

UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO

HEREDIA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**Detección de Ocratoxina A en hígados de gallinas comercializadas
para consumo humano en mercados formales de Lima Norte.**

Tesis para optar el Título Profesional de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Robert Esteban Castro Malasquez

Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia

LIMA, PERÚ

2025

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	CASTRO MALASQUEZ ROBERT ESTEBAN

(Agregar filas adicionales si hay más autores)

Pertenecientes al programa de la **FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**, autores del trabajo titulado: **DETECCIÓN DE OCRATOXINA A EN HÍGADOS DE GALLINAS COMERCIALIZADAS PARA CONSUMO HUMANO EN MERCADOS FORMALES DE LIMA NORTE.**, el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA** bajo la modalidad de **SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL**.

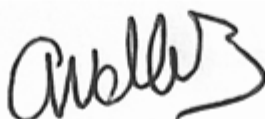
En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	VALLENAS ROMERO JUAN GUILLERMO	FAVEZ	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **13%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: [tm:oid:::1:3468738083](https://doi.org/10.13468738083); fecha de entrega: **30-01-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 31 de enero de 2026**



Firma del asesor
N° DNI: 09372277
ORCID: 0009-0007-1630-8455

Dedico este trabajo de investigación:

A mi madre y hermana, por su amor y apoyo incondicional.

A mi padre, por su recuerdo que me impulsa.

Y al Dr. Guillermo Vallenás, por ser guía, maestro y amigo en este camino.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
MATERIALES Y MÉTODOS	14
1. Lugar de estudio	14
2. Tipo de estudio	14
3. Población objetivo y tamaño de la muestra.....	14
4. Criterios de inclusión y exclusión.....	18
5. Recolección de muestras.....	19
6. Procesamiento de muestras	20
7. Bioseguridad.....	22
8. Análisis de datos	23
9. Consideraciones éticas.....	23
RESULTADOS.....	24
DISCUSIÓN	26
CONCLUSIONES.....	31
BIBLIOGRAFÍA.....	32

RESUMEN

La preocupación cada vez mayor por la salud humana y animal ha conducido a la detección de micotoxinas en los alimentos. Entre las micotoxinas más investigadas, la Ocratoxina A es conocida por sus efectos nefrotóxicos, hepatotóxicos e inmunosupresores. Los animales, incluidas las gallinas, la ingieren en los alimentos y la depositan en la mayoría de sus órganos, por lo que eventualmente se encuentra en los alimentos que llegan a los humanos. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar la presencia de OTA en hígados de gallina comercializados en los mercados formales de Lima Norte, Perú. Este es un estudio exploratorio, descriptivo y de corte transversal. La población objetivo son los hígados de gallina y las muestras se seleccionarán mediante un diseño de muestreo simple al azar. La primera fase tuvo lugar en el total de distritos de Lima Norte, en la segunda fase se determinó el tamaño de la muestra utilizando la fórmula para la detección de enfermedades en poblaciones desconocidas. Se recopiló un total de 36 muestras de hígado en un pool de cinco hígados individuales en los diferentes mercados de Lima Norte, seguidamente, se conservaron refrigerados y analizaron en el laboratorio CITE acuícola-UPCH, utilizando cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas triple cuadrupolo (UPLC-MS/MS) para detección de OTA. En todos los casos, los resultados fueron negativos, con los niveles de OTA indetectables utilizando el método (mínimo de cuantificación 0.80 µg/kg). En conclusión, estos resultados indican la existencia de un bajo riesgo de exposición a OTA mediante la ingesta de hígado comercializado en los mercados referidos. Además, los hallazgos contribuyen con datos de referencia pertinentes para futuras intervenciones de vigilancia y regulación relacionadas con micotoxinas en productos animales en la adecuación.

Palabras clave: Ocratoxina A; micotoxicosis; hígado de gallina; *Gallus gallus domesticus*; mercados formales.

ABSTRACT

The growing concern for human and animal health has led to the detection of mycotoxins in food. Among the most extensively studied mycotoxins, Ochratoxin A (OTA) is well known for its nephrotoxic, hepatotoxic, and immunosuppressive effects. Animals, including chickens, ingest it through feed and accumulate it in most of their organs, thereby eventually transferring it to foods consumed by humans. Therefore, the aim of this study was to evaluate the presence of OTA in chicken livers marketed in formal markets of Northern Lima, Peru. This is an exploratory, descriptive, cross-sectional study. The target population consisted of chicken livers, and samples were selected using a simple random sampling design. The first phase covered all districts of Northern Lima, while in the second phase the sample size was determined using the formula for disease detection in unknown populations. A total of 36 pooled liver samples (each pool composed of five individual livers) were collected from different markets in Northern Lima, subsequently refrigerated, and analyzed at the CITE Aquaculture-UPCH laboratory using ultra-performance liquid chromatography coupled with triple quadrupole mass spectrometry (UPLC-MS/MS) for OTA detection. In all cases, results were negative, with OTA levels undetectable by the method employed (limit of quantification: 0.80 µg/kg). In conclusion, these findings indicate a low risk of OTA exposure through the consumption of chicken liver sold in the studied markets. Furthermore, the results provide relevant baseline data for future surveillance and regulatory interventions concerning mycotoxins in animal-derived products.

Keywords: Ochratoxin A; mycotoxicosis; chicken liver; *Gallus gallus domesticus*; formal markets.

INTRODUCCIÓN

Las micotoxinas son pequeñas moléculas tóxicas producidas como metabolitos secundarios de algunos géneros de hongos, muy estables y resistentes a diversos procesos físicos y químicos, los que potencialmente pueden tener repercusiones en la salud pública. Los hongos poseen la capacidad para invadir, diseminarse y degradar productos almacenados, como son los granos, así como integrarse perfectamente en cualquier sustrato e incluso en tejidos vegetales vivos. Estas características favorecen el desarrollo de sus metabolitos en alimentos para consumo humano o animal, lo que puede causar micotoxicidad (Gimeno y Ligia, 2011).

Se ha descrito la existencia de más de 200 tipos de micotoxinas, siendo las más comunes aflatoxinas, ocratoxinas, zearalenona, vomitoxina, fumonisina y patulina. Estas se pueden encontrar tanto en alimentos para animales y humanos, los que pueden afectar la salud de los individuos (Gimeno y Ligia, 2011). Es tan alta la diseminación de las micotoxinas que se reporta que alrededor de un cuarto de los cultivos de granos en todo el mundo están contaminadas con estos metabolitos (Eskola et al., 2019).

