

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA DE POSGRADO**



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**INFLUENCIA DEL LUGAR DE EXPENDIO SOBRE LA CALIDAD
MICROBIOLÓGICA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL
HUEVO DE GALLINA PARA CONSUMO HUMANO EN LA CIUDAD DE
CAJAMARCA**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

Presentada por:

DEYSI MARGARITA CHILÓN CHILÓN

Asesor:

Dr. MANUEL EBER PAREDES ARANA

Cajamarca, Perú

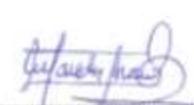
2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Deysi Margarita Chilón Chilón
DNI: 72777182
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias. Programa de Maestría en Ciencias Mención: Gestión Ambiental
2. Asesor: Dr. Manuel Eber Paredes Arana
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:

Influencia del lugar de expendio sobre la calidad microbiológica y características físico químicas del huevo de gallina para consumo humano en la ciudad de Cajamarca
6. Fecha de evaluación: **08/05/2025**
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **9%**
9. Código Documento: **3117: 457070837**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **08/05/2025**

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 <hr/> Dr. Manuel Eber Paredes Arana DNI: 26733001

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2025 by
DEYSI MARGARITA CHILÓN CHILÓN
Todos los derechos reservados



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD

Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 horas, del día 14 de marzo del dos mil veinticinco, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. JUAN EDMUNDO CHÁVEZ RABANAL**, **Dra. CONSUELO BELANIA PLASENCIA ALVARADO**, **Dr. JIMY FRANK OBLITAS CRUZ**, y en calidad de Asesor el **Dr. MANUEL EBER PAREDES ARANA**, actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada "INFLUENCIA DEL LUGAR DE EXPENDIO SOBRE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL HUEVO DE GALLINA PARA CONSUMO HUMANO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA", presentada por la **Bachiller en Ingeniería Zootecnista DEYSI MARGARITA CHILÓN CHILÓN**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó aprobar con la calificación de dieciseis (16) la mencionada Tesis; en tal virtud, la **Bachiller en Ingeniería Zootecnista, DEYSI MARGARITA CHILÓN CHILÓN**, está apta para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS** Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Siendo las 12:30 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
Dr. Manuel Eber Paredes Arana
Asesor

.....
Dr. Juan Edmundo Chávez Rabanal
Jurado Evaluador

.....
Dra. Consuelo Belania Plasencia Alvarado
Jurado Evaluador

.....
Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz
Jurado Evaluador

A:

A mi alma mater la Universidad Nacional de Cajamarca por la formación académica
recibida.

A mis padres Margarita Chilón Infante y Santiago Chilón Ayay; mis hermanos Cristian, Thalia,
Ángel y Suny, que siempre me brindan el apoyo moral, palabras de aliento y animándome para
crecer profesionalmente.

Deysi Chilón

A:

A Dios, por ser mi guía incesante y otorgarme la sabiduría y la fortaleza en cada paso de este camino.

Al Dr. Manuel Eber Paredes Arana, mi asesor, por su valiosa orientación, paciencia y apoyo durante el desarrollo de esta tesis. Su guía ha sido fundamental para la concreción de este trabajo.

A la escuela de Posgrado de la UNC, por brindarme la oportunidad de ampliar mis conocimientos y contribuir con la investigación científica.

Deysi Chilón

Mas tú, Jehová, eres escudo alrededor de mí; Mi gloria, y el que levanta mi cabeza

Salmos 3:3

ÍNDICE

RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes de la Investigación	4
2.2. Bases teóricas.....	11
2.2.1. <i>Los antibióticos en la producción avícola</i>	11
2.2.2. <i>Calidad microbiológica del huevo de gallina</i>	12
2.2.3. <i>Calidad física del huevo</i>	14
2.2.4. <i>Contenido lipídico de la yema de huevo</i>	14
2.3. Definición de términos	15
CAPÍTULO III	17
MATERIALES Y MÉTODO.....	17
3.1 Ubicación de la zona de estudios	17
3.2. Población, muestra y unidad de análisis	18
3.2.1 <i>Población y muestra</i>	18
3.3. Obtención y procesamiento de datos.....	20
3.3.1. <i>Detección de antimicrobianos</i>	20
3.3.2. <i>Análisis Microbiológico</i>	21

3.3.3. <i>Determinación de las propiedades físicas del huevo</i>	21
3.3.4. <i>Medición de parámetros bioquímicos de la yema de huevo</i>	23
3.3.5. <i>Análisis de los datos</i>	23
CAPITULO V	24
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Proporciones (%) de huevos de gallina con residuos de antibióticos expendidos en Supermercados (SUPM), Mercados de Abastos (MABA) y Bodegas (BOD) de la ciudad de Cajamarca	24
Tabla 2 Calidad microbiológica de huevos para consumo humano adquiridos en supermercados (SUPM), mercados de abastos (MABA) y bodegas (BOD) de la ciudad de Cajamarca	28
Tabla 3 Características físicas del huevo para consumo humano adquiridos en supermercados (SUPM), mercados de abastos (MABA) y bodegas (BOD) de la ciudad de Cajamarca	32
Tabla 4 Contenido lipídico en yema de huevos para consumo humano adquiridos en supermercados (SUPM), mercados de abastos (MABA) y bodegas (BOD) de la ciudad de Cajamarca	39
Tabla 5 Media, desviación estándar (DS) y coeficiente de variación (CV) del contenido de colesterol de la yema de huevo según lugares de expendio.	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de la ciudad de Cajamarca.....	17
Figura 2 Compra de huevos en supermercados.....	19
Figura 3 Compra de huevos en bodegas.....	19
Figura 4 Compra de huevos en mercados de abastos.....	20
Figura 5 Pesado de huevos en laboratorio UNC.....	22
Figura 6 Determinación de longitud y diámetro del huevo.....	22
Figura 7 Condiciones comerciales del expendio de huevos de gallina en la ciudad de Cajamarca. SUPM: Supermercado. MABA: Mercado de abastos (calle y piso). BOD: Bodegas.....	28
Figura 8 Pesado de huevos en laboratorio UNC.....	33
Figura 9 Determinación de longitud y diámetro del huevo.....	33
Figura 10 Determinación de la altura y diámetro de la yema de huevo.....	34
Figura 11 Determinación del peso de la albúmina.....	34
Figura 12 Determinación del peso de la yema.....	35
Figura 13 Determinación del peso de la cáscara.....	35
Figura 14 Determinación del color de la yema de huevo. Equipo Kónica Minolta CR 410. Laboratorio UNC.....	36
Figura 15 Determinación de colesterol de la yema de huevo, laboratorio UNC.....	36
Figura 16 Variación del contenido de colesterol en la yema de huevo según lugar de expendio (n=10).....	39

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS

SUPM: Supermercados

MABA: mercados de abastos

BOD: Bodegas

UH: Unidad Haugh

GLM: Modelo Lineal Generalizado

SENASA: Servicio Nacional De Sanidad Agraria Del Perú

FLQ: Fluoroquinolonas

SA: Sulfonamida

LMR: Límite Máximo De Residuo

AGL: Ácidos Grasos Libres

ANOVA: Análisis de varianza

CO₂: Dióxido de carbono

CV: Coeficiente de variación

DS: Desviación estándar

J-CUADRADO: Chi cuadrado

SEM: Error estándar de la media

P: Nivel de significación

LC: Cromatografía Líquida

MS: Espectrometría de masas

EE: Extracto Etéreo

CDR: Reacción de detección química

SAS: Sistema de análisis estadístico

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad microbiológica y características físico químicas de los huevos de gallina comercializados en supermercados (SUPM), mercados de abastos (MABA) y bodegas (BOD) del distrito de Cajamarca, octubre del 2023. La población y muestra consistió un total de 120 huevos, seleccionados mediante muestreo no probabilístico, con diseño experimental. Para el análisis estadístico se utilizaron GLM, ANOVA, prueba de Tukey y Chi Cuadrado. Los resultados indicaron presencia de sulfonamidas en 100% de SUPM, 10% de MABA y 80% de BOD, las quinolonas estuvieron presentes en 100%, 20% y 50%, respectivamente. Se comparó la calidad microbiológica, los huevos de MABA presentaron mayores poblaciones de bacterias aeróbicas mesófilas, coliformes y mohos-levaduras ($p < 0,05$). La evaluación de características físicas, los huevos más frescos provenían de SUPM (75,2 UH), seguidos de BOD (71,8) y MABA (69,6). El contenido lipídico y de colesterol en la yema fue más bajo en MABA (1,86 mg/g) en comparación con SUPM (2,55 mg/g) y BOD (2,53 mg/g). Se concluyó que los supermercados ofrecen una mejor calidad microbiológica y mayor frescura de huevos, los mercados de abastos podrían ser preferibles debido a su menor contenido de residuos de antibióticos y un perfil lipídico más bajo.

Palabras clave: huevos de gallina, detección de antibióticos, calidad microbiológica, características físicas y lipídicas

ABSTRACT

The aim of the research was to evaluate the microbiological quality and physicochemical characteristics of hen eggs sold in supermarkets (SUPM), wholesale markets (MABA), and small stores (BOD) in the district of Cajamarca, October 2023. The population and sample consisted of a total of 120 eggs, selected through non-probabilistic sampling with an experimental design. Statistical analysis was performed using GLM, ANOVA, Tukey's test, and Chi-Square. The results indicated the presence of sulfonamides in 100% of SUPM, 10% of MABA, and 80% of BOD, while quinolones were present in 100%, 20%, and 50%, respectively. When comparing microbiological quality, eggs from MABA showed higher populations of mesophilic aerobic bacteria, coliforms, and molds-yeasts ($p < 0.05$). In terms of physical characteristics, the freshest eggs came from SUPM (75.2 UH), followed by BOD (71.8) and MABA (69.6). The lipid and cholesterol content in the yolk was lower in MABA (1.86 mg/g) compared to SUPM (2.55 mg/g) and BOD (2.53 mg/g). It was concluded that supermarkets offer better microbiological quality and greater freshness of eggs, while wholesale markets may be preferable due to their lower antibiotic residues and lower lipid profile.

Keywords: hen eggs, antibiotic detection, microbiological quality, physical and lipid characteristics

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Los huevos para consumo humano a nivel mundial, principalmente lo producen gallinas ponedoras genéticamente especializadas, alojadas en jaulas de alta densidad poblacional. Los huevos para consumo en la ciudad de Cajamarca también son producidos en este tipo de granjas avícolas ubicadas en la región costera, trasladados vía terrestre y expendidos al público consumidor en puestos de venta ubicados en supermercados, tiendas mayoristas y pequeñas bodegas. También, se realiza la venta de huevos de gallina mediante el comercio establecido en algunas calles o “paradas comerciales”. Los huevos vendidos en la calle, en su mayoría provienen de crianzas traspatio de origen local, de gran aceptación por algunos consumidores que asocian su valor alimenticio con sistemas alternativos de producción basados en gallinas criollas alimentadas al pastoreo y con granos de cereales, sin ningún tipo de confinamiento, ni el uso de antimicrobianos químicos (Sulimova et al., 2020).

Al mismo tiempo, en la producción avícola intensiva es común el uso de antibióticos debido a sus beneficios en la reducción de morbilidad y mortalidad de las aves. Los antibióticos a menudo se agregan al pienso o agua de bebida sin respetar el período de retiro prescrito (Nonga et al., 2017). El uso no regulado de antibióticos en la producción avícola plantea un grave riesgo para el desarrollo de resistencia a los antimicrobianos acumulados en los huevos. Los fármacos ampliamente utilizados actualmente en aves son las fluoroquinolonas y sulfonamidas (Premarathne et al., 2017; Yamaguchi et al., 2017), por lo tanto, sus residuos representan amenazas para la salud de los consumidores, incluidas las reacciones alérgicas, los problemas de desarrollo infantil y los posibles efectos nocivos de las cepas resistentes a los medicamentos (Chang et al., 2015).

El huevo es un alimento muy nutritivo, pero a la vez perecible y puede servir como un medio de cultivo para el desarrollo de microorganismos patógenos, cuando no es producido, trasladado y almacenado adecuadamente. Algunas bacterias suelen ser causantes de problemas gastroentéricos en humanos, debido a la ingesta de huevos crudos o mal cocidos (Hui, 2014). También el ambiente en el que se comercializan los huevos influye en la calidad microbiológica de este importante alimento. Según el lugar físico de expendio del huevo podrían determinarse diferentes calidades microbiológicas de este producto. Los mohos afectan las propiedades sensoriales y reducen el valor nutritivo; además producen micotoxinas que pueden llegar afectar a los consumidores (Greco et al., 2014). Coliformes totales como las enterobacterias Gram negativas se relacionan con falta de higiene en el manejo de los huevos, de alto riesgo porque podrían invadir albúmina y yema.

Estudios efectuados en otros países han determinado que los huevos producidos en sistemas convencionales presentan mejores características de calidad al compararlos con los huevos obtenidos en sistemas alternativos. Sin embargo, estas características de calidad pueden variar de un país a otro, debido a diferentes factores como clima, raza y edad de la gallina (Englmaierová et al., 2014). Otros estudios han determinado que los huevos provenientes de sistemas alternativos presentan mayor contaminación por bacterias aerobias que los obtenidos en sistemas convencionales, pero suelen estar libres de residuos de antibióticos y sustancias que ocasionan estrés, además la yema de huevo contiene altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados y lipoproteínas de alta densidad, y bajos niveles de colesterol total y lipoproteínas de baja densidad (Vorlova et al., 2001).

