

Prevalencia de *aspergillus* sp. Y *penicillium* sp. En concentrados para aves de corral comercializados a granel en el mercado público de valledupar.

KRISS KATHERINE BRIÑEZ FLÓREZ

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

PROGRAMA DE MICROBIOLOGÍA

VALLEDUPAR

2025

Tabla de contenido

Resumen	6
Palabras clave: avicultura, inocuidad, prevalencia, concentrados a granel, <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i>	6
Summary	7
<i>Keywords:</i> poultry farming, safety, prevalence, bulk concentrates, <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i>	7
Introducción	8
1. Problema en estudio	10
1.1. Título del estudio	10
1.2. Planteamiento del problema	10
1.3. Justificación	12
1.4. Objetivos	15
1.4.1. Objetivo General	15
1.4.2. Objetivos específicos	16
2. Marco teórico	¡Error! Marcador no definido.
2.1. Marco conceptual	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1. Aves de corral	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.1. <i>Etapas productivas</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.2. <i>Alimentación</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.3. <i>Condiciones óptimas de almacenamiento</i>	¡Error! Marcador no definido.

2.1.2. <i>Aspergillus</i> spp.	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2.1. <i>Taxonomía</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2.2. <i>Características generales</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2.3. <i>Factores que favorecen su crecimiento</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.1.3. <i>Penicillium</i> sp.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.3.1. <i>Taxonomía</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.1.3.2. <i>Características generales</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.1.3.3. <i>Factores que favorecen su crecimiento</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2. Antecedentes y/o estado del arte.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3. Bases teóricas, legales, principios, Teorías – paradigmas....	¡Error! Marcador no definido.

definido.

3. Metodología	17
3.1. Tipo de estudio y línea de investigación	17
3.2. Universo	17
3.2.1. <i>Localización del estudio</i>	17
3.2.2. <i>Población (N)</i>	18
3.3. Diseño metodológico:	19
3.3.1. <i>Unidad de análisis</i>	19
3.3.1.1. <i>Recolección de las muestras</i>	19
3.3.1.2. <i>Preparación y dilución</i>	19
3.3.1.3. <i>Siembra e incubación</i>	20
3.3.1.4. <i>Aislamiento</i>	21
3.4. Técnica de análisis de resultados:	21

4. Resultados y discusión	23
4.1. Identificación de <i>Aspergillus</i> sp. y <i>Penicillium</i> sp	23
4.2. Prevalencia de los géneros <i>Aspergillus</i> y <i>Penicillium</i> en los concentrados comercializados a granel según el tipo de formulación.....	25
5. Conclusiones	35
6. Recomendaciones	36
7. Bibliografía	37
8. Anexos	¡Error! Marcador no definido.

Índice de figuras

Figura 1. Plaza de mercado de la ciudad de Valledupar (Mercaupar Ltda)	17
Figura 2. Concentrados para aves según etapa productiva comercializados a granel en Valledupar.	18
Figura 3. Descripción de los géneros <i>Aspergillus</i> y <i>Penicillium</i> aislados	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4. Prevalencia de <i>Aspergillus</i> y <i>Penicillium</i> según etapa productiva (inicio y engorde).	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5. Recuento de los géneros <i>Aspergillus</i> y <i>Penicillium</i> en concentrados para aves de corral.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6. Estadística descriptiva de los recuentos de <i>Aspergillus</i> y <i>Penicillium</i>	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7. Recuentos fúngicos transformados según género de hongo y tipo de concentrado.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8. Recuento de mohos y levaduras en concentrados para aves de corral.....	¡Error! Marcador no definido.

Resumen

El propósito de esta investigación fue determinar la prevalencia de *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp. en concentrados comercializados a granel para aves de corral en el mercado de Valledupar, Cesar (Colombia). Para ello, se recolectaron muestras de concentrado en ocho establecimientos, considerando las etapas productivas de inicio y engorde. En total se analizaron 32 unidades experimentales mediante siembra inicial en medio Dicloran Rosa de Bengala con Cloranfenicol, se incubaron a 25 °C por cinco días y se realizó el recuento de colonias típicas. Posteriormente, cada colonia con morfología distintiva fue resembrada en PDA hasta lograr cultivos puros, que permitieron la observación macroscópica y microscópica de los hongos, para su identificación a través de claves taxonómicas. Los hallazgos revelaron que 19/32 unidades experimentales fueron positivas para hongos filamentosos de los géneros *Aspergillus* y/o *Penicillium*, con una prevalencia general de contaminación fúngica del 59,4 %. Por etapa, la prevalencia fue de 56,2 % en el concentrado de inicio y de 62,5 % en el de engorde. En cuanto a los géneros evaluados, *Aspergillus* presentó una mayor prevalencia (40,6 %) en comparación con *Penicillium* (25 %). Se identificaron tres especies de *Aspergillus*: *A. flavus* (52,6 %), *A. niger* (36,8 %) y *A. fumigatus* (15,7 %). La prueba de Kruskal-Wallis no mostró diferencias significativas entre géneros ($p = 0,161$) ni entre etapas productivas ($p = 0,893$). No obstante, se evidenció que *Aspergillus* presentó un recuento promedio mayor en

ambas etapas. Todas las muestras analizadas cumplieron con los límites microbiológicos establecidos en la NTC 2107:2021 ($\leq 1,0 \times 10^5$ UFC/g).

Palabras clave: avicultura, inocuidad, prevalencia, concentrados a granel, *Aspergillus*, *Penicillium*

Summary

The purpose of this research was to determine the prevalence of *Aspergillus* sp. and *Penicillium* sp. in bulk feed concentrates for poultry sold in the market of Valledupar, Cesar (Colombia). To this end, feed concentrate samples were collected from eight establishments, considering the initial and fattening stages of production. A total of 32 experimental units were analyzed by initial inoculation in Dichloran Rose Bengal medium with Chloramphenicol, incubated at 25°C for five days, and typical colonies were counted. Subsequently, each colony with distinctive morphology was reseeded in PDA until pure cultures were obtained, which allowed macroscopic and microscopic observation of the fungi for identification using taxonomic keys. The findings revealed that 19/32 experimental units were positive for filamentous fungi of the genera *Aspergillus* and/or *Penicillium*, with an overall prevalence of fungal contamination of 59.4%. By stage, the prevalence was 56.2% in the starter concentrate and 62.5% in the finishing concentrate. Among the genera evaluated, *Aspergillus* had a higher prevalence (40.6%) compared to *Penicillium* (25%). Three species of *Aspergillus* were identified: *A. flavus* (52.6%), *A. niger* (36.8%), and *A. fumigatus* (15.7%). The Kruskal-Wallis test showed no significant differences between genera ($p = 0.161$) or between production stages ($p = 0.893$). However, *Aspergillus* was found to have a higher average count in both stages. All samples

analyzed complied with the microbiological limits established in NTC 2107:2021 ($\leq 1.0 \times 10^5$ CFU/g).

Keywords: poultry farming, safety, prevalence, bulk concentrates, *Aspergillus*, *Penicillium*.

Introducción

La avicultura se ha convertido en un pilar esencial para la alimentación global, dado que a través de ella se obtiene una parte fundamental de la proteína animal que consumen las personas, principalmente en forma de carne y huevos (Rodríguez & Perdomo, 2025). En Colombia, se ha evidenciado que en la última década el sector ha mantenido un aumento sostenido de la producción y consumo de proteína avícola, con aportes relevantes al PIB agropecuario y la generación de numerosas oportunidades laborales de manera directa e indirecta (Gómez, 2024). Entre el 2024 y 2025, los reportes muestran volúmenes cercanos a los 2,9 millones de toneladas de proteína avícola anuales y consumos per cápita de ± 35 kg de pollo y ± 340 huevos por persona/año, consolidando al país como actor destacado en la región (FENAVI, 2025). Esta expansión productiva depende de la implementación de prácticas sostenibles que contribuyan al bienestar de las aves, favoreciendo su salud y garantizando productos de mayor calidad (Bist et al., 2024) entre ellas la alimentación, cuyo manejo higiénico y condiciones de almacenamiento determinan la inocuidad a lo largo de la cadena (Castro, 2023).

El alimento para aves de corral constituye un sustrato altamente nutritivo, elaborado a partir de granos y subproductos como maíz, trigo y soya (Colorado & Cascavita, 2023), y, por ello, resulta altamente susceptible al deterioro microbiológico y a la colonización por hongos filamentosos (Buitrago & Palomino, 2023). El Código de Prácticas sobre Buena Alimentación Animal indica que la humedad, la temperatura, el oxígeno disponible y el tiempo de almacenamiento son factores clave que favorecen el desarrollo de hongos y síntesis de toxinas (FAO & IFIF, 2020); además, según Medina (2024), las micotoxinas son termoestables y pueden persistir o concentrarse tras el procesamiento.

Muñoz et al. (2024) señalan que la contaminación fúngica no solo compromete la calidad nutricional de los piensos, sino que puede desencadenar enfermedades infecciosas en las aves, reduciendo su consumo de alimento y repercutiendo negativamente en la productividad. Entre los géneros fúngicos más implicados están *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*, responsables de la producción de una serie de metabolitos secundarios tóxicos como las micotoxinas, que representan un riesgo potencial para la salud animal y humana (Institute Of Food Science And Technology, 2022).