La ocratoxina es un metabolito secundario específico de *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium viridicatum* y *Penicillium cyclopium*. Se han identificado siete subtipos de ocratoxinas, siendo la más tóxica la ocratoxina A (OTA) (Gimeno y Ligia, 2021). Esta micotoxina tiene un alto potencial dañino, pudiendo ser nefrotóxica, inmunosupresora, genotóxica, carcinógena, teratogénica y

neurotóxica. Así mismo, al tener la capacidad de ser cancerígena, la Agencia Internacional de Investigación contra el Cáncer (IARC) clasificó a la Ocratoxina A en la categoría 2B, lo cual indica que tiene un potencial carcinógeno en los humanos (Ravelo et al., 2011; Iqbal et al., 2014). Estudios llevados a cabo en pollos, ratones y hámsteres han demostrado un alto potencial teratogénico (AFHSE, 2015). La OTA puede ser encontrada en granos de cacao, café, cereales, uva, pasas, alimentos derivados de estos ingredientes, almacenados, vinos y alimentos balanceados, entre otros. Por otro lado, se describe que los rumiantes pueden secretarla a través de la leche, los cerdos por medio de su carne y las aves por medio de los huevos de consumo (García, 2008). Esta micotoxina es una molécula muy estable frente a altas y bajas temperaturas, por lo que resiste a la mayoría de los procesos productivos como cocción, horneado, tostado o fermentación. Como resultado, se la puede encontrar en los alimentos destinados al consumo humano (AFHSE, 2015).

La supervisión de micotoxinas en la avicultura, a nivel histórico, ha estado centrada, principalmente, en las Aflatoxinas y las Fumonisinias, debido a su alta prevalencia y sus efectos inmediatos agudos (Murugesan et al., 2015; Streit et al., 2013). No obstante, el análisis de la OTA también es crucial debido a su naturaleza silenciosa y a su habilidad para acumularse biológicamente con el tiempo y, con frecuencia no se encuentra en los controles rutinarios. Esto se opone a las aflatoxinas, que tienen regulaciones rigurosas y un seguimiento habitual (FAO, 2004). Es esencial que se investigue en la cadena alimentaria, ya que, si se transmite a los tejidos comestibles, representa una amenaza inminente para la salud pública (AFHSE, 2015).

La micotoxicosis puede presentarse tanto en humanos como en animales de abasto, como las aves o los cerdos. Esta afección se origina por la ingesta de alimentos contaminados con micotoxinas de manera continua (Heussner et al., 2006). En el caso de la OTA, esta se absorbe principalmente en el intestino delgado, luego se transporta a través de la sangre, y se deposita con una mayor concentración en los riñones y una menor concentración en el hígado, los músculos y la grasa de reserva (Serrano, 2015). El estrés oxidativo y la producción de especies reactivas de oxígeno son los principales mecanismos toxicológicos de esta micotoxina, los que provocan la inhibición de la síntesis de proteínas, interfieren con los sistemas metabólicos, promueven la peroxidación de lípidos de la membrana celular, perturban la homeostasis del calcio, inhiben la respiración mitocondrial y finalmente dañan el ADN (Serrano, 2015).

Se ha descrito al síndrome nefrotóxico como la principal lesión causada por OTA, tanto en humanos como en animales. La toxicidad renal puede presentar alteraciones de tipo aguda o crónica según la dosis y la duración de la exposición (Gimeno y Ligia, 2021). La OTA tiene una alta afinidad por la albúmina, esta característica le otorga la capacidad de permanecer mayor tiempo en el organismo, es decir, la capacidad de ser depurada de forma lenta del organismo y en consecuencia puede tener una mayor acumulación en el organismo. De este modo, la OTA, ejerce sus efectos tóxicos a nivel de los túbulos renales, comprometiendo progresivamente la función del riñón (Martínez y Chaves, 2018). Así mismo, provoca inmunosupresión y alteraciones hepáticas, lo que

resulta en la acumulación anormal de glucógeno en los tejidos musculares y hepáticos. En consecuencia, los principales órganos afectados son el hígado y los riñones (Gimeno y Ligia, 2021).

En consecuencia, estos efectos tóxicos han despertado en diversos países la necesidad de investigar la presencia de OTA en alimentos destinados al consumo humano y animal, con el fin de identificar los riesgos de exposición asociados. En 2002, se informó en Francia, Noruega y Suecia, que los cereales constituían el 50% del aporte al promedio total de ingesta alimentaria de OTA, seguidos del vino, el café y la carne, representando el 13%, 10% y 8%, respectivamente (García, 2008). Así mismo, entre 2011 y 2015, en 11 estados de México se llevó a cabo una investigación para identificar micotoxinas en muestras de alimentos para consumo animal. De 357 muestras de alimentos (materias primas y alimentos terminados), se encontró que 253 tenían OTA y de este grupo, 4 muestras fueron las que excedieron el límite máximo permisible (Lozano, 2016).

En el 2010, se llevó a cabo una investigación en Italia que buscaba determinar la capacidad de transferencia de OTA presente en el alimento balanceado hacia los órganos de las gallinas. Se utilizaron 5 grupos de estudio, incluyendo al grupo control, a los cuales se le administró en su dieta durante 30 días concentraciones de 100 ug/kg, 200 ug/kg, 1 000 ug/kg y 2 000 ug/kg de OTA. En los resultados no se evidenció OTA en huevos, sin embargo, tanto en riñones, hígados y músculos pectorales, si se logró identificar esta micotoxina. De este modo, se obtuvieron las concentraciones de 4,5 ug/kg, 1,9 ug/kg y 1,5 ug/kg respectivamente (Giancarlo et al., 2011).

En 2011, se desarrolló un estudio en Punjab, Pakistán, en el que se examinaron 115 muestras de carne de pollo y 80 muestras de huevo de gallina para determinar la presencia de aflatoxinas, zearalenonas y OTA. Se identificó por medio de la prueba comercial de inmunoafinidad “VICAM” resultando que en el 35% de las muestras de huevos y en el 41% de las muestras de pollos se detectó la presencia de OTA. Así mismo, se pudo determinar que el órgano con nivel medio más alto de OTA en las gallinas ponedoras fue el hígado, con un valor de 2,41 ug/kg. Los resultados encontrados tanto en huevos como en hígados fueron significativos para la salud de los consumidores (Iqbal et al., 2014).

Así mismo, en 2015, un estudio realizado en Sulaimani, Irak, midió la concentración de OTA tanto en carne como en hígados de pollos. Como resultado, en el 86.66% de las muestras de carne y en el 56.6% de las muestras de hígados, se logró detectar la presencia de OTA. Si bien los valores no transgredieron los límites establecidos en los reglamentos del país, hay que considerar que a un mayor tiempo de vida mayor sería la concentración de OTA en estos mismos individuos (Murad, 2015).