Es conocido también, que el sector avícola traspatio ha experimentado un desarrollo considerable en un corto período de tiempo, y desempeña un papel importante en términos de desarrollo económico, empoderamiento del campesino y seguridad nutricional (Kumar et al.,

2022). Los huevos comercializados por este pequeño sector avícola tienen un mayor precio que los huevos de líneas comerciales, por lo que las aves criadas en sistemas de traspatio podrían ser económicamente ventajosas para el criador (Selvam, 2004). En Cajamarca y en otros lugares del mundo existen las gallinas criollas, autóctonas o indígenas, y que suelen producir huevos con cáscara verde inclusive, que han ganado popularidad debido a su resistencia a las enfermedades, tolerancia a inclemencias climáticas y buena calidad física y química de su carne y huevos (Rajkumar et al., 2016). Considerando la preferencia y exigencias del consumidor de huevos de gallina, se requiere la información *in situ* para el consumidor sobre las características de calidad de los huevos, desde las externas, así como la calidad interna a nivel de la albúmina e integridad de la yema.

Por tanto, el problema central del presente estudio fue enunciado con la siguiente interrogante: ¿Cuál es la calidad microbiológica y características físico químicas de los huevos de gallina comercializados en 3 tipos de mercado o lugar de expendio para el consumo humano en la ciudad de Cajamarca? La hipótesis nula afirma que la calidad microbiológica de los huevos de gallina para consumo humano es mala debido al lugar de expendio en la ciudad de Cajamarca y a la presencia de residuos de antibióticos. No obstante, también se puede encontrar que la calidad microbiológica de los huevos de gallina para consumo humano no es mala, sin presencia de residuos quimioterápicos y en cualquier lugar de expendio en la ciudad de Cajamarca. ¿Cuál es la calidad microbiológica de los huevos comercializados en los supermercados, mercado de abastos y bodegas en la ciudad de Cajamarca? ¿Qué características físicas tienen los huevos comercializados en los supermercados, mercado de abastos y bodegas en la ciudad de Cajamarca? ¿Cuál es el contenido lipídico de la yema de los huevos comercializados en los supermercados, mercado popular y bodegas en la ciudad de Cajamarca?

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Zu et al. (2025) investigaron los efectos de diferentes proporciones dietéticas de aceites de linaza y soja en el rendimiento y la calidad del huevo de las gallinas ponedoras en fase tardía. Un total de 360 gallinas ponedoras Jinghong de 70 semanas de edad fueron asignadas aleatoriamente a cuatro grupos de seis réplicas cada uno, con 15 pollos por réplica. Se alimentaron con dietas con proporciones de aceite de linaza a aceite de soja de 3:0 (T1), 2:1 (T2), 1:2 (T3) y 0:3 (T4) durante 4 semanas. No se observaron diferencias significativas en el peso del huevo, el consumo de alimento de las gallinas ponedoras, la producción de huevos o la proporción de alimento a huevo ($P > 0,05$) entre los grupos. En comparación con el grupo T4, el grupo T2 tuvo una cantidad significativamente mayor de folículos de 8 a 10 mm. Además, la altura de la albúmina y las unidades Haugh fueron significativamente mayores en el grupo T3 que en el grupo T4 ($P < 0,05$), aunque no se observaron diferencias significativas entre los grupos T1, T2 y T3. Con un aumento en la adición de aceite de linaza al alimento, el contenido de ácidos grasos poliinsaturados n-3 en los huevos de gallina aumentó significativamente ($P < 0,05$). Este estudio demostró que una proporción de aceite de linaza y aceite de soja de 1:2 en el grupo T3 mejoró la calidad del huevo al reducir el estrés oxidativo.

Zhang et al. (2024) estimaron los parámetros genéticos y exploraron los rasgos de reproducción seleccionables en las razas puras Rhode Island Red (RIR) y White Leghorn (WL), que son 2 razas ponedoras de alto rendimiento, y comprender mejor su base genética subyacente y acelerar el progreso genético. El software DMU se utilizó para analizar 12 rasgos de calidad del huevo, incluidos la longitud del huevo (EL), el ancho del huevo (EW), el índice de forma del

huevo (ESI), el peso del huevo (EWT), la altura de la albúmina (AH), el color de la yema (YC), la unidad Haugh (HU), el peso de la yema (YW), el peso de la albúmina (AW), la relación entre la albúmina y el peso del huevo (AWR), la relación entre la yema y la albúmina (YAR) y la relación entre el peso de la yema y el huevo (YWR). En RIR, la heredabilidad de los rasgos de calidad del huevo varió de 0,196 a 0,427, mientras que la repetibilidad varió de 0,395 a 0,668. En WL, la heredabilidad de los rasgos de calidad del huevo varió de 0,203 a 0,347, y la repetibilidad varió de 0,424 a 0,656. Tanto en RIR como en WL, se observaron correlaciones genéticas muy fuertes entre AW y EW, así como entre AW y EWT. Las correlaciones genéticas para AW y EW fueron 0,902 en RIR y 0,864 en WL, mientras que las correlaciones genéticas para AW y EWT fueron 0,981 en RIR y 0,960 en WL. Los rasgos de calidad del huevo en ambas razas mostraron una heredabilidad moderada, lo que indica un gran potencial genético para la mejora a través de la crianza selectiva. Esto puede ayudar a los criadores a satisfacer las preferencias de huevos cada vez más diversas de los consumidores a través de la selección genética. Además, existe una correlación muy fuerte entre el ancho/peso del huevo y el peso de la albúmina en ambas razas. En la producción práctica, es posible estimar el peso de la albúmina midiendo el ancho y el peso del huevo, lo que puede simplificar el método para medir el peso de la albúmina.

Palomar et al. (2023) evaluaron el efecto del contenido de ácidos grasos libres (AGL) y el grado de saturación dietarios sobre la calidad del huevo, el perfil de ácidos grasos de la yema y el contenido de colesterol de la yema. Durante un período de 15 semanas, un total de 144 gallinas ponedoras (19 semanas de edad) fueron asignadas aleatoriamente a 8 tratamientos dispuestos en un diseño factorial 2×4 , con 2 fuentes de aceite crudo (aceite de soja y aceite de palma) y 4 niveles de AGL (10, 20, 30 y 45%). Los tratamientos dietéticos se lograron mediante la sustitución progresiva de los aceites originales por cantidades equivalentes de sus correspondientes aceites ácidos. No se encontraron diferencias en ingesta de alimento o masa de

huevo. Sin embargo, los AGL en la dieta redujeron la producción de huevos y aumentaron la tasa de conversión alimenticia. Los niveles más altos de AGL en las dietas de soja dieron como resultado un mayor peso del huevo con un mayor peso de la albúmina y la yema. Las dietas con palma presentaron una mayor relación yema: albúmina que las dietas con soja, pero el efecto de los AGL no siguió una tendencia lineal. Las gallinas alimentadas con dietas de soja pusieron huevos con unidades Haugh (UH) más altas que las dietas de palma, aunque al aumentar el % de AGL dietético se redujeron los valores de UH en ambas. Las dietas con palma mejoraron la calidad de la cáscara con mayor resistencia a la rotura y mayor contenido de materia seca y cenizas que las dietas con soja. No se encontraron diferencias en la composición química del huevo y el contenido de colesterol de la yema. El grado de saturación tuvo un efecto significativo en todos los AG de la yema analizados a excepción del ácido araquidónico (C20:4 n-6), mientras que aumentar el contenido de AGL no afectó en mayor medida. Estos resultados muestran que la variación del nivel de AGL en la dieta no afectó la calidad del huevo y la composición de la yema tanto como lo hizo la fuente de grasa en la dieta, lo que respalda el uso de aceites ácidos y destilados de ácidos grasos como ingredientes de grasa para alimentos.

Wang et al. (2022) recogieron un total de 513 muestras de huevos de supermercados y mercados agrícolas en la ciudad de Kunming en 2020 y analizaron los niveles de 7 antibióticos mediante el método de espectrometría de masas en tándem de cromatografía líquida de ultra alto rendimiento. Los coeficientes de correlación lineal estaban por encima de 0,990 para todos los antibióticos probados. Los límites de detección y cuantificación en huevos de aves de corral fueron de 0,002 a 0,010 mg/g y de 0,007 a 0,033 mg/g, respectivamente. Las recuperaciones promedio de los 7 analitos de muestras de huevos de aves de corral fueron de 80,00 a 128,01 %, con desviaciones estándar relativas de menos de 13,97 %. Un total de 93 (18,13%) muestras dieron positivo para antibióticos, siendo la concentración más alta de 2,48 mg/g. El rango de

concentración de ofloxacina, danofloxacina, difloxacina, sulfadimetoxina, sulfamonometoxina, sulfametoxipiridazina y sulfametoxazol en huevos de aves de corral fue de 0,01 a 0,37 mg/g, 0,06 a 0,48 mg/g, 0,05 a 0,29 mg/g, 0,03 a 0,16 mg/g, 0,06 a 1,00 mg/g, 0,05 a 0,37 y 0,07 a 2,48 mg/g, respectivamente. Se detectó sulfamonometoxina en huevos de gallina con el nivel de concentración más alto de 1,00 mg/g. El sulfametoxazol se detectó con el nivel de concentración más alto tanto en huevos de pato como de codorniz, con 1,87 y 2,48 mg/g, respectivamente. El antibiótico con mayor nivel de residuos en los huevos de faisán fue el danofloxacino, que fue de 0,37 mg/g. Se identificó sulfametoxipiridazina en 30 muestras con tasa positiva más alta de 5,85 %, la sulfadimetoxina se identificó en 3 muestras con la tasa positiva más baja de 0,58 %. Observamos que 7 residuos de antibióticos dirigidos en huevos de codorniz y 3 residuos de antibióticos dirigidos en huevos de faisán. También encontramos que había residuos de antibióticos en los huevos de gallina campera y la concentración no era baja. El antibiótico con el nivel más alto de residuos en los huevos de gallinas camperas fue la sulfamonometoxina, que fue de 1,00 mg/g. Estos hallazgos sugieren que el monitoreo continuo de residuos de antibióticos en huevos de aves de corral es esencial en China.

Romera et al. (2022) evaluaron la forma de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi intensivos: Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red, con el objetivo de estudiar, con un criterio dinámico, su modificación a lo largo del ciclo de postura dada su relación con la resistencia a la rotura y su aptitud para la incubación. Entre las 25 y 69 semanas de edad se recolectaron mensualmente muestras aleatorias de 50 huevos de cada grupo, se midió su longitud y ancho, se calculó el índice de forma ($IF = (\text{ancho} / \text{largo}) \times 100$) y se los clasificó en alargados $IF < 72$, satisfactorios $72 \leq IF \leq 76$ y redondeados $IF > 76$. Los datos longitud y ancho del huevo se ajustaron en función de la edad con el modelo de Brody y los del índice de forma por regresión lineal. La asociación positiva entre el índice de forma y la

resistencia de la cáscara y negativa con la incubabilidad determina que los huevos redondeados presenten mayor resistencia, pero menor aptitud como huevos incubables y viceversa. Los huevos Campero Casilda presentan como ventaja comparativa durante una mayor proporción del ciclo una forma redondeada asociada a un mejor comportamiento frente a las roturas y como desventaja su menor adecuación como huevos incubables.

Sharma et al. (2022) determinaron el efecto del ambiente del alojamiento y la tensión de las gallinas ponedoras sobre el rendimiento, la calidad del huevo y la microbiología de la cloaca y la cáscara del huevo. Utilizaron un total de 1,152 gallinas Hy-Line Brown (HB) y Hy-Line W-36 White Leghorn (W-36). Todas las gallinas se mantuvieron en jaulas convencionales (CC) de 18 a 32 semanas de edad y luego se trasladaron a jaulas de colonias enriquecidas (EC) o corrales de crianza libre (FR) o continuaron en CC. Las gallinas se asignaron al azar en un arreglo factorial 2×3 de 2 líneas de gallinas ponedoras (marrón y blanco) y 3 ambientes de alojamiento (CC, EC y FR) en un diseño de parcelas divididas en el tiempo (edad de las gallinas). El experimento se realizó desde las 32 hasta las 85 semanas de edad. El experimento se dividió en 2 fases: fase temprana (32-51 semanas de edad) y fase tardía (52-85 semanas de edad). Se observó una interacción de tres vías para la producción de huevos día de gallina (HDEP) entre los ambientes de alojamiento, la raza de gallina y la edad del ave en la fase temprana, así como en la fase tardía. En ambas fases, HDEP fue mayor en CC y FR que en EC. Las gallinas Hy-Line W-36 criadas en EC tuvieron el HDEP más bajo en comparación con otros tratamientos. Se observó una interacción de tres vías para el consumo de alimento (FI) y la tasa de conversión alimenticia (FCR) en la fase tardía. El FI más bajo y el FCR más alto se observaron en EC para gallinas W-36. Las gallinas criadas en libertad tuvieron un desempeño intermedio en cuanto a calidad de cáscara de huevo en comparación con CC y EC, mientras que HB tuvo una mejor calidad de huevo que W-36. Las gallinas camperas tuvieron recuentos bacterianos cloacales más altos para

aerobios, anaerobios y coliformes que CC y EC. Se observó una mayor contaminación bacteriana de la cáscara de huevo en los huevos de FR frente a los huevos de CC y EC. Estos resultados indican que tanto el entorno de alojamiento como la variedad de gallinas ponedoras afectan el rendimiento y la calidad del huevo, así como la microbiología de la cloaca y la cáscara del huevo.

