



ESCUELA DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS, ANIMALES Y AMBIENTALES
INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE AEROBIOS MESÓFILOS Y *SALMONELLA*
SPP. EN HUEVOS DE GALLINA DE PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES
DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS Y SU RELACIÓN CON PRÁCTICAS DE
MANEJO

JOAQUÍN ISRAEL CASTRO NUÑEZ

Tesina presentada para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Profesora guía: Paula Toro Mujica

Profesora co-guía: Claudia Foerster

San Fernando, Chile

Agosto, 2025

Dedicatoria

A mis padres, por siempre darme todo. Espero que Dios me permita devolverles un poco de todo lo que han hecho por mí. Confío en que algún día volveremos a ser la familia feliz que siempre fuimos.

Los amo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, primeramente, por bendecirme y darme la oportunidad de estudiar. Sin el nada de esto habría sido posible.

A mi familia, por todo el apoyo y amor incondicional que me han dado. Gracias por siempre esforzarse por mí, por acompañarme en cada etapa académica y por ser mi mayor ejemplo. Sin ustedes no habría podido llegar hasta aquí.

A Vicente, por su apoyo incondicional cuando la vida se hacía más difícil. Gracias por estar siempre conmigo, animarme, escucharme y aconsejarme a pesar de la distancia. No hay suficientes palabras que puedan expresar mi gratitud.

A mis amigos, por hacer más llevadero este camino. Les agradezco por su compañía, consejos y risas compartidas durante todos estos años.

A Alexandra, por estar siempre presente y enseñarme lo que significa una amistad.

A Francisca, por su paciencia, apoyo y disposición para ayudarme en lo que más me costaba.

A Lucrecia, por todas sus oraciones y palabras de aliento cuando más las necesitaba. Le agradezco todo el cariño que tiene por mí.

Al proyecto FIC 40048415-0, cuyo financiamiento hizo posible la realización de esta investigación.

Índice.

Resumen	8
Abstract.....	9
1. Introducción	10
Hipótesis.....	19
Objetivo general	19
Objetivos específicos	19
2. Materiales y métodos	20
2.1. Diseño del estudio.....	20
2.2. Tamaño de la muestra y técnicas de muestreo	22
2.3. Preparación de la muestra a partir de la cáscara del huevo para el RAM ...	23
2.4. Preparación de la muestra a partir del contenido interno del huevo para el RAM	24
2.5. Diluciones	24
2.6. Inoculación.....	25
2.7. Incubación.....	25
2.8. Recuento de colonias y registro.....	25
2.9. Procedimiento de detección de <i>Salmonella spp.</i> en cáscara y contenido interno del huevo	25
2.9.1. Homogeneización - pre- enriquecimiento en cáscara	26
2.9.2. Homogeneización - pre- enriquecimiento en contenido interno del huevo	27
2.9.3. Enriquecimiento selectivo.....	27
2.9.3.1. Enriquecimiento selectivo en caldo Rappaport Vassiladis (RVS) a 42°C	27
2.9.3.2. Enriquecimiento selectivo en Selenito Cistina (SC) es a 35°C	27
2.9.4. Identificación de colonias sospechosas	27
2.9.5. Confirmación bioquímica API 20E	28
2.10. Determinar relación entre niveles de contaminación y prácticas de manejo	29
2.11. Análisis de datos	29
2.12. Procedimientos y buenas prácticas.....	30

3. Resultados	31
3.1. Caracterización de las explotaciones.....	31
3.2. Detección de <i>Salmonella spp.</i> en huevos de explotaciones avícolas de pequeños y medianos productores.....	37
3.3. Determinación de aerobios mesófilos en huevos de explotaciones avícolas de pequeños y medianos productores.....	38
3.4. Relación entre la presencia de <i>Salmonella spp.</i> y las prácticas de manejo implementadas por los productores.	41
3.5. Relación entre el RAM interior en función de las prácticas de manejo implementadas por los productores	42
3.5.1. Relación entre el RAM exterior en función de las prácticas de manejo implementadas por los productores	46
3.5.2. Identificación de la relación entre la presencia de aerobios mesófilos y las prácticas de manejo implementadas por los productores.	50
3.6. Prácticas ganaderas más importantes para minimizar la presencia de aerobios mesófilos y <i>Salmonella spp.</i>.....	50
3.6.1. Propuestas de mejoras e implementación de buenas prácticas ganaderas para minimizar la presencia de aerobios mesófilos y <i>Salmonella spp.</i>	50
4. Discusión	54
5. Conclusión.....	61
6. Referencias Bibliográficas.....	64
7. Apéndice.....	72

Índice de tablas

Tabla 1. Buenas Prácticas ganaderas recomendadas para disminuir la contaminación microbiológica de los huevos de gallina	16
Tabla 2. Criterios microbiológicos establecidos por el RSA para huevos frescos (DINTA, 2023)	22
Tabla 3. Prácticas evaluadas entre los productores (n=32)	32
Tabla 4. Programa de vacunación de los programas de apoyo PRODESAL y SAT	36
Tabla 5. RAM interior y exterior obtenido por comuna en las avícolas visitadas	39
Tabla 6. Valores de RAM interior y exterior para algunas de las prácticas evaluadas ...	39
Tabla 7. Prácticas con diferencias significativas en RAM interior	42
Tabla 8. Medias de log ₁₀ RAM interior y desviación estándar para todas las prácticas evaluadas	43
Tabla 9. Prácticas con diferencias significativas en RAM exterior	46
Tabla 10. Medias de log ₁₀ RAM exterior y desviación estándar para todas las prácticas evaluadas	47

Índice de figuras

Figura 1: Distribución geográfica de las comunas visitadas en la Región de O'Higgins	21
Figura 2: Protocolo de RAM según la norma Chilena 2659.OF2002	23
Figura 3: Diluciones.....	24
Figura 4: Protocolo para la detección de <i>Salmonella</i> según la norma Chilena 2675.OF2002.....	26
Figura 5: Resultado de pruebas negativas y positivas de la prueba API 20E	28
Figura 6: Cumplimiento de prácticas del área de bioseguridad.....	35
Figura 7: Crecimiento de colonias sospechosas de <i>Salmonella spp.</i> en placas de exterior en caldo SC (A) e interior en caldos RVS y SC (B)	37
Figura 8: Resultado de la prueba API 20E.....	38
Figura 9: Valores de RAM interior y exterior por comuna	41
Figura 10: Niveles de RAM interior y exterior.....	55

Índice de apéndices

Apéndice I. Lista de verificación basada en las BPG	72
Apéndice II. Prácticas clave para disminuir el riesgo de contaminación.....	73

Resumen

En Chile, el huevo es un alimento altamente consumido y de gran importancia en la dieta de la población. El consumo *per cápita* de huevo en 2024 alcanzó las 230 unidades por habitante, mientras que la producción total fue de 339.661.111 huevos para consumo. Es por esto, que la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad microbiológica de los huevos y analizar la relación entre los recuentos de aerobios mesófilos (RAM), la presencia de *Salmonella spp.* y las prácticas de manejo implementadas por pequeños y medianos productores de la región de O'Higgins. El estudio incluyó 32 explotaciones avícolas ubicadas en distintas comunas de la región de O'Higgins. En cada una se tomó una muestra consistente de tres huevos, los cuales fueron sometidos posteriormente a análisis microbiológicos para la detección de *Salmonella spp.* y el RAM, tanto para el exterior (cáscara) como para el interior (clara y yema). De acuerdo a los resultados, no fue posible la detección de la presencia de *Salmonella spp.* en ninguna de las muestras analizadas, en relación al nivel de RAM, se observó un mayor nivel en la superficie del huevo en comparación con el interior. Los análisis estadísticos permitieron identificar las prácticas que se asocian significativamente a los niveles de contaminación encontrados. En el caso del RAM interior, resultaron claves, la separación de huevos sucios de limpios, el ingreso restringido al gallinero y el tipo de iluminación utilizado. Mientras que para el RAM externo influyeron el tipo de alimento, la presencia de animales domésticos y el tipo de iluminación. Asimismo, fue posible evidenciar un incumplimiento generalizado de los productores en prácticas de bioseguridad. Estos hallazgos, resaltan la necesidad de implementar capacitaciones en buenas prácticas de producción, específicamente en áreas de sanidad e higiene, con el fin de mejorar la inocuidad de los huevos y proteger la salud de los consumidores.

Palabras clave: Huevos de gallina, *Salmonella spp.*, aerobios mesófilos, inocuidad alimentaria, región de O'Higgins

Abstract

In Chile, eggs are a highly consumed food and play a significant role in the nutrition of the population. The *per capita* egg consumption in 2024 reached 230 units per inhabitant, while the total production was 339,661,111 eggs for consumption. For this reason, the present study aimed to evaluate the microbiological quality of eggs and analyze the relationship between aerobic mesophilic bacterial count (AMBC), the presence of *Salmonella spp.*, and the management practices implemented by small and medium producers in the O'Higgins region. The study included 32 poultry farms located in different communes of the O'Higgins region. From each farm, a sample consisting of three eggs was taken, which were later subjected to microbiological analyses for the detection of *Salmonella spp.* And AMBC, both on the exterior (shell) and interior (egg white and yolk). The presence of *Salmonella spp.* was not detected in any of the analyzed samples. Additionally, higher AMBC levels were observed on the egg surface compared to the interior. Statistical analyses identified practices significantly associated with the contamination levels found. For interior AMBC, key factors included the separation of dirty and clean eggs, restricted access to the henhouse, and the type of lighting used. For exterior AMBC, the type of feed, presence of domestic animals, and type of lightning had an influence. Furthermore, widespread non-compliance by producers with biosecurity practices was evident. These findings highlight the need to implement training in good production practices, specifically in health and hygiene areas, to improve egg safety and protect consumer health.

Keywords: Hen eggs, *Salmonella spp.*, aerobic mesophilic, food safety, O'Higgins region.

1. Introducción

La inocuidad alimentaria es un conjunto de medidas, prácticas y procedimientos destinados a garantizar que cada uno de los elementos presentes en los alimentos no constituya un riesgo para la salud de los consumidores (Ministerio de Salud de Chile [MINSAL], 2015). El objetivo de la inocuidad alimentaria es prevenir la ocurrencia de las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), que son causadas por el consumo de alimentos contaminados ya sea por un parásito, virus, bacteria, o sustancias tóxicas como metales pesados (Agencia Chilena para la calidad e inocuidad alimentaria [ACHIPIA], 2023). La contaminación en los alimentos puede suceder en cualquier etapa de la cadena de producción. Las ETA de origen biológico pueden clasificarse como una infección, intoxicación o toxiinfección (infección provocada por una toxina) (Gonzales & Gonzales, 2019).

Muchas personas alrededor del mundo sufren el riesgo de padecer una ETA al recibir alimentos contaminados e incluso millones llegan a morir. De este modo, asegurar que los alimentos sean “inocuos”, ayudará a salvar vidas, a mejorar la salud de las poblaciones e incluso a aumentar el crecimiento económico del país (Fung *et al.*, 2018). Timothy *et al.*, (2015) ha demostrado, que seguir recomendaciones para mejorar la producción y preparación de los alimentos sin importar el entorno, ha logrado disminuir la amenaza de contraer ETA. No obstante, el aumento en el consumo de alimentos procesados, así como la importación de estos desde países subdesarrollados, proyecta un aumento de su aparición.

Las ETA son causadas principalmente por malas prácticas de higiene tanto de los manipuladores como de los preparadores de alimentos. Es por esto por lo que simples acciones como un correcto lavado de manos durante 20 segundos (New South Wales [NSW], 2024) y la instalación de equipos de lavado, reciclado y eliminación de residuos adecuados ayudarán a disminuir la incidencia de microorganismos en los alimentos (Fung *et al.*, 2018).

Dentro de los patógenos más comunes involucrados en las ETA encontramos: *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica* serotipo Enteritidis, *Campylobacter jejuni*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes*, teniendo todos un hospedador de origen animal (Muñoz, 2019) y siendo categorizados como bacterias aerobias mesófilas.

Los aerobios mesófilos son microorganismos capaces de existir en ambientes con presencia de oxígeno y a una temperatura óptima de 30 a 40°C (Amazará *et al.*, 2022). El recuento de los aerobios mesófilos (RAM) es un análisis útil para evaluar la calidad microbiológica de los alimentos. Este recuento, permite conocer la carga microbiana presente en un alimento, logrando evaluar así la higiene y las prácticas de manejo durante toda la cadena de producción (Servicio Agrícola y Ganadero [SAG], 2018). De este modo, niveles elevados de RAM pueden indicar condiciones deficientes de manejo, temperaturas inadecuadas en almacenamiento y transporte, presencia de patógenos y alteración del producto, representando un riesgo de deterioro y de posibles ETA (Lácteos latam, 2022).

Dentro de las bacterias y aerobios mesófilos más comunes y peligrosos, destaca la *Salmonella*, una bacteria que pertenece a la familia de las *Enterobacteriaceae* y que causa la infección gastrointestinal conocida como salmonelosis. Esta es transmitida principalmente a los seres humanos a través del consumo de alimentos contaminados (ACHIPIA, 2017). En el género de *Salmonella* existen dos especies principales; *Salmonella bongori* y *Salmonella enterica*, siendo esta última la más importante, ya que contiene los serotipos patógenos para humanos y animales. Además, entre la amplia cantidad de serotipos de *Salmonella* encontramos, *S. enteritidis* y *Salmonella enterica* serotipo Typhimurium, los que destacan por su amplio rango de hospederos, en los cuales se encuentran los humanos, aves y mamíferos (Instituto de Salud Pública de Chile [ISP], 2019). Esta bacteria es Gram negativa y altamente resistente a las condiciones del entorno, lo que le permite subsistir durante largos periodos de tiempo en entornos secos o húmedos (ISP, 2019).

Algunos de los serovares más comunes de encontrar son *S. enteritidis*, *typhimurium*, *newport* y *javiana*, hallados principalmente en vertebrados como aves de corral, roedores, cerdos, bovinos y en humanos. Además, su principal vía de transmisión es la fecal-oral a través del consumo de alimentos contaminados, contacto directo con animales enfermos y consumo de agua contaminada (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018). Dentro de los principales síntomas se encuentran fiebre, dolor de cabeza, diarrea, vómitos, náuseas, dolor abdominal, entre otros (OMS, 2022). Además, “la OMS (2018) señaló que la *Salmonella* es uno de los principales causantes de síntomas como la diarrea”. En humanos existen dos tipos de infecciones que se manifiestan con mayor frecuencia; gastroenteritis por infección de *Salmonella no-tifoidea* y la *fiebre tifoidea* por infección con *S. typhi* o *S. paratyphi* (ISP, 2019). Dentro de las cepas asociadas a ETA se encuentran los serotipos de *S. enteritidis*, *typhimurium* y *london* (Hue *et al.*, 2023), siendo uno de los serovares que más preocupación genera a la salud pública *S. typhimurium* y *enteritidis* al ser una de las principales causas de transmisión de salmonelosis humana a través de los huevos (Singh *et al.*, 2019).