En el año 2020, se llevó a cabo un estudio en Italia con el objetivo de evaluar la exposición de pollos ornamentales a OTA. La OTA biliar fue utilizada como biomarcador en 102 pollos provenientes de 106 granjas distribuidas en seis regiones italianas. Los resultados revelaron la presencia de OTA en un rango que osciló entre 3,83 y 170,42 µg/l en la bilis de los pollos. Estos hallazgos indican que los animales estuvieron expuestos a la OTA; sin embargo, se consideró que

sus hígados presentan niveles seguros frente a los límites establecidos por la Unión Europea (Guerrini et al., 2020).

En Perú, hasta el momento, no se han realizado estudios específicos acerca de la presencia de OTA en subproductos avícolas, pero sí se ha evaluado la presencia de esta micotoxina en alimentos balanceados destinados al sector avícola en el país. En 2009, un estudio en mercados de Lima identificó niveles de 0,5 ppb de Aflatoxinas en alimentos balanceados para la alimentación de aves. Ya que los valores estuvieron dentro de lo permitido por el *Codex Alimentarius*, los resultados obtenidos concluyeron que los secuestrantes de micotoxinas en los alimentos balanceados tienen buen rendimiento (Arbaiza et al., 2009).

En el año 2015, se analizaron en Perú 139 muestras de maíz y 64 de torta de soja procedentes de Paraguay, Argentina, Brasil y Estados Unidos, con el propósito de analizar la presencia de OTA. El estudio consistió en someter las muestras a un ensayo de ELISA con kits comerciales (Ridascreen® Fast Ochratoxin A y T-2 toxin) siguiendo las recomendaciones del fabricante. De acuerdo a los resultados obtenidos, el 66,2% de las muestras de maíz y el 71,9% de las muestras de torta de soja presentaron resultados positivos para OTA (Castro et al., 2015).

En 2018, se realizó un estudio en la provincia de Chincha con el propósito de evaluar la presencia de micotoxinas en la soya destinada a la alimentación de aves de producción. Se pudo observar en los resultados que la totalidad de las muestras presentaron resultados positivos para OTA excediendo el límite

máximo permitido por la Unión Europea en un 20% (Guerrero y Parreño, 2018).

En el año 2021, en la región de Ucayali, se llevó a cabo la evaluación de hongos y micotoxinas (Aflatoxina B1, OTA, Toxina T-2, fumonisina y Zearalenona) presentes en el alimento balanceado proveniente de 40 empresas avicultoras ubicados en la provincia de Coronel Portillo. Se emplearon dos tipos de agar, Agar DRBC y Peptonada tamponada, para la detección de hongos. Para la evaluación de las micotoxinas, se utilizaron kits de diagnóstico comerciales específicos de la marca VERATOX®, cada uno diseñado para la detección de una micotoxina en particular. En los resultados se detectó la presencia de niveles elevados de hongos en el 25% de las muestras analizadas. En cuanto a las micotoxinas, la aflatoxina B1 fue la única que superó los límites máximos permitidos, registrando una frecuencia del 60% en el conjunto total de muestras (Guevara, 2021). Estos hallazgos indican que, al menos un cuarto de la población avícola en esta provincia está expuesta a micotoxinas.

La legislación en Perú no ha fijado valores límites de ocratoxina A para cada alimento; sin embargo, la presencia y cuantificación de micotoxinas en los alimentos destinados al consumo humano se basan en la “Norma General del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y alimentos balanceados” establecida en el *Codex Alimentario* de 2009. Según esta institución, la ingesta semanal tolerable provisional de OTA es de 0,0001 mg/kg de peso corporal, y se permite legalmente un nivel máximo de OTA de 5 mg/kg en el trigo, la cebada y el centeno sin elaborar (Codex Alimentarius Commission, 2024).

La importancia de la OTA en productos y subproductos avícolas en el Perú, como el hígado, se debe a que este es un alimento de consumo cotidiano y forma parte de las menudencias, cuyo consumo promedio anual alcanza 3,5 kg por persona, según la Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares (INEI, 2012). Durante la fase de muestreo del presente estudio, los precios observados en mercados de Lima Norte se encontraron en un rango de S/. 1,50 – 2,00 por cada 250 g de hígado de gallina (R. Castro, comunicación personal, agosto 2025). Más allá del aspecto económico que permite que las familias de bajos recursos lo incluyan con frecuencia en sus dietas, el hígado de gallina tiene un alto valor nutricional, al ser una fuente destacada de hierro de fácil absorción (Rossi, 2025). La combinación de precio bajo y aporte nutricional ha hecho que este subproducto mantenga su popularidad en la dieta peruana.

Se seleccionó el hígado como matriz de análisis debido a su doble condición de órgano de bioacumulación y alimento estratégico en la salud pública local. A diferencia del músculo, donde la deposición de OTA es menor debido a su rápida tasa metabólica, el hígado actúa como el principal órgano de detoxificación y centinela biológico, concentrando niveles detectables de la toxina antes que otros tejidos comestibles, lo que permite una detección temprana del riesgo (Duarte et al., 2011; Schrenk et al., 2020).

Asimismo, aunque el riñón posee una mayor capacidad de concentración de OTA, su ingesta en la dieta peruana es prácticamente nula, en contraste, el hígado es un insumo crítico y de consumo masivo en los programas nacionales

y dietas familiares para combatir la anemia en grupos vulnerables (MINSA, 2023; Zavaleta & Respicio, 2010). Por tanto, garantizar su inocuidad protege directamente a la población, priorizando el impacto sanitario sobre el volumen de producción.

La elección de la gallina ponedora como sujeto de estudio, en lugar del pollo de carne, responde a factores fisiológicos y productivos determinantes en la toxicocinética de la OTA. Mientras que un pollo de carne tiene una vida productiva corta, aproximadamente 42 días, lo cual limita el tiempo de exposición y acumulación de toxinas, la gallina ponedora permanece en producción por periodos prolongados, extendiéndose actualmente hasta las 80 o 100 semanas (Bain et al., 2016). Esta longevidad permite una exposición crónica a dosis bajas de micotoxinas, favoreciendo la bioacumulación en tejidos y órganos, lo que las convierte en un bioindicador más sensible de la contaminación ambiental y alimentaria en comparación con las aves de ciclo corto (Duarte et al., 2011; Murugesan et al., 2015).