Ketta y Tumová (2017) determinaron la relación entre el grosor de la cáscara y otras características de la cáscara en huevos producidos en sistemas de alojamiento con yacija y jaulas enriquecidas. Recolectaron huevos de 200 aves del genotipo ISA Brown a las 40-42 semanas de edad. La mitad de las aves se alojaron en jaulas enriquecidas (750 cm²/gallina, 10 gallinas/jaula) y la otra mitad se alojó en corrales con yacija (9 gallinas/m², 10 gallinas/corral). Los huevos en cada sistema de alojamiento se dividieron en tres categorías que varían en el grosor de la cáscara: la primera categoría (cáscaras delgadas 0,28–0,30 mm), la segunda categoría (cáscaras medianas 0,33–0,36 mm) y la tercera categoría (cáscaras gruesas 0,39–0,41 mm). Los resultados indicaron que los parámetros de la cáscara difieren significativamente según el grosor de la cáscara. Se observó una interacción significativa de la categoría de cáscara y el sistema de alojamiento en la resistencia de la cáscara. Como se esperaba, la resistencia de la cáscara de huevo aumentó a medida que las cáscaras se volvían más gruesas. Además, los huevos con las cáscaras más gruesas de las jaulas enriquecidas tenían cáscaras significativamente más fuertes que los del sistema de cama. El peso de la cáscara de huevo aumentó significativamente en la categoría de cáscara gruesa, siendo mayor en las jaulas enriquecidas (7,23 g) que en el sistema de cama (5,14 g). Los coeficientes de correlación de Pearson mostraron una correlación positiva entre los parámetros de la cáscara de huevo y el grosor de la cáscara en ambos sistemas de alojamiento. Además, la correlación entre el grosor de la cáscara de huevo y la resistencia de la cáscara de huevo fue mayor en la cama (0,64, $p < 0,001$) en comparación con las jaulas enriquecidas (0,48,

$p < 0,001$). Los resultados del presente estudio indicaron que, en cáscaras delgadas, el sistema de alojamiento juega un papel importante en la determinación de la resistencia de la cáscara de huevo.

Park et al. (2015) Compararon la calidad microbiológica de las cáscaras de huevo de gallina obtenidas de un mercado mayorista tradicional y de un supermercado moderno. También determinaron las características de supervivencia y crecimiento de bacterias aerobias mesófilas (MAB) naturales y de *Salmonella* entérica inoculada artificialmente en cáscaras de huevo bajo diversas condiciones ambientales (presencia de heces de pollo, temperatura [4, 12 o 25 C] y humedad relativa [RH; 43 o 85%]). Las poblaciones de MAB, coliformes y mohos y levaduras en cáscaras de huevo compradas en un mercado mayorista tradicional fueron significativamente ($P < 0,05$) más altas que las de un supermercado moderno. En el segundo estudio, cuando almacenaron huevos sin inocular bajo diversas condiciones de almacenamiento, la población de MAB en cáscaras de huevo ($4,7 \times 10^9$ log UFC/huevo) permaneció constante durante 21 días, independientemente de las condiciones de almacenamiento. Sin embargo, cuando las cáscaras de huevo se inocularon con *S. enterica* y se almacenaron en las mismas condiciones, las poblaciones del patógeno disminuyeron significativamente ($P < 0,05$) en todas las condiciones evaluadas. La supervivencia de *S. enterica* aumentó significativamente ($P < 0,05$) en presencia de heces, a bajas temperaturas y a baja HR. Estas observaciones serán de valor para predecir el comportamiento de los microorganismos en las cáscaras de huevo y seleccionar condiciones de almacenamiento que reduzcan las poblaciones de *S. enterica* en las cáscaras de huevo durante la distribución.

Pasquali et al. (2012), como parte de una actividad de investigación más amplia sobre el uso de envases en atmósfera modificada para mejorar la calidad y las propiedades funcionales de los huevos de mesa, también evaluaron los efectos del aire, el 100 % de CO₂ y el 100 % de O₂ en la supervivencia de bacterias patógenas inoculadas experimentalmente (*Salmonella*

Enteritidis, Escherichia coli y Listeria monocytogenes), así como en bacterias de descomposición (bacterias mesófilas aerobias totales) en huevos de mesa durante 30 días de almacenamiento a 4, 25 y 37 °C mediante el método de recuento de colonias. En general, las temperaturas desempeñaron un papel importante, más que los gases, a la hora de influir en la supervivencia bacteriana. En particular, las cargas microbianas más bajas se registraron a 4 °C en E. coli y bacterias de descomposición, mientras que 37 °C fue la mejor temperatura de almacenamiento para evitar el desarrollo del microorganismo psicrotrópico L. monocytogenes independientemente del gas utilizado. El envasado al 100 % con CO₂, en asociación con una temperatura de almacenamiento baja (4 °C), tuvo un efecto positivo significativo en la reducción de las cargas de Salmonella. En los huevos inoculados con L. monocytogenes y almacenados a 4 °C, así como en los huevos que contenían solo bacterias de descomposición y almacenados a 25 °C, el 100 % con CO₂ resultó ser el mejor gas en comparación con el aire y el O₂. El envasado al 100 % con CO₂ no mostró ningún efecto negativo en la supervivencia de los patógenos en comparación con el aire. Aunque se requieren mejoras adicionales para controlar la humedad relativa dentro del envase para limitar el crecimiento y la supervivencia de las bacterias, en vista de los efectos positivos del envasado con CO₂ en las características de calidad de los huevos de mesa, el envasado con 100 % de CO₂ podría representar una técnica innovadora y prometedora para el mantenimiento de las características de los huevos durante el transporte, la venta minorista y el almacenamiento doméstico.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Los antibióticos en la producción avícola

Los antibióticos se encuentran entre los compuestos esenciales de la medicina veterinaria asociados con la producción de alimentos y piensos para animales. El uso de antibióticos para el tratamiento de infecciones bacterianas es casi inevitable, y cada vez es menos necesario

demostrar su importancia. Aunque se ha prohibido como factor de crecimiento durante algunos años, su uso en animales puede añadir residuos a los alimentos, lo que presenta varios riesgos ambientales, tecnológicos, para la salud animal y para la salud del consumidor (Arsene et al., 2022).

Países orientales como China no solo es uno de los mayores consumidores de antibióticos del mundo, sino también un gran país en la producción y consumo de huevos de aves de corral (Zhang et al., 2015). En todo el mundo, los antibióticos a menudo se agregan a los alimentos para animales como promotores del crecimiento y se usan para prevenir y tratar enfermedades animales (Nisha, 2008). Pero, los granjeros no suelen mantener el período de retiro del antibiótico prescrito antes de comercializar sus productos alimenticios, como los huevos (Nonga et al., 2010).

El uso de antibióticos en la producción avícola también puede conducir a la acumulación de antibióticos en la carne de aves y otros productos como los huevos. Los fármacos de fluoroquinolonas (FLQ) y los fármacos de sulfonamida (SA) se utilizan ampliamente en la cría de aves de corral actualmente (Premarathne et al., 2017). La norma nacional china de inocuidad de los alimentos establece límites máximos de residuos de medicamentos de 100 mg/kg para sulfas en alimentos de origen animal como la carne y el hígado, pero existe no hay LMR específico para huevo. Sin embargo, las fluoroquinolonas y sulfas están prohibidos para el uso en aves de corral durante el período de puesta de huevos, por lo tanto, en teoría, el LMR de estos quimioterápicos en el huevo debería ser cero (Wang et al., 2022).

2.2.2. Calidad microbiológica del huevo de gallina

En América Latina, más del 75% de los huevos de mesa son producidos por aves alojadas en Jaulas. Al mismo tiempo, los huevos de Jaula se consideran superiores en estándares higiénicos con menor contaminación bacteriana (Galvao et al., 2018). Pero debe considerarse

que, debido a la naturaleza dinámica de los microbios, tanto el alojamiento como la raza de las gallinas ponedoras pueden influir en el crecimiento microbiano en la cáscara del huevo (Holt et al., 2011), lo cual está relacionado con la seguridad alimentaria en la industria del huevo. Varios estudios han demostrado que los huevos de los sistemas de alojamiento alternativos, como aviarios y crianza libres, tienen una mayor carga bacteriana en la cáscara del huevo que los de las jaulas convencionales (Vlckova et al., 2018). De manera similar, Jones y Anderson (2013) observaron que la carga microbiana de la cáscara del huevo se vio afectada por las razas de gallinas ponedoras en diferentes alojamientos. Otro aspecto que afecta la contaminación bacteriana de la cáscara de huevo es el momento de la recolección, traslado y almacenamiento, afectando los productos finales, provocando enfermedades transmitidas por los alimentos (Petrak et al., 1999). Además, se ha observado que el número total de microorganismos que penetran la cáscara del huevo en la membrana de la cáscara y la albúmina es mayor en crianza libre en comparación con jaulas (Vlckova et al., 2018). Es muy importante tener en cuenta que, en la gallina, la cloaca es una abertura común para el tracto digestivo, urinario y reproductivo, y puede albergar diferentes bacterias patógenas como *Salmonella Spp.*, *Staphylococci spp.*, *Escherichia Coli* o *Campylobacter spp.* Estas bacterias pueden contaminar la cáscara del huevo durante el paso del huevo por la cloaca (Pesavento et al., 2017).

De otro lado, se han efectuado una serie de investigaciones para disminuir la presencia de patógenos en el huevo. Caudill et al. (2010) indican que la incorporación de agua fría en el procesamiento comercial de huevos en cáscara, manteniendo al mismo tiempo un pH de 10 a 12, reduce las temperaturas de los huevos después del procesamiento y permite un enfriamiento más rápido, sin causar una disminución en la calidad del huevo ni aumentar la presencia de microorganismos aeróbicos y hongos durante aproximadamente 5 semanas después del procesamiento.

2.2.3. Calidad física del huevo.

Las investigaciones, actualmente están centradas en el manejo de un sistema integral para monitorear la producción y la calidad de los huevos, abordando los desafíos del registro manual y la evaluación de la calidad de las aves y el producto para optimizar la gestión avícola moderna, mejorar la eficiencia de la producción y garantizar el bienestar animal e inocuidad de los huevos (Wu et al., 2025). Sin embargo, a nivel de consumidor, se busca siempre un buen alimento, por lo que las investigaciones al respecto, se han centrado en mejorar la pigmentación de la yema y el valor nutricional de los huevos de mesa, para lo cual se debe considerar la biodisponibilidad de los carotenoides, y se trabaja en la liberación de la matriz del grano de maíz (principal ingrediente de la dieta), la solubilización en una fase lipídica y la incorporación en micelas mixtas para que puedan ser absorbidos por el epitelio intestinal (Zurak et al., 2025). En los últimos años, muchos estudios se han centrado en comprender y mejorar la biodisponibilidad de los carotenoides, haciendo hincapié en el impacto de varios factores relacionados con el alimento y el huésped. Entre estos factores, se ha demostrado que la codigestión de carotenoides con otros componentes de la dieta afecta la digestión y absorción de estos compuestos (Greco et al., 2024).

2.2.4. Contenido lipídico de la yema de huevo

La yema de huevo representa aproximadamente el 31% del peso total del huevo y es una fuente rica en lípidos esenciales, entre los que se encuentran triglicéridos (62%), fosfolípidos (33%) y colesterol (4%). Los triglicéridos, compuestos principalmente por ácido oleico, palmítico y linoleico, son la principal reserva energética. Los fosfolípidos, como la fosfatidilcolina y la esfingomielina, desempeñan un papel clave en la estructura de las membranas celulares y la emulsificación de grasas. El colesterol, concentrado en la yema, ha sido objeto de debate respecto a su impacto en la salud cardiovascular; sin embargo, estudios recientes indican que su influencia en los niveles plasmáticos es limitada y depende de la dieta

general. Además, la yema es fuente de colina, fundamental para el desarrollo neurológico, y de carotenoides como la luteína y la zeaxantina, que benefician la salud ocular. Su consumo moderado en el contexto de una dieta equilibrada es recomendado por diversas organizaciones de salud (Koppmann, 2012; Huffington Post, 2024).

Gul et al. (2021) hace algunas aseveraciones acerca de la yema de huevo, luego de algunas investigaciones en este componente del huevo. La yema es la parte principal del huevo que contiene vitaminas, minerales, lípidos y proteínas que son esenciales para el desarrollo y la eclosión del embrión. La yema de huevo contiene cantidades significativas de lipoproteínas, triacilglicéridos y colesterol, cuya dinámica es indistinta durante la embriogénesis. Los efectos del colesterol en la abundancia, intensidad y función de la proteína de la yema no están bien definidos durante el desarrollo embrionario.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Aerobios mesófilos. Microorganismos que crecen en presencia de oxígeno a una temperatura de 30-37°C (SENASA, 2020).

2.3.2. Calidad de huevo. Son las características de un huevo que determinan su adecuación para el consumo (Kumar et al., 2022).

2.3.3. Calidad microbiana. Es la estimación de bacterias aeróbicas y anaeróbicas, el recuento de bacterias lácticas y esporuladas, la presencia de indicadores de contaminación fecal e higiene (SENASA, 2020).