Según datos de la OMS (2018) aproximadamente 155.000 personas al año fallecen y 550 millones se enferman a causa de *S. enteritidis* y *S. typhimurium*. Por otro lado, en Estados Unidos (EE. UU), se estima que *Salmonella spp.* provoca alrededor de 420 muertes al año y más de 1.35 millones de enfermos, donde la mayoría son causados por alimentos contaminados (Administración de Alimentos y Medicamentos [FDA], 2023). En el año 2022 en Europa se detectaron 151 casos de salmonelosis causada por *S. typhimurium* relacionados al consumo de productos lácteos, donde los niños menores de 10 años fueron los principales afectados. Además, se logró determinar que esta enfermedad fue causada por la presencia de *S. typhimurium* en tanques de leche. En este caso, a través de la implementación de medidas de higiene adecuadas se logró obtener pruebas negativas de *Salmonella* (OMS, 2022).

Por otro lado, en Chile entre los años 2011 y 2022, de acuerdo con los datos de la ACHIPIA se produjeron 11.646 brotes de ETA con una media por año de 1.026 brotes,

6.002 personas enfermas y 1 persona muerta. El año que tuvo la mayor cantidad de casos confirmados fue el año 2013 con 12.970 personas enfermas por ETA. Además, el 40% de los casos registrados tuvo su origen en *Salmonella spp.* con 4.858 casos, donde la mayor mortalidad (46,2%) se asoció también a patógenos como *Salmonella spp.* y *E. coli* (ACHIPIA, 2023). De acuerdo con el Departamento de Epidemiología (EPI, 2019), los huevos contaminados por cepas de *Salmonella* fueron la principal causa de enfermedades transmitidas por alimentos en el año 2018.

Por otra parte, *S. enteritidis* y *S. typhimurium* pueden estar presentes tanto en la cáscara del huevo como en su contenido interno, siendo la cáscara la que presenta el mayor porcentaje de contaminación bacteriana al ser la parte más expuesta. En huevos existen dos formas de infección por *Salmonella*: una directa que sucede durante la formación del óvulo en el tracto reproductivo de las aves y una indirecta que ocurre después de la puesta del huevo (Whiley & Ross, 2015). Además, una propiedad única de *S. enteritidis*, es su capacidad de colonizar el tracto reproductivo de las aves sin provocar signos visibles de enfermedad, de modo que, la contaminación interna es más difícil de detectar, facilitando así su propagación (Gast *et al.*, 2014).

El huevo es considerado como uno de los alimentos más nutritivos, ya que es una fuente de proteína completa y de alta calidad gracias a su perfil aminoacídico, además de ser altamente versátil. Está compuesto por un 10% de cáscara, 58% de albúmina y un 32% de yema, además su proteína cuenta con un 90% de biodisponibilidad (Damena *et al.*, 2022). Sumado a esto, los huevos son una buena fuente de micronutrientes tales como vitamina A y B12, zinc y colina, los que son esenciales para la salud (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], s.f). En Chile la producción de huevos al año 2024 presentó un aumento interanual del 4,2% donde se llegó a una producción total de 339.661.111 huevos para consumo, siendo la región Metropolitana la con la mayor producción con un 41,8% del total nacional (Avinews, 2024). Por otra parte, el consumo *per cápita* de huevo en el año 2024 fue de aproximadamente 230 unidades por habitante, siendo un 6% mayor al del año 2023. El

menor consumo observado en el año 2023 tendría su origen en el aumento de los costos de producción y en la aparición de brotes de influenza aviar.

De acuerdo con Foley *et al.*, (2011), los casos de salmonelosis han sido más frecuentes en granjas avícolas convencionales a diferencia de las no convencionales, donde se obtuvo una reducción en la frecuencia y prevalencia de *S. typhimurium* y *enteritidis*. También la mayor cantidad de casos de salmonelosis en huevos contaminados y productos de estos se asoció con *S. enteritidis*. Asimismo, en los últimos años se ha observado una mayor presencia y propagación de *S. enteritidis* y *S. typhimurium* en granjas avícolas de grandes productores debido a una mayor densidad de producción, presencia de otro ganado y la inadecuada eliminación de desechos de aves de corral (Jibril *et al.*, 2020). Se ha observado también, una mayor incidencia de *S. enteritidis* y *S. typhimurium* en países menos desarrollados donde las prácticas de saneamiento e higiene son más deficientes, tales como los ubicados en centro y sur de Asia, a diferencia de regiones geográficas como Europa, Australia, Nueva Zelanda y Norteamérica donde se presenta una baja tasa de contaminación por este patógeno (Alfaro, 2018).

La higiene en los alimentos se refiere a las prácticas que evitan la contaminación, desde la producción hasta su consumo. Bajo este contexto, FDA ha demostrado que prácticas de higiene deficientes durante el sacrificio, procesamiento, distribución, transporte y manipulación, hasta que llegan al consumidor para ser preparados, exponen a los alimentos a ser contaminados por *S. enteritidis* (Ehuwa *et al.*, 2021). Se ha determinado también que la contaminación con este patógeno puede depender de la salud de los manipuladores de alimentos y de la ausencia de prácticas de higiene tales como: lavado correcto y frecuente de manos, uso de ropa de seguridad, desinfección y limpieza de superficies, separación de carne cruda de alimentos crudos/cocidos, cocción a temperatura adecuada y refrigeración (almacenamiento) de alimentos antes y después de su cocción. Así, la implementación de estas prácticas ha ayudado a disminuir la prevalencia de *S. enteritidis* y *S. typhimurium* en productos alimenticios (Ehuwa *et al.*, 2021).

El Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA) de Chile, establece las diferentes normativas y regulaciones mínimas que garantizan la inocuidad y calidad de los alimentos. En el caso de los huevos frescos el RSA establece distintas indicaciones tales como higiene, etiquetado y control de contaminantes. Para el caso de la higiene se establecen prácticas mínimas tales como lavado de manos y uso de ropa limpia; por otro lado, en la etiqueta se debe indicar fecha de puesta, tamaño del huevo, categoría de calidad, identificación del productor e instrucción para su almacenamiento y uso (Dirección de Asistencia Técnica del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos [DINTA], 2023). Una de las principales normativas que se indican en el RSA es la del control de contaminantes donde se establecen dos parámetros, el RAM y *Salmonella spp.* Para el RAM se considera un plan de muestreo de categoría 2 (sin peligro directo para la salud) con un límite inferior de 1×10^4 Unidades Formadoras de Colonias por gramo (UFC/g) y un límite superior de 5×10^4 UFC/g para dos muestras de un total de cinco. Mientras que para la *Salmonella spp.* se establece una categoría del plan de muestreo 10 (grave, directo) y ausencia total de la bacteria en 50 g de huevo (DINTA, 2023).

El RSA posee además artículos referentes a las definiciones de “huevo”, “huevo fresco”, requisitos de transporte y prohibición de venta. Específicamente en el artículo 336 se define el huevo como al “óvulo completamente evolucionado de la gallina” y el artículo 337 indica que un huevo fresco es “aquel entero en su cáscara y que no ha sufrido ningún proceso de conservación con un periodo de almacenaje no superior a 8 días”. En cuanto al consumo directo el artículo 340 señala que el huevo debe ser transportado a los sitios de expendio en envases y/o bandejas de primer uso, mientras que el artículo 341 detalla la prohibición de huevos que presenten las siguientes características: manchados, cáscara fisurada, cáscara trizada o rota, signos de putrefacción, manchas de sangre, embriones en franco desarrollo, mohos y parásitos, alta deshidratación y presencia de cuerpos extraños (Instituto de Seguridad Laboral [ISL], 2015).

En cuanto a indicadores de calidad del huevo que aseguren su calidad y frescura encontramos parámetros de olor; siendo sumamente importante que esté libre de cualquier

olor extraño. En términos de apariencia debe tener una clara espesa que permita inmovilizar la yema la que además debe estar túrgida y consistente. Por último, tenemos el color; la cáscara debe ir del blanco hasta pardo amarillo y rosado mientras que el color de la yema incluye desde pálido hasta rojizo (Agroindustrias, 2023). Además de las regulaciones establecidas por el RSA se deben considerar las buenas prácticas de bienestar animal para la producción de huevos establecidas por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y el SAG, que buscan disminuir la contaminación de los huevos promoviendo el bienestar de las aves y la inocuidad de sus productos. Dentro de estas se especifican las siguientes, según el área de evaluación: alimentación y agua de bebida, sanidad, alojamiento, comportamiento, desempeño productivo y prácticas de manejo.

En base a la guía de bienestar animal establecida por INDAP (2024) y el SAG (2018), se resumen en la Tabla 1 las prácticas adecuadas para la prevención de la contaminación microbiológica, ya sea por *S. enteritidis* o aerobios mesófilos en los huevos de gallina.

Tabla 1.

Buenas Prácticas ganaderas recomendadas para disminuir la contaminación microbiológica de los huevos de gallina.

Área	Práctica
Sanidad	Limpieza frecuente de las instalaciones y áreas cercanas, estado del piso limpio, retiro frecuente de desechos, desinfección con hipoclorito de sodio/calcio, cal viva o amonio cuaternario, vacunación, separación de huevos sucios de limpios, desecho de huevos rotos, limpieza de huevos con paño seco y exclusivo y uso de plaguicidas para el control de plagas.

Alojamiento	Ventilación adecuada (ventanas), baja concentración de amonio atmosférico (< a 25 ppm), evitar ingreso de animales domésticos o silvestres, almacenamiento exclusivo de huevos, uso de malla anti-pájaros, temperatura interna del galpón de entre 18-23°C, cama de paja o viruta de madera, almacenamiento exclusivo de huevos en lugar cerrado.
Alimentación y agua de bebida	Suministro de agua potable, limpieza diaria de bebederos y comederos, bebederos tipo automatizados o <i>nipple</i> , comederos circulares, compra de alimento en lugares certificados, uso de acidificantes y almacenamiento en lugar exclusivo.
Capacitación	Formación en prácticas de higiene, bienestar animal, bioseguridad y manipulación de alimentos.
Bioseguridad	Control de ingreso, uso de equipos de protección personal (EPP) e implementos de higiene, presencia de pediluvio, presencia de lavamanos y uso de jabón/desinfectante al ingresar y salir, toma de muestras para <i>Salmonella spp.</i> periódica.
Sistema productivo	Uso de métodos higiénicos para embalar y clasificar los huevos, recolección al menos 2 veces al día.

Nota. Adaptada de SAG (2018)

Como se mencionó anteriormente, la transmisión de *Salmonella spp.* puede ser de manera vertical u horizontal (SAG, 2016); es por eso que los métodos de prevención deben considerar medidas de control que abarquen todas las etapas de la cadena alimentaria, es decir, desde la producción en la granja hasta el consumidor. Cardoso *et al.*, (2021) nos indican también, que acciones como lavar los huevos, refrigerarlos a temperatura adecuada y contar con una buena higiene durante la cadena de producción ayudarían a disminuir la incidencia de *S. enteritidis* en huevos de gallina.

Actualmente son escasos los estudios que correlacionen la presencia de aerobios mesófilos y *Salmonella spp.* en huevos de gallina con las prácticas de manejo implementadas en las granjas avícolas. Es por eso, que este estudio evaluó la presencia de los aerobios mesófilos totales y *Salmonella spp.* en huevos de gallina de productores pequeños y medianos de la región de O'Higgins con el propósito de determinar la relación entre el nivel de contaminación y las condiciones de manejo de las avícolas, y proponer mejoras en las prácticas implementadas por las explotaciones.

Hipótesis

Es posible a través de la implementación de un mínimo de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) recomendadas garantizar la ausencia de *Salmonella spp.* y la obtención de un RAM dentro de los límites permitidos por el RSA en huevos de gallina de pequeñas y medianas explotaciones.

Objetivo general

Evaluar la relación entre la presencia de aerobios mesófilos y *Salmonella spp.* en huevos de gallina de pequeños y medianos productores de la región de O'Higgins y el uso de BPG y de manejo productivo.

Objetivos específicos

OE1: Detectar la presencia de *Salmonella spp.* y cuantificar los niveles de RAM en huevos de explotaciones avícolas de la región de O'Higgins.

OE2: Identificar la relación entre la presencia de *Salmonella spp.* y niveles de RAM, con las prácticas de manejo implementadas por los productores.

OE3: Determinar las prácticas ganaderas más importantes para minimizar la presencia de *Salmonella spp.* y de aerobios mesófilos.

2. Materiales y métodos

Esta investigación se llevó a cabo en el laboratorio de inocuidad alimentaria (LIA) del Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales de la Universidad de O'Higgins, ubicado en San Fernando, Chile. La toma de muestra y los análisis se llevaron a cabo entre el segundo semestre del 2024 y el primer semestre del 2025.

2.1. Diseño del estudio

Para llevar a cabo el estudio se utilizó un muestreo por conveniencia, sobre los beneficiarios del Proyecto FIC 40048415-0 "Transferencia huevos con calidad integral certificada", correspondientes a pequeños y medianos productores. Las muestras fueron tomadas desde 32 explotaciones avícolas ubicadas en la región de O'Higgins, específicamente dentro de las comunas de Requínoa, Machalí, Rancagua, Graneros, Nancagua, San Vicente, Pichidegua, Chépica, Paredones y Marchigüe (Fig. 1).

carbono y potenciando el cambio climático (Cavicchioli *et al.*, 2022). Además se ha observado que las altas temperaturas facilitan la proliferación de *S. enteritidis* y otros serotipos en los huevos de gallina, al favorecer su crecimiento, mientras que las bajas temperaturas dificultan este proceso (Lublin & Sela, 2008).

2.2. Tamaño de la muestra y técnicas de muestreo

En cada explotación avícola se tomó una muestra consistente de 3 huevos, desde los cuales se tomaron dos muestras: una de la superficie (cáscara) y otra de su contenido interno (yema y clara). Para los análisis microbiológicos solamente se utilizaron 2 huevos, sin embargo, se tomaron 3 en caso de que alguno no cumpliera con el peso mínimo de 50 gr, establecido por el RSA (Tabla 2), además de la contra muestra necesaria en caso de obtener un positivo de *Salmonella*.

Tabla 2.

Criterios microbiológicos establecidos por el RSA para huevos frescos (DINTA, 2023).

Parámetro	Plan de muestreo			Límite por gr/ml		
	Categoría	Clases	n	c	m	M
Recuento Aerobios Mesófilos	2	3	5	2	10 ⁴	5 x 10 ⁴
<i>Salmonella</i> en 50 g	10	2	5	0	0	---

Nota. Categoría: Plan de muestreo microbiológico, clases: riesgo para la salud n: Número de muestras, m: Límite microbiológico inferior, c: Máximo de muestras que puede estar entre m y M, M: Límite microbiológico superior (DINTA, 2023).

Dentro de cada explotación los huevos se seleccionaron al azar desde los huevos recogidos el día de la visita o en su defecto del día anterior para garantizar así su frescura. Cada una de las muestras se transportó en bandejas debidamente rotuladas y se almacenaron en *coolers* para su traslado al LIA. Los análisis microbiológicos se realizaron

dos días después de la recolección, y durante ese periodo de tiempo, las muestras se mantuvieron refrigeradas.