Con este panorama, Lima Norte se eligió como área de estudio porque concentra algunos de los distritos con mayor número de mercados de abasto de Lima Metropolitana, como San Martín de Porres y Comas, que en conjunto forman parte del 40% de la oferta total en la capital (La República, 2024). Esta concentración convierte a la zona en un eje estratégico del comercio minorista de alimentos y, por tanto, en un punto clave para evaluar la posible exposición a micotoxinas. A su vez, se consideraron como mercados formales aquellos registrados en el último Censo Nacional de Mercados de Abasto (MINSA,

2016), lo que permitió trabajar con un marco de referencia oficial y estandarizado. Estos mercados cumplen un rol central en la distribución de alimentos frescos a precios accesibles, y en ellos el hígado de gallina se expende generalmente a granel, favoreciendo su consumo frecuente en sectores de ingresos medios y bajos (La República, 2024). Sin embargo, hasta la fecha no existen reportes que confirmen la presencia de OTA en este producto, lo que refuerza la pertinencia de realizar estudios orientados a evaluar su inocuidad en este contexto.

La ocratoxina A (OTA) es un subproducto tóxico de los hongos, y su capacidad para adaptarse a diferentes niveles de temperatura y humedad facilita su presencia en diversos entornos. Destaca su relevancia en los alimentos balanceados y sus materias primas, ya que son medios propicios para la presencia de esta micotoxina. Los animales que consumen estos alimentos pueden experimentar lesiones, tales como el síndrome nefrótico o daño hepático, y acumular OTA en sus subproductos como huevos, hígados, leche o carne. Como resultado, los seres humanos que se alimentan de estos productos podrían enfrentar las mismas lesiones mencionadas anteriormente (Gimeno y Ligia, 2011).

El objetivo del presente estudio es evaluar la presencia de OTA en subproductos de consumo humano, considerando el impacto de dicha micotoxina sobre la salud de las personas y la creciente preocupación internacional por las micotoxinas en alimentos. Además, se debe tener presente que no se han registrado valores mínimos permitidos para la concentración de OTA

específicamente en subproductos avícolas como los hígados de gallina. Los hallazgos obtenidos serán beneficiosos para replantear las regulaciones actuales y aumentar la conciencia sobre los riesgos para la salud asociados con la presencia de OTA en los alimentos. Contribuyendo así a la vigilancia y control de dicha micotoxina y a la inocuidad alimentaria en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Lugar de estudio

Las muestras fueron recolectadas en los mercados de los distritos de Lima Norte como Puente Piedra, Comas, San Martín de Porres, Los Olivos, Santa Rosa, Carabaylo, Ancón e Independencia. Las mismas fueron procesadas y analizadas en las instalaciones de los Laboratorios de Investigación y Desarrollo de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

2. Tipo de estudio

La investigación corresponde a un estudio exploratorio de tipo descriptivo de corte transversal.

3. Población objetivo y tamaño de la muestra

La población de estudio fueron las vísceras (hígados) de gallinas que se comercializan en mercados de Lima Norte para consumo humano.

La primera fase del estudio fue seleccionar las áreas de muestreo. Se utilizó un diseño de muestreo estratificado proporcional, considerando como estratos a los ocho distritos que conforman Lima Norte (cuadro 1). Este método permitió mejorar la cobertura geográfica y reducir el sesgo asociado a la variabilidad entre mercados, dentro de los límites presupuestales. Se decidió que el número de mercados seleccionados fueran 36 de los 306 mercados identificados en la zona del estudio

(Cuadro 1) (MINSA, 2016), número que representó un balance entre la necesidad de abarcar todos los distritos y la viabilidad logística y económica del estudio.

La proporción de mercados a evaluar en cada distrito se obtuvo aplicando la fórmula:

$$n_h = \frac{N_h}{N} \times n$$

Donde n_h es el número de mercados a evaluar en cada distrito, N_h el número total de mercados en el distrito, N el total de mercados en Lima Norte y n el tamaño muestral (36 mercados). Por ejemplo, en el distrito de San Martín de Porres, que cuenta con 118 mercados, el cálculo fue:

$$n_h = (118/306) \times 36 = 13.88$$

Lo que se redondeó a 14 mercados. Este mismo procedimiento se replicó en todos los distritos incluidos en el estudio. Sin embargo, el distrito de Santa Rosa, con solo 2 mercados, tuvo un valor proporcional menor a uno, lo que hubiera implicado su exclusión. Para garantizar la representatividad geográfica se decidió incluir forzosamente un mercado de Santa Rosa. Para mantener el tamaño total de 36 unidades, se ajustaron ligeramente los valores asignados a otros distritos con mayor representación.

La segunda fase del estudio consistió en determinar el número de muestras de hígados por mercado. Para este cálculo se aplicó la fórmula de detección de enfermedades en poblaciones de tamaño desconocido (Blas & Muniesa, 2006). Para el cálculo de esta fórmula, se asumió una prevalencia mínima esperada del 50% y un nivel de confianza del 95%, debido a la ausencia de estudios previos sobre la presencia de OTA en hígado de gallina. El resultado nos indicó que se necesitaba recolectar 5 hígados por mercado, los cuales se agruparon para formar un pool representativo en cada uno de los 36 puntos de muestreo. En total se obtuvieron 36 pools de hígados, que constituyeron las muestras enviadas a análisis.

Cuadro 1. Distritos de Lima Norte. Número total de mercados por cada distrito en Lima Norte según el último Censo Nacional de Mercados de Abastos en Perú 2016. Número de mercados a evaluar en cada distrito. Corrección del número de mercados a evaluar en cada distrito, con la finalidad de incluir por lo menos un mercado en cada distrito.

Distrito	Nº de mercados por distrito	$nh = (Nh / N) \times n$	Corregido
Ancón	8	1	1
Carabayllo	25	3	3
Santa Rosa	2	0,24	1
Comas	47	6	4
Independencia	20	2	2
Los Olivos	56	7	7
Puente Piedra	30	4	4
San Martín de Porres	118	14	14
TOTAL	306	36	36

Cuadro 2. Número de identificación asignado a cada mercado para la selección aleatoria. Distrito al que pertenece el mercado seleccionado. Código asignado a cada mercado para su procesamiento en laboratorio. Mercado elegido de forma aleatoria para ser evaluado.