2.3.4. Calidad microbiológica del huevo. Su calidad y seguridad se pueden evaluar mediante recuentos de aerobios mesófilos, recuentos de mohos y levaduras, análisis de coliformes totales, recuentos de *Staphylococcus aureus* y *E. coli*, y análisis de presencia/ausencia de *Salmonella.sp.*

2.3.5. Calidad lipídica del huevo. Es una emulsión en la que los lípidos se encuentran principalmente en forma de lipoproteínas complejas (Dussailant et al., 2017).

3.1.4. Análisis de características físicas del huevo y contenido lipídico: Laboratorio de ovoproductos (OVO LAB – UNC).

3.2. Población, muestra y unidad de análisis

3.2.1 Población y muestra

3.2.1.1. Población. Huevos comercializados en Cajamarca, en octubre del 2023.

3.2.1.2. Muestra. Se determinó considerar la técnica de muestreo no probabilístico, del tipo muestreo por cuotas. Según refiere Martínez (2002), este método es aquel en el que se determina una cantidad de individuos de una población para que sean miembros de la muestra, sin considerar un procedimiento para determinar la cuota, de manera arbitraria y que compartan ciertas características específicas. Para el presente estudio se consideró el siguiente tamaño de muestra, de acuerdo a la evaluación efectuada:

Detección de quimioterápicos. 30 huevos

Microbiología. 30 huevos

Características físicas. 30 huevos

Contenido lipídico. 30 huevos

Se adquirió la siguiente cantidad de huevos de acuerdo a cada lugar de expendio y por cada tipo de análisis:

Supermercados. 10 huevos

- Plaza Vea: 05
- Metro: 05

Figura 2

Compra de huevos en supermercados



Bodegas. 10 huevos

- En el barrio Chontapaccha: 02
- En el barrio San Martín: 02
- En el barrio La colmena: 02
- En el barrio La Florida: 02
- En el barrio San Vicente: 02

Figura 3

Compra de huevos en bodegas



Mercados de Abastos: 10 huevos

- San Sebastián: 05
- San Antonio (Mercadillo): 05

Figura 4

Compra de huevos en mercados de abastos



3.3. Obtención y procesamiento de datos

3.3.1. Detección de antimicrobianos

Se recolectaron huevos de gallina de las tres clases de centro de expendio: 10 huevos por cada clase de centro de expendio. En total, se adquirió 30 huevos, que inmediatamente se trasladaron al Laboratorio de ovoproducción de la Facultad de Ingeniería Zootecnista de la Universidad Nacional de Cajamarca, donde luego de empacarse adecuadamente en cajas de Tecnopor y bandejas de cartón fueron enviados al Laboratorio del Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos del SENASA, Lima. Se realizó la determinación de residuos de antibióticos (sulfonamidas, penicilinas, quinolonas, tetraciclinas y macrólidos) por cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masa en tándem (LC/MS-MS), según lo refiere el laboratorio.

3.3.2. Análisis Microbiológico

Se recolectaron las muestras de huevos de los mismos puntos de venta que para el caso de detección de antibióticos. Se recolectaron asépticamente 30 huevos por cada tratamiento (supermercado, bodega y piso). Los huevos de cada tratamiento se colocaron en una bolsa de laboratorio aséptica y se transportaron al laboratorio en cajas térmicas con bolsas de hielo en gel y se almacenaron a 4 °C. Al día siguiente, se enviaron muestras al laboratorio de microbiología Microclin de la ciudad de Trujillo. El reporte de resultados emitido por el laboratorio nos indica que, para el recuento de microorganismos aerobios, mesófilos viables en cáscara y contenido de huevos, se lo realizó de acuerdo a Gentry y Quarles (1972) y la detección de *Salmonella* se lo realizó de acuerdo al protocolo ISO 6579:2 Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella*. Part 1: Detection of *Salmonella* spp.

3.3.3. Determinación de las propiedades físicas del huevo

Los huevos evaluados en el estudio fueron 10 por tratamiento. Se registró el peso de cada huevo. La longitud y diámetro del huevo con un vernier digital. La cáscara con membranas, la albúmina y la yema se separaron cuidadosamente y se pesaron en una balanza de precisión. Se determinó la proporción del peso de los componentes del huevo en relación al peso total del huevo. Se determinó el peso del huevo y la altura de la albúmina, que permitieron calcular los valores unitarios de Haugh (UH). Se midió el grosor de la cáscara de huevo con el equipo BIT micrométrico y también se determinó la pigmentación de la yema de huevo con el colorímetro Kónica Minolta. Se utilizaron las siguientes fórmulas para el cálculo de índices:

3.3.3.1. Índice de forma del huevo = ancho del huevo (mm) × 100/longitud del huevo (mm).

3.3.3.2. Índice de yema = altura de yema (mm) /ancho de yema (mm)

3.2.3.3. Unidad Haugh (UH). Calculada según la fórmula descrita por Haugh (1937):

$$UH = 100 \log (h - 1,7 W^{0.37} + 7.6), \text{ Donde:}$$

h = altura media de la albúmina (mm) y

W = peso del huevo (g).

Figura 5

Pesado de huevos en laboratorio UNC.



Figura 6

Determinación de longitud y diámetro del huevo



3.3.4. Medición de parámetros bioquímicos (lípidos totales y colesterol) de la yema de huevo

Para extraer los lípidos totales, se tomó una muestra de 1 g de yema de huevo, y mediante análisis Soxhlet, utilizando éter de petróleo se determinó el extracto etéreo (EE). Se consideró el peso del extracto etéreo igual al contenido de lípidos totales de la muestra. El colesterol se determinó mediante CDR Food Lab, que es un analizador de tecnología fotométrica que usa emisores LED y un kit de reactivos de la misma marca. Primero se pesó una muestra de 10 g de yema de huevo y se añadió 10 g de polímeros que conforman el kit. Se homogenizó durante cinco minutos y luego se centrifugó la mezcla a una velocidad de 5000 g/minuto, durante 5 minutos. Finalmente, el sobrenadante se colocó en el frasco colector del analizador, en el cual se realizó la lectura.

3.3.5. Análisis de los datos

Los análisis estadísticos de los datos se realizaron utilizando el procedimiento GLM (General Linear Models) del SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC). Los análisis de varianza (ANOVA) se efectuaron para los datos microbiológicos, características físicas y contenido lipídico del huevo. Diferencias significativas entre medias fueron determinadas usando la prueba de Tukey ($P < 0.05$). Las proporciones positivas de antibióticos en huevos se compararon mediante la prueba de Chi cuadrado. Todas las pruebas estadísticas con un valor p inferior a 0,05 se consideraron significativas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Residuos de antibióticos en huevos de gallina

En la Tabla 1 se muestran las proporciones de huevos de gallinas en los cuales se detectó residuos de sustancias antimicrobianas (RSA), de acuerdo al lugar donde fueron adquiridos. Los rangos de concentración de detección de quinolonas y sulfonamidas fueron de 10 000 a 37 000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y de 60 000 a 100 000 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectivamente. En los anexos del 1 al 5 se reportan los informes del Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos del Servicio Nacional de Sanidad Agraria, indicando las concentraciones de RSA. Se determinó que la oferta de huevos de gallina con residuos de antibiótico guarda estrecha relación con el lugar de expendio, tal como lo demuestran las pruebas de chi cuadrado para la presencia de sulfonamidas y quinolonas, con valores altos de *J-cuadrado* ($A=0,001$ y $A=0,01$, respectivamente). Las pruebas de *J-cuadrado* referidas se presentan en los anexos 6 y 7. Se observa de manera general, que mayor cantidad de huevos con residuos de antibióticos procedieron de los supermercados (SUPM) y bodegas (BOD) y en menor proporción de los mercados de abastos (MABA).

Tabla 1

Proporciones (%) de huevos de gallina con residuos de antibióticos expendidos en Supermercados (SUPM), Mercados de Abastos (MABA) y Bodegas (BOD) de la ciudad de Cajamarca.

Antimicrobianos	SUPM	MABA	BOD
Sulfonamidas	100%	10%	80%
Quinolonas	100%	20%	50%

Es conocido que, los residuos de antibióticos constituyen un grave problema de salud pública, ya que su presencia en los alimentos puede provocar complicaciones leves o adversas de difícil manejo, como la toxicidad directa y reacciones alérgicas, y la resistencia a los antibióticos como consecuencias indirectas (Arsene et al., 2022). Por lo tanto, se requiere la regulación del uso de los antibióticos en todos los ámbitos, incluida la producción primaria de alimentos de origen animal. El conocimiento de los lugares donde se pueden encontrar alimentos libres de residuos de sustancias agroquímicas (RSA) puede ayudar al consumidor a tomar la mejor decisión de compra. Sin embargo, con el presente estudio no se pretende generar segmentaciones en el mercado del huevo considerando la presencia o no de RSA, porque la producción industrial y oferta de huevos para consumo humano, resulta ser bastante compleja. Por ejemplo, hoy en día, se continúa analizando en profundidad las técnicas de detección de residuos de antibiótico. También se debate sobre los impactos de los RSA en la salud del consumidor, y se formulan recomendaciones para paliar esta situación. Wang et al. (2022) advierten que debe tenerse en cuenta algunas limitantes que presentan los métodos de laboratorio para la detección de residuos de antibióticos en el huevo de las aves.

Por tanto, se reitera, que el presente estudio proporciona información sobre los residuos de antibióticos en los huevos de aves de gallina vendidos en los mercados de la ciudad de Cajamarca, en una determinada época, lo cual podría servir como un punto de partida para futuras investigaciones, no solo en huevos de aves si no en otros alimentos de origen animal. Del mismo modo, cabe indicar que no existe un límite máximo de residuos de quinolonas y sulfonamidas en alimentos, establecido por la Comisión del Codex Alimentarius. Sin embargo, el Ministerio de Agricultura y Asuntos Rurales de China ha prohibido el uso de algunas sulfas y quinolonas en gallinas durante la puesta de huevos (MARA, 2019). En el Perú no existe

normatividad al respecto que prohíba el uso de antibióticos en la producción avícola, por lo que nada podría detener el uso de antimicrobianos en la producción de huevos de gallina.

Las investigaciones muestran que este problema en la producción avícola y en la salud pública, es común a muchos países del mundo. Se han encontrado residuos de fluoroquinolonas y sulfas en huevos de aves de corral en otros países, donde se ha prohibido su uso (Premarathne et al., 2017; Yamaguchi et al., 2017). Existe, inclusive, un trabajo donde se ha determinado quinolonas y sulfas en los huevos de los faisanes, que son especies de aves silvestres y sus huevos se consideran bastante dietéticos (Gugala et al., 2019). Por lo tanto, el contacto directo de las aves con el entorno contaminado podría ser una razón probable para la presencia de antibióticos en los huevos de aves que no reciben una alimentación comercial. De otro lado, se resalta que estas condiciones de los huevos, conducen a la producción de bacterias resistentes a los medicamentos. Por tanto, el problema de los residuos de antibióticos prohibidos en los huevos necesita más atención. También, es conocido que, en los países en desarrollo como el Perú, existe una mayor demanda de productos avícolas como resultado del aumento de la población, la urbanización y un bajo poder adquisitivo. En respuesta a esta mayor demanda, los granjeros tienden a super intensificar los sistemas de producción avícola y con bastante frecuencia se utilizan antibióticos para controlar las enfermedades en estas operaciones productivas (Hao et al., 2014).

De acuerdo a los resultados los huevos de gallina adquiridos en los mercados de abastos, que incluye los puestos de venta “en el piso”, tienen menor proporción de residuos de antibióticos, indicando que estos huevos mayoritariamente provienen de crianzas familiares, donde no utilizaron antibióticos en el tratamiento o en la alimentación de las aves, a diferencia de los huevos expendidos en SUPM y BOD, donde posiblemente los abastecedores de huevo de gallina sean las granjas con sistemas intensivos de producción. Las gallinas camperas consuman forraje

para su nutrición en lugar de ser alimentadas con alimentos preparados comercialmente, por lo que las aves no estén expuestas a antibióticos (Rugumisa et al., 2016). De otro lado, en un estudio se detectaron hasta 6 residuos de antibióticos en huevos de gallinas camperas, mientras que solo se detectaron 4 tipos de antibióticos en huevos producidos por gallinas enjauladas (Wang et al., 2022). Esto sugiere que los huevos de gallinas camperas no son más seguros que los de gallinas enjauladas. Se necesita más investigación para identificar las causas de este fenómeno y se debe prestar mayor atención a la vigilancia de los residuos de antibióticos en los huevos de aves de corral a fin de reducir los riesgos para la salud del consumidor.

4.2. Calidad microbiológica

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la presencia de microorganismos en el huevo de gallina que se expenden en tres clases de lugares comerciales de la ciudad de Cajamarca. Se observan diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en el recuento de coliformes, levaduras y mohos, tanto en cáscara y contenido de huevo, y en la población aeróbica de la parte interna del huevo. No se encontraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) en la población aeróbica presente en la cáscara de los huevos comercializados en los tres tipos de mercado de la ciudad de Cajamarca. En los anexos 8, 10, 12, 14, 16 y 18 se muestran los datos del recuento de los microorganismos analizados, presentes en la cáscara y contenido de los huevos comercializados en SUPM, MABA y BOD. En los anexos 9, 11, 13, 15, 17 y 19 se adjuntan los análisis de varianza de los seis indicadores de calidad microbiológica considerados en el presente estudio. En la figura 2 se presentan fotografías que evidencian las condiciones higiénicas y comerciales de los lugares de expendio de los huevos para consumo humano en la ciudad de Cajamarca, que pudieron influenciar en los resultados de calidad microbiológica.