2.3. Preparación de la muestra a partir de la cáscara del huevo para el RAM

Para el RAM en cáscara y contenido interno del huevo se siguió el protocolo implementado en el LIA, el cual sigue las directrices de la norma Chilena 2659.OF2002 (Fig. 2). Se realizó en base al método de enjuague superficial, donde cada muestra se sumergió en una bolsa estéril con 225 ml de agua peptonada al 0,1%. Se homogeneizó la muestra con movimientos circulares y se retiró el huevo, el enjuague resultante se consideró como una dilución directa del componente microbiano de la superficie (exterior) de la cáscara. Es importante destacar que, se mantuvo siempre homogeneizada la muestra, pasándola por la *bagmixer*, para asegurar así una distribución uniforme de sus componentes y obtener resultados representativos.

RECuento TOTAL DE AEROBIOS MESOFILOS (NCh 2659.OF2002)

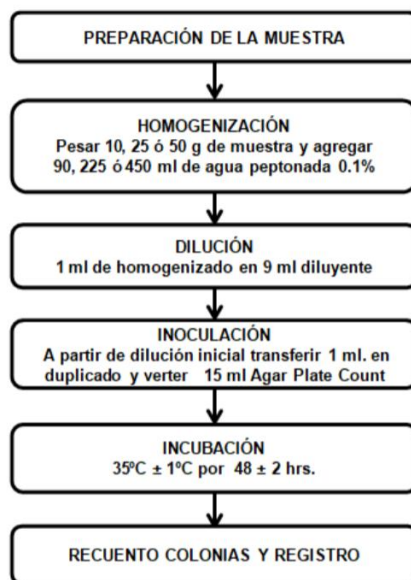


Figura 2: Protocolo de RAM según la norma Chilena 2659.OF2002. Procedimiento aplicado para el RAM en la superficie de la cáscara y el contenido interno del huevo (Instituto Nacional de Normalización [INN], 2002).

2.4. Preparación de la muestra a partir del contenido interno del huevo para el RAM

El huevo enjuagado anteriormente se desinfectó con alcohol al 70%, luego se partió y se depositó su contenido interno (yema y clara) en una bolsa plástica estéril con 225 ml de agua peptonada al 0,1%. Se mezcló el contenido completamente pasándolo por la *bagmixer* obteniendo así una mezcla homogénea del contenido interno. Una vez totalmente homogeneizada, se consideró como una dilución directa del componente microbiano del interior del huevo.

2.5. Diluciones

Se tomó 1 ml de las dos muestras (interior y exterior) previamente homogeneizadas y se mezclaron con 9 ml de diluyente (agua peptonada); posteriormente, ambas se agitaron en el “vortex” para la homogeneización del contenido. Para la muestra exterior e interior se analizó 1 muestra directa (extraída directamente desde la bolsa estéril) y diluciones seriadas de 10^{-1} a 10^{-3} (Fig. 3).

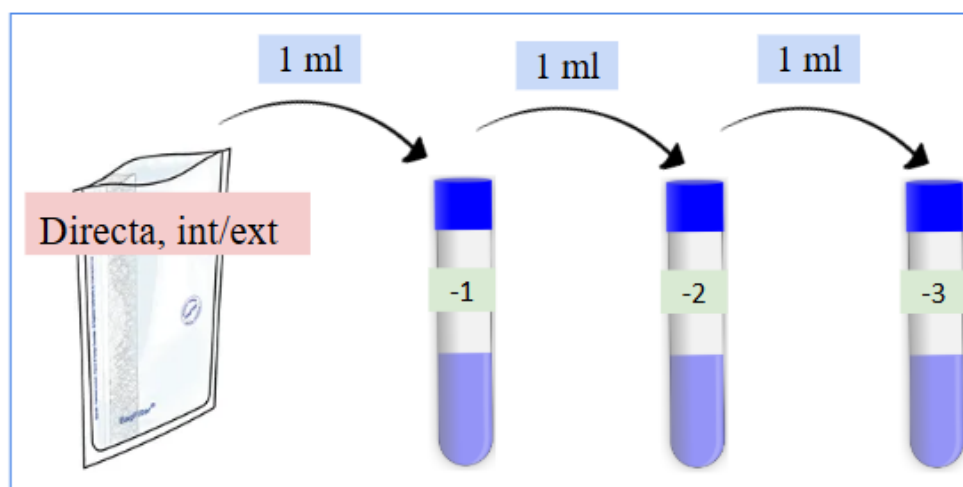


Figura 3: Diluciones. Realización de las diluciones seriadas de 10^{-1} a 10^{-3} a partir de la muestra directa interior y exterior

2.6. Inoculación

Se realizó en base al método de siembra por inmersión (profundidad). A partir de las diluciones realizadas de exterior (cáscara) e interior (clara y yema), se transfirió 1 ml de cada una de estas a placas estériles, para luego verter 15 ml agar Plate Count (PC). Posteriormente se homogeneizaron las placas con movimientos circulares suaves asegurando una distribución uniforme del inóculo. Este método conocido como “recuento en profundidad” o “siembra por inmersión (profundidad)”, permitió facilitar el recuento en la muestra.

2.7. Incubación

Todas las placas se incubaron a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 48 ± 2 horas.

2.8. Recuento de colonias y registro

Pasado el tiempo de incubación se contaron las colonias presentes, limitándose hasta un máximo de 250 colonias por placa, ya que un número superior dificulta la contabilización. Paralelamente, se llevó un registro del número de colonias observadas en cada placa.

2.9. Procedimiento de detección de *Salmonella spp.* en cáscara y contenido interno del huevo

Para la detección de *Salmonella spp.* en cáscara y contenido interno del huevo se siguió el protocolo implementado en el LIA, el cual sigue las directrices de la norma Chilena 2675.OF2002 (Fig. 4). El protocolo comprende las siguientes etapas:

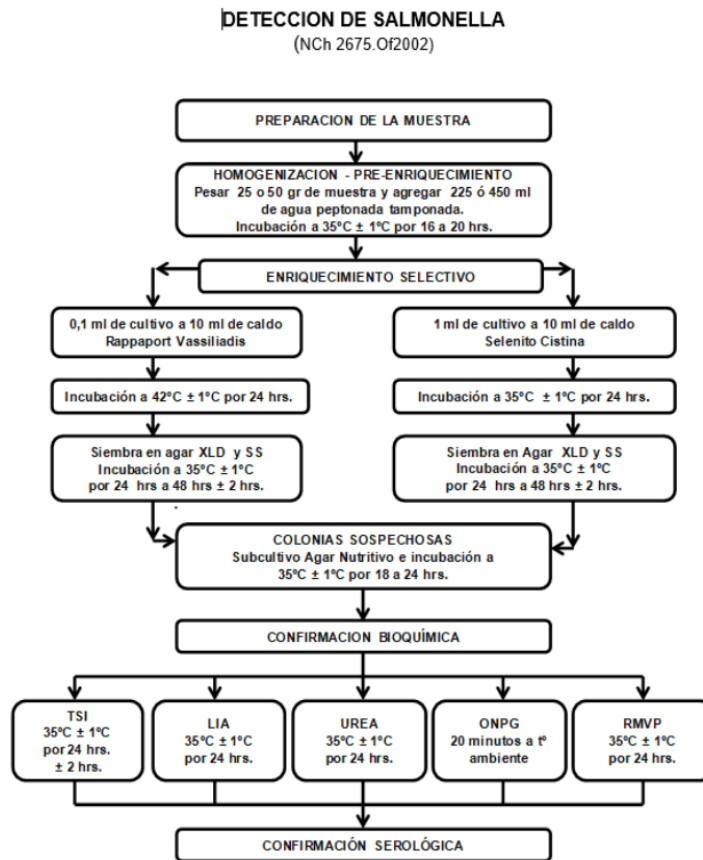


Figura 4: Protocolo para la detección de *Salmonella* según la norma Chilena 2675.OF2002. Procedimiento aplicado para la detección de *Salmonella* spp. en la superficie de la cáscara y el contenido interno del huevo (INN, 2002).

2.9.1. Homogeneización - pre- enriquecimiento en cáscara

Se tomó un huevo con un peso de 50 gr de muestra según lo establecido en el RSA, y se depositó en una bolsa plástica estéril, donde se agregaron 100 ml de agua peptonada tamponada al 1%. Se homogeneizó la muestra con movimientos circulares y se retiró el huevo, el enjuague resultante se consideró como una dilución directa del componente microbiano de la superficie (exterior) de la cáscara, y se incubó a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 16 a 20 horas.

2.9.2. Homogeneización - pre- enriquecimiento en contenido interno del huevo

El huevo enjuagado anteriormente se desinfectó con alcohol al 70%, luego se partió y se depositó su contenido (yema y clara) en una bolsa plástica estéril con 100 ml de agua peptonada al 1%. Se mezcló el contenido completamente pasándolo por la *bagmixer*, obteniendo así una mezcla homogénea del contenido interno. Una vez homogeneizada, se consideró como una dilución directa del componente microbiano del interior (yema y clara) del huevo, y se incubó a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 16 a 20 horas.

2.9.3. Enriquecimiento selectivo

Para la realización de este proceso se utilizaron dos metodologías, realizadas en dos medios diferentes:

2.9.3.1. Enriquecimiento selectivo en caldo Rappaport Vassiladis (RVS) a 42°C

Se agregó 0,1 ml de cultivo tanto para la dilución directa de superficie (cáscara) como de interior (yema y clara), a 10 ml de caldo RVS y se incubaron a $42^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Pasado el tiempo, se realizó una siembra en agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD) y Salmonella Shigella (SS) y se incubaron a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 horas a 48 horas $\pm$ 2 horas.

2.9.3.2. Enriquecimiento selectivo en Selenito Cistina (SC) es a 35°C

Se agregó 1 ml de cultivo tanto para la dilución directa de superficie (cáscara) como de interior (yema y clara), a 10 ml de caldo SC y se incubaron a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Posteriormente se realizó una siembra en Agar XLD y SS y se incubaron a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 horas a 48 horas $\pm$ 2 horas.

2.9.4. Identificación de colonias sospechosas

A las muestras anteriores en caso de tener colonias presuntivas de *Salmonella spp.* se les realizó un subcultivo en Agar Nutritivo e incubación a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 18 a 24 horas para poder identificar colonias sospechosas.

2.9.5. Confirmación bioquímica API 20E

Esta se llevó a cabo a través de la prueba bioquímica API 20E. Se tomó la muestra con colonias sospechosas (negras y transparentes) y se resembró en PC para obtener colonias puras y posteriormente se incubaron a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 18 a 24 horas. Una vez pasado el tiempo con un asa se tomó la colonia presuntiva y se re-suspendió en 10 ml de diluyente (agua peptonada), para luego homogeneizarla y obtener así una suspensión turbia homogénea para inocular el API 20E.

Ya obtenida la suspensión, se llenaron los espacios correspondientes de la prueba, para luego incubarla a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Transcurrido el tiempo de incubación, se agregaron los reactivos específicos TDA (Tryptófano desaminasa), IND (Indol) y VP (Voges-Proskauer) en las casillas correspondientes, con el fin de completar la lectura de resultados. Una vez completada obtenemos un código de 7 dígitos que se subió a la plataforma API WEB para obtener así la identificación del microorganismo encontrado (bioMérieux, s.f) (Fig. 5).

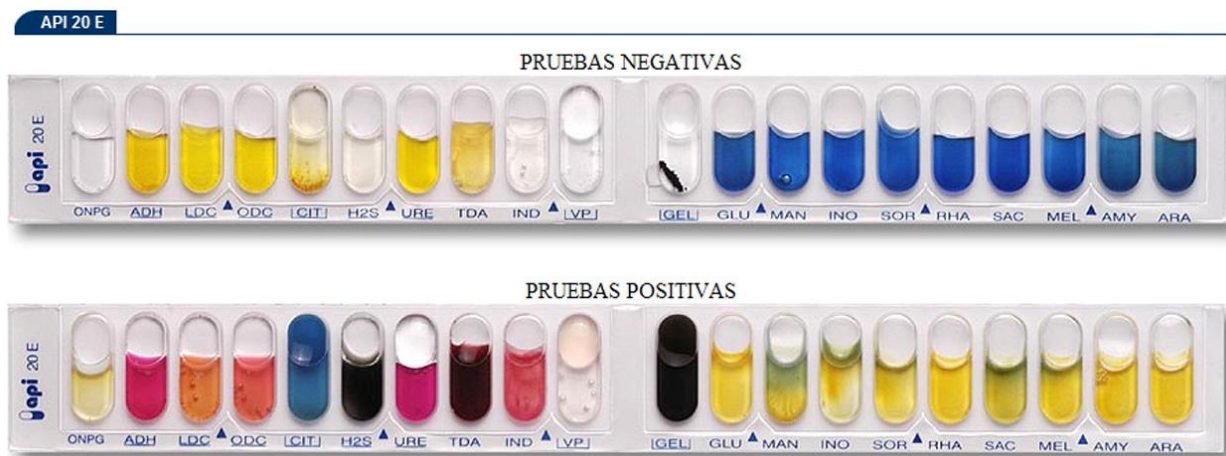


Figura 5: Resultado de pruebas negativas y positivas de la prueba API 20E. Ejemplo de resultados para pruebas negativas y positivas, obtenidos con la prueba API 20E para la identificación bacteriana (bioMérieux, s.f).

2.10. Determinar relación entre niveles de contaminación y prácticas de manejo

Para determinar la relación entre los niveles de contaminación y las prácticas de manejo se elaboró y aplicó una lista de chequeo basada en las BPG al momento de recolectar las muestras. La lista de chequeo (Apéndice I) se enfocó principalmente en las áreas de:

- Sanidad
- Alojamiento
- Alimentación y agua de bebida
- Capacitación
- Bioseguridad
- Sistema productivo

2.11. Análisis de datos

Para caracterizar las condiciones de las explotaciones evaluadas, se realizó un análisis descriptivo de las distintas prácticas dentro de las áreas consideradas en la lista de chequeo. En base a esto se determinaron los porcentajes de explotaciones que cumplían con cada práctica evaluada.

Sumado a esto, en base a los niveles de RAM y a la detección de *Salmonella spp.* se agruparon las explotaciones y se analizó su relación con las prácticas aplicadas. Para el RAM se crearon 3 grupos, considerando el 33% de las explotaciones en cada uno de ellos. Para establecer la relación entre los niveles de RAM y las prácticas, se aplicaron primeramente pruebas de chi cuadrado (χ^2) y tablas de contingencia, utilizando el software Infostat.