N°	DISTRITO	Código de laboratorio	NOMBRE DEL MERCADO
8	ANCON	ANC-1	MERCADO 8 DE ENERO
2	CARABAYLLO	CAR-1	MERCADO SIEMPRE VIVA
13	CARABAYLLO	CAR-2	MERCADO SAN PEDRO
25	CARABAYLLO	CAR-3	MERCADO LA FRONTERA
2	SANTA ROSA	STAR-1	MERCADO LOS GIRASOLES
2	COMAS	COM-1	SANTA BEATRIZ
13	COMAS	COM-2	MERCADO HUAQUILLAY
14	COMAS	COM-3	SANTA ROSA
32	COMAS	COM-4	VIRGEN DEL CARMEN
8	INDEPENDENCIA	IND-1	OVALO DE NARANJAL
13	INDEPENDENCIA	IND-2	MIGUEL GRAU
5	LOS OLIVOS	LOS-1	MERCADO MERCANTIL
6	LOS OLIVOS	LOS-2	COMERCIAL VILLASOL
12	LOS OLIVOS	LOS-3	MERCADO CARLOS CUETO FERNANDINI
16	LOS OLIVOS	LOS-4	MINIMERCADO 19 DE ENERO
20	LOS OLIVOS	LOS-5	MERCADO LA MANA
28	LOS OLIVOS	LOS-6	MERCADO DE ABASTOS HUANDOY
44	LOS OLIVOS	LOS-7	MERCADO PROGRESO
1	PUENTE PIEDRA	PTE-1	MERCADO 15 DE JUNIO
12	PUENTE PIEDRA	PTE-2	MERCADO EL DORADO
14	PUENTE PIEDRA	PTE-3	MERCADO MODELO CHILLON
28	PUENTE PIEDRA	PTE-4	MERCADO NRO 1

19	SAN MARTIN DE PORRES	SAN-1	LOS CIPRESES
20	SAN MARTIN DE PORRES	SAN-2	MERCADO VIRGEN DE LA PUERTA
25	SAN MARTIN DE PORRES	SAN-3	EL MILAGRO
37	SAN MARTIN DE PORRES	SAN-4	MERCADO LA CAPULLANA
46	SAN MARTIN DE PORRES	SAN-5	MERCADO LA LUZ DE VIPOL
50	SAN MARTIN DE PORRES	SAN-6	MERCADO VIRGEN DE FATIMA
55	SAN MARTIN DE PORRES	SAN-7	ASOCIACION DE COMERCIANTES EBENEZER
	SAN MARTIN DE PORRES	SAN-8	MERCADO PEDRO PAULET
67	SAN MARTIN DE PORRES	SAN-9	LA UNION
68	SAN MARTIN DE PORRES	SAN-10	MERCADO EL OLIVAR
81	SAN MARTIN DE PORRES	SAN-11	MERCADO VIRGEN DE LA PUERTA
85	SAN MARTIN DE PORRES	SAN-12	MARTIR OLAYA
98	SAN MARTIN DE PORRES	SAN-13	MERCADO EL CHACO
109	SAN MARTIN DE PORRES	SAN-14	MERCADO PRODUCTOS FIORI 2DA ETAPA

4. Criterios de inclusión y exclusión

Con respecto a los distritos Lima Norte, se incluyeron todos aquellos que contaban con mercados priorizados en el último Censo Nacional de Mercados de Abastos realizado en 2016.

Con respecto a las muestras de hígados de gallina, como criterio de

inclusión se consideró:

- Todos los hígados provenientes de gallinas que fueron sacrificadas el mismo día de la colecta.
- Hígados que presentaron un olor fresco, color marrón-rojizo, y textura firme al tacto, propios del producto.

Se consideró como criterios de exclusión:

- Todos aquellos hígados que presenten lesiones como hendiduras, quistes o lesiones ajenas a su conformación normal.

No fue necesario establecer criterios de eliminación debido a que todas las muestras recolectadas que cumplieron los criterios de inclusión llegaron en condiciones adecuadas y fueron procesadas satisfactoriamente en el laboratorio.

5. Recolección de muestras

Las muestras fueron recolectadas de manera que se asegurara la representatividad dentro de cada mercado, cumpliendo siempre con los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos.

- i. Colecta de muestra: se visitaron los mercados seleccionados a primeras horas de la mañana, es decir, a las 6:00 AM, con la finalidad de conseguir las muestras más frescas. En aquellos mercados con varios puestos que vendían hígados de gallina, se aplicó un procedimiento de selección sistemática: se recorrió el mercado siguiendo el flujo natural de los pasillos y se adquirió un hígado en cada puesto que lo ofrecía, hasta completar las cinco unidades necesarias por mercado, contemplando incluir puestos

de inicio a fin. Este método permitió incluir a distintos vendedores y disminuir el sesgo de selección. En los mercados con menor número de puestos, como Santa Rosa, donde únicamente se identificó un vendedor con disponibilidad, los cinco hígados fueron adquiridos en ese único punto de venta.

- ii. Se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los hígados de mejor calidad
- iii. Las muestras recolectadas fueron colocadas en bolsas plásticas herméticamente cerradas y rotuladas con la información correspondiente.
- iv. Posteriormente se almacenaron en un cooler con packs de hielos gel, manteniendo una temperatura entre 0–4 °C, la cual fue monitoreada constantemente con un termómetro digital, de este modo se garantizó su correcto transporte.

Bajo estas condiciones, las muestras fueron trasladadas hasta los Laboratorios de Investigación y Desarrollo de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, donde se congelaron hasta su análisis.

6. Procesamiento de muestras

Pasos desarrollados:

- i. Las muestras de hígado fueron descongeladas y llevadas a temperatura ambiente antes de su procesamiento.
- ii. Se procedió a retirar restos de grasa y tejidos que no corresponden a la matriz de interés.
- iii. Se tomaron 100 gramos de tejido hepático por muestra, los cuales

fueron homogeneizados utilizando un equipo especializado.

- iv. Para la extracción de ocratoxina A, se pesó una porción del hígado en tubos de polipropileno de 50 mL y se agregó una solución de acetonitrilo y agua. Esta mezcla fue agitada en un vortex a 2000 revoluciones por minuto y luego centrifugada a 5000 rpm durante 10 minutos. El sobrenadante obtenido se transfirió a otro tubo para una limpieza con hexano, con el objetivo de eliminar residuos grasos.
- v. Se realizó una segunda centrifugación bajo las mismas condiciones y se descartó la fase orgánica.
- vi. El extracto se sometió a un paso adicional de purificación utilizando una combinación de sorbentes C18 y PSA.
- vii. Tras una nueva centrifugación, el sobrenadante fue filtrado empleando una jeringa con filtro de membrana de 0.22 μm y finalmente transferido a viales de 2 mL.
- viii. Estas muestras purificadas fueron enviadas para su análisis mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas triple cuadrupolo (UPLC-MS/MS).

El análisis se realizó en el Laboratorio de Control de Calidad y Seguridad Alimentaria del CITE Acuícola – Universidad Peruana Cayetano Heredia, empleando cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas triple cuadrupolo (UPLC-MS/MS), técnica reconocida por su sensibilidad y especificidad en la detección de micotoxinas como la ocratoxina A (OTA). El límite de cuantificación (LC) establecido fue de

0.80 µg/kg, valor definido por el propio laboratorio en función de la validación interna de su método analítico para la matriz "hígado de gallina". Este umbral representa la mínima concentración de OTA que puede medirse con fiabilidad bajo las condiciones del ensayo, garantizando precisión sin riesgo de falsos positivos ni interpretaciones erróneas.