Si bien en este estudio no se evaluó la presencia de micotoxinas, su mención resulta pertinente, ya que resalta la importancia de identificar los géneros fúngicos contaminantes, en especial *Aspergillus* y *Penicillium*, reconocidos productores de estos metabolitos secundarios. El aislamiento e identificación de estos hongos constituyen una fase diagnóstica esencial para estimar el riesgo de contaminación por micotoxinas y establecer medidas preventivas en la cadena de suministro de alimento avícola (Guevara et al., 2025).

1. Problema en estudio

1.1. Título del estudio

Prevalencia de *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp. en concentrados para aves de corral comercializados a granel en el mercado público de Valledupar.

1.2. Planteamiento del problema

La comercialización de los concentrados a granel puede exponerlos a condiciones ambientales que favorecen la proliferación de diversos microorganismos, especialmente en ausencia de controles adecuados durante el almacenamiento y la manipulación (Ogbu et al., 2023). Entre dichos factores destacan la humedad, altas temperaturas, el polvo y el tiempo prolongado de almacenamiento, los cuales contribuyen a crear un entorno favorable para el desarrollo de hongos (Sagñay, 2025). Su composición rica en carbohidratos, proteínas y lípidos también representa una fuente de nutrientes que facilita el crecimiento de bacterias, levaduras y hongos (Instituto Nacional de Salud, 2019). Dentro de estos microorganismos, las especies pertenecientes a los géneros *Penicillium* y *Aspergillus* son de particular importancia, ya que, además de deteriorar la calidad del alimento, tienen el

potencial de sintetizar micotoxinas, compuestos tóxicos que, al consumirlo las aves, pueden afectar su salud y productividad (World Health Organization, 2023).

Las aflatoxinas se encuentran entre las micotoxinas de mayor relevancia en la producción avícola, que son generadas principalmente por *Aspergillus parasiticus* y *Aspergillus flavus*, y la ocratoxina A, sintetizada por especies de *Aspergillus* y *Penicillium* (Malbrán & Mourellos, 2024). Ambas constituyen un riesgo significativo tanto para la sanidad aviar como para la salud pública.

En aves de corral, la ingestión de aflatoxinas puede provocar hepatotoxicidad, inmunosupresión, disminución en la tasa de crecimiento e incluso la muerte (Olariu et al., 2025). Por su parte, la ocratoxina A es nefrotóxica y puede inducir daño renal severo, afectando el desarrollo y la productividad de las aves (Instituto Nacional de Salud, 2019). Además, la aparición de micotoxinas en los alimentos balanceados puede generar residuos en productos finales como carne y huevos, representando una amenaza importante para la salud humana. El consumo crónico de aflatoxinas se ha asociado con el desarrollo de cáncer hepático, siendo clasificado como un agente carcinogénico del Grupo 1 por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (Dhakal et al., 2023). Por otro lado, la exposición a ocratoxina A se ha vinculado con enfermedades renales crónicas y posibles efectos neurotóxicos e inmunotóxicos en humanos (Więckowska et al., 2024).

Desde una perspectiva económica y productiva, la aparición de micotoxinas representa un riesgo significativo para la industria avícola. Según estimaciones recientes en la Revista Veterinaria Digital, las pérdidas anuales en este sector ascienden a 89.653 millones de dólares, de los cuales el 50 % son atribuibles directamente a la contaminación por micotoxinas (Borrell, 2023). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) calcula que estas toxinas son responsables de la pérdida de hasta 1.000 millones de toneladas de alimentos anualmente (FAO, 2025). Asimismo, en 2020, el laboratorio AMBiotec evidenció que el 65 % de las materias primas

provenientes de explotaciones con patologías digestivas y bajo rendimiento productivo superaban los límites máximos permitidos de micotoxinas. De estas, el 44 % contenía dos o más micotoxinas, siendo el DDGS de maíz, el trigo y el maíz los insumos con mayor diversidad de contaminantes (aviNews, 2022). Estas cifras reflejan el impacto negativo acumulativo que las micotoxinas tienen sobre la salud animal, la eficiencia productiva y la rentabilidad del sector.

Dado el impacto negativo de estas micotoxinas y la falta de estudios sobre la contaminación fúngica en concentrados comercializados a granel en Valledupar, es fundamental investigar la presencia y frecuencia de *Aspergillus* y *Penicillium* en estos alimentos. Este estudio permitirá identificar los riesgos microbiológicos asociados y contribuir a la seguridad alimentaria en la industria avícola local, protegiendo tanto la producción como la salud de los consumidores.

Por lo mencionado anteriormente, este trabajo pretende responder la siguiente pregunta: ¿Cuál es la prevalencia de *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp. en los concentrados para aves de corral comercializados a granel en el mercado público de Valledupar, según el tipo de formulación (inicio y engorde)?

1.3. Justificación

A nivel mundial, la avicultura es considerada una de las industrias más importantes en el sector agroalimentario, desarrollando un papel fundamental en la seguridad alimentaria y el desarrollo económico (Cuéllar, 2022). Según la FAO, la producción global de carne de ave superó los 133 millones de toneladas en 2020, lo que representa cerca del 40 % de la producción total de carne a nivel mundial. Asimismo, la producción de huevos alcanzó los 93 millones de toneladas en el mismo año, consolidándose como una fuente de proteínas de gran valor nutricional para la población mundial. En las últimas tres décadas,

la producción de huevo ha experimentado un crecimiento del 150 %, impulsado por la creciente demanda, mejoras en la genética de las aves, avances en la nutrición y optimización de los sistemas de producción (FAO, 2021). Estas cifras reflejan la importancia del sector avícola en la seguridad alimentaria del país y la necesidad de garantizar que los productos ofrecidos al consumidor cumplan con estándares de calidad e inocuidad. Este nivel de producción masiva también conlleva riesgos inherentes, como la exposición de los insumos alimenticios especialmente los concentrados a contaminantes microbiológicos durante su almacenamiento, transporte y manipulación. Entre estos, los hongos del género *Aspergillus* y *Penicillium* representan una amenaza particular, debido a su capacidad de producir micotoxinas que comprometen la salud animal y la seguridad alimentaria.

En Colombia, específicamente, la avicultura constituye el segundo sector más relevante de la producción agropecuaria, después de la ganadería, y representa un sector clave para la economía nacional, generando más de 350.000 empleos directos e indirectos (Bolsa mercantil de Colombia, 2023). En 2024, el país se ubicó en el undécimo puesto a nivel mundial en producción avícola, con un total de 1,82 millones de toneladas de carne de pollo. El consumo per cápita nacional alcanzó los 37 kg de carne de pollo por persona al año, mientras que el de huevo llegó a 342 unidades, con una producción nacional de aproximadamente 18.019 millones de huevos (Federación Nacional de Avicultores de Colombia FENAVI, 2024). Estas cifras reflejan la importancia del sector avícola en la seguridad alimentaria del país y la necesidad de asegurar la calidad y la inocuidad de los alimentos dirigidos al consumo humano.

Por otro lado, y de acuerdo con el Censo Avícola realizado por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, en el departamento del Cesar se registran 56 granjas avícolas, de las cuales 36 (64,29 %) están destinadas al engorde y 20 (35,71 %) a la producción de huevo. Dentro de este departamento, el municipio con mayor concentración

de granjas es Valledupar, con 11 establecimientos, representando el 19,64 % del total (FENAVI & Programa de Estudios Económicos, 2023). Esta distribución resalta el papel del Cesar en la producción avícola nacional y la relevancia de aplicar controles rigurosos para asegurar la calidad de los productos derivados de esta industria.

Dado el impacto económico y social de la avicultura en Colombia, es fundamental mantener la calidad e inocuidad de los insumos utilizados en la alimentación de las aves (Díaz et al., 2024). Uno de los principales desafíos en este aspecto es la contaminación del concentrado comercializado a granel, el cual puede ser un vehículo de hongos como *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp., capaces de producir micotoxinas que impactan negativamente en la salud de las aves y pueden tener repercusiones en la seguridad alimentaria (Khalifa et al., 2022). La presencia de estos microorganismos en el alimento avícola no solo compromete la producción y el rendimiento de las granjas, sino que también puede generar pérdidas económicas significativas debido a la reducción en la calidad de los productos avícolas (carne y huevos), así como a la necesidad de tratamientos veterinarios adicionales (Sillué, et al. 2021).

La identificación de estos hongos permitirá establecer medidas preventivas y de control, optimizando el manejo y almacenamiento de los insumos en las granjas y reduciendo el riesgo de contaminación en las diferentes etapas de la cadena productiva. A su vez, esto contribuirá a reducir el impacto ambiental derivado del desperdicio de alimento contaminado y la dispersión de esporas en el entorno, promoviendo prácticas sostenibles dentro del sector avícola. Además, dado que los hongos contaminantes pueden afectar otros sectores agroindustriales que dependen del uso de materias primas agrícolas, como la porcicultura y la ganadería (Jin & Wang, 2024), este estudio también proporcionará herramientas para fortalecer la seguridad en la producción de alimentos balanceados en general.

El desarrollo de este estudio aportará conocimientos fundamentales para el sector avícola, fortaleciendo las bases científicas para mejorar los controles de calidad y promoviendo prácticas que garanticen la inocuidad de los productos destinados al consumo humano. A largo plazo, la implementación de medidas basadas en los resultados obtenidos permitirá mejorar la eficiencia de la producción avícola, beneficiando tanto a los productores como a los consumidores, quienes podrán acceder a alimentos más seguros y de mejor calidad.