Además, para poder confirmar la significancia de las prácticas se realizaron análisis complementarios utilizando el software RStudio. Primero se transformaron los RAM interior/exterior a logaritmo base 10 ($\log_{10}$) y se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk

para evaluar la normalidad de los datos de cada práctica y un test de Levene para comprobar la homogeneidad de varianzas entre los grupos. Para evaluar el efecto de los grupos formados sobre las variables analizadas, si los datos presentaron una distribución normal ($p > 0.05$) y homogeneidad de varianzas, se aplicó un T-Test o un ANOVA cuando se presentaron más de dos grupos. Por el contrario, de no cumplirse ninguno de estos supuestos, se utilizó la prueba de Wilcoxon (Mann-Whitney) para comparar entre dos grupos o Kruskal-Wallis si eran más de dos grupos. Cuando se encontraron diferencias significativas en la prueba Kruskal-Wallis se realizó de forma complementaria el test post hoc de Dunn con corrección de Bonferroni, para identificar entre qué grupos específicos existieron diferencias. Finalmente se determinó la media $\pm$ error estándar (SEM) y desviación estándar (SD) para visualizar las diferencias encontradas, cabe destacar que todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de significancia de 0,05.

2.12. Procedimientos y buenas prácticas

En base a los resultados de los análisis obtenidos para los objetivos anteriores, se identificaron las prácticas críticas y de menor cumplimiento que presentaron un mayor riesgo para la presencia de *Salmonella spp.* y el RAM elevado. A partir de esta identificación, se realizó una infografía dirigida a los pequeños y medianos productores, con el fin de promover las BPG y asegurar una mejor calidad de los huevos. En esta se destacan las prácticas con menores cumplimientos, además de hacer énfasis en la importancia de la higiene en la manipulación de alimentos, el control de la bioseguridad en las instalaciones avícolas, y las BPG que pueden mitigar la propagación de patógenos, entre otras.

3. Resultados

3.1. Caracterización de las explotaciones

Se visitaron un total de 32 explotaciones avícolas de pequeña y mediana escala ubicadas en la región de O'Higgins distribuidas en las comunas de Rancagua (1), Graneros (1), San Vicente (2), Pichidegua (3), Requínoa (3), Machalí (3), Marchigüe (4), Nancagua (5), Chépica (5) y Paredones (5). Las explotaciones fueron clasificadas en dos grupos, medianas y pequeñas, según el número de aves presentes en cada una, asignando un 50% de los productores en cada grupo. El número de aves utilizado como punto de corte para dividir equitativamente (50%) a los productores fue 187. Así, aquellos con hasta 187 aves se clasificaron como pequeños productores y los que tenían más de 187 aves, como medianos.

Todas las avícolas encuestadas se encontraban dentro de programas de apoyo gestionados por el INDAP. De ellas, 8 (25%) formaban parte del Servicio de Asesoría Técnica (SAT), mientras que las otras 24 (75%) pertenecían al “Programa de Desarrollo Local” (PRODESAL). Ambos programas entregan asesoría técnica y capacitaciones en prácticas de inocuidad a los productores, además los productores asistieron a actividades formativas realizadas por la Universidad de O'Higgins relacionadas con prácticas de bioseguridad y calidad de huevos. En cuanto a las razas de las gallinas ponedoras utilizadas, se observó que 15 productores (46,9%) que trabajaban con la raza Hy-Line Brown, 8 (25%) con Lohmann Brown, 5 (15,6%) con razas criollas, 3 (9,4%) con Isa Brown y 1 (3,1%) con Brahma, lo que indica una diversidad genética importante dentro de las explotaciones evaluadas. La Tabla 3 muestra los porcentajes de cumplimiento y el número de productores que adoptaron cada una de las BPG evaluadas durante las visitas. Se incluyeron prácticas correspondientes a las áreas de sanidad, alojamiento, alimentación y agua de bebida, capacitación, bioseguridad y sistema productivo.

Tabla 3.

Prácticas evaluadas entre los productores (n=32)

Prácticas	Cumplimiento (N°)	Cumplimiento (%)
Sanidad		
Control de temperatura al gallinero	0	0
Huevos rotos no son retirados ni desechados	2	6,3
Ausencia de plagas (moscas y ratones)	4	12,5
No separa huevos sucios de limpios	5	15,6
Retiro de desechos cada 3 meses o 1 vez al año	6	18,7
Limpieza de huevos con virutilla	7	21,9
No utiliza productos para el control de plagas	9	28,1
Desinfección inadecuada con cal y viruta	14	43,7
Limpieza de instalaciones una vez al mes	14	43,7
Estado del piso sucio	15	46,8
Áreas cercanas limpias	16	50,0
Áreas cercanas sucias	16	50,0
Estado del piso limpio	17	53,1
Desinfección adecuada con amonio cuaternario o cloro	18	56,3
Limpieza de instalaciones todos los días o una vez a la semana	18	56,3
Uso de plaguicida <i>cyperkill</i> u veneno	23	71,9
Limpieza de huevos con agua/paño húmedo	25	78,1
Retiro de desechos una vez a la semana o al mes	26	81,3
Separación de huevos sucios de limpios	27	84,4
Presencia de plagas (ratones y moscas)	28	87,5
Huevos rotos son desechados y retirados	30	93,8
Programa de vacunación completo	32	100
Alojamiento		
Material de la cama de paja	5	15,6
Almacenamiento del alimento al aire libre	7	21,9
Presencia de animales domésticos (perros o gatos)	7	21,9
Iluminación natural	10	31,3
Ausencia de aves silvestres	11	34,4

Almacenamiento exclusivo de huevos en sala	11	34,4
Material piso de cemento	16	50,0
Material piso de tierra	16	50,0
Presencia de amoniaco	16	50,0
Ausencia de amoniaco	16	50,0
Presencia de aves silvestres	21	65,6
Almacenamiento de huevos al aire libre	21	65,6
Iluminación artificial	22	68,8
Ausencia de animales domésticos (perros o gatos)	25	78,1
Almacenamiento del alimento en bodega exclusiva para alimento	25	78,1
Material de la cama de viruta o aserrín	27	84,4
Uso de malla anti-pájaros	32	100
Ventilación natural (ventanas)	32	100
Alimentación y agua de bebida		
Alimento incluye ácidos orgánicos u otro para el control de <i>Salmonella spp.</i>	0	0
Tipo de bebedero <i>nipple</i>	5	15,6
Origen del agua de pozo	6	18,7
Estado del comedero sucio	7	21,9
Uso de forraje como alimento	9	28,1
Estado del agua sucia	11	34,4
Tipo de comedero circular	13	40,6
Tipo de comedero lineal	19	59,3
Estado del agua limpia	21	65,6
Uso de alimento balanceado “ponedora”	23	71,9
Estado del comedero limpio	25	78,1
Tipo de bebedero lineal o circular	25	78,1
Origen del agua potable	26	81,3
Bioseguridad		
Control de temperatura a los huevos	0	0
No ingresa solo personal autorizado y calificado	2	6,3
Utiliza jabón/desinfectante	2	6,3
Realiza pruebas regulares para la detección de <i>Salmonella spp.</i>	3	9,4
Presencia de lavamanos	5	15,6
Presencia de pediluvio	7	21,9
Uso de EPP (elementos de protección personal)	10	31,3

No utiliza EPP	23	71,9
Ausencia de pediluvio	25	78,1
Ausencia de lavamanos	27	84,4
No realiza regularmente pruebas para la detección de <i>Salmonella spp.</i>	29	90,6
No utiliza jabón/desinfectante	30	93,8
Ingreso solo de personal autorizado y calificado	30	93,8
Capacitación		
Recibe capacitación en prácticas de inocuidad	32	100
Sistema productivo		
No clasifica los huevos según peso o color	11	34,4
Frecuencia de recolección de huevos una vez al día	15	46,8
Mantiene los huevos 1 días antes de la venta	16	50,0
Mantiene los huevos más de 2 días antes de la venta	16	50,0
Frecuencia de recolección de huevos de dos o más veces al día	17	53,1
Clasificación de huevos según peso o color	22	68,8
Total	32	100

En base a esto, fue posible identificar deficiencias importantes en las prácticas utilizadas, especialmente en el área de bioseguridad (Fig. 6). Se observó un bajo cumplimiento en el uso de EPP (31,3%), presencia de pediluvio (21,9%), lavamanos (15,6%), uso de jabón o desinfectante (6,3%), realización de pruebas regulares para la detección de *Salmonella spp.* (9,4%) y el control de temperatura de los huevos y del gallinero (0%). Por otro lado, para las prácticas de alojamiento es importante destacar que, las 32 avícolas contaban con un sistema de ventilación natural a través del uso de ventanas dentro del gallinero y la implementación de mallas anti-pájaros.

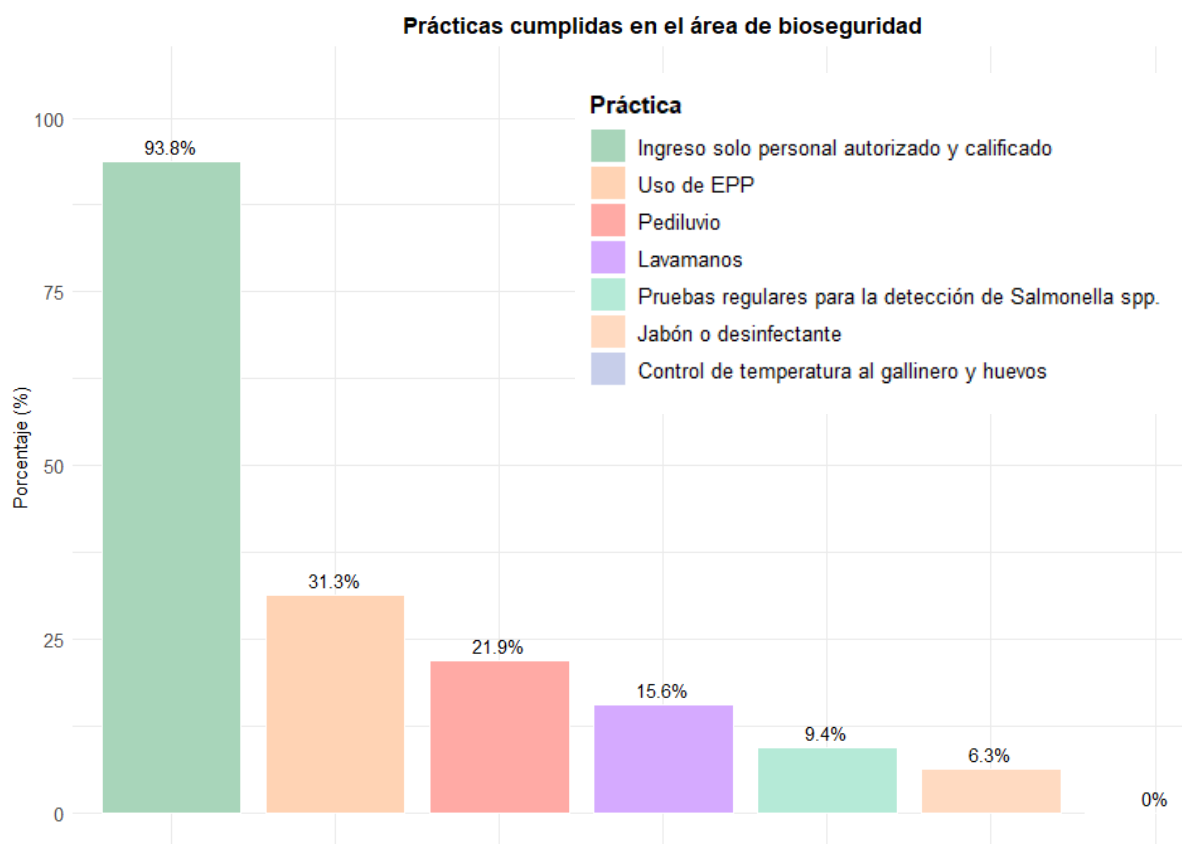


Figura 6: Cumplimiento de prácticas del área de bioseguridad. Se observó un bajo cumplimiento en las prácticas del área de bioseguridad, destacando el uso de EPP, presencia de pediluvio y lavamanos, realización de pruebas regulares para la detección de *Salmonella* spp., uso de jabón o desinfectante, y el control de la temperatura del gallinero y los huevos.

Respecto al sistema de embalaje, todos indicaron el uso de bandejas de cartón, además, el porcentaje de huevos rotos o sucios era inferior al 1% del total recolectado. Con relación a la alimentación, si bien todos conocían tanto el proveedor y la composición del alimento, ninguno tenía información sobre si éste cumplía con prácticas de inocuidad durante la elaboración. En esa misma línea, tampoco se reportó el uso de aditivos, como ácidos orgánicos u otros destinados al control de *Salmonella* spp. en los alimentos utilizados (Ponedora 1, Ponedora 2 y forraje).

En cuanto al programa de vacunación, todos los productores recibían sus pollitas a través de programas de apoyo. De este modo, las aves ya venían vacunadas al momento

de la adquisición, sin embargo, los productores desconocían si las vacunas estaban al día, qué productos se utilizaban o contra qué enfermedades se aplicaban. Asimismo, ignoraban si contaban con certificado de vacunación contra *Salmonella spp.* o *E. Coli*. Sin embargo, a pesar de ello, en la Tabla 4 se presenta el registro de vacunas proporcionado por los programas de apoyo, donde se detallan las dosis iniciales y de refuerzo.

Tabla 4.

Programa de vacunación de los programas de apoyo PRODESAL y SAT

Día	Vacuna	Enfermedad
1	Marek	Marek
1	<i>Salmonella</i> o Exclusión Competitiva	<i>S. enteritidis</i> y <i>S. typhimurium</i>
	Broilact/Aviguard	
1	BI MA5	Bronquitis Infecciosa
19	Gumboro	Gumboro
36	Newcastle	Newcastle
70	Laringotraqueitis	Laringotraqueitis Infecciosa
70	DV + AE	Viruela aviar y Encefalomiелitis Aviar
98	Triple BI+ EDS + Nc	Bronquitis Infecciosa, Síndrome de baja postura y Newcastle

Nota. BI: Bronquitis Infecciosa, MA5: Massachusetts cepa 5, DV: Viruela Aviar, AE: Encefalomiелitis Aviar, EDS: Síndrome de Baja Postura y Nc: Newcastle.

En el caso de las dosis de refuerzo, estas se hicieron para las enfermedades de BI, Gumboro, Marek, Nc, Laringotraqueitis, DV, AE y *Salmonella*, asegurando así una mejor protección de las gallinas ponedoras.

3.2. Detección de *Salmonella* spp. en huevos de explotaciones avícolas de pequeños y medianos productores.

No se detectó la presencia de *Salmonella* spp. en ninguna de las muestras tomadas en las 32 explotaciones visitadas. Sin embargo, una de las muestras (3,1%) presentó el crecimiento de colonias sospechosas de *Salmonella* spp. en el medio selectivo SS, tanto en la muestra de interior como del exterior (Fig. 7). En el caso de la muestra del exterior (A), las colonias se desarrollaron en el caldo de enriquecimiento selectivo SC, mientras que en la muestra del interior (B) se observó crecimiento en ambos caldos: RVS y SC.

