotoxins on humans and animals. *J Saudi Chem Soc* 15: 129-144. doi: 10.1016/j.jscs.-2010.06.006
- 36 Zhu Y, Hassan Y, Watts C, Zhou T. 2016.** Innovative technologies for the mitigation of mycotoxins in animal feed and ingredients - A review of recent patents. *Anim Feed Sci Tech* 216: 19-29. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2016.03.030