Además, esta investigación generará información de gran valor para la industria avícola, promoviendo el desarrollo de estrategias integrales de control que favorezcan la seguridad alimentaria, la salud pública y la sostenibilidad ambiental. También facilitará el diseño de políticas de vigilancia microbiológica para la industria avícola, contribuyendo al fortalecimiento de normativas sanitarias que aseguren la calidad de los productos destinados al mercado nacional e internacional.

En términos de impacto económico, este estudio permitirá reducir las pérdidas generadas por la contaminación de insumos avícolas, optimizando los recursos utilizados en la producción de carne y huevos. A nivel social, la prevención de patologías derivadas del consumo de alimentos contaminados beneficiará a los consumidores, reduciendo la incidencia de patologías de origen fúngico y contribuir al bienestar de la población. Finalmente, desde una perspectiva académica y científica, los hallazgos de este proyecto pueden servir como base para futuras investigaciones sobre el control microbiológico en la industria avícola.

Así, este estudio no solo contribuirá al bienestar de la industria avícola, sino que también tendrá un impacto positivo en la inocuidad de los alimentos, la protección de la salud pública y la sostenibilidad del sector avícola y otras agroindustrias que dependen del uso de insumos agrícolas de calidad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar la prevalencia de *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp. en concentrados comercializados a granel para aves de corral en el mercado público de Valledupar.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar las especies de *Aspergillus* y *Penicillium* presentes en las muestras de concentrado mediante cultivo en medios selectivos, siguiendo la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5698-2: 2009.
- Evaluar la prevalencia de *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp. en los concentrados comercializados a granel según el tipo de formulación (inicio y engorde).
- Realizar un análisis comparativo de la carga fúngica en los concentrados según el tipo de formulación (inicio y engorde), identificando factores que puedan influir en la contaminación.

2. Metodología

3.1. Tipo de estudio y línea de investigación

La presente investigación se ajusta a un tipo de estudio observacional, descriptivo y de corte transversal, su línea de investigación es bioindicadores, la cual hace parte del programa de Microbiología, adscrito a la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Popular del Cesar.

3.2. Universo

Lo constituyen todos los establecimientos que comercializan concentrados para aves de corral a granel que hacen parte de la plaza de mercado público de la ciudad de Valledupar.

3.2.1. Localización del estudio

La primera fase de la investigación que corresponde a la recolección de la muestra se realizó en el mercado público de la ciudad de Valledupar; por otro lado, la segunda fase que pertenece a la evaluación de la prevalencia de *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp. se llevó a cabo en los laboratorios de microbiología de la Universidad Popular del Cesar.

Figura 1.

Plaza de mercado de la ciudad de Valledupar (Mercaupar Ltda).



Nota. Se evidencia el entorno de comercialización de concentrados a granel, donde se recolectaron las muestras analizadas en el estudio. Fotografía tomada por la autora (2025).

3.2.2. Población (N)

Conformada por los concentrados para aves de corral (etapas inicio y engorde) comercializados a granel en el mercado público de Valledupar, Cesar. La selección se realizó en ocho locales del mercado, de los cuales se obtuvieron ocho muestras por cada etapa productiva, para un total de 16 muestras por etapa. Cada muestra fué analizada por duplicado obteniendo 32 análisis en toda la investigación.

Figura 2.

Concentrados para aves según etapa productiva comercializados a granel en Valledupar.



Nota. Concentrado comercializado a granel para aves de corral se encontraba reenvasado en costales sin identificación de marca ni número de lote correspondiente. (Fotografía tomada por la autora, 2025)

3.3. Diseño metodológico:

3.3.1. Unidad de análisis

Muestra individual de concentrado para aves de corral (inicio o engorde) recolectada a granel en los locales del mercado público de Valledupar.

3.3.1.1. Recolección de las muestras

La recolección de las muestras se realizó siguiendo las directrices de la NTC 740 (2005), para este proceso se muestrearon ocho establecimientos, los cuales fueron seleccionados por ser los únicos que, en ese momento, comercializaban concentrados a granel con las formulaciones correspondientes a las etapas de iniciación y engorde. En cada establecimiento se recolectaron ocho muestras independientes de aproximadamente 500 gramos para cada etapa productiva del concentrado (inicio y engorde) con ayuda de una cuchara o espátula estéril. Cada muestra fue asignada

aleatoriamente a las unidades experimentales mediante un generador de números aleatorios en el software Microsoft Excel (ver anexo 1), asegurando que la selección no estuviera influenciada por variables externas y minimizando el sesgo. Se depositó cada muestra en una bolsa estéril y se etiquetó con la fecha, código y tipo de concentrado (ver anexo 2). Se transportaron las muestras al laboratorio en condiciones adecuadas, evitando la exposición a la humedad y la luz solar directa.

Los siguientes procedimientos se llevaron a cabo según lo indica la NTC 5698-2 (2009).

3.3.1.2. Preparación y dilución

Cada muestra se sometió a dos repeticiones de análisis, con el fin de garantizar la confiabilidad de los resultados microbiológicos. Para ello, se pesaron 10 gramos (g) de cada muestra (ver anexo 3), se transfirieron a un recipiente que contenía 90 mililitros (mL) de caldo lactosado al 0.1 % y se mezcló vigorosamente para homogeneizar (dilución 10^{-1}) (ver anexo 4). Se preparó la dilución 10^{-2} transfiriendo 1 mL de la dilución 10^{-1} a un tubo de ensayo que contenía 9 mL de caldo lactosado y se agitó vigorosamente (ver anexo 5). Este proceso se repitió hasta llegar a la dilución 10^{-5} .

3.3.1.3. Siembra e incubación

Para ello, se transfirió por duplicado alícuotas de 0.1 mL de la dilución 10^{-4} y 10^{-5} en cajas de Petri que contenían el medio de cultivo Dicloran Rosa de Bengala y Cloranfenicol. Con ayuda de un asa hockey se esparció por toda la superficie hasta que la muestra se absorbiera. Las cajas se incubaron sin invertir a 25°C durante cinco días (ver anexo 6). Se realizó recuento de las colonias típicas para cada género durante los días tres, cuatro y cinco según lo indica la norma.

Como parte del control de calidad del procedimiento, se incluyó un control positivo sembrando una cepa conocida de *Aspergillus* y *Penicillium* para verificar la capacidad del medio y las condiciones de incubación para permitir el crecimiento fúngico. También se empleó un control negativo (placa con medio inoculado con caldo lactosado estéril) para asegurar que no existía contaminación ambiental durante el proceso de siembra e incubación.

Los datos obtenidos del recuento de colonias se utilizaron para comparar la carga fúngica presente en los concentrados de la etapa productiva inicio y engorde. Esta comparación se realizó mediante análisis estadístico. De esta forma, fue posible identificar diferencias significativas entre ambos tipos de concentrado y asociarlas con factores que podrían estar influyendo en la contaminación fúngica, como las condiciones de almacenamiento o la composición nutricional.

3.3.1.4. Aislamiento

Se seleccionaron las colonias que tenían características de *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp. y se sembraron en agar Papa Dextrosa para obtener un cultivo puro. Estas se incubaron durante cinco días a 25 °C. Posterior a ello se realizó montaje con azul de lactofenol para observar estructuras reproductivas bajo el microscopio.

La selección y descripción macro y microscópica de las colonias se realizó con base en las claves taxonómicas propuestas por Klich (2002) en Identification of Common *Aspergillus* Species y en la Clave dicotómica para la identificación de hongos aislados sistemáticamente en ambientes mediterráneos (2014), considerando criterios como la coloración, textura y forma de la colonia, tipo de conidióforo, vesícula, disposición de fiálides y morfología de las esporas, entre otros.

3.4. Técnica de análisis de resultados:

Los datos recolectados se tabularon en la hoja de cálculo de Excel para su organización y posterior análisis estadístico. Para el procesamiento de los datos, se utilizó el software Minitab. Inicialmente, se realizó un análisis descriptivo, calculando medidas de tendencia central y dispersión (media, mediana, rango y desviación estándar) para los recuentos fúngicos obtenidos según las variables “tipo de formulación” (inicio y engorde) y “género del hongo” (*Aspergillus* y *Penicillium*). Posteriormente, se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de Ryan-Joiner con el fin de determinar el tipo de análisis estadístico adecuado. Dado que los datos no presentaron una distribución normal, se intentó realizar una transformación logarítmica mediante logaritmo decimal con corrección $\text{Log}_{10}(x + 1)$; sin embargo, la anormalidad persistió. Por esta razón, se aplicaron pruebas no paramétricas, específicamente la prueba de Kruskal–Wallis, para comparar los recuentos fúngicos entre las diferentes categorías. Además, se calcularon las prevalencias generales y específicas (por tipo de concentrado y por género), expresadas en porcentaje, junto con su intervalo de confianza (IC) del 95%. Asimismo, se elaboraron representaciones gráficas como diagramas de caja (boxplots) para visualizar la distribución de los recuentos y su variabilidad en las diferentes categorías.

Para todas las pruebas estadísticas se consideró un nivel de significancia del 5 % ($\alpha = 0,05$).

3. Resultados y discusión

4.1. Identificación de *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp.

Dentro del género *Aspergillus* se identificaron tres especies: *A. flavus*, *A. niger* y *A. fumigatus*. La especie más frecuente fue *A. flavus* (10 apariciones, 52,6 % de los aislamientos del género), seguida de *A. niger* (siete apariciones, 36,8 %) y *A. fumigatus* (tres apariciones, 15,7 %). Asimismo, se observó la presencia del género *Penicillium* en varias muestras. Las características macroscópicas y microscópicas observadas en los cultivos se detallan en la Tabla 1.