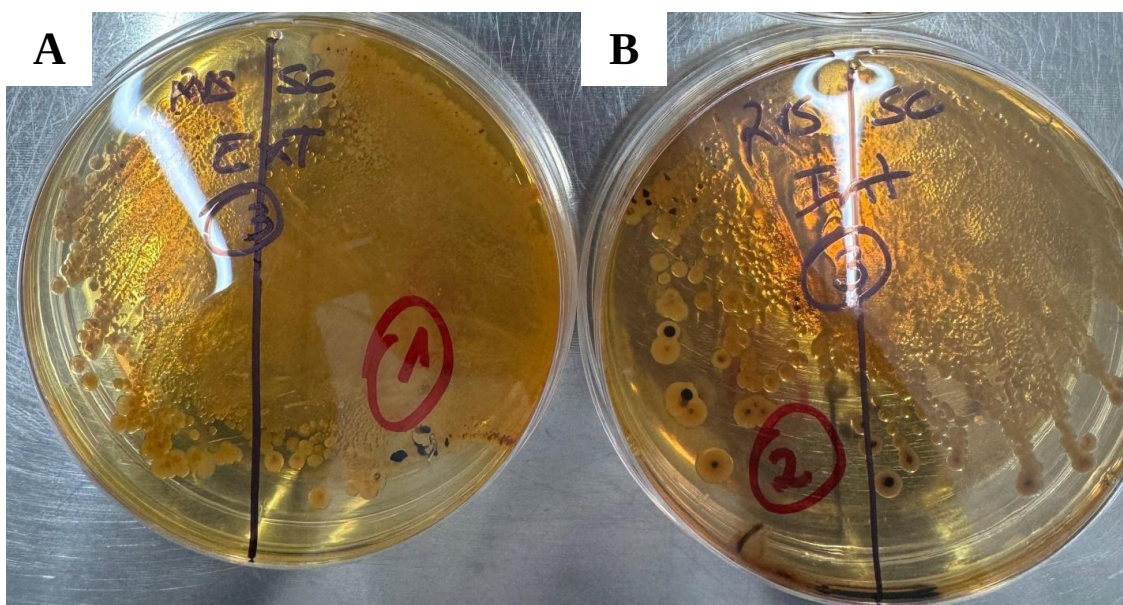


Figura 7: Crecimiento de colonias sospechosas de *Salmonella* spp. Crecimiento de colonias presuntivas de *Salmonella* spp. en placas de exterior en caldo SC (A) e interior en caldos RVS y SC (B).

Esta muestra fue tomada de una avícola ubicada en la comuna de Marchigüe, sin embargo, el resultado de la identificación bioquímica mediante la prueba API 20E determinó que el microorganismo encontrado correspondía a *Raoultella ornithinolytica* (Fig. 8) el cual no pertenece al género *Salmonella*.

PERFIL INACEPTABLE	
Galería	API 20 E V5.0
Perfil	7 7 5 5 7 7 3
Nota	
Taxón significativo	
Raoultella ornithinolytica	% ID
Taxón siguiente	
Klebsiella oxytoca	% ID

Figura 8: Resultado de la prueba API 20E. Perfil bioquímico obtenido a través de la prueba API 20E para la identificación de bacterias.

3.3. Determinación de aerobios mesófilos en huevos de explotaciones avícolas de pequeños y medianos productores.

Se analizaron muestras de cáscara (superficie) y contenido interno (yema y clara) de huevos, considerando el mayor número de colonias observadas por placa junto con su dilución correspondiente para estimar el promedio. En las muestras del exterior del huevo, el rango promedio de RAM fue de 90 a 9.033 UFC (unidades formadoras de colonias), mientras que en el interior varió entre 0 y 127,5 UFC. Un total de 22 productores (68,8%) no presentaron RAM en el contenido interno, mientras que todas las muestras externas (100%) mostraron presencia. La Tabla 5 presenta los valores promedio obtenidos en función del número de productores evaluados por comuna. En base a esto, todos los resultados se mantuvieron por debajo del límite máximo establecido por el RSA, que permite un límite máximo de 50.000 UFC y un mínimo de 10.000 para dos muestras analizadas de un total de cinco.

Tabla 5.

RAM interior y exterior obtenido por comuna en las avícolas visitadas.

Comuna	N°	RAM interior			RAM exterior		
		Media $\pm$ DE	Min	Max	Media $\pm$ DE	Min	Max
Requínoa	3	5 $\pm$ 8,6	0	15	780 $\pm$ 121,6	640	860
Machalí	3	0 $\pm$ 0	0	0	3.340 $\pm$ 4.382	810	8.400
Rancagua	1	0 $\pm$ 0	0	0	140 $\pm$ 0	140	140
Graneros	1	0 $\pm$ 0	0	0	90 $\pm$ 0	90	90
Nancagua	5	2 $\pm$ 4,4	0	10	4.040 $\pm$ 4.554	300	10.000
San Vicente	2	127,5 $\pm$ 144,9	25	230	4.100 $\pm$ 3.535	1.600	6.600
Pichidegua	3	5 $\pm$ 8,6	0	15	9.033 $\pm$ 7.752	100	14.000
Chépica	5	24 $\pm$ 53,6	0	120	852 $\pm$ 1.356	27	3.200
Paredones	5	38,8 $\pm$ 49,1	0	95	236,6 $\pm$ 284,9	14	680
Marchigüe	4	2,5 $\pm$ 5	0	10	7.642 $\pm$ 13.584	130	28.000

Nota. N°: Número de productores por comuna.

La tabla 6 presenta algunas de las prácticas evaluadas junto con sus valores de RAM interior y exterior, donde fue posible observar una tendencia en la que aquellas explotaciones que no cumplían adecuadamente ciertas prácticas tenían mayores niveles de contaminación, tanto en el interior como en el exterior del huevo.

Tabla 6.

Valores de RAM interior y exterior para algunas de las practicas evaluadas.

		RAM interior			RAM exterior		
Practica		Media $\pm$ DE	Min	Max	Media $\pm$ DE	Min	Max
Presencia de lavamanos		3 $\pm$ 6,71	0	15	5.424 $\pm$ 5.720	680	14.000
Ausencia de lavamanos		22,4 $\pm$ 52,6	0	230	2.851 $\pm$ 6.047	14	28.000
Separan huevos sucios de limpios		10,3 $\pm$ 28,9	0	120	2.534 $\pm$ 4.146	14	14.000
No separa huevos sucios de limpios		68 $\pm$ 97,6	0	230	7.138 $\pm$ 11.973	110	28.000
Presencia de animales domésticos		17 $\pm$ 50,6	0	230	3.985 $\pm$ 6.584	27	28.000
Ausencia de animales domésticos		27,7 $\pm$ 44,4	0	95	639 $\pm$ 1.154	14	3.200
Limpieza de huevo con agua		6,67 $\pm$ 10,8	0	25	3.493 $\pm$ 5.238	640	14.000
Limpieza de huevo con paño húmedo		30 $\pm$ 61,4	0	230	3.806 $\pm$ 7.064	19	28.000
Limpieza de huevo con virutilla		1,29 $\pm$ 3,40	0	9	1.546 $\pm$ 2.823	14	7.900
Uso de forraje como alimento		53,3 $\pm$ 80,2	0	230	4.937 $\pm$ 9.174	19	28.000
Uso de alimento comercial (ponedora)		6,04 $\pm$ 18,9	0	90	2.595 $\pm$ 4.269	14	14.000

Asimismo, se observó que todos los productores (32) presentaron niveles de contaminación en el exterior del huevo, mientras que solamente 10 registraron recuentos en el interior. Además, fue posible determinar que los productores de la comuna de San

Vicente mostraron los mayores niveles de contaminación interior, mientras que los de Pichidegua presentaron los valores más elevados de contaminación en el exterior del huevo (Fig. 9).

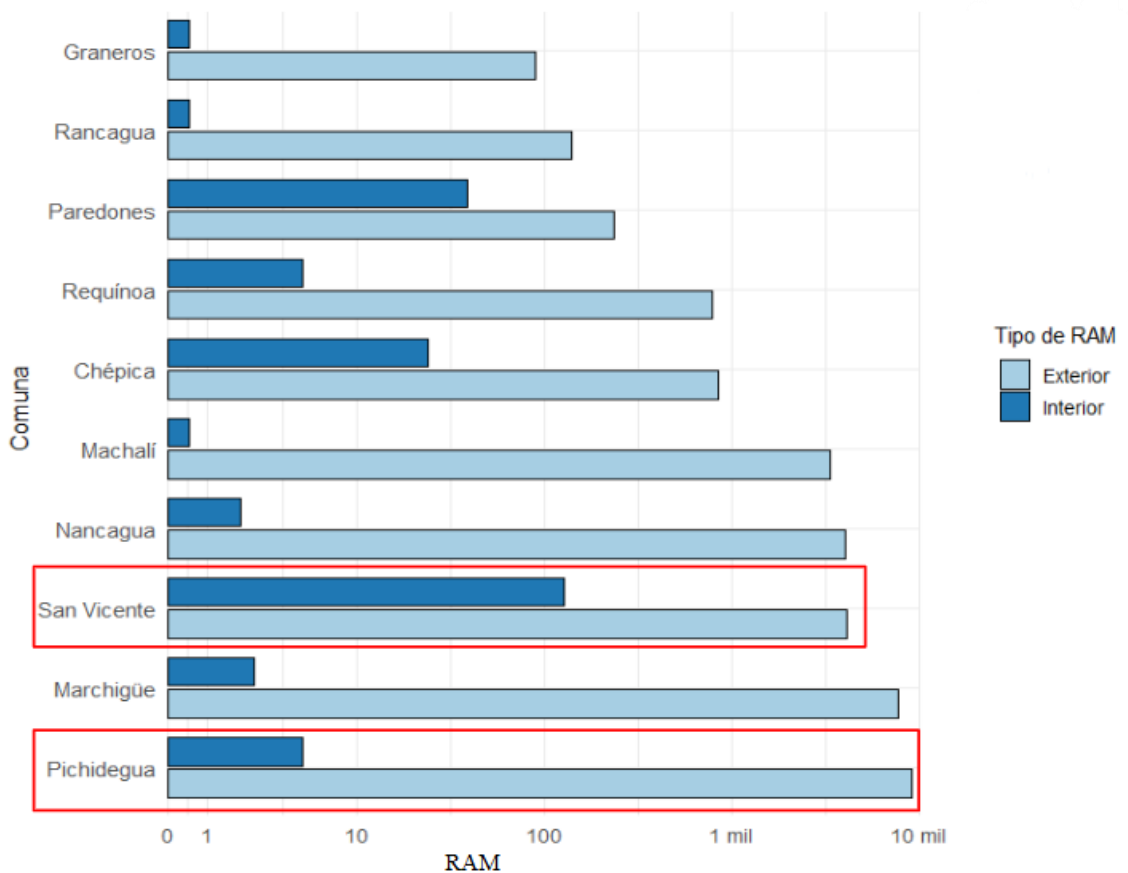


Figura 9: Valores de RAM interior y exterior por comuna. Se observa que los productores de San Vicente presentan mayor contaminación interior, mientras que los de Pichidegua presentan los valores más altos en el exterior del huevo. Además, todos los productores evaluados registraron recuentos en el exterior, mientras que solo algunos lo presentaron para el interior.

3.4. Relación entre la presencia de *Salmonella spp.* y las prácticas de manejo implementadas por los productores.

Debido a que no se detectó la presencia de *Salmonella spp.* en ninguna de las muestras analizadas, no fue posible la realización de un análisis estadístico. Los resultados

obtenidos solo permiten un análisis descriptivo, sin posibilidad de establecer diferencias significativas entre las prácticas evaluadas y la ausencia/presencia de *Salmonella spp.*

3.5. Relación entre el RAM interior en función de las prácticas de manejo implementadas por los productores

Los resultados obtenidos tanto para los análisis principales como para los complementarios, se presentan a continuación en la tabla 7, excluyendo la categoría de capacitación, ya que fue cumplida en su totalidad por todos los productores.

Tabla 7.

Prácticas con diferencias significativas en RAM interior

Prácticas	Prueba estadística	p - valor
Separación de huevos sucios de limpios	Chi ² de Pearson	p = 0,0105
Ingreso solo de personal autorizado y calificado	Chi ² de Pearson	p = 0,0303
Tipo de iluminación (natural o artificial)	Wilcoxon	p = 0,035
Tipo de alimento *	Wilcoxon	p = 0,0635

Nota. Se muestran los p – valores de aquellas prácticas con significancia estadística ($p < 0.05$), a excepción de la marcada con * que estuvo cercana al umbral de significancia.

Los análisis estadísticos principales para todas las prácticas de manejo evaluadas mostraron que sólo tres de ellas presentaron una asociación estadísticamente significativa con los niveles de RAM interior encontrados. Las prácticas de separación de huevos sucios de los limpios (Chi² = 6,56; p = 0,0105) y el ingreso solo de personal autorizado y calificado (Chi² = 4,69; p = 0,0303) presentaron valores estadísticamente significativos en las pruebas de Chi² de Pearson.

En relación con los análisis complementarios, se identificó que el tipo de iluminación también presentó una diferencia significativa en relación con los niveles de

RAM interior. Debido a que, los datos no cumplieron con los supuestos de normalidad ni homogeneidad de varianzas (Shapiro-Wilk, $p < 0,05$), se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Donde, está genero un resultado significativo ($p = 0,035$), confirmando la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre el tipo de iluminación y los niveles de RAM interior.

Por otra parte, la variable “tipo de alimento” no alcanzó el umbral de significancia estadística ($p = 0,0635$), sin embargo, presentó un valor cercano, lo que podría indicar una tendencia relevante a considerar. En contraste, el resto de prácticas evaluadas no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) en relación a los niveles de RAM interior para ninguno de los análisis aplicados.

El resultado de las medias de $\log_{10}$ RAM interior se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8.

Medias de $\log_{10}$ RAM interior y desviación estándar para todas las practicas evaluadas.