7. Bioseguridad

Durante las etapas de recolección y transporte, se procuró mantener siempre la bioseguridad del investigador y el buen estado de las muestras. Para no despertar desconfianza en los vendedores y poder comprar los hígados sin problemas, el investigador acudió a los mercados vestido como cualquier cliente. Una vez adquiridas, las muestras se colocaron fuera de los locales en bolsas herméticas, debidamente rotuladas, y se conservaron en coolers previamente desinfectados con amonio cuaternario, para evitar posible contaminación cruzada. Así mismo, fueron calibrados para mantener la temperatura adecuada entre 0–4 °C. Durante la manipulación se usaron guantes de nitrilo y mascarilla, de modo que no hubiera contacto directo con los tejidos. Al terminar el transporte, tanto los coolers como los termómetros y las superficies que tuvieron contacto con las muestras fueron desinfectados nuevamente con amonio cuaternario, asegurando condiciones higiénicas para futuros usos. Finalmente, en los Laboratorio de Investigación y Desarrollo de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, las muestras fueron procesadas bajo los protocolos institucionales de bioseguridad.

8. Análisis de datos

No fue necesario el uso de herramientas de análisis estadístico, ya que todos los resultados obtenidos estuvieron por debajo del límite de cuantificación (0,80 µg/kg) y se registraron como “No Detectable”. Por este motivo, la información se organizó únicamente en tablas descriptivas, las cuales muestran de manera clara y resumida el comportamiento uniforme de las muestras, facilitando su lectura e interpretación en la sección de resultados.

9. Consideraciones éticas

El estudio se registró en SIDISI y recibió aprobación del Comité Institucional de Ética para el Uso de los Animales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CAR-DURI-O-5425 CIEA).

RESULTADOS

Con respecto a los resultados, se buscaba cuantificar los niveles de OTA presentes en hígados de gallinas comercializados en mercados formales de Lima Norte, no se detectaron niveles cuantificables de la micotoxina. Todos los valores se encontraron por debajo del límite de cuantificación establecido en el estudio (0,80 µg/kg), por lo que se registraron como no detectables (ND) en cada uno de los pools analizados.

Cuadro 3. Código de identificación para la recolección. Códigos asignados por el laboratorio. Resultados obtenidos para ocratoxina A (OTA).

Código de Cliente	Código de Laboratorio	Resultado OTA (µg/kg)
ANC1	049-01	<0,80ug/kg ND
CAR1	049-02	<0,80ug/kg ND
CAR2	049-03	<0,80ug/kg ND
CAR3	049-04	<0,80ug/kg ND
STAR1	049-05	<0,80ug/kg ND
COM1	049-06	<0,80ug/kg ND
COM2	049-07	<0,80ug/kg ND
COM3	049-08	<0,80ug/kg ND
COM4	049-09	<0,80ug/kg ND
IND1	049-10	<0,80ug/kg ND
IND2	049-11	<0,80ug/kg ND
LOS1	049-12	<0,80ug/kg ND
LOS2	049-013	<0,80ug/kg ND
LOS3	049-14	<0,80ug/kg ND
LOS4	049-15	<0,80ug/kg ND
LOS5	049-16	<0,80ug/kg ND

LOS6	049-17	<0,80ug/kg ND
LOS7	049-18	<0,80ug/kg ND
PTE1	049-19	<0,80ug/kg ND
PTE2	049-20	<0,80ug/kg ND
PTE3	049-21	<0,80ug/kg ND
PTE4	049-22	<0,80ug/kg ND
SAN1	049-23	<0,80ug/kg ND
SAN2	049-024	<0,80ug/kg ND
SAN3	049-25	<0,80ug/kg ND
SAN4	049-26	<0,80ug/kg ND
SAN5	049-27	<0,80ug/kg ND
SAN6	049-28	<0,80ug/kg ND
SAN7	049-29	<0,80ug/kg ND
SAN8	049-30	<0,80ug/kg ND
SAN9	049-31	<0,80ug/kg ND
SAN10	049-32	<0,80ug/kg ND
SAN11	049-33	<0,80ug/kg ND
SAN12	049-34	<0,80ug/kg ND
SAN13	049-35	<0,80ug/kg ND
SAN14	049-36	<0,80ug/kg ND

*ND: No detectable

Con respecto al objetivo de identificar la proporción de muestras de hígados de gallinas que superan los límites máximos permisibles de OTA establecidos en el Codex Alimentarius, los resultados mostraron que ninguno de los 36 pools analizados superó dicho valor de referencia, representando una frecuencia absoluta de 0 y una frecuencia relativa de 0%.

Cuadro 4. Proporción de muestras que superan los límites máximos permisibles de OTA.

Total de muestras analizadas	Muestras que superan LMP	% que superan LMP
36	0	0%

DISCUSIÓN

En este estudio se analizaron 36 muestras de hígado de gallina procedentes de mercados formales de Lima Norte y en todos los casos se encontraron valores por debajo del límite de cuantificación del método (0,80 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Este hallazgo indica que, al momento del muestreo, no se evidenció una exposición significativa a OTA a través de este subproducto, siendo un resultado favorecedor desde el punto de vista de la inocuidad alimentaria y la salud pública.

La interpretación de estos resultados debe considerar tanto factores metodológicos como productivos. En primer lugar, el límite de cuantificación del método UPLC-MS/MS marca un umbral técnico que no permite descartar completamente la presencia de trazas de OTA en concentraciones inferiores a 0,80 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Cabe resaltar que este valor se definió por el laboratorio en relación a la validación interna del método para la matriz, la cual fue, hígado de gallina, garantizando precisión y confiabilidad analítica. Por ende, aunque no se detectaron niveles cuantificables de OTA, no se puede descartar la existencia de OTA en cantidades muy bajas, sin relevancia toxicológica.

Desde el punto de vista biológico, la ausencia de detección también puede explicarse por la farmacocinética de la OTA en las aves. Si bien esta micotoxina presenta alta afinidad por la albúmina sérica, lo que prolonga su permanencia en el organismo y favorece su acumulación en órganos como

hígado y riñón, también es cierto que su biodisponibilidad en el tejido hepático puede verse limitada por procesos de biotransformación y eliminación los cuales se ven reflejados en su distribución tisular y en su semivida biológica (Battacone et al., 2010). Estos mecanismos metabólicos contribuyen a reducir la probabilidad de hallar concentraciones detectables en el hígado, especialmente cuando la exposición es baja o intermitente (Murugesan et al., 2015; Battacone et al., 2010).