Figura 3.

Descripción de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* aislados.

Género/Especie	Características macroscópicas	Características microscópicas
<i>Aspergillus flavus</i>	Colonias verde oliva de aspecto polvoriento o granuloso con borde irregulares.	<ul style="list-style-type: none"> • Hifas hialinas, septadas y ramificadas. • Conidióforos largos y lisos, que terminan en una vesícula globosa. • Fiálides dispuestas radialmente. • Los conidios fueron evidentes en forma de esferas pequeñas, dispuestas en cadenas densas y radiales, formando una estructura típica de cabeza conidial.
<i>Aspergillus niger</i>	Colonias de color negro con aspecto granuloso y borde regular.	<ul style="list-style-type: none"> • Hifas septadas, hialinas y ramificadas. • Presencia de conidióforos largos y erectos que terminan en vesículas globosas. • Fiálides. • Cadenas de conidios de color negro en disposición radiada
<i>Aspergillus fumigatus</i>	Colonias verdes azulado con aspecto aterciopelado con bordes irregulares.	<ul style="list-style-type: none"> • Conidióforos cortos • Vesículas uniseriadas • Conidios elípticos
<i>Penicillium</i> sp.	Colonia verde azulado con halo blanco, textura algodonosa en el centro y bordes irregulares.	<ul style="list-style-type: none"> • Hifas hialinas, septadas y ramificadas. • Conidióforos erectos que se ramifican en forma de pincel. • Fiálides en forma de botellas, a partir de las cuales se producen. • Cadenas de conidios pequeños, esféricos a elipsoidales, dispuestos de manera paralela y ordenada.

Nota: Las fotografías y registros visuales que ilustran las características descritas se encuentran en el

anexo 9. Elaboración propia (2025).

Las características morfológicas observadas coincidieron con las descritas en la literatura por Graü de Marín et al. (2011) quienes reportaron rasgos similares para *A. niger*, describiendo las colonias con micelio negro y textura similar a granos de pimienta, con el reverso de tonalidad crema. A nivel microscópico, presentaron conidióforos largos de pared lisa, vesículas esféricas que generan métulas y fiálides, además de conidias negras y rugosas. Respecto a *A. flavus*, el crecimiento inicial mostró una coloración amarilla que, al madurar, se tornó verde amarillento; microscópicamente, exhibió un conidióforo hialino con vesícula globosa, organizada en una disposición biseriada de métulas y fiálides.

En relación con *Penicillium*, las colonias identificadas presentaron características morfológicas similares a las reportadas en investigaciones previas. De acuerdo con Dudas et al. (2025), este género suele formar micelios blancos acompañados de conidios verde azulados. Asimismo, la disposición de los conidios concuerda con lo descrito por El-Sayed et al. (2023), quienes señalan que estas estructuras pueden organizarse en largas cadenas, adoptando formas globosas, elipsoidales, cilíndricas o fusiformes, y disponiéndose en columnas o cadenas secas divergentes. En cuanto a la estructura del aparato conidiógeno, se encontró correspondencia con lo informado por Torres et al. (2022), quien describe la presencia de hifas hialinas septadas, fiálides ampulliformes y conidióforos principalmente biverticilados, aunque también pueden presentarse monoverticilados, terverticilados o divaricados.

Desde el punto de vista toxigénico, en este estudio se identificaron especies con reconocida capacidad para producir micotoxinas. *A. flavus* es ampliamente conocido por generar de aflatoxinas, compuestos altamente carcinogénicos y considerados entre las micotoxinas más peligrosas, cuya toxicidad y mecanismos de acción han sido objeto de revisiones recientes (Ahmad et al., 2025). Por su parte, *A. niger* forma parte del grupo de Aspergilli negros capaces de producir ocratoxina A (OTA) y fumonisinas tipo B2, toxinas relevantes en la contaminación de piensos y alimentos (Soares et al., 2013). Adicionalmente,

A. fumigatus ha sido reportado como productor de gliotoxina, una micotoxina inmunosupresora con potencial impacto en la salud animal (Mohamed et al., 2023). Finalmente, diversas especies de *Penicillium* son reconocidas productoras de OTA, citrinina y patulina, todas con efectos tóxicos significativos (Cebrián et al., 2025).

4.2. Prevalencia de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* en los concentrados comercializados a granel según el tipo de formulación.

Se identificaron colonias pertenecientes a los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*, con variaciones asociadas al tipo de formulación según la etapa productiva (inicio y engorde) y entre las diferentes unidades experimentales (Figura 5).

Se obtuvo un total de 32 unidades experimentales, de las cuales 19 fueron positivas para los géneros de estudio, lo que indica una prevalencia general del 59,4 %. Por etapa, la prevalencia fue de 56,2 % (9/16) en el concentrado de inicio y 62,5 % (10/16) en el concentrado de engorde. En cuanto a la distribución por género, *Aspergillus* estuvo presente en 13 unidades experimentales (40,6 %), mientras que *Penicillium* se detectó en 8 unidades (25 %).

En el concentrado de inicio, *Aspergillus* se presentó en 7/16 análisis realizados, con una prevalencia del 44 %, y recuentos que oscilaron entre 1 y 18 UFC/g. El valor más alto correspondió a la muestra 3 R2, con un recuento de 18 UFC/g ($\log_{10}(x+1)=1,279$). Por su parte, *Penicillium* se detectó en tres muestras alcanzando una prevalencia del 19 %, siendo el valor máximo 3 UFC/g ($\log +1 = 0,6020$) en las muestras 1 R2 y 6 R1.

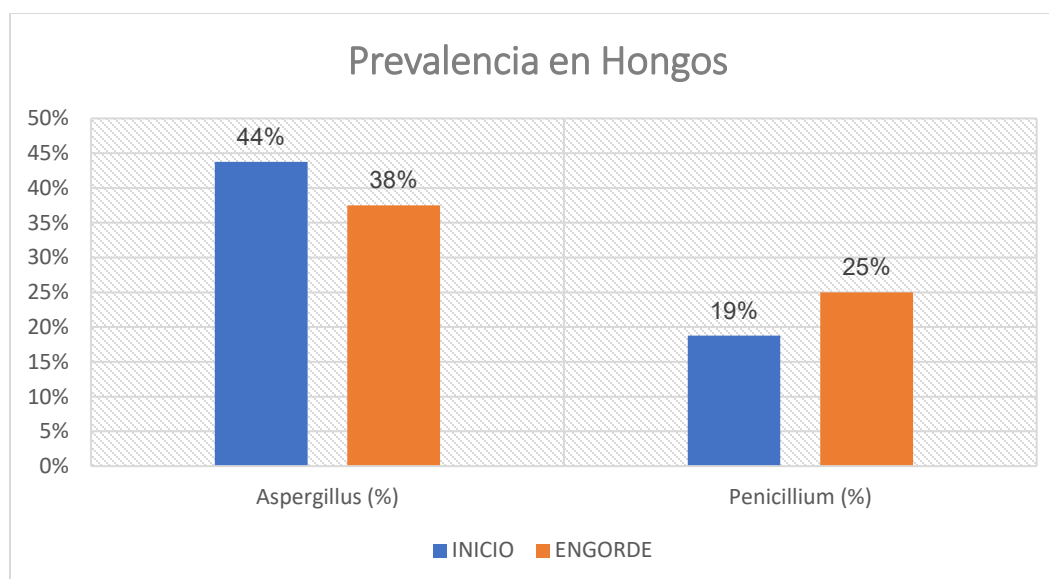
En el concentrado de engorde, *Aspergillus* se encontró con mayor frecuencia, registrándose seis muestras positivas con valores entre 1 y 8 UFC/g, destacando la muestra 8 R2 con 8 UFC/g ($\log_{10}(x+1)=0,954$) y generando una prevalencia del 38 %.

Penicillium, en cambio, presentó un comportamiento más limitado, con presencia en 4 muestras (prevalencia= 25 %), con recuentos entre 1 y 2 UFC/g.

En cuanto a las especies del género *Aspergillus* identificadas, *A. flavus* fue la más frecuente, representando el 52,6 % de los aislamientos, seguida de *A. niger* (36,8 %) y *A. fumigatus* (15,7 %). De forma parecida, Khalifa et al. (2022) informaron que *A. flavus* presentó el porcentaje más alto (65,56 %), seguido por *A. niger* (50 %) y *A. fumigatus* (10 %). Estos resultados contrastan con los obtenidos por Graü de Marín et al. (2011), quienes reportaron mayor prevalencia de *A. niger* (46 %) y menor presencia de *A. flavus* (9 %), sin aislar *A. fumigatus*.

Figura 4.

Prevalencia de Aspergillus y Penicillium según etapa productiva (inicio y engorde).



Nota. Elaboración propia (2025).

Figura 5.

Recuento de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* en concentrados para aves de corral.