Prácticas	Media $\log_{10}$ (RAM interior UFC/g) $\pm$ DE
Sanidad	
Huevos rotos no son retirados ni desechados	0 ± 0
Huevos rotos son desechados y retirados	0.52 ± 0.79
Separa huevos sucios de limpios	0.337 ± 0.66
No separa huevos sucios de limpios	1.28 ± 0.92
Uso de veneno comercial para el control de plagas	0.291 ± 0.58
Uso de plaguicida <i>cyperkill</i> para el control de plagas	0.478 ± 0.84
No utiliza productos para el control de plagas	0.687 ± 0.86
Limpieza de instalaciones una vez a la semana	0.687 ± 0.87
Limpieza de instalaciones una vez al mes	0.415 ± 0.74
Limpieza de instalaciones todos los días	0.389 ± 0.78
Estado del piso sucio	0.544 ± 0.84
Estado del piso limpio	0.431 ± 0.73
Áreas cercanas limpias	0.361 ± 0.66

Áreas cercanas sucias	0.607 ± 0.87
Desinfección adecuada con amonio cuaternario	0.431 ± 0.66
Desinfección inadecuada con cal y viruta	0.630 ± 1.02
Desinfección adecuada con cloro	0.401 ± 0.69
Limpieza de huevos con paño húmedo	0.614 ± 0.88
Limpieza de huevos con agua	0.436 ± 0.67
Limpieza de huevos con virutilla	0.171 ± 0.45
Retiro de desechos una vez a la semana	0.550 ± 0.80
Retiro de desechos una vez al mes	0.462 ± 0.87
Retiro de desechos cada tres meses o una vez al año	0.374 ± 0.58
Presencia de plagas (ratones y moscas)	0.510 ± 0.80
Ausencia de plagas (ratones y moscas)	0.3 ± 0.6
Alojamiento	
Almacenamiento del alimento al aire libre	0.298 ± 0.50
Almacenamiento del alimento en bodega exclusiva	0.536 ± 0.83
Iluminación natural	0.980 ± 1.06
Iluminación artificial	0.259 ± 0.49
Almacenamiento exclusivo de huevos en sala	0.537 ± 0.77
Almacenamiento de huevos al aire libre	0.457 ± 0.79
Material piso de cemento	0.418 ± 0.80
Material piso de tierra	0.550 ± 0.77
Presencia de amoníaco	0.328 ± 0.61
Ausencia de amoníaco	0.640 ± 0.90
Presencia de aves silvestres	0.344 ± 0.79
Ausencia de aves silvestres	0.558 ± 0.77
Presencia de animales domésticos (perros o gatos)	0.414 ± 0.72
Ausencia de animales domésticos (perros o gatos)	0.734 ± 0.95
Material de la cama de aserrín	0.869 ± 1.06
Material de la cama de viruta	0.316 ± 0.52
Material de la cama de paja	0.396 ± 0.88
Alimentación y agua de bebida	
Origen del agua potable	0.510 ± 0.82
Origen del agua de pozo	0.374 ± 0.58
Estado del comedero sucio	0.689 ± 0.94
Estado del comedero limpio	0.427 ± 0.73
Estado del agua limpia	0.563 ± 0.86

Estado del agua sucia	0.333 ± 0.57
Tipo de comedero circular	0.515 ± 0.86
Tipo de comedero lineal	0.463 ± 0.73
Uso de alimento balanceado “ponedora”	0.287 ± 0.57
Uso de forraje como alimento	0.987 ± 1.01
Tipo de bebedero lineal	0.561 ± 0.65
Tipo de bebedero circular	0.576 ± 0.85
Tipo de bebedero <i>nipple</i>	0 ± 0
Bioseguridad	
No ingresa solo personal autorizado y calificado	0.385 ± 0.69
Ingreso solo de personal autorizado y calificado	1.97 ± 0.01
Ausencia de pediluvio	0.524 ± 0.82
Presencia de pediluvio	0.343 ± 0.58
Presencia de lavamanos	0.241 ± 0.53
Ausencia de lavamanos	0.529 ± 0.81
Uso de EPP (elementos de protección personal)	0.449 ± 0.58
No utiliza EPP	0.500 ± 0.86
No utiliza jabón/desinfectante	0.516 ± 0.79
Utiliza jabón/desinfectante	0 ± 0
Sistema productivo	
Clasificación de huevos según peso o color	0.405 ± 0.70
No clasifica los huevos según peso o color	0.659 ± 0.92
Mantiene los huevos un día antes de la venta	0.341 ± 0.64
Mantiene los huevos más de dos días antes de la venta	0.627 ± 0.89
Frecuencia de recolección de huevos una vez al día	0.460 ± 0.83
Frecuencia de recolección de huevos de dos o más veces al día	0.505 ± 0.74

A partir de las medias, es posible observar un mayor nivel de RAM interior en los productores de la comuna de San Vicente (1.89 ± 0.67), aquellos que fueron clasificados como pequeños sistemas de producción (0.688 ± 0.95) y los que utilizaban la raza Hy-Line Brown (0.423 ± 0.75). En cuanto a las practicas, se encontraron los niveles más altos de contaminación al interior del huevo en los productores que no separaban los huevos

sucios de los limpios, utilizaban forraje como alimento, solamente utilizaban luz natural, tenían presencia de plagas en su galpón y no los controlaban con plaguicidas, mantenían los huevos dos o más días antes de venderlos, el piso era de tierra y estaba sucio al igual que los comederos, limpiaban los huevos con paño húmedo, no disponían de pediluvio ni lavamanos y además las áreas circundantes al gallinero estaban sucias.

3.5.1. Relación entre el RAM exterior en función de las prácticas de manejo implementadas por los productores

En relación con los resultados obtenidos tanto para los análisis principales como para los complementarios se presentan en la tabla 9.

Tabla 9.

Prácticas con diferencias significativas en RAM exterior.

Prácticas	Prueba estadística	<i>p</i> - valor
Tipo de alimento	Chi ² de Pearson	<i>p</i> = 0,0362
Tipo de iluminación (natural o artificial)	Chi ² de Pearson	<i>p</i> = 0,0145
Presencia de animales domésticos	Test-t	<i>p</i> = 0,049
Almacenamiento exclusivo de alimentos *	Chi ² de Pearson	<i>p</i> = 0,0654

Nota. Se muestran los *p* – valores de aquellas prácticas con significancia estadística (*p* < 0.05), a excepción de la marcada con * que estuvo cercana al umbral de significancia.

Fue posible identificar tres prácticas con valores estadísticamente significativos entre el RAM exterior y las prácticas de manejo utilizadas. En primer lugar, el tipo de alimento (Chi² = 6,64; *p* = 0,0362) y el tipo de iluminación (Chi² = 8,47; *p* = 0,0145) presentaron diferencias significativas en las pruebas de Chi² de Pearson.

Por otro lado, los resultados de los análisis complementarios evidenciaron diferencias significativas para la presencia de animales domésticos, esta cumplió con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk, *p* > 0,05) y homogeneidad de varianzas (Levene,

$p > 0,05$), lo que permitió el uso del Test-T, obteniendo un valor de $p = 0,049$ ($t = -2,255$; $gl = 9,46$), Si bien, el almacenamiento exclusivo de los alimentos no logró alcanzar la significancia estadística, presentó un valor cercano al umbral ($\chi^2 = 5,46$; $p = 0,0654$), evidenciando una probable tendencia. Sin embargo, las demás prácticas evaluadas no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) para ninguno de los análisis utilizados.

Los resultados obtenidos de las medias de $\log_{10}$ RAM exterior se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10.

Medias de $\log_{10}$ RAM exterior y desviación estándar para todas las prácticas evaluadas

Prácticas	Media $\log_{10}$ (RAM exterior UFC/g) $\pm$ DE
Sanidad	
Huevos rotos no son retirados ni desechados	2.92 ± 0.01
Huevos rotos son desechados y retirados	2.81 ± 0.91
Separa huevos sucios de limpios	2.76 ± 0.87
No separa huevos sucios de limpios	3.12 ± 0.98
Uso de veneno comercial para el control de plagas	3.13 ± 0.79
Uso de plaguicida <i>cyperkill</i> para el control de plagas	2.68 ± 0.85
No utiliza productos para el control de plagas	2.73 ± 1.02
Limpieza de instalaciones una vez a la semana	2.94 ± 1.08
Limpieza de instalaciones una vez al mes	2.64 ± 0.78
Limpieza de instalaciones todos los días	2.99 ± 0.87
Estado del piso sucio	2.58 ± 0.86
Estado del piso limpio	3.04 ± 0.86
Áreas cercanas limpias	3.02 ± 0.64
Áreas cercanas sucias	2.62 ± 1.05
Desinfección adecuada con amonio cuaternario	2.75 ± 0.97
Desinfección inadecuada con cal y viruta	3.15 ± 0.69
Desinfección adecuada con cloro	2.86 ± 1.3

Limpieza de huevos con paño húmedo	2.77 ± 0.96
Limpieza de huevos con agua	3.23 ± 0.51
Limpieza de huevos con virutilla	2.61 ± 0.86
Retiro de desechos una vez a la semana	2.87 ± 1.09
Retiro de desechos una vez al mes	2.93 ± 0.79
Retiro de desechos cada tres meses o una vez al año	2.47 ± 0.42
Presencia de plagas (ratones y moscas)	2.81 ± 0.90
Ausencia de plagas (ratones y moscas)	2.87 ± 0.84
Alojamiento	
Almacenamiento del alimento al aire libre	3.24 ± 0.69
Almacenamiento del alimento en bodega exclusiva	2.70 ± 0.90
Iluminación natural	2.14 ± 0.88
Iluminación artificial	3.13 ± 0.70
Almacenamiento exclusivo de huevos en sala	2.70 ± 0.94
Almacenamiento de huevos al aire libre	2.88 ± 0.86
Material piso de cemento	3.03 ± 0.89
Material piso de tierra	2.61 ± 0.84
Presencia de amoníaco	2.76 ± 0.86
Ausencia de amoníaco	2.88 ± 0.92
Presencia de aves silvestres	3.02 ± 0.66
Ausencia de aves silvestres	2.71 ± 0.97
Presencia de animales domésticos (perros o gatos)	3.00 ± 0.82
Ausencia de animales domésticos (perros o gatos)	2.19 ± 0.84
Material de la cama de aserrín	3.02 ± 0.87
Material de la cama de viruta	2.80 ± 0.84
Material de la cama de paja	2.54 ± 1.13
Alimentación y agua de bebida	
Origen del agua potable	2.89 ± 0.80
Origen del agua de pozo	2.50 ± 1.20
Estado del comedero sucio	2.58 ± 0.76
Estado del comedero limpio	2.89 ± 0.91
Estado del agua limpia	2.84 ± 1.01
Estado del agua sucia	2.79 ± 0.61
Tipo de comedero circular	2.81 ± 0.95
Tipo de comedero lineal	2.83 ± 0.85
Uso de alimento balanceado “ponedora”	2.89 ± 0.73
Uso de forraje como alimento	2.64 ± 1.21

Tipo de bebedero lineal	3.30 ± 0.76
Tipo de bebedero circular	2.77 ± 0.81
Tipo de bebedero <i>nipple</i>	2.66 ± 1.29
Bioseguridad	
No ingresa solo personal autorizado y calificado	1.66 ± 0.53
Ingreso solo de personal autorizado y calificado	2.90 ± 0.85
Ausencia de pediluvio	2.89 ± 0.91
Presencia de pediluvio	2.58 ± 0.75
Presencia de lavamanos	3.47 ± 0.58
Ausencia de lavamanos	2.70 ± 0.88
Uso de EPP (elementos de protección personal)	2.86 ± 0.71
No utiliza EPP	2.80 ± 0.96
No utiliza jabón/desinfectante	2.80 ± 0.90
Utiliza jabón/desinfectante	3.17 ± 0.47
Sistema productivo	
Clasificación de huevos según peso o color	2.96 ± 0.84
No clasifica los huevos según peso o color	2.52 ± 0.94
Mantiene los huevos un día antes de la venta	2.87 ± 0.65
Mantiene los huevos más de dos días antes de la venta	2.77 ± 1.08
Frecuencia de recolección de huevos una vez al día	2.75 ± 0.72
Frecuencia de recolección de huevos de dos o más veces al día	2.88 ± 1.02

En base a las medias, es posible observar un RAM exterior mayor en los productores medianos (3.10 ± 0.89), aquellos provenientes de la comuna de Marchigüe (3.17 ± 0.96) y los que utilizaban la raza Hy-Line Brown (2.74 ± 0.74). Además, el incumplimiento de prácticas como, no separar huevos sucios de limpios, utilizar bebederos lineales, no tener pediluvio en la entrada, limpiar los huevos con agua, utilizar veneno comercial para el control de plagas, tener el piso sucio, presencia de animales domésticos y aves, almacenar el alimento y los huevos al aire libre, desinfectar con cal y viruta y una baja frecuencia de retiro de desechos, se asociaron con los mayores niveles de contaminación en la cáscara del huevo.

3.5.2. Identificación de la relación entre la presencia de aerobios mesófilos y las prácticas de manejo implementadas por los productores.

La evaluación de la relación entre las prácticas de manejo utilizadas en función del RAM determinado tanto para el interior como para el exterior del huevo obtuvo lo mismo que los análisis realizados en función de las prácticas.

3.6. Prácticas ganaderas más importantes para minimizar la presencia de aerobios mesófilos y *Salmonella spp.*

3.6.1. Propuestas de mejoras e implementación de buenas prácticas ganaderas para minimizar la presencia de aerobios mesófilos y *Salmonella spp.*

En base a las distintas prácticas evaluadas para cada área específica, se identificaron aquellas consideradas críticas con potencial de minimizar significativamente la contaminación microbiológica de los huevos. A partir de esta identificación se proponen recomendaciones orientadas a su mejora con el objetivo de aumentar la calidad de los huevos y reducir los riesgos de contaminación durante la producción. Los resultados encontrados se presentan a continuación junto con una infografía (Apéndice II) que tiene como objetivo concientizar a los productores sobre las prácticas riesgosas y las medidas para corregirlas.

Alimentación y agua de bebida

Se recomienda usar bebederos automáticos tipo nipple o tetilla, ya que estos mantienen el agua más limpia, reducen el desperdicio de agua, disminuyen la contaminación microbiológica y generan menos humedad y residuos (Bist *et al.*, 2024). Además, estos deben ser fáciles de limpiar regularmente para prevenir la contaminación, garantizando la salud de las aves (INDAP, 2024). Así mismo, es preferible el uso de

comederos circulares, ya que estos facilitan su limpieza diaria y llenado, evitando desperdicios (INDAP, 2024).

El estudio de Markazi *et al.*, (2019) demostró que el uso de un acidificante comercial que combina ácidos con cinamaldehído logró reducir la carga cecal de *S. enteritidis* en un 100% además de mejorar la microbiota intestinal. Es por esto que incorporar a la dieta acidificantes como ácido fórmico, propiónico y acético o productos que lo contengan como Acid Plus Avianvet aunque es más difícil de conseguir en Chile, es una estrategia efectiva para prevenir la aparición de *Salmonella spp.* y mejorar también la salud intestinal de las gallinas ponedoras.

Bioseguridad

Es importante contar con una correcta higiene del gallinero, por lo que el uso de pediluvios en la entrada de este evita el ingreso de bacterias o suciedad a su interior (Castro, 2022). Además, prácticas como un lavado de manos durante 20 segundos (NSW, 2024) o la instalación de equipos adecuados para esto ayudará a disminuir la incidencia de microorganismos en los alimentos (Fung *et al.*, 2018). Además, el uso de un jabón antibacteriano para el lavado frecuente de manos reduce el riesgo de enfermedades como salmonelosis (Cajamarca & Campos, 2025). Por otro lado, el uso de desinfectantes como ácido peracético y amonio cuaternario son eficaces para la disminución de aerobios mesófilos, mientras que TH4 + y OX-VIRIN han demostrado ser efectivos para la eliminación de *S. enteritidis* (Serna, 2018).

En este mismo contexto, es importante implementar el uso del equipo adecuado como guantes, overol, cubre botas, mascarilla y cofia, los cuales son relevantes para la prevención de enfermedades respiratorias y zoonóticas (Cajamarca & Campos, 2025). Además, estos equipos deben ser exclusivos para el ingreso al gallinero a modo de

disminuir el contacto con otro tipo de animales u objetos que puedan servir como vectores para los microorganismos patógenos y propagar así enfermedades (INDAP, 2024).