Tabla 2

Calidad microbiológica de huevos para consumo humano adquiridos en supermercados

(SUPM), mercados de abastos (MABA) y bodegas (BOD) de la ciudad de Cajamarca

	SUPM	MABA	BOD	SEM	p
Población aeróbica en cáscara (Log UFC/mg)	3.78	3.80	3.84	0.017	0.7624
Levaduras y mohos en cáscara (Log UFC/mg)	0.87 ^b	2.06 ^a	0.98 ^b	0.379	0.0014
Coliformes en cáscara (Log UFC/mg)	0.35 ^c	1.64 ^a	0.78 ^b	0.338	0.0005
Población aeróbica en huevo (Log UFC/ml)	0.31 ^b	0.42 ^a	0.41 ^b	0.085	0.0041
Levaduras y mohos en huevo (Log UFC/ml)	0.87 ^b	2.06 ^a	0.98 ^b	0.380	0.0029
Coliformes en huevo (Log UFC/ml)	0.04 ^b	0.07 ^a	0.05 ^b	0.008	0.0446

Figura 7

Condiciones comerciales del expendio de huevos de gallina en la ciudad de Cajamarca. SUPM:

Supermercado. MABA: Mercado de abastos (calle y piso). BOD: Bodegas



SENASA (2016) refiere que, la población aerobia mesófila, la constituyen microorganismos que crecen en presencia de oxígeno a una temperatura de 30-37°C, y son indicadores de multiplicación de microorganismos patógenos. En el presente estudio se determinó una población elevada de microorganismos aerobios en la cáscara del huevo, aun cuando no se encontró diferencias estadísticas ($p>0.05$) de acuerdo al lugar de expendio. Park et al. (2015) compararon la calidad microbiológica de la cáscara de huevos de gallina obtenidos de un mercado mayorista tradicional y de un supermercado moderno, en la República de Corea, y determinaron, que las poblaciones de mesófilos aerobios, coliformes, mohos y levaduras en cáscaras de huevo compradas en un mercado mayorista tradicional fueron significativamente más altas que las de un supermercado moderno; siendo la población de bacterias mesófilas aerobias en cáscaras de huevo, hasta de 4,9 log UFC/mg. La mencionada población de aerobios reportada por Park, estaría en concordancia con la encontrada en nuestro estudio. Del mismo modo, la conclusión acerca del lugar de expendio de huevos y su contaminación microbiológica, tienen semejanza a los resultados del presente estudio.

En cuanto a los microorganismos altamente patógenos en el huevo se tiene a la Salmonella, que es uno de los microorganismos más comunes transmitidos y que causa en el ser humano, una enfermedad caracterizada por fiebre, dolor abdominal, diarrea, náuseas y, a veces, vómitos (CDC, 2014). El huevo es un alimento que por lo general se ingiere cocido, descartándose la ingesta de patógenos vivos con el consumo del huevo. Sin embargo, en el Perú, se reportan casos de intoxicaciones, debido al consumo de mayonesa preparada caseramente. La mayonesa es una emulsión de aceite que se añade a los alimentos antes de su consumo para mejorar su sabor y palatabilidad, rica en grasas y en calorías, preparada con aceite vegetal, yema de huevo crudo, agentes acidificantes y sal (Bhattacharya, 2023). Por lo que debe tenerse cuidado al respecto, a fin de evitar intoxicaciones por Salmonella, aún más considerando que de

forma natural el huevo es un producto de la gallina, susceptible a contaminación con bacterias intestinales de la misma ave, por expelerse por la cloaca, que es un órgano común a los sistemas reproductivo, renal y digestivo.

De otro lado, los mohos y levaduras, en general, se consideran como especies determinantes de la calidad de los alimentos. Los mohos son capaces de afectar las propiedades sensoriales y reducir el valor nutricional del alimento. Además de esto, sintetizan micotoxinas que no solo pueden tener un impacto negativo en la salud del animal, sino que pueden llegar a contaminar el huevo y afectar a los consumidores (Greco et al., 2014). La presencia de los mohos y levaduras no solo dependen del tipo de producción, sino del manejo del huevo en la comercialización. En general, influyen en los recuentos de levaduras y mohos, los sitios relacionados con el transporte, y el lugar de expendio, como se observa en los huevos vendidos en el MABA, que tienen un alto recuento de levaduras y mohos en cáscara en comparación con los adquiridos en los SUPM y BOD. La determinación de hongos y levaduras es importante ya que ellos pueden ser causantes de la descomposición de los alimentos. El lugar de expendio influye mucho para la contaminación de mohos y levaduras, en este caso los huevos del MABA presentaron el mayor recuento de mohos y levaduras en el interior del huevo. El alto recuento que se obtuvo en las muestras del mercado de abastos evidencia que hubo problemas higiénicos en los lugares de almacenamiento, venta o contaminación en el transporte.

En cuanto al grupo de las coliformes totales, se consideran un indicador de higiene y sanidad general de los alimentos. Estos son bacilos Gram negativos que pertenecen a la familia de las enterobacterias. Su presencia en alimentos y superficies se relacionan con prácticas de higiene y limpieza. La cáscara de los huevos adquiridos en el MABA contó con mayor cantidad de coliformes que los huevos de la BOD, presentando menor contenido de coliformes los huevos

que se comercializan en los SUPM. Estos resultados reflejarían precisamente, las condiciones higiénicas de los huevos al momento de la venta y almacenamiento, tal como se observa en la figura 1. Los lugares de expendio SUPM manejan el empaque de cartón de primer uso y revestimiento de plástico que protegen los huevos de posibles contaminantes externos, tal como lo indica Pasquali et al. (2012), quienes sugieren que, para limitar el crecimiento y supervivencia de las bacterias, se debe utilizar el embalaje con CO₂, útil para el mantenimiento de las características de los huevos durante el transporte, la venta minorista y el almacenamiento doméstico. En los MABA, los huevos están expuestos a los contaminantes de la calle o ambiente y manipuleo directo con las manos. En las BOD, el almacenamiento y expendio de huevos se podría considerar en un nivel intermedio de condiciones higiénicas del SUPM y MABA. La carga promedio de coliformes fue de 0.35 y 0.78 Log UFC g⁻¹ para huevos de SUPM y BOD, respectivamente, que estarían dentro del límite establecido por la American Public Health Association (APHA) citado por Ricke et al. (2001), quienes sugieren niveles de coliformes en cáscara de huevo menor a 1 Log UFC g⁻¹. Sin embargo, en los huevos vendidos en el MABA, el conteo de coliformes efectuado en el presente estudio (1.64 Log UFC g⁻¹) superó el límite indicado por APHA. Del mismo modo, se encontró mayor contenido de coliformes en el interior de los huevos procedentes de MABA, en relación a los huevos del SUPM y BOD.

4.3. Calidad física de los huevos

En la Tabla 3 se muestran los indicadores de calidad física de los huevos colectados en las tres clases de lugares comerciales donde se oferta este alimento al público consumidor. Se encontraron diferencias ($p < 0.05$), en algunas características del huevo, influenciadas por el lugar de expendio; así el peso del huevo fue mayor en los SUPM y BOD que los vendidos en los MABA, sin embargo, el índice de forma y las unidades Haugh fueron mayores solamente en los huevos del SUPM en relación a los del MABA y BOD. Los componentes del huevo, pesados por separado

mostraron también diferencias estadísticas ($p < 0.05$). El peso relativo de la cáscara y de la yema fue mayor en los huevos de MABA y el peso relativo de la albúmina fue mayor en los huevos comprados en el SUPM. No se encontraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre características de los huevos según lugar de expendio en: índice de yema, grosor de cáscara, y color de la yema. En los anexos 20 al 43 se muestran los datos de todos los indicadores de calidad evaluados, asimismo sus respectivos análisis de varianza.

Tabla 3

Características físicas del huevo para consumo humano adquiridos en supermercados (SUPM), mercados de abastos (MABA) y bodegas (BOD) de la ciudad de Cajamarca

	SUPM	MABA	BOD	SEM	p
Peso del huevo (g)	63.7 ^a	54.7 ^b	62.2 ^a	2.78	0.002
Índice de forma de huevo	76.1 ^a	73.1 ^b	74.6 ^b	0.87	0.027
Índice de yema	43.1	42.6	42.1	0.29	0.083
Grosor de cáscara (mm)	0.357	0.334	0.343	0.01	0.062
Unidades Haugh	75.2 ^a	69.6 ^b	71.8 ^b	1.36	0.009
Componentes de huevo (%)					
Cáscara	10.5 ^b	11.5 ^a	10.4 ^b	0.34	0.008
Yema	23.2 ^b	30.4 ^a	20.1 ^c	2.87	<0.001
Albúmina	67.3	59.3	60.5	2.51	<0.001
Color de la yema					
Luminosidad (L*)	62.9	62.2	61.3	0.45	0.204
Enrojecimiento (a*)	9.4	10.6	10.1	0.32	0.175
Amarillamiento (b*)	63.0	68.4	62.2	0.26	0.309

Figura 8

Pesado de huevos en laboratorio UNC.



Figura 9

Determinación de longitud y diámetro del huevo



Figura 10

Determinación de la altura y diámetro de la yema de huevo



Figura 11

Determinación del peso de la albúmina



Figura 12

Determinación del peso de la yema



Figura 13

Determinación del peso de la cáscara



Figura 14

Determinación del color de la yema de huevo. Equipo Kónica Minolta CR 410. Laboratorio UNC



Figura 15

Determinación de colesterol de la yema de huevo, laboratorio UNC.



Las características físicas del huevo se pueden determinar y evaluar considerando mediciones externas e internas. El índice de forma es una característica externa que considera la longitud y el ancho del huevo. Al respecto, se destaca la importancia de este indicador para el envasado automático de los huevos, para la caracterización fenotípica de las gallinas y también reviste importancia la forma del huevo de gallina por su relación con la resistencia a la rotura, siendo los huevos con mayor índice de forma (huevos redondeados) los más resistentes (Romera et al., 2022). Nuestros resultados indican que los huevos comprados en los SUPM mostraron mayor índice de forma, lo que podría también estar asociado con los sistemas intensivos de producción de huevos. Otra de las estructuras del huevo es la cáscara, que es de suma importancia, por que influye directamente en la calidad microbiológica del huevo por ser una membrana semipermeable, además protege y sostiene las estructuras internas, por lo tanto, los huevos agrietados o dañados suponen pérdidas económicas entre el 6 y el 8% de la producción total de huevos (Ketta y Tumová, 2017). En el presente estudio no se encontraron diferencias en el grosor de la cáscara de los huevos adquiridos en los tres lugares de expendio, sin embargo, el peso de la cáscara en relación al peso total del huevo fue inferior en los huevos del SUPM y BOD.

En cuanto a la calidad interna del huevo, se determinó el estado de la yema y albúmina, para lo cual se valoró el color y el índice de la yema, la unidad Haugh (UH) y los pesos relativos de la albúmina y yema. El color de la yema es un aspecto muy importante que valora el consumidor en el momento de la compra (Wu et al., 2025). El color de la yema se debe principalmente a las xantofilas y en menor proporción a los carotenos, entre otros pigmentos (Zurak et al., 2025). El índice de la yema relaciona la altura y el diámetro de la yema en forma de porcentaje. por tanto, cuanto mayor es el índice más fresca tendrá el huevo ya que la yema será más compacta y habrá perdido menos humedad, siendo este índice de yema normal

aproximadamente entre 40 y 42% (Xu et al., 2025). Cuando no se llega a esta cifra significa que la yema ha descendido debido a que la membrana vitelina ha adquirido mayor elasticidad y ha perdido humedad. Los huevos analizados en la presente tesis, ligeramente bordean el límite superior establecido, sin que se hayan encontrado diferencias por lugar de expendio. La pigmentación de la yema y el índice de la yema son consideradas como medidas de frescura del huevo, del mismo modo para determinar la calidad proteínica del huevo se considera las unidades Haugh, que relacionan la altura de la clara densa y el peso del huevo (Zhang et al., 2024). Se consideran que valores de 50 Unidades Haugh representan una calidad del huevo inaceptable para el consumidor, a partir de 70 ya es aceptable (Caudill et al., 2010). En el presente estudio las UH lindan con la calificación de aceptable, mas no con valores entre 90 y 100 que indicarían una alta calidad del huevo.

4.4. Contenido lipídico de la yema de huevo.

Los resultados del contenido lipídico en yema de huevos adquiridos en las tres clases de centros de comercialización en la ciudad de Cajamarca se muestran en la Tabla 4. No se encontraron diferencias estadísticas entre lugares de expendio en la concentración total de lípidos de la yema ($p>0.05$). Sin embargo, la concentración de colesterol en la yema disminuyó ($p<0.05$) en los huevos adquiridos en los mercados de abastos. En los anexos 44 y 46 se muestran los datos obtenidos por repeticiones del contenido lipídico total y colesterol en yema, según lugar de expendio. En los anexos 45 y 47 se presentan los análisis de varianza de los datos. En la figura 3 y tabla 5 se muestran las variaciones de los datos de colesterol en yema, de acuerdo la totalidad de muestra evaluadas y de acuerdo al lugar de expendio.