Establecimiento	Tipo de formulación	Muestra	Género	Recuento	Log +1
1	Inicio	R1	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
1	Inicio	R1	<i>Penicillium</i>	0	0,000
1	Inicio	R2	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
1	Inicio	R2	<i>Penicillium</i>	3	0,602
1	Engorde	R1	<i>Aspergillus</i>	6	0,845
1	Engorde	R1	<i>Penicillium</i>	0	0,000
1	Engorde	R2	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
1	Engorde	R2	<i>Penicillium</i>	0	0,000
2	Inicio	R1	<i>Aspergillus</i>	2	0,477
2	Inicio	R1	<i>Penicillium</i>	0	0,000
2	Inicio	R2	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
2	Inicio	R2	<i>Penicillium</i>	0	0,000
2	Engorde	R1	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
2	Engorde	R1	<i>Penicillium</i>	1	0,301
2	Engorde	R2	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
2	Engorde	R2	<i>Penicillium</i>	0	0,000
3	Inicio	R1	<i>Aspergillus</i>	9	1,000
3	Inicio	R1	<i>Penicillium</i>	0	0,000
3	Inicio	R2	<i>Aspergillus</i>	18	1,279
3	Inicio	R2	<i>Penicillium</i>	0	0,000
3	Engorde	R1	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
3	Engorde	R1	<i>Penicillium</i>	0	0,000
3	Engorde	R2	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
3	Engorde	R2	<i>Penicillium</i>	2	0,477
4	Inicio	R1	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
4	Inicio	R1	<i>Penicillium</i>	0	0,000
4	Inicio	R2	<i>Aspergillus</i>	2	0,477
4	Inicio	R2	<i>Penicillium</i>	0	0,000
4	Engorde	R1	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
4	Engorde	R1	<i>Penicillium</i>	2	0,477
4	Engorde	R2	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
4	Engorde	R2	<i>Penicillium</i>	1	0,301
5	Inicio	R1	<i>Aspergillus</i>	0	0,000

Establecimiento	Tipo de formulación	Muestra	Género	Recuento	Log +1
5	Inicio	R1	<i>Penicillium</i>	0	0,000
5	Inicio	R2	<i>Aspergillus</i>	4	0,699
5	Inicio	R2	<i>Penicillium</i>	0	0,000
5	Engorde	R1	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
5	Engorde	R1	<i>Penicillium</i>	0	0,000
5	Engorde	R2	<i>Aspergillus</i>	5	0,778
5	Engorde	R2	<i>Penicillium</i>	0	0,000
6	Inicio	R1	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
6	Inicio	R1	<i>Penicillium</i>	3	0,602
6	Inicio	R2	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
6	Inicio	R2	<i>Penicillium</i>	0	0,000
6	Engorde	R1	<i>Aspergillus</i>	1	0,301
6	Engorde	R1	<i>Penicillium</i>	0	0,000
6	Engorde	R2	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
6	Engorde	R2	<i>Penicillium</i>	0	0,000
7	Inicio	R1	<i>Aspergillus</i>	1	0,301
7	Inicio	R1	<i>Penicillium</i>	2	0,477
7	Inicio	R2	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
7	Inicio	R2	<i>Penicillium</i>	0	0,000
7	Engorde	R1	<i>Aspergillus</i>	6	0,845
7	Engorde	R1	<i>Penicillium</i>	0	0,000
7	Engorde	R2	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
7	Engorde	R2	<i>Penicillium</i>	0	0,000
8	Inicio	R1	<i>Aspergillus</i>	1	0,301
8	Inicio	R1	<i>Penicillium</i>	0	0,000
8	Inicio	R2	<i>Aspergillus</i>	0	0,000
8	Inicio	R2	<i>Penicillium</i>	0	0,000
8	Engorde	R1	<i>Aspergillus</i>	3	0,602
8	Engorde	R1	<i>Penicillium</i>	1	0,301
8	Engorde	R2	<i>Aspergillus</i>	8	0,954
8	Engorde	R2	<i>Penicillium</i>	0	0,000

Nota. R1 y R2 representan la repetición 1 y 2, respectivamente. Los recuentos se expresan en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g). Log +1 indica el logaritmo en base 10 más 1 aplicado a los recuentos (UFC/g) para normalizar la distribución y minimizar la dispersión. Elaboración propia (2025).

Los hongos constituyen uno de los contaminantes más frecuentes en los alimentos concentrados a granel (Arrocha et al., 2025). En este estudio, se observó una prevalencia del 40,6 % para *Aspergillus* sp y del 25 % para *Penicillium* sp., resultados similares a los de Muñoz et al. (2015) donde la prevalencia fue del 37,14 % para *Aspergillus* sp. y 24,29 % para *Penicillium* sp. en concentrados para mascotas domésticas. De manera similar, Macario (2021) informó valores de 12,85 % para *Aspergillus* sp. y 25,71 % para *Penicillium* sp., lo que confirma la amplia distribución de estos géneros en alimentos balanceados. Además, estudios recientes evidencian que factores climáticos como temperatura y precipitación modulan la distribución geográfica de las especies fúngicas (Riedling et al., 2024), lo que podría explicar las variaciones observadas entre diferentes regiones.

La mayor prevalencia de *Aspergillus* frente a *Penicillium* en este estudio puede deberse a las condiciones climáticas predominantes en la región de muestreo. Se ha documentado que las especies del género *Penicillium* son más frecuentes en zonas con temperaturas relativamente bajas, mientras que las especies de *Aspergillus* predominan en climas templados y cálidos (Banahene et al., 2024). Dado que el área de estudio presenta características ambientales cálidas, resulta coherente que *Aspergillus* se encuentre en mayor proporción en comparación con *Penicillium*.

Referente a las etapas de producción, aunque el crecimiento fue similar, se observó que el género *Aspergillus* presentó una mayor prevalencia en ambas (inicio y engorde), lo cual coincide con lo reportado por Lăpușneanu et al. (2023a), quienes también identificaron a *Aspergillus* como el género predominante en concentrados para aves. Sin embargo, en su estudio, al igual que en el presente trabajo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tipos de concentrado.

En el concentrado de inicio, la media fue de 0,283 log para *Aspergillus* y 0,105 para *Penicillium*, con error estándar de 0,102 log y 0,057 log, respectivamente. En el

concentrado de engorde, las medias fueron 0,270 para *Aspergillus* y 0,116 para *Penicillium*, con errores estándar de 0,096 y 0,046 (Tabla 2).

Esto señala que *Aspergillus* presentó un recuento promedio mayor que *Penicillium* en ambos tipos de concentrado, y que la variabilidad de los recuentos fue relativamente baja, lo que sugiere que los datos de cada grupo son consistentes entre las repeticiones. Además, las medias similares entre inicio y engorde muestran que no hubo un incremento notable de la carga fúngica en las etapas.

Figura 6.

Estadística descriptiva de los recuentos de Aspergillus y Penicillium.

Tipo de formulación	Género	n	Media	Error estándar de la media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Inicio	<i>Aspergillus</i>	16	0,283	0,102	0,406	0	1,279
Inicio	<i>Penicillium</i>	16	0,105	0,057	0,227	0	0,602
Engorde	<i>Aspergillus</i>	16	0,270	0,096	0,385	0	0,954
Engorde	<i>Penicillium</i>	16	0,116	0,046	0,185	0	0,477

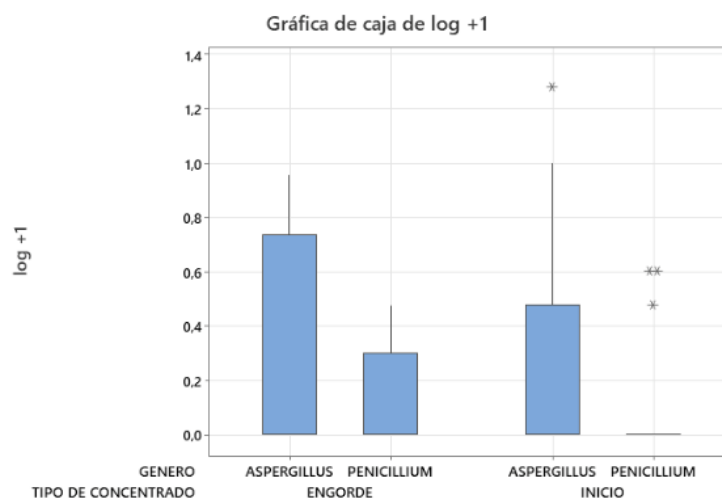
Nota. n = número de repeticiones. Elaboración propia (2025).

Se evaluó la normalidad de los recuentos fúngicos mediante la prueba de Ryan-Joiner, su elección se justificó debido a que ofrece una sensibilidad adecuada para tamaños de muestra pequeños o moderados y es menos afectada por la presencia de valores atípicos. Esta prueba arrojó un valor ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95%, indicando que los datos no se distribuyen de manera normal. Por lo tanto, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para comparar los recuentos entre géneros de hongos y entre tipos de concentrado por etapa productiva. Los resultados mostraron que no existen diferencias significativas entre los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* ($p = 0,161$),

ni entre los concentrados de inicio y engorde ($p = 0,893$). Esto indica que la variación en los recuentos fúngicos fue similar tanto entre géneros como entre las etapas productivas.

Figura 7.

Recuentos fúngicos transformados según género de hongo y tipo de concentrado.



Nota: Elaboración propia (2025)

Con el fin de evaluar la calidad microbiológica de las muestras frente a la normativa vigente, se realizó la comparación de los resultados obtenidos con el límite máximo establecido para hongos en la NTC 2107:2021 el cual es $1,0 \times 10^5$ UFC/g. La Tabla 2 presenta el recuento fúngico registrado en las muestras analizadas. De acuerdo con estos datos, se observó que todas las muestras se encuentran dentro de los límites permitidos, lo que indica que cumplen con los criterios microbiológicos exigidos.