Otro punto de control importante es, la temperatura del galpón que siempre debe mantenerse entre 18-23°C, y no debe ser superior a 33°C para no afectar a la salud, bienestar y producción de las aves (INDAP, 2024). Un mal manejo de la temperatura puede aumentar la incidencia de enfermedades en las aves (SAG, 2018), además como se señala en el estudio de Bravo (2011) la refrigeración inmediata después de la puesta impide eficazmente la penetración y multiplicación bacteriana. Bajo este mismo contexto, es importante realizar revisiones diarias de las aves para evaluar su bienestar y salud de modo que se pueda detectar precozmente signos de alguna enfermedad y así generar un plan de acción eficiente para su control lo más rápido posible (SAG, 2018). Es por esto por lo que es importante la realización de pruebas regulares para la detección de *Salmonella spp.* y de otras enfermedades para disminuir su propagación y reducir el impacto en la producción (INDAP, 2024).

Sanidad

Animales como ratones, aves silvestres o moscas, son capaces de transportar microorganismos al ser vectores mecánicos, y contaminar a las aves, alimento, agua o a los huevos. Por esto, es importante mantener un permanente control de plagas, además de mantener las áreas circundantes limpias y con un cierre perimetral adecuado (INDAP, 2024). Los alrededores del gallinero deben mantenerse limpios, desmalezados y aislados de lugares que puedan afectar el bienestar y salud de las aves y evitar así la llegada de plagas (INDAP, 2024). Por otra parte, la limpieza de los huevos con paños secos o virutilla evitará daños en la cutícula de los huevos evitando así el traspaso de patógenos del exterior al interior del huevo. Es importante evitar el lavado de los huevos con agua, ya que esto deteriora la cutícula facilitando la entrada de microorganismos (INDAP, 2024).

Alojamiento

Como se mencionó anteriormente es importante contar con un cierre perimetral adecuado que impida la entrada de animales domésticos, lo que impedirá el ingreso de enfermedades además de proteger la integridad de las gallinas (Castro, 2022). Así mismo, el almacenamiento de los huevos debe ser en un lugar cerrado, fresco, seco, sin contacto con productos químicos, limpio y desinfectado, y donde se restrinja el ingreso de animales o insectos (INDAP, 2024). Es importante también que el material del piso del gallinero sea preferentemente de cemento, al ser este material firme, fácil de limpiar y desinfectar, para mantener una higiene adecuada del lugar (Castro, 2024). En esta misma línea y a modo de mejorar la sanidad del galpón, prevenir cuadros respiratorios y de queratoconjuntivitis la concentración de amonio atmosférico debe ser inferior a 25 ppm (SAG, 2018). Para prevenir altas concentraciones se debe asegurar una ventilación suficiente del gallinero a través del uso de cortinas o ventanas que permitan la maximización del flujo de aire (INDAP, 2024).

Sistema productivo

Los huevos recolectados, deben ser vendidos rápidamente ya que su calidad disminuye a medida que pasan los días (INDAP, 2024). Si bien, ningún productor superó los 4 días de almacenamiento antes de su venta, es importante que el tiempo de almacenamiento no supere los 15-20 días a temperatura ambiente, ya que se demostró que a partir de este periodo y bajo climas cálidos se observan cambios en la calidad interna del huevo (Ramírez *et al.*, 2016). Las temperaturas altas facilitan la penetración de microorganismos a través de la cáscara del huevo, mientras que las bajas dificultan este proceso, por lo que es relevante que la venta sea lo más rápido posible.

4. Discusión

En este estudio, no fue posible detectar la presencia de *Salmonella spp.* en ninguna de las muestras de huevo analizadas. Es importante resaltar que los 32 productores evaluados, eran parte de programas de apoyo estatal, donde recibían a sus gallinas ponedoras con sus vacunas completas y al día. Este hecho, se cree que fue una de las razones por las que no fue posible la detección de *Salmonella spp.*, al ser la vacunación una de las medidas más efectivas para prevenir dicha contaminación. Bravo (2011), indica en su estudio que, un programa de vacunación es una de las prácticas más eficaces y específicas para el control de *Salmonella spp.*

Si bien, en el análisis de detección de *Salmonella spp.* se determinó el crecimiento de colonias sospechosas, el resultado de la prueba API 20E identificó a la bacteria encontrada como "*Raoultella ornithinolytica*" que no pertenece al género *Salmonella*. Esta se ha encontrado en ambientes acuáticos y suelos, además, en el estudio de Salih *et al.*, (2023) fue posible aislarla desde sitios contaminados con metales pesados demostrando así su alta capacidad de adaptación a distintos ambientes. Además la presencia de *S. enteritidis* en los huevos de gallina se asocia con cambios en las condiciones ambientales, tales como aumento de la temperatura o de la contaminación favoreciendo así su aparición en las explotaciones avícolas.

En Chile, la inocuidad microbiológica de los huevos se encuentra regulada por el RSA, que establece los criterios adecuados para este alimento. Si bien en este estudio no se detectó *Salmonella spp.*, es relevante considerar que la normativa actual les exige a los productores, la ausencia de esta bacteria en los huevos destinados a consumo humano, debido a su relevancia en salud pública (Dinta, 2023). Este organismo estatal, también establece parámetros para el RAM como un criterio microbiológico relevante para evaluar la calidad de los huevos. En este se determina que, para el análisis de 5 muestras, solamente dos pueden tener valores mínimos de 10^4 y un máximo de 5×10^4 para los huevos. Cabe destacar que ninguno de los productores superó dichos valores (Fig. 10).

Por lo tanto, un alto recuento se asocia a deficiencias en las prácticas de manejo y condiciones higiénicas, coincidiendo con los resultados obtenidos en este estudio (Dinta, 2023).

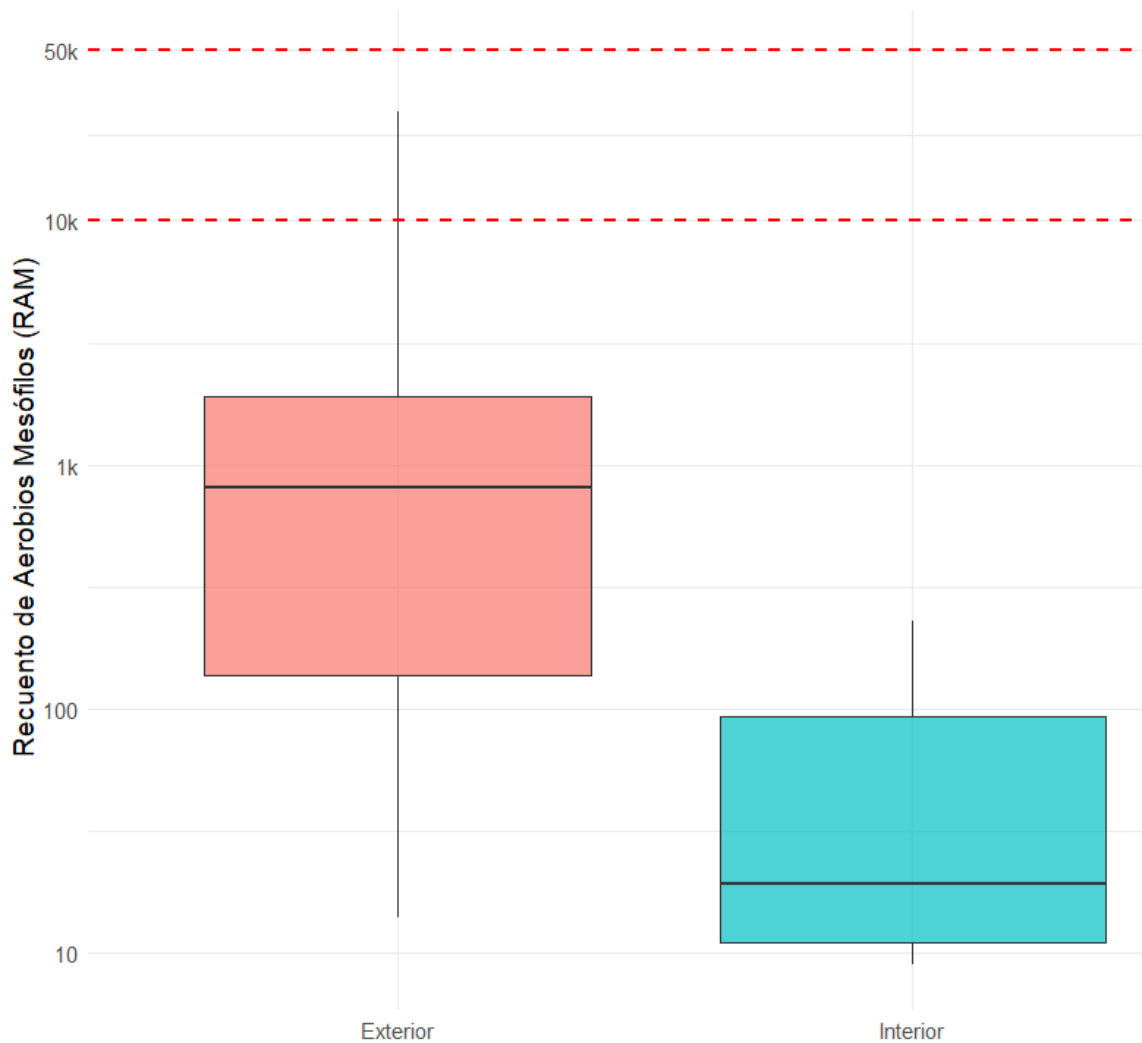


Figura 10: Niveles de RAM interior y exterior. Comparación entre valores máximos y mínimos de RAM interior y exterior en relación a los límites establecidos por el RSA.

Es por esto que entonces la ausencia de *Salmonella spp.* indica que el empleo de las prácticas mínimas de sanidad, alojamiento, alimentación y agua de bebida,

bioseguridad, capacitación y sistema productivo, con que cuentan los productores actualmente contribuye a prevenir su detección, reforzando su importancia, para disminuir el riesgo de contaminación. No obstante, si bien las condiciones de manejo no influyeron directamente en la presencia de *Salmonella spp.*, sí afectaron a otros indicadores microbiológicos relevantes para asegurar la calidad e inocuidad del huevo como el RAM.

A pesar de que, no fue posible establecer una relación estadísticamente significativa entre la mayoría de las prácticas y los niveles de contaminación de aerobios mesófilos, sí se pudo observar significancia en algunas (Tablas 7 y 9), además de una tendencia donde las prácticas con menor cumplimiento presentan mayores recuentos (Tabla 6). Este resultado podría estar relacionado con algunas limitaciones del estudio tales como, un reducido tamaño de la muestra o de la baja variabilidad entre los productores y las prácticas cumplidas.

Un estudio, realizado en la parte norte de la India que evaluó el perfil microbiano de 60 huevos de gallina provenientes de grandes y pequeños productores, reportó una mayor incidencia de contaminación en huevos procedentes de mercados minoristas. Este resultado se asoció con mayores deficiencias en sus prácticas agrícolas e higiénicas durante toda la cadena de producción y venta, en comparación con los recolectados directamente de las granjas donde sí tenían mejores condiciones de manejo. Además, determinaron que no existía una diferencia significativa entre la contaminación del contenido interno y de la cáscara del huevo (Damena *et al.*, 2022).

Así mismo, Serrano *et al.*, (2022) compararon sistemas de producción avícola, demostrando que los huevos provenientes de sistemas convencionales obtuvieron un menor RAM y por ende una mejor calidad microbiológica, a diferencia de los que venían de sistemas alternativos de producción, con manejos deficientes y un mayor recuento. Bajo este contexto otra práctica relevante, fue la presencia de lavamanos en el gallinero, que si bien no fue significativa, es importante resaltar la importancia de mantener

condiciones higiénicas adecuadas durante la producción. De este modo, acciones simples como un correcto lavado de manos (NSW, 2024) y la instalación de equipos de lavado, reciclado y eliminación de residuos contribuyen a reducir la incidencia de microorganismos en los alimentos (Fung *et al.*, 2018). Además, en este estudio se identificó, que la contaminación microbiológica es mayor en la cáscara debido al contacto con el ambiente y al manejo que se le da después de la puesta (Singh *et al.*, 2010), relacionándose con lo encontrado ya que los 32 (100%) productores presentaron RAM en el exterior, no así en el interior donde solamente en 10 (31,25%) se registraron.

En esta misma línea se constató que ninguno de los productores evaluados realizaba un manejo de temperatura adecuado ni a los huevos durante su almacenamiento ni al gallinero, representando un importante riesgo de contaminación. El estudio realizado por Bravo (2011), demostró que la refrigeración impide eficazmente la penetración y multiplicación bacteriana en los huevos de gallina, siempre y cuando estos sean enfriados lo más rápido posible después de la puesta, siendo un punto determinante en la reducción del riesgo de contaminación bacteriana en los huevos. Además, las temperaturas altas facilitan la penetración de *Salmonella spp.* y otras bacterias a través de la cáscara del huevo, mientras que las bajas dificultan este proceso, destacando así la importancia del control de temperatura durante los procesos de producción y almacenamiento, especialmente en épocas de altas temperaturas como el verano, periodo en el cual se tomaron las muestras del presente estudio. Sin embargo, si bien ninguno realizaba un manejo de temperatura, las muestras tomadas de la recolección del día fueron refrigeradas inmediatamente para su posterior análisis.

La transmisión tanto de *Salmonella spp.* como de otros microorganismos se puede dar de manera horizontal durante la puesta, manipulación y almacenamiento del huevo. Es por esto por lo que prácticas como la separación de huevos sucios de limpios son sumamente relevantes para disminuir la probabilidad de contaminación cruzada (Rincón *et al.*, 2011). Asimismo, en el presente estudio se encontraron diferencias significativas

para dicha práctica, donde además se encontró una media de contaminación interior y exterior superior en aquellos productores que no separaban los huevos sucios de los limpios (Tabla 6).

El tipo de iluminación, ya sea natural o artificial, tiene influencia directa en el comportamiento de las gallinas y sus condiciones ambientales. El manejo de luz influye significativamente en el bienestar y comportamiento de las aves, un mal manejo puede provocar comportamientos anormales como aumento del estrés, pisoteo de los huevos, puesta fuera de los nidos y aumento de la agresividad (Hevia & Miles, 2005). Todos estos factores incrementan el riesgo de suciedad y, por ende, de transmisión horizontal de microorganismos. Así, los resultados obtenidos se alinean con estos estudios, ya que se encontraron diferencias significativas entre los niveles de RAM interior y exterior en función del tipo de iluminación utilizada (Tablas 7 y 9).

Es relevante también tener en cuenta que hay distintos animales que son capaces de actuar como vectores de *Salmonella spp.* y otras bacterias. Estudios han demostrado la transmisión de esta a través de escarabajos, insectos (*Alphitobius diaperinus*) (Matte, 2021), roedores, aves, gatos, zorros y moscas cuando estos están en contacto directo con las gallinas ponedoras. Esto respalda lo encontrado, donde la presencia de animales domésticos fue significativa en relación con el contenido de RAM exterior, además de presentar una contaminación superior en la cascara (Tabla 6), en aquellos huevos donde estos estaban presentes (gatos o perros). Por otra parte, todos los productores evaluados en este estudio contaban con el uso de mallas anti-pájaros y un adecuado cierre perimetral del gallinero lo que disminuye el riesgo de contaminación por *Salmonella spp.* u otro microorganismo (Hilbert *et al.*, 2011).