Un aspecto central para explicar los resultados obtenidos es la posible baja o nula presencia de OTA en los principales insumos utilizados en la alimentación de gallinas ponedoras, como el maíz, la soya y los subproductos de trigo (Streit et al., 2013; Castro et al., 2015). La calidad de las materias primas, las condiciones de almacenamiento y los sistemas de control implementados por las empresas avícolas influyen directamente en la carga de micotoxinas del alimento balanceado (FAO, 2004; Eskola et al., 2019). En este sentido, si los insumos presentaban niveles mínimos de contaminación, es esperable que la transferencia de OTA hacia los tejidos de las aves haya sido igualmente baja, dando lugar a concentraciones indetectables en los hígados analizados (Duarte et al., 2011).

Asimismo, debe considerarse el uso generalizado de secuestrantes de micotoxinas en la alimentación avícola comercial. Estos aditivos se emplean de forma rutinaria para prevenir los efectos tóxicos de micotoxinas ampliamente reconocidas como la aflatoxina, la fumonisina y el deoxinivalenol (Castro et al., 2015; Guerrero & Parreño, 2018; Streit et al.,

2013). La inclusión de estos secuestrantes no solo reduce la biodisponibilidad de dichas micotoxinas, también puede disminuir la absorción intestinal de OTA, aun cuando esta no sea el principal objetivo del aditivo, como consecuencia de mecanismos de adsorción física y reducción de la fracción disponible para su paso al torrente sanguíneo (Murugesan et al., 2015; Serrano & Cardona, 2015). En consecuencia, el uso continuo de estos productos podría haber contribuido de manera significativa a la ausencia de OTA detectable en los hígados evaluados.

Otro factor relevante es el empleo de aditivos mejoradores de la función hepática en la producción avícola moderna. Sustancias como hepatoprotectores, antioxidantes y promotores de la detoxificación hepática son incorporadas con frecuencia en las dietas para optimizar el rendimiento productivo y la salud de las aves particularmente en sistemas intensivos de producción (Gimeno & Lúgia, 2011; Serrano & Cardona, 2015). Estos compuestos pueden favorecer los procesos de biotransformación y eliminación de toxinas, incluyendo micotoxinas al modular la actividad enzimática hepática y reducir el estrés oxidativo asociado a la exposición crónica, lo que contribuye a disminuir su acumulación en órganos diana como el hígado (Duarte et al., 2011; Serrano & Cardona, 2015). En este contexto, la combinación de alimentos balanceados de mejor calidad, secuestrantes de micotoxinas y aditivos hepatoprotectores podría explicar de manera completa los resultados negativos observados.

Al comparar los resultados del presente estudio con investigaciones

internacionales, se muestran discrepancias notables. En Italia (Giancarlo et al. 2011) detectaron concentraciones promedio de 1,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de OTA en hígado tras una exposición experimental controlada. En Pakistán (Iqbal et al. 2014) reportaron OTA en el 41% de hígados de gallina comercializados en mercados, mientras que en Irak (Murad, 2015) halló positividad en el 56,6% de los hígados analizados. Estas diferencias podrían explicarse por factores como, la calidad y el control sanitario de los alimentos balanceados, las condiciones ambientales que favorecen el crecimiento fúngico, las prácticas de almacenamiento de granos, el grado de implementación de secuestrantes y aditivos en la dieta, así como diferencias genéticas y fisiológicas entre las poblaciones de aves.

El presente estudio también presenta limitaciones que deben ser consideradas. La principal fue de carácter presupuestal, ya que el costo del análisis de laboratorio fue elevado, lo que impidió realizar un segundo muestreo que hubiera permitido reforzar la consistencia de los hallazgos. Adicionalmente, el muestreo fue de tipo transversal, representando únicamente un momento específico en el tiempo, sin posibilidad de evaluar variaciones estacionales en la contaminación por OTA. Tampoco se incluyeron mercados informales, lo que reduce la representatividad de los resultados a otros contextos de comercialización. Finalmente, aunque el método analítico empleado es altamente sensible y específico, no se descarta la existencia de trazas por debajo del límite de cuantificación.

Desde el punto de vista de la salud pública, los resultados son alentadores, ya

que sugieren que, al menos en los mercados formales de Lima Norte y en el periodo evaluado, el riesgo de exposición a OTA a través del consumo de hígado de gallina es bajo. Sin embargo, la ausencia de detección no debe interpretarse como una ausencia absoluta de riesgo, sino más bien como un indicio de que los niveles actuales, de existir, se encuentran por debajo de umbrales de preocupación toxicológica.

Se recomienda que futuros estudios amplíen la cobertura a mercados informales y a diferentes épocas del año, incluyan un mayor número de muestras y evalúen otros órganos como riñón, músculo y grasa, que también pueden ser sitios de acumulación de OTA. Asimismo, sería pertinente analizar directamente los alimentos balanceados y sus principales insumos (maíz, soya y subproductos de trigo) utilizados en la alimentación de gallinas ponedoras, así como documentar el uso de secuestrantes de micotoxinas y aditivos hepatoprotectores en las granjas proveedoras. Estas estrategias permitirían obtener un panorama más integral sobre la exposición real a OTA en la cadena alimentaria avícola y fortalecer la vigilancia y control de esta micotoxina en el contexto peruano.

CONCLUSIONES

- Ninguna de las 36 muestras de hígados de gallina recolectadas en mercados formales de Lima Norte presentó niveles cuantificables de ocratoxina A, encontrándose todas por debajo del límite de cuantificación del método empleado (0,80 $\mu\text{g}/\text{kg}$), lo que indica un bajo riesgo de exposición a esta micotoxina a través del consumo de este subproducto en las condiciones y periodo evaluados.
- El presente estudio constituye el primer antecedente en el Perú sobre la evaluación de ocratoxina A en hígados de gallina destinados al consumo humano, generando evidencia científica que puede ser utilizada como referencia en investigaciones posteriores y en el diseño de estrategias de vigilancia alimentaria.