Figura 8.

Recuento de mohos y levaduras en concentrados para aves de corral.

Muestra	UFC/g
IM1-R1	<10
IM1-R2	1.4×10^4
IM2-R1	9.1×10^3
IM2-R2	<10
IM3-R1	4.1×10^4
IM3-R2	8.2×10^4
IM4-R1	<10
IM4-R2	9.1×10^3
IM5-R1	<10
IM5-R2	1.8×10^4
IM6-R1	1.4×10^4
IM6-R2	<10
IM7-R1	1.4×10^4
IM7-R2	<10
IM8-R1	4.5×10^3
IM8-R2	<10
EM1-R1	2.7×10^4
EM1-R2	<10
EM2-R1	4.5×10^3
EM2-R2	<10
EM3-R1	<10
EM3-R2	9.1×10^3
EM4-R1	9.1×10^3
EM4-R2	4.5×10^3
EM5-R1	<10
EM5-R2	2.3×10^4
EM6-R1	4.5×10^3
EM6-R2	<10
EM7-R1	2.7×10^4
EM7-R2	<10
EM8-R1	1.8×10^4
EM8-R2	3.6×10^4

Nota. Los códigos de las muestras se componen de tres elementos: la primera letra indica el tipo de concentrado (I = inicio; E = engorde); el número que sigue indica la muestra específica (M1,

M2, etc.); y la letra R seguida de un número representa la repetición correspondiente (R1, R2).

Para el cálculo de las UFC/g se empleó la ecuación establecida por la NTC 5698-2:2009 (ver anexo 7 y 8). Elaboración propia (2025).

Al comparar los resultados obtenidos con la normativa vigente, se observó que todas las muestras analizadas presentaron recuentos de hongos por debajo del límite máximo establecido por la NTC 2107:2021 ($1,0 \times 10^5$ UFC/g), lo que confirma el cumplimiento de los criterios microbiológicos exigidos. El promedio general en este estudio fue de $1,94 \times 10^4$ UFC/g, con un valor mínimo de $4,5 \times 10^3$ y un máximo de $8,2 \times 10^4$ UFC/g, cifras que se ubican dentro del rango aceptable. Estos resultados son comparables con los reportados en Egipto por Gherbawy et al. (2025), quienes informaron recuentos promedio de $1,87 \times 10^4$ UFC/g. Sin embargo, difieren de los datos obtenidos en Rumania por Lăpușneanu et al. (2023b), donde se registraron recuentos mucho menores ($5,9 \times 10^2$ UFC/g en inicio, $4,2 \times 10^2$ UFC/g en crecimiento y finalización). En contraste, investigaciones en Brasil (Rosa et al., 2006) evidenciaron concentraciones generalmente superiores a 1×10^5 UFC/g, lo que representa un riesgo microbiológico elevado.

Si bien los recuentos fúngicos en las muestras analizadas se mantuvieron dentro del límite establecido por la NTC 2107:2021, la detección de especies potencialmente toxigénicas evidencia un riesgo latente que justifica la necesidad de evaluar la presencia de micotoxinas mediante técnicas específicas como ELISA, HPLC o LC-MS.

5. Conclusiones

El análisis de concentrados para alimentación en aves de corral evidenció una prevalencia general del 59,4 % de contaminación fúngica. Según las etapas productivas la prevalencia fue del 56,2 % para concentrado de inicio y 62,5 % para concentrado de engorde. A nivel de género, *Aspergillus* fue el más frecuente con una prevalencia del 40,6 %, mientras que *Penicillium* representó el 25 %. Dentro de *Aspergillus* se identificaron *A. flavus*, *A. niger* y *A. fumigatus*, destacando *A. flavus* como la especie predominante. Los recuentos fúngicos oscilaron entre 1 y 18 UFC/g y, aunque se observó variación entre muestras, la prueba de

Kruskal-Wallis indicó que no existen diferencias significativas entre géneros ($p = 0,161$) ni entre etapas productivas ($p = 0,893$), lo que sugiere un comportamiento homogéneo de la contaminación fúngica en ambas fases. Además, todos los valores se encontraron muy por debajo del límite establecido por la NTC 2107:2021 ($1,0 \times 10^5$ UFC/g), lo que indica que los concentrados cumplen con los criterios microbiológicos vigentes. Sin embargo, la detección de especies potencialmente micotoxigénicas implica la necesidad de fortalecer las medidas preventivas y el monitoreo durante el almacenamiento, a fin de mitigar el riesgo de producción de micotoxinas y garantizar la inocuidad del alimento.

6. Recomendaciones

- Realizar la identificación y cuantificación de micotoxinas asociadas a especies del género *Aspergillus*, especialmente aflatoxinas, mediante técnicas analíticas como ELISA o cromatografía (HPLC), en muestras representativas que presenten recuentos elevados o condiciones favorables para el crecimiento fúngico, con el propósito de evaluar el riesgo potencial para la inocuidad del alimento y la salud animal.

- Desarrollar estudios adicionales que evalúen factores asociados a la contaminación fúngica, tales como contenido de humedad, tiempo de almacenamiento y condiciones ambientales, así como la aplicación de técnicas moleculares para la identificación confirmatoria de especies, con el objetivo de fortalecer la trazabilidad y control de riesgos.

7. Bibliografía

- Ahmad, T., Wang, S. y Liu, Y. (2025). *Aspergillus flavus* and aflatoxins (3.^a edición). Toxinas, 17 (7), 326. <https://doi.org/10.3390/toxins17070326>
- Álvarez Díaz, M. F. (2021). Factores asociados a la contaminación del alimento de vacas lecheras por *Aspergillus flavus* Link aflatoxigénico y aflatoxinas en el altiplano central mexicano. <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/2036>
- Arrocha, D., de Von Chon, M., Morán, C., & Herrera, R. (2025). Identificación de hongos en alimentos concentrados a granel para mascotas en expendios comerciales de la provincia de Coclé, Panamá. Revista Científica Guacamaya, 9(21), 8–23. <https://doi.org/10.48204/j.guacamaya.v9n2.a7026>
- Aspergillus*. (2025). The University Of Adelaide. <https://www.adelaide.edu.au/mycology/fungal-descriptions-and-antifungal-susceptibility/hyphomycetes-conidial-moulds/aspergillus>
- aviNews. (2022). Micotoxinas en gallinas ponedoras: AMBiotec reduce el riesgo. aviNews, la Revista Global de Avicultura. <https://avinews.com/micotoxinas-en-gallinas-ponedoras/>
- Ballén Guerrero, C. E., Oña Loo, J. D., & Robalino Briones, C. A. (2025). Prevalencia de micotoxinas en alimento comercial para pollos Broiler. Revista Alfa, 9(25), 191–207. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v9i25.341>
- Banahene, J. C. M., Ofosu, I. W., Odai, B. T., Lutterodt, H. E., Agyemang, P. A., & Ellis, W. O. (2024). Ochratoxin A in food commodities: A review of occurrence, toxicity, and management strategies. Heliyon, 10(20). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024153443>

- Bist, R. B., Bist, K., Poudel, S., Subedi, D., Yang, X., Paneru, B., Mani, S., Wang, D., & Chai, L. (2024). Sustainable poultry farming practices: a critical review of current strategies and future prospects. *Poultry science*, 103(12), 104295. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104295>
- Bolsa Mercantil de Colombia. (2023). Análisis de producto Sector avícola. https://www.bolsamercantil.com.co/sites/default/files/2024-05/Informe_sector_avicola_final.pdf
- Bonerba, E., Manfredi, A., Dimuccio, M. M., Lorusso, P., Pandiscia, A., Terio, V., Di Pinto, A., Panseri, S., Ceci, E., & Bozzo, G. (2024). Ochratoxin A in Poultry Supply Chain: Overview of Feed Occurrence, Carry-Over, and Pathognomonic Lesions in Target Organs to Promote Food Safety. *Toxins*, 16(11), 487. <https://doi.org/10.3390/toxins16110487>
- Borrell, J. (2023). Cinco causas de perdidas en avicultura. *Revista Veterinaria Digital*. https://www.veterinariadigital.com/post_blog/cinco-causas-de-perdidas-en-avicultura/
- Buitrago, L. F. & Palomino, C. X. (2023). Revisión de los efectos oncológicos en caninos domésticos por la contaminación con principales micotoxinas en alimento concentrado. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/34639>
- Bustos Pino, C. (2006). Calidad microbiológica de alimentos para perros comercializados a granel. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/133752>
- Castro Terry, Y. de la C. (2023). Higiene, salud e inocuidad de los alimentos en condiciones tropicales. *Directivo Al Día*, 22(1), 45–52. Recuperado a partir de <https://directivoaldia.villaclara.cu/index.php/dad/article/view/100>

Cebrián, E., Roncero, E., Luz, J., Rodríguez, M., Sousa Silva, M., Cordeiro, C., & Núñez, F. (2025). The Impact of Biocontrol Agents on the Metabolome of *Penicillium nordicum* Strains and Its Relation to Ochratoxin A Production on Dry-Cured Ham. *Toxins*, 17(5), 236. <https://doi.org/10.3390/toxins17050236>

Clave dicotómica para la identificación de hongos aislados sistemáticamente en ambientes mediterráneos. (2014). *Revista de la Sociedad Española de Microbiología*, 57. https://www.semicrobiologia.org/wp-content/uploads/2021/04/30_Clave.pdf