Tabla 4

Contenido lipídico en yema de huevos para consumo humano adquiridos en supermercados (SUPM), mercados de abastos (MABA) y bodegas (BOD) de la ciudad de Cajamarca

	SUPM	MABA	BOD	SEM	P
Lípidos totales (mg/kg)	339	343	337	2.401	0.417
Colesterol (mg/g)	2.55 ^a	1.86 ^b	2.53 ^a	0.227	0.005

Figura 16

Variación del contenido de colesterol en la yema de huevo según lugar de expendio (n=10)

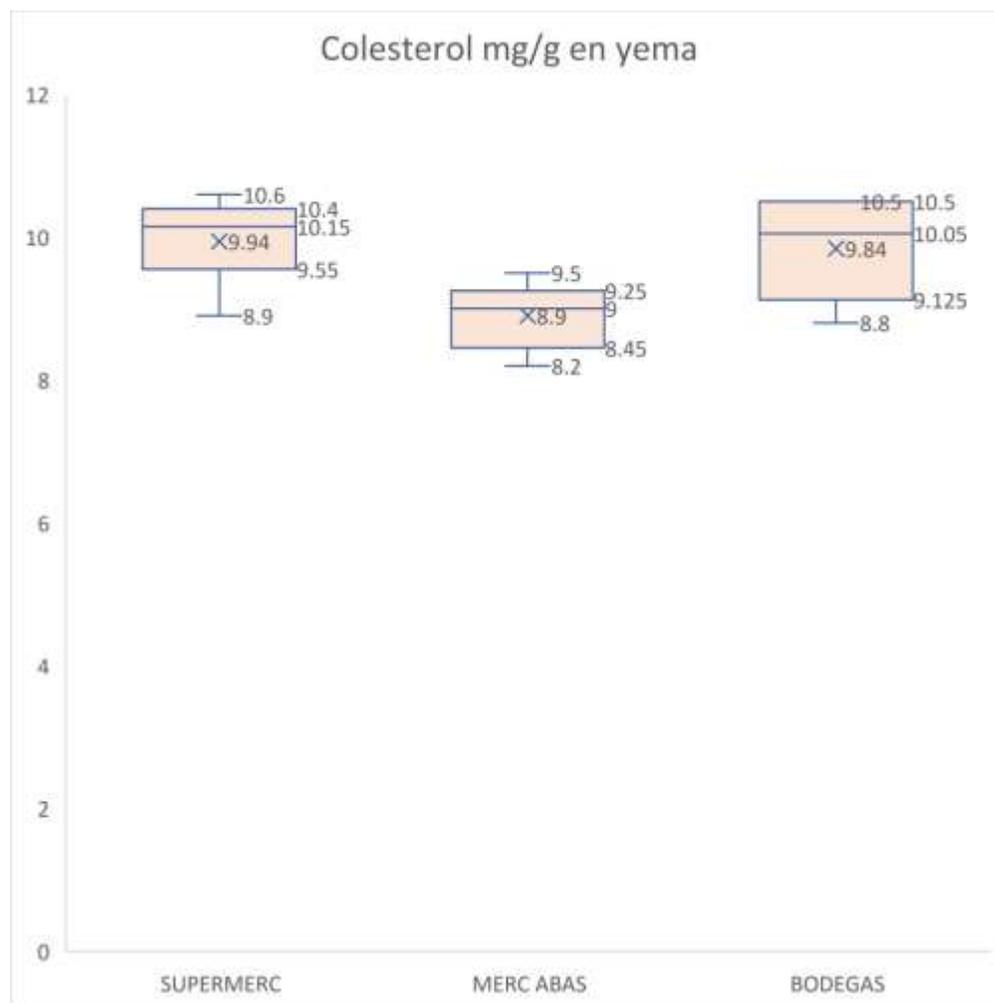


Tabla 5

Media, desviación estándar (DS) y coeficiente de variación (CV) del contenido de colesterol de la yema de huevo según lugares de expendio.

	SUPER MERCADO	MERCADO DE ABASTOS	BODEGAS
Media (mg/g)	9.94	8.90	9.84
DS (mg/g)	0.57	0.46	0.67
CV (%)	5.69	5.14	6.81

El nivel de colesterol más bajo se observó en los huevos expendidos en los mercados de abastos, debido posiblemente al origen productivo de estos alimentos, que sería la crianza extensiva, basada en la ingesta de forrajes verde. Esto confirmaría otros hallazgos donde los huevos de crianzas familiares y al pastoreo se caracterizaban por un contenido de colesterol más bajo en comparación con los huevos de producciones comerciales (Calik, 2016). Aunque el nivel de colesterol fue diferente entre los huevos adquiridos según centro de expendio, su variabilidad no superó el 7% (Figura 3). Este fenómeno puede estar relacionado con un mecanismo biológico que limita los cambios en los niveles de colesterol en los huevos, ya que el colesterol es crucial para el buen desarrollo del embrión, cuando la finalidad productiva de huevos, no es para consumo humano (Gul et al.,2021).

Se resalta, que el huevo de gallina es un alimento rico en proteína de alta calidad y que aporta diversos nutrientes, sin embargo, con el aumento de las enfermedades cardiovasculares asociadas a niveles elevados de colesterol plasmático, algunas personas limitan el consumo de huevo, aun cuando se ha demostrado que su ingesta no afecta los factores de riesgo cardiovascular, por el contrario los lípidos de la yema de huevo podrían promover un perfil de ácidos grasos menos aterogénico (Dussailant et al., 2017)

Los resultados de la investigación sobre la calidad microbiológica, residuos de antibióticos y características de los huevos de gallina en Cajamarca revelan diferencias según su

origen y comercialización. La mayor presencia de residuos de antibióticos en supermercados y bodegas sugiere un uso intensivo de estos compuestos en la avicultura, lo que representa riesgos para la salud y el medio ambiente. Aunque los huevos de supermercados muestran menor contaminación microbiológica, su mayor tiempo de almacenamiento podría influir en un mayor contenido de colesterol. Se propone una estrategia de gestión ambiental que incluya el fomento de la producción avícola orgánica, capacitación en buenas prácticas, monitoreo de residuos de antibióticos, promoción del consumo responsable y una mejor gestión de residuos avícolas. Estas acciones buscan mejorar la calidad de los huevos, proteger la salud pública y reducir el impacto ecológico de la industria avícola en Cajamarca.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

1. En la ciudad de Cajamarca, la mayor proporción de huevos comercializados en los supermercados y bodegas contienen residuos de antibióticos, a diferencia de los huevos comercializados en mercados de abastos, donde la proporción es menor.
2. La calidad microbiológica de los huevos comercializados en los supermercados, bodegas y mercados de abastos (incluyendo venta en piso) de la ciudad de Cajamarca, permitió determinar que los huevos expendidos en los supermercados poseen una menor contaminación por microorganismos tanto en el exterior e interior del huevo.
3. Las características físicas de los huevos comercializados en los supermercados, bodegas y mercado de abastos de la ciudad de Cajamarca, determinaron que huevos más frescos con menor tiempo transcurrido entre la oviposición y la compra del huevo se encontraron en los supermercados, con valores de unidad Haug de 75.2, seguidos de las bodegas y mercados de abastos, con valores de unidad Haug de 71.8 y 69.6, respectivamente.
4. La evaluación del contenido lipídico de la yema de los huevos comercializados en los supermercados, bodegas y en piso de la ciudad de Cajamarca, permitió encontrar huevos con menor contenido de colesterol en los mercados de abastos, con valores de 1.86 mg/g de yema. A diferencia de los huevos adquiridos en los supermercados y bodegas que alcanzaron niveles de colesterol en yema de huevo de 2.55 y 2.53 mg/g.

RECOMENDACIONES

1. Ampliar la investigación sobre los tipos de antibióticos detectados en los huevos comercializados en supermercados y bodegas, estableciendo un monitoreo regular y evaluando los posibles riesgos para la salud pública. Además, se recomienda realizar investigaciones sobre los factores que influyen en la presencia de residuos, como el manejo de las aves, las prácticas de medicación en granjas y los controles de calidad en la cadena de distribución
2. Investigar la trazabilidad de los huevos de gallina, las condiciones de almacenamiento y transporte de los huevos en los diferentes puntos de venta para identificar los factores que influyen en la carga microbiana externa e interna del huevo.
3. Investigar los efectos del consumo de huevos con menor contenido de colesterol en la salud cardiovascular, analizar la viabilidad de sistemas alternativos de crianza que reduzcan los niveles de colesterol en la yema y desarrollar estudios sobre la percepción y aceptación del consumidor hacia estos productos para fomentar estrategias de educación y consumo responsable.
4. Se recomienda la creación de una norma ISO específica que regule valores máximos permitidos de residuos de antibióticos en huevos de gallina, alineada con los estándares internacionales de seguridad alimentaria y basada en evidencia científica, en beneficio de la salud pública y la gestión ambiental. Puesto que los residuos de antibióticos utilizados en la producción avícola aparecen en las heces de las aves (Trincado, L., et al. (2021), llegando a contaminar cuerpos de agua y suelos agrícolas, la norma ISO ayudaría a regular el uso de antibióticos y minimizar la contaminación de ecosistemas acuáticos y terrestres, mitigando impactos ambientales negativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arsene MMJ, Davares AKL, Viktorovna PI, Andreevna SL, Sarra S, Khelifi I, Sergueïevna DM. 2022. The public health issue of antibiotic residues in food and feed: Causes, consequences, and potential solutions, *Veterinary World*, 15(3): 662-671
- Bhattacharya S. 2023. Snack Foods. Chapter: Processing and Technology. Pages 543-550. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819759-2.00021-5>.
- Caudill, C.A., Curtis, P.A., Anderson, K.E., Kerth, L.K., Oyarazabal, O., Jones, D.R., and M. T. Musgrove. 2010. Detection of fluoroquinolone and sulfonamide residues in poultry eggs in Kunming city, southwest China. *Poultry Science* 89 :160–168.
- CDC (Center for Disease Control and Prevention), 2014. CDC 2011 Estimates: Findings. Retrieved from. <http://www.cdc.gov/foodborneburden/2011-foodborne-estimates>.
- Chang, Q., W. Wang, G. Regev-Yochay, M. Lipsitch, and W. P. Hanage. 2015. Antibiotics in agriculture and the risk to human health: *Evol. Appl.* 8:240–247.
- Dussailant, C., Echeverría, G., Rozowski, J., Velasco, N., Arteaga, A., Rigotti, A. 2017. Consumo de huevo y enfermedad cardiovascular: una revisión de la literatura científica. *Nutr Hosp* 34:710-718
- Englmaierová, M., Tumova, E., Charvatova, V., & Skrivan, M. 2014. Effects of laying hens housing system on laying performance, egg quality characteristics and egg microbial contamination. *Czech Journal of Animal Science*, 59(8), 345–352.
- Galvao, J. A., A. W. Biondo, F. S. Possebon, T. L. B. Spina, L. B. N. Correia, C. V. Zuim, and J. P. D. A. N. Pinto. 2018. Microbiological vulnerability of eggs and environmental conditions in conventional and free-range housing systems. *Semina: Ciencias Agrarias* 39:133–142.

- Greco, M. V., Franchi, M. L., Rico S. L., Pardo, A. G., & Pose, G. N. 2014. Mycotoxins and mycotoxigenic fungi in poultry feed for food-producing animals. *The Scientific World Journal*, Article 968215.
- Gugala, D., Flis, M., Grela, E.R. 2019. The effect of zinc, iron, calcium, and copper from organic sources in pheasant diet on the performance, hatching, minerals, and fatty acid composition of eggs. *Poultry Science* 98:4640–4647.
- Gul, H., Chen, X., Geng, Z. 2021. Comparative Yolk Proteomic Analysis of Fertilized Low and High Cholesterol Eggs during Embryonic Development. *Animals* 11: 744.
- Hao, H., G. Cheng, Z. Iqbal, X. Ai, H. Hussain, L. Huang, M. Dai, Y. Wang, A. Lu, and Z. Yuan. 2014. Benefits and risks of antimicrobial use in food-producing animals. *Front. Microbiol.* 5:288.
- Holt, P. S., R. H. Davies, J. Dewulf, R. K. Gast, J. K. Huwe, D. R. Jones, D. Waltman, and K. R. Willian. 2011. The impact of different housing systems on egg safety and quality. *Poult. Sci.* 90:251–262.
- Huffington Post. (2024). *Un cirujano cardiovascular habla claro sobre la "mala fama" de la yema de huevo.* <https://www.huffingtonpost.es/life/salud/un-cirujano-cardiovascular-habla-claro-sobre-mala-fama-yema-huevo.html>
- Hui, Y. H. 2014. *Plant sanitation for food processing and food service* (2nd Ed.). CRC Press.
- Jones, D. R., and K. E. Anderson. 2013. Housing system and laying hen strain impacts on egg microbiology. *Poult. Sci.* 92:2221–2225.
- Ketta, M., Tůmová, E. 2018. Relationship between eggshell thickness and other eggshell measurements in eggs from litter and cages. *Italian Journal of Animal Science* 17(1): 234-239,

Koppmann, M. (2012). *El huevo, un abanico de aplicaciones culinarias*. Ciencia Hoy, 22(128).

https://es.wikipedia.org/wiki/Yema_de_huevo

Kumar, M., P. Ratwan, S. P. Dahiya, and A. K. Nehra. 2021. Climate change and heat stress: Impact on production, reproduction and growth performance of poultry and its mitigation using genetic strategies. *J. Therm. Biol.* 97:102867.