BIBLIOGRAFÍA

1. AFHSE. (2015). *Recomendaciones para la prevención, el control y la vigilancia de las micotoxinas en las fábricas de harinas y sémolas*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/textomicotoxinas18122015_completorev_nipo_tcm30-57870.pdf
2. Arbaiza, T., Córdova, A., Icochea, E., & Cutti, H. (2009). Detección de residuos de aflatoxinas en hígado de pollo en mercados de Lima. *Revista de Investigación UNMSM*, 12(1). <https://doi.org/10.15381/ci.v12i1.3385>
3. Bain, M. M., Nys, Y., & Dunn, I. C. (2016). Increasing persistency in lay and stabilising egg quality in longer laying cycles: What are the challenges? *British Poultry Science*, 57(3), 330–338. <https://doi.org/10.1080/00071668.2016.1161727>
4. Battacone, G., Nudda, A., & Pulina, G. (2010). Effects of ochratoxin A on livestock production. *Toxins*, 2(7), 1796–1824. <https://doi.org/10.3390/toxins2071796>
5. Blas, N., & Muniesa, A. (2006). *Working in epidemiology*. Winepi. <http://www.winepi.net/index.php>
6. Castro, J., Alvarado, A., Koga, Y., & Tinoco, R. (2015). Cuantificación de micotoxinas en ingredientes alimenticios utilizados en la dieta de aves comerciales. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(4), 558–564. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i4.11209>
7. Codex Alimentarius Commission. (2024). *General standard for contaminants and toxins in food and feed (Codex Stan 193-1995, Rev. 2024)*. FAO/WHO. https://workspace.fao.org/sites/codex/Standards/CXS_193-1995/CXS_193e.pdf

8. Duarte, S. C., Lino, C. M., & Pena, A. (2011). Ochratoxin A in feed of food-producing animals: An undesirable mycotoxin with health and performance effects. *Veterinary Microbiology*, 154(1–2), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2011.06.005>
9. Eskola, M., Kos, G., Elliott, C. T., Hajšlová, J., Mayar, S., & Krska, R. (2019). Worldwide contamination of food-crops with mycotoxins: Validity of the widely cited ‘FAO estimate’ of 25%. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(16), 2773–2789. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1658570>
10. FAO. (2004). *Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003* (FAO Food and Nutrition Paper No. 81). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
11. García, C. (2008). *Análisis de aflatoxinas y ocratoxina A en alimento y evaluación de la ingesta poblacional* [Tesis doctoral, Universidad de Valencia]. <https://rodrigo.uv.es/bitstream/handle/10550/15889/cristinaj.pdf?sequence=1>
12. Giancarlo, B., Elisabetta, B., Edmondo, C., Valeriana, C., & Giuseppina, T. (2011). Determination of ochratoxin A in eggs and target tissues of experimentally drugged hens using HPLC–FLD. *Food Chemistry*, 126(3), 1278–1282. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.070>
13. Gimeno, A., & Lúgia, M. (2011). *Micotoxinas y micotoxicosis en animales y humanos* (3.a ed.). Special Nutrients, Inc. <https://specialnutrients.com/pdf/book/3%20edicion%20MICOTOXINAS%20LR%20Secure.pdf>
14. Guevara, I. (2021). *Cuantificación de hongos y micotoxinas en alimentos balanceados provenientes de establecimientos avícolas de la provincia de Coronel Portillo, Ucayali* [Tesis de título profesional, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].

- https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16221/Guevara_ai.pdf?sequence=3&isAllowed=y
15. Guerrero, A., & Parreño, J. (2018). Determinación de micotoxinas por el método de ELISA en soya para aves en producción en la provincia de Chincha, año 2016. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 84(1), 27–39. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v84n1/a04v84n1.pdf>
 16. Guerrini, A., Altafini, A., & Roncada, P. (2020). Assessment of ochratoxin A exposure in ornamental and self-consumption backyard chickens. *Veterinary Sciences*, 7(1), 18. <https://doi.org/10.3390/vetsci7010018>
 17. Heussner, A. H., Dietrich, D. R., & O'Brien, E. (2006). In vitro investigation of individual and combined cytotoxic effects of ochratoxin A and other selected mycotoxins on renal cells. *Toxicology in Vitro*, 20(3), 332–341. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2005.08.003>
 18. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2012). *Perú: Consumo per cápita de los principales alimentos 2008–2009*. Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares (ENAPREF). https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1028/cap01.pdf
 19. Iqbal, S., Rafique, S., & Jinap, S. (2014). Incidencia natural de aflatoxinas, ocratoxina A y zearalenona en la carne y los huevos de pollo. *Food Control*, 43, 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.02.046>
 20. La República. (2024, febrero 6). Descubre cuál es el distrito de Lima Metropolitana con mayor cantidad de mercados de abastos. <https://larepublica.pe/datos-lr/respuestas/2024/02/06/cual-es-el-distrito-de-lima-metropolitana-que-tiene-la-mayor-cantidad-de-mercados-de-abastos-evat-115446>

21. Lozano Bárcenas, J. (2016). *Presencia de micotoxinas en alimentos para consumo animal en México, periodo 2011–2015* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Querétaro]. <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/643/1/RI003753.pdf>
22. Martínez, C., & Chaves, D. (2018). Ocratoxinas y su potencial nefrotóxico. *Revista de Nefrología, Diálisis y Trasplantes*, 1. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2346-85482019000100009
23. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2016). *Número de mercados activos según el Censo Nacional de Mercados de Abastos*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/1108581-censo-nacional-de-mercados-y-lista-de-mercados-priorizados>
24. MINSA. (2023). *Guía técnica: Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro en niñas, niños y adolescentes*. Ministerio de Salud del Perú.
25. Murad, H. O. M. (2015). Levels of ochratoxin A in chicken livers and meat at Sulaimani City markets. *International Journal for Sciences and Technology*, 10(4), 60–64. <https://doi.org/10.12816/0024587m>
26. Murugesan, G. R., Ledoux, D. R., Naehrer, K., Berthiller, F., Applegate, T. J., Grenier, B., & Schatzmayr, G. (2015). Prevalence and effects of mycotoxins on poultry health and performance, and recent development in mycotoxin counteracting strategies. *Poultry Science*, 94(6), 1298–1315. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4988553/>
27. Ravelo Abreu, A., Rubio Armendáriz, C., Gutiérrez Fernández, A. J., & Hardisson de la Torre, A. (2011). La ocratoxina A en alimentos de consumo humano: Revisión. *Nutrición Hospitalaria*, 26(6), 831–840.

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112011000600004

28. Rossi, G. (2025). Determinación de Fe, Se, As, Cd, Hg y detección de antibióticos en hígado del pollo de engorde consumido en la Región de Arequipa, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 36(1), e25816.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v36i1.25816>
29. Serrano, H., & Cardona, N. (2015). Micotoxicosis y micotoxinas: Generalidades y aspectos básicos. *CES Medicina*, 29(1), 143–152.
<http://www.scielo.org.co/pdf/cesm/v29n1/v29n1a12.pdf>
30. Streit, E., Naehrer, K., Rodrigues, I., & Schatzmayr, G. (2013). Mycotoxin occurrence in feed and feed raw materials worldwide: Long-term analysis with special focus on Europe and Asia. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(12), 2892–2899.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.6225>
31. Zavaleta, N., & Respicio, G. (2010). *Importancia del hierro en la alimentación infantil: Hígado y sangrecita*. Instituto de Investigación Nutricional (IIN).