Colorado, L. C. & Cascavita, J. D. (2023). Análisis de producción del concentrado avícola en Global Feed Nutrition. <https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/a1113694-a399-48de-b613-f2eb5c30a810/content>

Consumo Per cápita Nacional. (2025). FENAVI - Federación Nacional de Avicultores de Colombia. <https://fenavi.org/estadisticas/consumo-per-capita-nacional-p/>

Cuéllar, J. (2022). Dinámica y tendencias actuales del mercado avícola mundial. *Revista Veterinaria Digital*. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/dinamica-y-tendencias-actuales-del-mercado-avicola-mundial/>

Cuéllar, J. (2025). Nutrición avícola: el papel de los sistemas de suministro de alimentos y su impacto en la producción sostenible. *Revista Veterinaria Digital*. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/nutricion-avicola-el-papel-de-los-sistemas-de-suministro-de-alimentos-y-su-impacto-en-la-produccion-sostenible/>

Dhakal, A., Hashmi, M. F., & Sbar, E. (2023). Aflatoxin toxicity. StatPearls - NCBI Bookshelf. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557781/>

- Díaz Basto, B. X., Dodino Duarte, I., & Chávez Galvis, J. (2024). Evaluación de presencia de *Aspergillus* spp. en piensos para ganado en época de sequía en Aguachica - Colombia. @limentech, Ciencia Y Tecnología Alimentaria, 22(1), 139–151. <https://doi.org/10.24054/limentech.v22i1.2871>
- Dudaš, T., Cotugno, P., Budakov, D., Grahovac, M., Stojšin, V., Mihajlović, M., Ippolito, A., & Sanzani, S. M. (2025). Diversity and Patulin Production of *Penicillium* spp. Associated with Apple Blue Mold in Serbia. Journal of fungi (Basel, Switzerland), 11(3), 175. <https://doi.org/10.3390/jof11030175>
- El Hajj Assaf, C., Zetina-Serrano, C., Tahtah, N., Khoury, AE, Atoui, A., Oswald, IP, Puel, O. y Lorber, S. (2020). Regulation of Secondary Metabolism in the *Penicillium* Genus. Revista Internacional de Ciencias Moleculares, 21 (24), 9462. <https://doi.org/10.3390/ijms21249462>
- El-Sayed Ahmed, Mohamed., Abbas, Heba & Kotakonda, Muddukrishnaiah. (2023). Fungal Diseases Caused by Serious Contamination of Pharmaceuticals and Medical Devices, and Rapid Fungal Detection Using Nano-Diagnostic Tools: A Critical Review. Current Microbiology. 81. 10.1007/s00284-023-03506-7.
- FAO and IFIF. (2020). Good practices for the feed sector – Implementing the Codex Alimentarius Code of Practice on Good Animal Feeding. FAO Animal Production and Health Manual No. 24. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb1761en>
- FENAVI - Federación Nacional de Avicultores de Colombia. (2024). Avicultura en cifras 2024 - FENAVI - Federación Nacional de Avicultores de Colombia. <https://fenavi.org/>

FENAVI & Programa de Estudios Económicos. (2023). Caracterización económica del sector avícola Cesar. En Fenavi. <https://fenavi.org/wp-content/uploads/2022/11/Caracterizacion-Cesar-2022.pdf>

Food safety and quality: Micotoxinas. (2025). <https://www.fao.org/food/food-safety-quality/a-z-index/mycotoxins/es/>

Ghaemmaghami, S. S., Rouhanipour, H., & Sharifi, S. D. (2024). Aflatoxin levels in poultry feed: a comparison of mash and pellet forms. *Poultry science*, 103(1), 103254. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103254>

Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria. (2024). *Aspergillus flavus* y las aflatoxinas. <https://acsa.gencat.cat/es/actualitat/butlletins/acsa-brief/aspergillus-flavus-i-les-aflatoxines/index.html>

Gherbawy, YA, Abdel Fattah, KE, Altalhi, A., Ioan, P. y Hussein, MA (2025). Detection of Mycotoxins and Aflatoxigenic Fungi Associated with Compound Poultry Feedstuffs in Saudi Arabia. *Microbiology Research*, 16 (1), 11. <https://doi.org/10.3390/microbiolres16010011>

Gomez Sierra, L. (2024). “Implementación de producción avícola en el marco del programa “Desarrollo agropecuario y rural para avanzar” del Municipio de Coello “. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ciencias de la Salud, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Ibagué. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12494/56766>

Graü de Marín, C., Muñoz, D., Márquez, E., Figueroa, G., & Maza, J. (2011). Identificación de hongos con potencial micotoxigénico en harinas de pescado destinadas para la elaboración de alimentos concentrados. *Revista Científica*, XXI (3), 256-264.

Guevara A., Iván, Rondón E., Juan, Mendoza Q., Yamili, Fuentes N., Nadia, Del Águila L., Roberto, & Maturrano H., Abelardo. (2025). Cuantificación de hongos y micotoxinas en alimento balanceado proveniente de granjas avícolas en Ucayali, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 36(1) <https://doi.org/10.15381/rivep.v36i1.30200>

Houbraken, J., Kocsubé, S., Visagie, CM, Yilmaz, N., Wang, XC, Meijer, M., ... y Frisvad, JC (2020). Clasificación de *Aspergillus*, *Penicillium*, *Talaromyces* y géneros relacionados (Eurotiales): Resumen de familias, géneros, subgéneros, secciones, series y especies. *Estudios en micología*, 95, 5-169. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166061620300129>

Huatuco C., David, Rondón E., Juan, Germany G., Lluvis, Gavidia, César M., Luna E., Luis, & Rosadio A., Raúl. (2023). Recuento de hongos y detección de micotoxinas en insumos y alimento balanceado provenientes de granjas porcinas de la provincia de Coronel Portillo, Ucayali, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(2), e25098. Epub 28 de abril de 2023. <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i2.25098>

ICONTEC. (2009). NTC 5698-2: Microbiología de alimentos y productos de alimentación animal. Método horizontal para la enumeración de mohos y levaduras. Parte 2: Técnica de recuento de colonias en productos con actividad acuosa (aw) inferior o igual a 0,95. <https://tienda.icontec.org/gp-microbiologia-de-alimentos-y-productos-de-alimentacion-animal-metodo-horizontal-para-la-enumeracion-de-mohos-y-levaduras-parte-2-tecnica-de-recuento-de-colonias-en-productos-con-actividad-acuosa-aw-inferior-o-o-igual-a-095-ntc5698-2-2009.html>

ICONTEC. (2021). NTC 2107: Alimento para animales. Alimento completo para aves de corral. <https://tienda.icontec.org/gp-alimento-para-animales-alimento-completo-para-aves-de-corral-ntc2107-2021.html>

ICONTEC. (2022). NTC 740: alimentos para animales, muestreo. <https://tienda.icontec.org/gp-ntc-alimentos-para-animales-muestreo-ntc740-2022.html>

Infante Rincones, N. I., Cañate González, A. S., Villegas Pacheco, R. S., Caselles Algarín, C. E., & Herrera Demares, P. del C. (2024). Aislamiento de microorganismos patógenos en alimentos concentrados para aves de corral. *@limentech, Ciencia Y Tecnología Alimentaria*, 22(1), 121–138. <https://doi.org/10.24054/limentech.v22i1.2867>

Insst. (2021). *Aspergillus* spp. Portal INSST. [https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/hongos/aspergillus-spp#:~:text=Aspergillus%20es%20un%20hongo%20filamentoso,\(con%20formaci%C3%B3n%20de%20conidios\)](https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/hongos/aspergillus-spp#:~:text=Aspergillus%20es%20un%20hongo%20filamentoso,(con%20formaci%C3%B3n%20de%20conidios))

Insst. (2023). *Penicillium* spp. Portal INSST. <https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/hongos/penicillium-spp#:~:text=Su%20temperatura%20%C3%B3ptima%20de%20crecimiento,a%20pH%20cercano%20a%204.>

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2024). Metodología para evaluar bienestar animal en aves de corral y de traspatio (2.0). https://www.ica.gov.co/getattachment/Areas/Pecuaria/Servicios/Inocuidad-en-las-Cadenas-Agroalimentarias/Bienestar-Animal/Metodologia-EBA-Aves-de-Corral_30JL.pdf.aspx?lang=es-CO

Institute Of Food Science And Technology. (2022) *Mycotoxins*. <https://www.ifst.org/resources/information-statements/mycotoxins-0>

Instituto Nacional de Salud; Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos y Plaguicidas (ERIA). Revisión de literatura: Identificación de peligros en piensos y su