Martínez, C. 2002. *Estadística y Muestreo*. Eco ediciones. Bogotá, D.C. 11^a ed. 879 pp.

Ministry of Agriculture and Rural Affairs of China (MARA). 2019.. Announcement No. 194 of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China.

Nisha, A. R. 2008. Antibiotic residues - a global health hazard. *Vet. World* 1:375–377.

Nonga, H. E., C. Simon, E. D. Karimuribo, and R. H. Mdegela. 2017. Assessment of antimicrobial usage and residues in commercial chicken eggs from smallholder poultry keepers in Morogoro municipality, Tanzania. *Zoonoses Public Hlth* 57:339–344.

Palomar, M., M. D. Soler, A. Tres, y A. C. Barroeta, M. Munoz-Nuñez and C. Garces-Narro. 2023. Influence of free fatty acid content and degree of fat saturation in laying hen diets on egg quality, yolk fatty acid profile, and cholesterol content. *Poultry Science* 102:102236.

Park, S., Choi, S., Kim, H., Kim, Y., Kim, S., Beuchat, L., Ryu, J.H. 2015. Fate of mesophilic aerobic bacteria and *Salmonella enterica* on the surface of eggs as affected by chicken feces, storage temperature, and relative humidity. *Food Microbiology* 48: 200e205

Pasquali, F., Manfreda, G., Olivi, P., Rocculi, P., Sirri, F., Meluzzi, A. 2012. Modified-atmosphere packaging of hen table eggs: Effects on pathogen and spoilage bacteria. *Poultry Science* 91 :3253-3259.

- Pesavento, G., C. Calónico, M. Runfola, and A. Lo Nostro. 2017. Freerange and organic farming: eggshell contamination by mesophilic bacteria and unusual pathogens. *J. Appl. Poult. Res.* 26:509–517.
- Petrak, K., T. Petrak, A. Jelic, S. Nedjeli, and A. Hraste. 1999. Correlation between initial bacteriological egg contamination and the technological preservation process. Proc. VIII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products.
- Premarathne, K., D. A. Satharasinghe, and M. Munasinghe. 2017. Establishment of a method to detect sulfonamide residues in chicken meat and eggs by high-performance liquid chromatography. *Food Control* 72:276–282.
- Rajkumar, U., M. Muthukumar, S. Haunshi, M. Mraju, S. V. Rama Rao, and R. N. Chatterjee. 2016. Comparative evaluation of carcass traits and meat quality in native Aseel chickens and commercial broilers. *Br. Poult. Sci.* 57:339–347.
- Romera, BM., Advínculo, SA., Canet, ZE., Dottavio, AM., Di Masso, RJ. 2022. Dinámica del largo, el ancho y la forma del huevo en tres poblaciones de gallinas camperas. *In Vet.* 24 (2): 1-9.
- Rugumisa, B., D. Call, G. Mwanyika, M. Subbiah, and J. Buza. 2016. Comparison of the prevalence of antibiotic-resistant *Escherichia coli* isolates from commercial-layer and freerange chickens in Arusha district, Tanzania. *Afr. J. Microbiol. Res.* 10:1422–1429
- Selvam, S. 2004. An economic analysis of free-range poultry rearing by rural women. *Indian J. Poult. Sci.* 39:75–77.
- SENASA. 2016. Servicio Nacional de Sanidad Agraria. Método: Recuento de aerobios mesófilos en alimentos, método de película seca rehidratable. Lima-01.

- Sharma, M. K., T. Dinh, C.D. McDaniel, A.S. Kiess, R.E. Loar Ily and P. Adhikari 2022. Effect of housing environment and hen strain on egg production and egg quality as well as cloacal and eggshell microbiology in laying hens. *Poultry Science* 101:101595.
- Sulimova, L., Zhuchaev, K., & Kochneva, M. 2020. Poultry behavior reactions and welfare. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*, 55(2), 209–224
- Vlckova, J., E. Tumova, M. Ketta, M. Englmaierova, and D. Chodova. 2018. Effect of housing system and age of laying hens on eggshell quality, microbial contamination, and penetration of microorganisms into eggs. *Czech J. of Anim. Sci.* 63:51–60.
- Wang, Z., Y. Du, C. Yang, X. Liu, J. Zhang, E. Li, Q. Zhang, and X. Wang. 2022. Detection of fluoroquinolone and sulfonamide residues in poultry eggs in Kunming city, southwest China. *Poultry Science* 101:10189.
- Wu, Z., Zhang, H., Fang, C. 2025. Research on machine vision online monitoring system for egg production and quality in cage environment. *Poultry Science* 104: 104552.
- Xu, M., Huo, W., Liu, L., Fan, Z., Zhou, P., Niu, L., Deng, H., Ning, W., Chen, W., Cheng, H., Che, L., Li, M. 2025. Effect of different dietary oil sources on the performance, egg quality and antioxidant capacity during the late laying period. *Poultry Science* 104: 104615
- Yamaguchi, T., M. Okihashi, K. Harada, Y. Konishi, K. Uchida, M. Do, L. Bui, T. Nguyen, H. Phan, T. Bui, P. Nguyen, K. Kajimura, Y. Kumeda, C. Dang Van, K. Hirata, and Y. Yamamoto. 2017. Detection of antibiotics in chicken eggs obtained from supermarkets in Ho Chi Minh city, Vietnam. *J. Environ. Sci. Health B* 52:430–433.
- Yang, Y., W. Song, H. Lin, W. Wang, L. Du, and W. Xing. 2018. Antibiotics and antibiotic resistance genes in global lakes: a review and meta-analysis. *Environ. Int.* 116:60–73.

- Yévenes, K., Pokrant, E., Trincado, L., Lapierre, L., Galarce, N., San Martín, B., Maddaleno, A., Hidalgo, H., & Cornejo, J. (2021). Detection of antimicrobial residues in poultry litter: Monitoring a risk through a selective and sensitive HPLC–MS/MS method. *Animals*, 11(5), 1399. <https://doi.org/10.3390/ani11051399>
- Zhang, Q. Q., G. G. Ying, C. G. Pan, Y. S. Liu, and J. L. Zhao. 2015. Comprehensive evaluation of antibiotics emission and fate in the river basins of China: source analysis, multimedia modeling, and linkage to bacterial resistance. *Environ. Sci. Technol.* 49:6772– 6782.
- Zhang, X., Li, Y., Li, Q., Zhang, T., Shi, F., Chen, J. 2024. Research Note: Genetic parameters estimation of egg quality traits in Rhode Island Red and White Leghorn chickens. *Poultry Science* 101:101892.
- Zurak, D., Sve, Z., Kljak, K. 2025. Effect of supplementing corn diet for laying hens with vitamin A and trace minerals on carotenoid content and deposition efficiency in egg yolk. *Poultry Science* 104: 104843.

ANEXOS

ANEXO 1. INFORME DE DETECCIÓN DE ANTIBIÓTICOS EN SUPER MERCADO 1

Descripción Analito	Método/Técnica	Resultados	LoD	LoQ	Incertidumbre	Unidad
---------------------	----------------	------------	-----	-----	---------------	--------

RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS

MUESTRA 1

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	18 532	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	75 232	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 2

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	10 004	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	60 014	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 3

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	27 729	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	99 645	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 4

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	21 371	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	84 591	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 5

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	31 633	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	79 490	10	20	N/A	µg/kg

ANEXO 2. INFORME DE DETECCIÓN DE ANTIBIÓTICOS EN SUPER MERCADO 2

Descripción Analito	Método/Técnica	Resultados	LoD	LoQ	Incertidumbre	Unidad
---------------------	----------------	------------	-----	-----	---------------	--------

RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS

MUESTRA 1

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	22 381	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	85 031	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 2

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	19 835	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	74 027	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 3

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	22 853	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	79 041	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 4

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	20 841	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	80 488	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 5

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	34 392	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	82 492	10	20	N/A	µg/kg

**ANEXO 3. INFORME DE DETECCIÓN DE ANTIBIÓTICOS EN MERCADO DE
ABASTOS 1**

Descripción Analito	Método/Técnica	Resultados	LoD	LoQ	Incertidumbre	Unidad
---------------------	----------------	------------	-----	-----	---------------	--------

RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS

MUESTRA 1

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	ND	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	ND	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 2

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	11 945	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	73 510	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 3

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	ND	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	ND	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 4

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	ND	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	ND	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 5

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	ND	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	ND	10	20	N/A	µg/kg

**ANEXO 4. INFORME DE DETECCIÓN DE ANTIBIÓTICOS EN MERCADO DE
ABASTOS 2**

Descripción Analito	Método/Técnica	Resultados	LoD	LoQ	Incertidumbre	Unidad
---------------------	----------------	------------	-----	-----	---------------	--------

RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS

MUESTRA 1

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	ND	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	ND	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 2

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	ND	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	ND	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 3

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	ND	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	ND	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 4

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	ND	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	86 592	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 5

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	ND	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	ND	10	20	N/A	µg/kg

ANEXO 5. INFORME DE DETECCIÓN DE ANTIBIÓTICOS EN BODEGAS

Descripción Analito	Método/Técnica	Resultados	LoD	LoQ	Incertidumbre	Unidad
---------------------	----------------	------------	-----	-----	---------------	--------

RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS

MUESTRA 1

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	26 396	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	64 930	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 2

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	28 942	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	78 642	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 3

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	29 753	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	89 743	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 4

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	23 618	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	92 734	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 5

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	ND	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	76 430	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 6

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	ND	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	ND	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 7

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	ND	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	76 839	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 8

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	24 671	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	ND	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 9

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	ND	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	86 592	10	20	N/A	µg/kg

MUESTRA 10

1	Quinolonas	MET-UCCIRT/RES-64	ND	20	50	N/A	µg/kg
2	Sulfametoxazol	MET-UCCIRT/RES-64	86 427	10	20	N/A	µg/kg

ANEXO 6. PRUEBA DE CHI CUADRADO PARA LAS PROPORCIONES DE DETECCIÓN DE SULFONAMIDAS EN RELACIÓN AL LUGAR DE EXPENDIO

ANTIMICROBIANOS	SUPM	MABA	BODEGAS	TOTALES
DETECTADO	10	1	8	19
NO DETECTADO	0	9	2	11
TOTALES	10	10	10	30

N	n*	n-n*	(n-n*) ²	(n-n*) ² /n*
10	6.33333333	3.66666667	13.4444444	2.12280702
0	3.66666667	-3.66666667	13.4444444	3.66666667
1	6.33333333	-5.33333333	28.4444444	4.49122807
9	3.66666667	5.33333333	28.4444444	7.75757576
8	6.33333333	1.66666667	2.77777778	0.43859649
2	3.66666667	-1.66666667	2.77777778	0.75757576
30	30	2.22045E-15	89.3333333	19.2344498

J-cuadrado calculado = 19.23

Valores J-cuadrado (A=0.001) = 13.82

ANEXO 7. PRUEBA DE CHI CUADRADO PARA LAS PROPORCIONES DE DETECCIÓN DE QUINOLONAS EN RELACIÓN AL LUGAR DE EXPENDIO

ANTIMICROBIANOS	SUPM	MABA	BODEGAS	TOTALES
DETECTADO	10	2	5	17
NO DETECTADO	0	8	5	13
TOTALES	10	10	10	30

N	n*	n-n*	(n-n*) ²	(n-n*) ² /n*
10	5.66666667	4.33333333	18.7777778	3.31372549
0	4.33333333	-4.33333333	18.7777778	4.33333333
2	5.66666667	-3.66666667	13.4444444	2.37254902
8	4.33333333	3.66666667	13.4444444	3.1025641
5	5.66666667	-0.66666667	0.44444444	0.07843137
5	4.33333333	0.66666667	0.44444444	0.1025641
30	30	0	65.3333333	13.3031674

J-cuadrado calculado = 13.30

Valores J-cuadrado (A=0.01) = 9.21

ANEXO 8. POBLACIÓN AERÓBICA EN CÁSCARA DE HUEVO

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	3.3	3.5	3.4
2	3.4	3.7	3.4
3	4.0	3.8	3.7
4	4.1	4.0	4.4
5	3.6	3.7	4.2
6	3.9	3.6	3.8
7	4.1	3.9	3.7
8	4.5	4.5	4.2
9	3.6	3.4	4.1
10	3.3	3.9	3.5
TOTAL	37.80	38.00	38.40
PROMEDIO	3.78	3.80	3.84

ANEXO 9. ANOVA DE POBLACIÓN AERÓBICA EN CÁSCARA DE HUEVO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	0.01866667	0.009333	0.072	3.35	5.49
Error	27	3.5	0.129630			
Total	29	3.51866667				

CV (%) **9.45817382**

ANEXO 10. LEVADURAS Y MOHOS EN CÁSCARA

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	0.5	1.5	1.0
2	0.8	1.7	0.9
3	1.0	2.0	1.1
4	1.0	2.5	0.8
5	0.8	1.8	0.9
6	1.0	3.0	1.2
7	0.7	1.6	1.0
8	1.0	1.8	1.0
9	1.0	3.0	0.7
10	0.9	1.7	1.2
TOTAL	8.70	20.60	9.80
PROMEDIO	0.87	2.06	0.98