- impacto en la cadena agroalimentaria. Bogotá, D.C., Colombia. 2019.
<https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/identificacion-de-peligros-en-piensos-y-su-impacto-sobre-la-cadena-agroalimentaria.pdf>
- Jin, Z., & Wang, Y. C. (2024). Mitigating fungal contamination of cereals: The efficacy of microplasma-based far-UVC lamps against *Aspergillus flavus* and *Fusarium graminearum*. *Food Research International*, 190, 114550.
- Khalifa, E., Mohesien, M. T., Mossa, M. I., Piekutowska, M., Alsuhaibani, A. M., Abdel-Wahab, B. A., Sotohy, S. A., Ghosh, S., Helmy, Y. A., Hussein, M., & Abdel-Azeem, A. M. (2022). Diversity of Toxigenic Fungi in Livestock and Poultry Feedstuffs. *International journal of environmental research and public health*, 19(12), 7250.
<https://doi.org/10.3390/ijerph19127250>
- Klich, M. A. (2002). Identification of common *Aspergillus* species. Centraalbureau voor schimmelcultures. <https://wi.knaw.nl/images/publications/AspergillusSpecies.pdf>
- Korver, D., & Stewart, B. (2023). Necesidades nutricionales en aves de producción. Manual de MSD. <https://www.msdrvmanual.com/es/avicultura/nutrici%C3%B3n-y-manejo-aves-de-producci%C3%B3n/necesidades-nutricionales-en-aves-de-producci%C3%B3n>
- Lăpușneanu, DM, Simeanu, D., Radu-Rusu, C.-G., Zaharia, R. y Pop, IM (2023a). Microbiological Assessment of Broiler Compound Feed Production as Part of the Food Chain—A Case Study in a Romanian Feed Mill. *Agriculture*, 13 (1), 107.
<https://doi.org/10.3390/agriculture13010107>
- Lăpușneanu, DM, Simeanu, D., Radu-Rusu, C.-G., Zaharia, R. y Pop, IM (2023b). Microbiological Assessment of Broiler Compound Feed Production as Part of the Food

- Chain—A Case Study in a Romanian Feed Mill. *Agriculture*, 13 (1), 107.
<https://doi.org/10.3390/agriculture13010107>
- Macario Sánchez, E. D. (2021). Determinación de la presencia de mohos y levaduras en alimento para caninos expendido a granel en el Mercado de Villa Nueva (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/15377/>
- Malbrán, I., Mourellos, C. (2024). Toxinas. En *Libros de Cátedra* (175-190). Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/181260>
- Medina Barragán, Johanna Alexandra. (2024). Evaluación de la presencia de micotoxinas en muestras de maíz amarillo duro (*Zea mays*) en diferentes condiciones de almacenamiento. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
<https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/a0ddb4f7-cdad-4fb1-a538-2a9ccc31bf13/content>
- Monago, D., & Collantes, C. (2024). Incidencia de hongos ambientales y su repercusión en la salud. Centros de expendio (mercados y restaurantes) de la ciudad de Oxapampa [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <http://45.177.23.200/handle/undac/5050>
- Mohamed, H. M. A., Haziri, I., Saied, A. A., Dhama, K., Al-Said, A. A., Abdou, S. E., Kamaly, H. F., & Abd-Elhafeez, H. H. (2023). Molecular characterization of gliotoxin-producing *Aspergillus fumigatus* in dairy cattle feed. *Veterinary world*, 16(8), 1636–1646.
<https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.1636-1646>

Muñoz, DJ, Rodríguez, R., Mota, JJ y Suárez, LR (2015). Aislamiento e identificación de hongos filamentosos en alimentos concentrados para mascotas domésticas (perros y gatos). *Revista Científica* , XXV (6), 432-438.

Ogbu, Cosmas & Chuka, Ezema & Okoye, John. (2023). Prevalence of *Escherichia coli* in retail poultry feeds in Southeastern Nigeria. *Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*. 8. 29-40. 10.31248/JASVM2023.363.

Okasha, H., Song, B., & Song, Z. (2024). Hidden Hazards Revealed: Mycotoxins and Their Masked Forms in Poultry. *Toxins*, 16(3), 137. <https://doi.org/10.3390/toxins16030137>

Olariu, R. M., Fiț, N. I., Bouari, C. M., & Nadăș, G. C. (2025). Mycotoxins in Broiler Production: Impacts on Growth, Immunity, Vaccine Efficacy, and Food Safety. *Toxins*, 17(6), 261. <https://doi.org/10.3390/toxins17060261>

Organización Internacional de Normalización. (2008). Microbiología de alimentos y piensos — Método horizontal para el recuento de levaduras y mohos. Parte 1: Técnica de recuento de colonias en productos con actividad de agua mayor a 0,95. <https://www.iso.org/standard/38275.html>

Organización Internacional de Normalización. (2008). Microbiología de alimentos y piensos — Método horizontal para el recuento de levaduras y mohos. Parte 2: Técnica de recuento de colonias en productos con actividad de agua menor o igual a 0,95. <https://www.iso.org/standard/38276.html>

Producción | Producción y productos avícolas | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>

Quiroga, J. A. (2023). Hongos endofitos en arroz: frecuencia de colonización en distintos órganos vegetales.

https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/53723/RIUNNE_FCA_AC_Quiroga_JA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Resolución 1056. (1996). Por la cual se dictan disposiciones sobre el control técnico de los Insumos Pecuarios y se derogan las Resoluciones No. 710 de 1981, 2218 de 1980 y 444 de 1993. Instituto Colombiano Agropecuario. https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/04/Resolucion-1056_1996_ICA.pdf

Resolución 61252. (2020). Por medio de la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para el registro de los fabricantes e importadores de alimentos para animales, así como los requisitos y el procedimiento para el registro de alimentos para animales y se dictan otras disposiciones. Instituto Colombiano Agropecuario. <https://www.ica.gov.co/getattachment/f7b59ff6-7bfc-477a-8110-40a14b80bd4e/2020R61252.aspx>

Riedling, O. L., David, K. T., & Rokas, A. (2024). Global patterns of species diversity and distribution in the biomedically and biotechnologically important fungal genus *Aspergillus*. bioRxiv: the preprint server for biology, 2024.11.29.626055. <https://doi.org/10.1101/2024.11.29.626055>

Rodriguez Urrego, F y Perdomo Ozuna, J. (2025). Evaluación del impacto generado por la coccidiosis en la productividad de la avicultura colombiana. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ciencias de la Salud, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Ibagué. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12494/59415>

- Rojas, M. P. G., Valencia, J. W. A., & Martínez, O. M. M. (2021). Género *Aspergillus*: fuente potencial de péptidos bioactivos. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 17(1), 73-89.
- Rosa, C. A., Ribeiro, J. M., Fraga, M. J., Gatti, M., Cavaglieri, L. R., Magnoli, C. E., Dalcerro, A. M., & Lopes, C. W. (2006). Mycoflora of poultry feeds and ochratoxin-producing ability of isolated *Aspergillus* and *Penicillium* species. *Veterinary microbiology*, 113(1-2), 89–96. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2005.10.031>
- Sagñay Guacho, F. G. (2025). Caracterización de las prácticas ancestrales agrícolas vigentes en la parroquia Columbe y su impacto en la calidad de la producción (Bachelor's thesis, Riobamba). <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/14979>
- Schoch CL, et al. NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools. Database (Oxford). 2020a: baaa062. PubMed: 32761142 PMC: PMC7408187.
- Schoch CL, et al. NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools. Database (Oxford). 2020b: baaa062. PubMed: 32761142 PMC: PMC7408187.
- Sillué, S. M., Daschner, Á., Navas, F. J. M., Rubio, C., Armendáriz, M. J. R. L., & Pérez, P. B. (2021). Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación a los efectos del cambio climático sobre la presencia de micotoxinas en los alimentos. *Revista del Comité Científico de la AESAN*, 33, 11-51.
- Singh, Robinka Khajuria (2008). Capítulo 11 - *Penicillium* Enzymes for the Textile Industry, Editor(s): Vijai Kumar Gupta, Susana Rodriguez-Couto, New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering, Elsevier, 2018, Pages 201-215, ISBN 9780444635013, <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63501-3.00011-9>.

- Soares, C., Calado, T., & Venancio, A. (2013). Mycotoxin production by *Aspergillus niger* aggregate strains isolated from harvested maize in three Portuguese regions. *Revista Iberoamericana de Micología*, 30(1), 9-13.
- Torres-García, D., Gené, J., & García, D. (2022). New and interesting species of *Penicillium* (Eurotiomycetes, Aspergillaceae) in freshwater sediments from Spain. *MycoKeys*, 86, 103–145. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.86.73861>
- Vargas, A., Serrano, K., Wlaler, W., Morales, M., & Vignola, R. (2018a). Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en costa rica. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L01-8217.pdf>
- Vargas, A., Serrano, K., Wlaler, W., Morales, M., & Vignola, R. (2018b). Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en costa rica. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L01-8217.pdf>
- Velarde Escobar, K., Ramón, P., Román Cárdenas, F., & Díaz Monroy, B. L. (2023). Detección de micotoxinas (aflatoxinas) en alimentos primarios y procesados para humanos y animales de granja, en Riobamba-Ecuador. *Siembra*, 10(1). http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2477-88502023000100006&script=sci_arttext
- Villavicencio Monge, K. (2021). Determinación y caracterización de los efectos de las micotoxinas en la cadena productiva avícola: elaboración de alimentos balanceados y utilización en granja de engorde. <https://repositorio.una.ac.cr/items/8d7d32fb-d2ac-4a82-8c4b-c24578d19b45>

Więckowska, M., Cichon, N., Szelenberger, R., Gorniak, L. y Bijak, M. (2024). Ocratoxina A y su papel en el desarrollo del cáncer: Una revisión exhaustiva. *Cancers*, 16 (20), 3473. <https://doi.org/10.3390/cancers16203473>

World Health Organization: WHO. (2023, 2 octubre). Micotoxinas. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>

Y. Castilla Pinedo, I. D. Mercado Martínez, J. V. Rodríguez Crizón “Determinación y cuantificación de los niveles de aflatoxina en huevos de consumo”, *Prospectiva*, Vol 18, N° 2, 2020.