ANEXO 11. ANOVA LEVADURAS Y MOHOS EN CÁSCARA

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	8.64866667	4.324333	34.5332742	3.35	5.49
Error	27	3.381	0.125222			
Total	29	12.0296667				

CV (%) **27.1509607**

ANEXO 12. COLIFORMES EN CÁSCARA

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	0.4	1.4	0.7
2	0.6	1.4	0.8
3	0.2	1.5	0.7
4	0.2	1.8	0.8
5	0.1	2.0	0.9
6	0.2	1.4	1.1
7	0.4	1.7	0.4
8	0.3	1.3	0.7
9	0.5	1.9	0.8
10	0.6	2.0	0.9
TOTAL	3.50	16.40	7.80
PROMEDIO	0.35	1.64	0.78

ANEXO 13. ANOVA EN COLIFORMES EN CÁSCARA

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	8.62866667	4.314333	93.5638554	3.35	5.49
Error	27	1.245	0.046111			
Total	29	9.87366667				

CV (%) **23.2564959**

ANEXO 14. POBLACIÓN AERÓBICA EN CONTENIDO DE HUEVO

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	0.6	0.3	0.7
2	0.7	0.3	0.8
3	0.5	0.4	0.9
4	0.5	0.6	0.6
5	0.4	0.3	0.7
6	0.8	0.4	0.9
7	0.7	0.5	0.8
8	0.8	0.5	0.7
9	0.7	0.5	0.6
10	0.4	0.4	0.4
TOTAL	6.10	4.20	7.10
PROMEDIO	0.61	0.42	0.71

ANEXO 15. ANOVA POBLACIÓN AERÓBICA EN CONTENIDO DE HUEVO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	0.434	0.217000	11.3988327	3.35	5.49
Error	27	0.514	0.019037			
Total	29	0.948				

CV (%) 23.7887534

ANEXO 16. LEVADURAS Y MOHOS EN CONTENIDO DE HUEVO

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	0.5	1.5	1.0
2	0.8	1.7	0.9
3	1.0	2.0	1.1
4	1.0	2.5	0.8
5	0.8	1.8	0.9
6	1.0	3.0	1.2
7	0.7	1.6	1.0
8	1.0	1.8	1.0
9	1.0	3.0	0.7
10	0.9	1.7	1.2
TOTAL	8.70	20.60	9.80
PROMEDIO	0.87	2.06	0.98

ANEXO 17. ANOVA EN LEVADURAS Y MOHOS EN CONTENIDO DE HUEVO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	8.64866667	4.324333	34.5332742	3.35	5.49
Error	27	3.381	0.125222			
Total	29	12.0296667				

CV (%) 27.1509607

ANEXO 18. COLIFORMES EN CONTENIDO DE HUEVO

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	0.02	0.0	0.06
2	0.03	0.1	0.06
3	0.04	0.1	0.04
4	0.08	0.1	0.04
5	0.06	0.1	0.08
6	0.02	0.1	0.04
7	0.02	0.0	0.10
8	0.02	0.0	0.06
9	0.04	0.1	0.02
10	0.04	0.1	0.02
TOTAL	0.37	0.68	0.52
PROMEDIO	0.04	0.07	0.05

ANEXO 19. ANOVA EN COLIFORMES EN CONTENIDO DE HUEVO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	0.00480667	0.002403	3.70165431	3.35	5.49
Error	27	0.01753	0.000649			
Total	29	0.02233667				

CV (%) **48.6889802**

ANEXO 20. PESO DE HUEVO

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	63.0	54.0	64.0
2	62.0	54.0	65.0
3	65.0	56.0	60.0
4	64.0	57.0	60.0
5	67.0	53.0	61.0
6	61.0	51.0	62.0
7	64.0	54.0	62.0
8	65.0	56.0	64.0
9	63.0	57.0	62.0
10	63.0	55.0	62.0
TOTAL	637.00	547.00	622.00
PROMEDIO	63.70	54.70	62.20

ANEXO 21. ANOVA DEL PESO DE HUEVO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	465	232.500000	74.9105012	3.35	5.49
Error	27	83.8	3.103704			
Total	29	548.8				

CV (%) 2.926467032

ANEXO 22. INDICE DE FORMA DEL HUEVO

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	78.0	74.0	76.0
2	79.0	75.0	76.0
3	78.0	71.0	75.0
4	78.0	73.0	74.0
5	80.0	70.0	71.0
6	75.0	76.0	78.0
7	72.0	75.0	73.0
8	71.0	71.0	74.0
9	74.0	73.0	74.0
10	76.0	73.0	75.0
TOTAL	761.00	731.00	746.00
PROMEDIO	76.10	73.10	74.60

ANEXO 23. ANAVA DE ÍNDICE DE FORMA DEL HUEVO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	45	22.500000	4.04460719	3.35	5.49
Error	27	150.2	5.562963			
Total	29	195.2				

CV (%) 3.16165339

ANEXO 24. ÍNDICE DE YEMA

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	44.0	43.0	42.0
2	43.0	45.0	43.0
3	43.0	43.0	43.0
4	45.0	42.0	43.0
5	46.0	42.0	44.0
6	41.0	42.0	45.0
7	42.0	41.0	41.0
8	42.0	44.0	40.0
9	43.0	42.0	40.0
10	42.0	42.0	40.0
TOTAL	431.00	426.00	421.00
PROMEDIO	43.10	42.60	42.10

ANEXO 25. ANAVA DEL ÍNDICE DE YEMA

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	5	2.500000	1.085209	3.35	5.49
Error	27	62.2	2.303704			
Total	29	67.2				

CV (%) 3.56290064

ANEXO 26. PESO DE LA CÁSCARA DEL HUEVO

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	4.0	3.0	4.1
2	4.2	4.8	4.2
3	4.3	5.0	4.3
4	4.1	3.7	4.4
5	4.0	4.9	4.5
6	3.9	3.9	4.1
7	4.0	3.1	4.0
8	4.2	3.4	3.9
9	4.4	3.6	4.2
10	4.5	4.2	4.2
TOTAL	41.60	39.60	41.90
PROMEDIO	4.16	3.96	4.19

ANEXO 27. ANAVA DEL PESO DE LA CÁSCARA DEL HUEVO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	0.31266667	0.156333	0.76232617	3.35	5.49
Error	27	5.537	0.205074			
Total	29	5.84966667				

CV (%) **11.0361751**

ANEXO 28. GROSOR DE CÁSCARA

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	0.334	0.321	0.335
2	0.354	0.345	0.349
3	0.345	0.351	0.384
4	0.347	0.324	0.401
5	0.342	0.329	0.321
6	0.364	0.335	0.336
7	0.382	0.335	0.305
8	0.361	0.338	0.338
9	0.389	0.331	0.335
10	0.352	0.335	0.326
TOTAL	3.57	3.34	3.43
PROMEDIO	0.357	0.334	0.343

ANEXO 29. ANAVA DEL CROSOR DE CÁSCARA

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	0.0026024	0.001301	3.20072155	3.35	5.49
Error	27	0.0109764	0.000407			
Total	29	0.0135788				

CV (%) 5.847642628

ANEXO 30. UNIDADES HAUGH

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	72.3	69.4	70.5
2	74.3	70.3	70.5
3	75.3	70.4	71.3
4	76.1	71.2	69.7
5	72.9	69.4	68.5
6	73.8	73.1	70.3
7	72.4	68.7	70.5
8	71.8	65.3	71.2
9	75.5	66.9	72.9
10	75.8	70.3	70.3
TOTAL	740.20	695.00	705.70
PROMEDIO	74.02	69.50	70.57

ANEXO 31. ANAVA DE UNIDADES HAUGH

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	111.592667	55.796333	19.3694923	3.35	5.49
Error	27	77.777	2.880630			
Total	29	189.369667				

CV (%) **2.37831067**

ANEXO 32. CÁSCARA

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	10.5	11.2	10.4
2	10.4	11.9	10.3
3	10.4	11.4	10.4
4	10.4	11.3	10.6
5	10.3	11.5	10.7
6	10.6	11.6	10.3
7	11.4	11.7	10.2
8	10.1	11.2	10.5
9	10.2	11.4	9.8
10	10.9	11.5	10.9
TOTAL	105.2	114.7	104.1
PROMEDIO	10.5	11.5	10.4

ANEXO 33. ANAVA DE LA CÁSCARA

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	6.794	3.397000	36.0247447	3.35	5.49
Error	27	2.546	0.094296			
Total	29	9.34				

ANEXO 34. YEMA

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	23.4	29.3	20.4
2	23.9	30.5	20.5
3	24.3	31.2	20.4
4	23.1	30.2	20.4
5	23.8	30.4	20.5
6	23.9	30.4	20.5
7	23.4	30.5	21.4
8	23.1	30.5	22.3
9	25.3	30.6	19.2
10	22.4	30.5	21.3
TOTAL	236.6	304.1	206.9
PROMEDIO	23.7	30.4	20.7

ANEXO 35. ANAVA DE LA YEMA

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	496.206	248.103000	492.485002	3.35	5.49
Error	27	13.602	0.503778			
Total	29	509.808				

CV (%) 2.848206447

ANEXO 36. ALBÚMINA

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	66.1	58.1	61.2
2	66.4	59.4	60.1
3	66.9	59.1	63.1
4	67.4	59.4	61.5
5	69.2	59.1	60.3
6	65.3	60.5	59.2
7	68.4	61.2	58.3
8	67.1	57.8	59.4
9	68.2	59.2	60.4
10	68.3	59.1	61.2
TOTAL	673.3	592.9	604.7
PROMEDIO	67.3	59.3	60.5

ANEXO 37. ANAVA DE LA ALBÚMINA

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	376.978667	188.489333	131.670901	3.35	5.49
Error	27	38.651	1.431519			
Total	29	415.629667				

CV (%) 1.91853252

ANEXO 38. LUMINOSIDAD

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	63.2	64.5	61.3
2	65.3	67.2	60.3
3	65.1	61.3	60.3
4	61.0	60.4	62.6
5	63.2	60.2	60.2
6	64.0	62.1	63.5
7	64.5	60.3	65.1
8	61.2	61.3	59.4
9	60.2	64.1	60.3
10	61.3	60.1	60.2
TOTAL	629.0	621.5	613.2
PROMEDIO	62.9	62.2	61.3

ANEXO 39. ANAVA DE LUMINOSIDAD

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	12.4926667	6.246333	1.51038411	3.35	5.49
Error	27	111.661	4.135593			
Total	29	124.153667				

CV (%) 3.273513407

ANEXO 40. ENROJECIMIENTO

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	14.3	7.3	8.7
2	8.5	9.9	9.3
3	8.2	10.4	10.2
4	9.4	10.4	10.4
5	11.6	10.3	11.4
6	10.4	10.7	11.4
7	9.3	10.5	10.4
8	8.4	12.4	10.4
9	7.1	12.3	11.4
10	7.1	11.5	6.9
TOTAL	94.3	105.7	100.5
PROMEDIO	9.4	10.6	10.1

ANEXO 41. ANAVA ENROJECIMIENTO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	6.51466667	3.257333	1.09460216	3.35	5.49
Error	27	80.347	2.975815			
Total	29	86.8616667				

CV (%) 17.2218471

ANEXO 42. AMARILLEZ

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	62.3	65.1	64.1
2	61.7	59.4	64.9
3	62.3	59.1	61.2
4	65.1	62.4	61.4
5	65.9	63.5	62.4
6	62.9	64.1	62.4
7	62.1	62.8	61.9
8	64.2	62.1	62.3
9	61.3	63.1	60.6
10	62.4	62.1	60.3
TOTAL	630.2	623.7	621.5
PROMEDIO	63.0	62.4	62.2

ANEXO 43. ANAVA DE AMARILLEZ

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	4.09266667	2.046333	0.76778022	3.35	5.49
Error	27	71.962	2.665259			
Total	29	76.0546667				

CV (%) 2.611542353

ANEXO 44. COLESTEROL EN YEMA DE HUEVO

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	9.8	8.3	10.5
2	10.2	8.9	10.3
3	10.4	9.1	8.8
4	10.6	8.2	10.0
5	9.7	9.4	9.2
6	9.1	9.5	9.6
7	10.1	9.2	10.5
8	8.9	8.7	10.5
9	10.2	9.2	10.1
10	10.4	8.5	8.9
TOTAL	99.40	89.00	98.40
PROMEDIO	9.94	8.90	9.84

ANEXO 45. ANAVA DEL COLESTEROL EN YEMA DE HUEVO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	6.584	3.292000	10.0912807	3.35	5.49
Error	27	8.808	0.326222			
Total	29	15.392				

CV (%) 5.97446304

ANEXO 46. LÍPIDOS TOTALES

MUESTRA	SUPERMERC	MERC ABAS	BODEGAS
1	338.0	335.0	335.0
2	339.0	347.0	334.0
3	342.0	352.0	331.0
4	327.0	332.0	362.0
5	295.0	331.0	382.0
6	365.0	332.0	302.0
7	389.0	338.0	305.0
8	334.0	339.0	336.0
9	335.0	351.0	339.0
10	328.0	382.0	330.0
TOTAL	3392.0	3439.0	3356.0
PROMEDIO	339.2	343.9	335.6

ANEXO 47. ANAVA DE LIPIDOS TOTALES

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	346.466667	173.233333	0.37195524	3.35	5.49
Error	27	12574.9	465.737037			
Total	29	12921.3667				

CV (%) 6.355435807