Foley *et al.*, (2011), indica también que aquellos gallineros que tienen un fácil acceso están más expuestos al ingreso de vectores de transmisión como aves, roedores, insectos y otros animales salvajes. Sumado a esto, es importante señalar que la mayoría

de los productores carecía de medidas básicas de bioseguridad (Fig. 6), donde solo el 21,7% contaba con pediluvios a la entrada y apenas un 31,3% utiliza EPP, lo que incrementa más aún el riesgo de contaminación microbiológica de los huevos (Damena *et al.*, 2022).

Si bien, el almacenamiento exclusivo de los alimentos no presentó valores estadísticamente significativos, estuvo cercano al umbral de significancia (Tabla 9). Además, fue posible observar una tendencia a mayores niveles de contaminación exterior en aquellos productores que almacenan el alimento expuesto al aire libre, en comparación con los que lo guardaban en tambores exclusivos para su conservación (Tabla 10). Esta es una práctica clave para la prevención de la contaminación, ya que influye en los niveles de esta, por lo que es de suma importancia mantener condiciones higiénicas adecuadas, protegiendo el alimento de la humedad, roedores u otros vectores de microorganismos (Whiley & Ross, 2015).

Otra práctica que no fue significativa estadísticamente pero que mostró una tendencia, fue el tipo de alimentación de las gallinas ponedoras. Al analizar las medias, se observó una mayor contaminación interna en los huevos provenientes de las gallinas alimentadas con forraje (mezcla que incluye gramíneas, leguminosas, mazorca, hortalizas y frutas) a diferencia de aquellas que recibían el alimento comercial ponedora (compuesto de maíz, trigo, harina de soya y pescado, carbonato de calcio y vitaminas) (Tabla 6). No obstante, en el caso de los niveles de RAM exterior, se observó una tendencia inversa, al tener una mayor contaminación en los huevos de gallina alimentadas con dieta de ponedora en comparación con aquellas alimentadas con forraje. Sin embargo, en discordancia de lo encontrado en RAM interior, esta diferencia sí fue estadísticamente significativa, lo que sugiere una relación entre el contenido de la dieta y los niveles de contaminación microbiológica. Por otro lado, el estudio de Whiley & Ross (2015) evidenciaron que las gallinas alimentadas con dietas estándar (comercial) presentaron un

menor porcentaje de penetración de *S. enteritidis*, a diferencia de las que consumían mazorcas de maíz.

Si bien en este estudio se observaron solamente algunas asociaciones significativas entre las prácticas y los niveles de RAM, esto podría explicarse por el bajo número de productores evaluados. Sin embargo, fue posible identificar tendencias relevantes, que destacan la necesidad de mejorar ciertos aspectos del manejo, especialmente los relacionados con las condiciones higiénicas y sanitarias antes y durante la producción.

5. Conclusión

Este estudio tuvo como objetivo principal determinar la presencia de *Salmonella spp.* y el RAM en huevos de gallina de pequeños y medianos productores de la región de O'Higgins, con el fin de asociar prácticas de manejo con la calidad microbiológica de los huevos. Dichos parámetros son un factor importante en la inocuidad alimentaria, específicamente en sistemas de producción donde las condiciones de manejo son variables y llevadas a cabo mayoritariamente por mano de obra familiar.

Los resultados obtenidos mostraron un mayor RAM en la superficie del huevo en comparación con su interior debido al contacto que estos tienen con el ambiente y prácticas postproducción que favorecen la contaminación. Por otro lado, no fue posible la detección de *Salmonella spp.* en ninguna de las muestras analizadas, sin embargo, esto se puede deber a que todas las gallinas ponedoras evaluadas contaban con su programa de vacunación completo en el que se incluyen además dosis de refuerzo contra esta bacteria.

También fue posible identificar prácticas críticas donde la mayoría de los productores tuvo incumplimientos, las cuales se centraron en el área de sanidad y bioseguridad. Entre estas están; estado del piso sucio, limpieza de huevos con paño húmedo o agua, ausencia del uso de EPP (mascarillas, guantes, overol y cubrebotas), pediluvio o lavamanos, el no uso de jabón o desinfectante y la falta de realización de pruebas regulares para la detección de *Salmonella spp.* así como la ausencia total del control de temperatura del gallinero o de los huevos durante su almacenamiento u otra etapa de producción.

Fue posible observar también una alta cantidad de productores que cumplían prácticas clave que podrían haber ayudado a disminuir la contaminación, tales como: separación de huevos limpios de sucios, limpieza regular de comederos y bebederos, uso de agua potable y el almacenamiento del alimento en recipientes exclusivos, como tambores. En cuanto a la estructura del gallinero, todos contaban con ventilación natural

mediante ventanas manteniendo así una circulación adecuada del aire y el uso de mallas anti-pájaros lo cual es relevante al no permitir el ingreso de otros animales al gallinero. Además, como se mencionó todos los productores recibían sus pollitas previamente vacunadas por parte de los programas de apoyo, donde también recibían capacitaciones periódicas, permitiendo instancias formativas que contribuyen al fortalecimiento del manejo productivo y sanitario.

Por esto se determina que la calidad microbiológica de los huevos puede verse afectada en los sistemas de producción que no cumplan con medidas mínimas de higiene y sanidad. Los altos RAM exteriores destacan también la importancia de utilizar prácticas de manejo adecuadas incluso antes de la producción, tales como un programa de vacunación, limpieza y desinfección, control de plagas y capacitaciones, permitiendo así disminuir los riesgos de contaminación.

Sería importante poder ampliar el estudio aumentando el tamaño de la muestra y analizar otras zonas de la región de O'Higgins, así como de productores independientes que no sean parte de programas de apoyo. De esta manera se podría realizar estudios complementarios de otros microorganismos u otros elementos del gallinero a modo de evaluar también factores como la influencia del clima o de la zona en la presencia de *Salmonella spp.* y el RAM. Cabe destacar que actualmente no es posible la producción de huevos con total ausencia de *Salmonella spp.*, sin embargo, es importante siempre mantener condiciones higiénicas adecuadas durante todo el proceso de producción (Whiley & Ross, 2015). Además, las vacunas actuales van principalmente dirigidas contra *S. enteritidis* y *typhimurium*, sin embargo, ninguna da protección completa o protección cruzada contra todos los serogrupos.

A partir de lo mencionado en este estudio, se recomienda mejorar las capacitaciones de bioseguridad y sanidad, haciendo especial enfoque en las áreas de desinfección, almacenamiento y limpieza. Así mismo, el uso de métodos de control

complementarios, como probióticos, prebióticos, irradiación, pasteurización o la aplicación de recubrimientos con quitosano son opciones potenciales para prevenir la salmonelosis (Whiley & Ross, 2015). De esta manera se podrá mejorar aún más la calidad microbiológica de los huevos dándole un valor agregado a estos productos de alto valor nutritivo.

6. Referencias Bibliográficas

- Agencia Chilena para la calidad e inocuidad alimentaria. (2017). Ficha de peligros N° 05/2017: *Salmonella entérica no serovar Typhi* (1). Recuperado de: <https://www.achipia.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Ficha-Peligro-05-Salmonella-no-typhi-v01.pdf>
- Agencia Chilena para la Calidad e Inocuidad Alimentaria. (2023). Informe ETAS en Chile. Recuperado de: https://www.achipia.gob.cl/wp-content/uploads/2023/10/Informe-ETAS-CHILE-2023_FINAL.pdf
- Agencia Santafesina de seguridad alimentaria. (s.f). Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA). Recuperado de: <https://www.assal.gov.ar/eta/>
- Alfaro, R. (2018). Aspectos relevantes sobre *Salmonella spp.* en humanos. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, vol.34(3) p. 110-122. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252018000300012
- Amazará, E., Tarazona, G., Quintero, Y., Vacca, Y & Vaca, D. (2022). Laboratorio n° 8 microbiología de los alimentos; recuento de los microorganismos aerobios mesófilos. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/361449495_MICROBIOLOGIA_DE_ALIMENTOS_RECUESTO_DE_LOS_MICROORGANISMOS_AEROBIOS_MESOFILOS
- Avinews. (2024). Chile: Producción de huevos presentó crecimiento interanual de 4,2%. Recuperado de: <https://avinews.com/chile-produccion-de-huevos-presento-crecimiento-interanual-de-42/>
- Barajas, A. (2023). En 2023, Chile bajaría consumo per cápita a 220 huevos. Recuperado de: <https://catedralatam.com/en-2023-chile-bajaria-consumo-per-capita-a-220-huevos>

- Bist, R., Bist, K., Poudel, S., Subedi, D., Yang, X., Paneru, B., Mani, S., Wang, D., & Chai, L. (2024). Sustainable poultry farming practices: a critical review of current strategies and future prospects. *Poultry Science*, vol.103(12), 104295. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104295>
- Bravo, P. (2011). *Efecto del cambio de temperatura sobre la penetración de Salmonella enteritidis a través de la cáscara del huevo*. [Tesis de pregrado] Universidad de Chile, repositorio UCHILE. Recuperado de: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/131518>
- Cajamarca, J., & Campos, M. (2025). Prácticas de higiene y bioseguridad en la prevención de enfermedades ocupacionales, sector avícola, Naranjal Ecuador. *MQRInvestigar*, vol.9(1), e301. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.1.2025.e301>
- Castro, C. (2022). Diseño de un manual para la implementación de buenas prácticas avícolas en la granja de Fidelito. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Recuperado de: <https://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/17848>
- Cavicchioli, R., Ripple, W. J., Timmis, K. N. *et al.* (2019). Advertencia científica a la humanidad: microorganismos y cambio climático. *Nat Rev Microbiol*, vol.17 p. 569-586. <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0222-5>
- Damena, A., Mikru, A., Adane, M., & Dobo, B. (2022). Microbial Profile and Safety of Chicken Eggs from a Poultry Farm and Small-Scale Vendors in Hawassa, Southern Ethiopia. *Journal of Food Quality*, 7483253. <https://doi.org/10.1155/2022/7483253>
- Departamento de Epidemiología. (2019). Boletín epidemiológico trimestral: Brotes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA): SE 1-13 AÑO 2019. Recuperado de: <http://epi.minsal.cl/wp-content/uploads/2019/05/BET-ETA-MARZO-2019.pdf>

- Dinta. (2023). REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS DTO. N° 977/96 Publicado en el Diario Oficial de 13.05.97. Recuperado de: <https://www.dinta.cl/wp-content/uploads/2023/03/RSA-decreto-977-96-act-al-26-01-23.pdf>
- Ehuwa, O., Jaiswal, A., & Jaiswal, S. (2021). *Salmonella*, Food Safety and Food Handling Practices. *Foods*, vol.10(5) p. 907. <https://doi.org/10.3390/foods10050907>
- Food and Drug Administration. (2023). Conozca los datos sobre la *Salmonella*. Recuperado de: <https://www.fda.gov/animal-veterinary/animal-health-literacy/conozca-los-datos-sobre-la-salmonella>
- Foley, S., Nayak, R., Hanning, I., Johnson, T., Han, J., & Ricke, S. (2011). Population Dynamics of *Salmonella enterica* Serotypes in Commercial Egg and Poultry Production. *Applied and environmental microbiology*, vol.77(13) p. 4273–4279. <https://doi.org/10.1128/AEM.00598-11>
- Fung, F., Shyon Wang, H., & Menon, S. (2018). Food safety in the 21st century. *Biomedical Journal*, vol.41(2) p. 88-95. <https://doi.org/10.1016/j.bj.2018.03.003>
- Gast, R., Guraya, R., Jones, D., & Anderson, K. (2014). Contamination of eggs by *Salmonella Enteritidis* in experimentally infected laying hens housed in conventional or enriched cages. *Poultry Science*, vol.93(3) p. 728-733. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03641>
- González, E., & Gonzales, E (2019). Enfermedades de Transmisión Alimentaria. Parte I. *Badajoz Veterinaria*, vol.16 p. 26-33. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7137398>
- He, Y., Wang, J., Zhang, R., Chen, L., Zhang, H., Qi, X., & Chen, J. (2023). Epidemiology of foodborne diseases caused by *Salmonella* in Zhejiang Province, China, between 2010 and 2021. *Frontiers in public health*, vol.11, 1127925. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1127925>

Hevia, M., & Quiles, A. (2005). Influencia de la luz sobre el comportamiento de las aves. Departamento de producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia. Recuperado de: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/28-influencia_de_la_luz.pdf

Instituto de Desarrollo Agropecuario. (2024). Manual de buenas prácticas en enfoques de sanidad e inocuidad para pequeños productores. Recuperado de: https://www.indap.gob.cl/sites/default/files/2024-07/Manual-buenas-practicas-chilehuevos_com_0.pdf

Instituto de salud pública de Chile. (2019). Boletín de vigilancia de laboratorio: *Salmonella* spp. 2014-2018. Recuperado de: <https://www.ispch.cl/sites/default/files/BoletínSalmonella-12052020A.pdf>

Instituto de seguridad laboral. (2015). REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS DTO. N° 977/96 (D.OF. 13.05.97). Recuperado de: <https://www.isl.gob.cl/wp-content/uploads/2015/04/D.S-N---977actualizado-2013.pdf>

Jibril, A., Okeke, I., Dalsgaard, A., Kudierkene, E., Akinlabi, O., Bello, M., & Olsen, J. (2020). Prevalence and risk factors of *Salmonella* in commercial poultry farms in Nigeria. *PloS one*, vol.15(9), e0238190. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238190>

Lácteos latam. (2022). Qué son los aerobios mesófilos?. Recuperado de: <https://www.lacteoslatam.com/que-son-los-aerobios-mesofilos/>

Lublin, A. (2008). The Impact of Temperature During the Storage of Table Eggs on the Viability of *Salmonella enterica* Serovars *Enteritidis* and *Virchow* in the Eggs. *Poultry Science*, vol.87(11) p. 2208-2214. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00153>

- Marzaki, A., Luoma, A., Shanmugasundaram, R., Murugesan, R., Mohnl, M., & Selvaraj, R. (2019). Effect of Acidifier Product Supplementation in Laying Hens Challenged With *Salmonella*. *Journal of Applied Poultry Research*, vol.28(4) p. 919-929. <https://doi.org/10.3382/japr/pfz053>
- Ministerio de salud. (2015). Inocuidad de alimentos. Recuperado de: <https://www.minsal.cl/inocuidad-de-alimentos/>
- Muñoz, A. (2019). Enfermedades Transmitidas por Alimentos. Recuperado de: https://seremi6.redsalud.gob.cl/wrdprss_minsal/wp-content/uploads/2019/04/ETAS-2019.pdf
- NSW Health. (2024). *Salmonella* fact sheet. Recuperado de: <https://www.health.nsw.gov.au/Infectious/factsheets/Pages/salmonella.aspx>
- Oficina de estudios y políticas agrarias. (2022). Producción de huevos para consumo en el país superó las 348 millones de unidades en julio. Recuperado de: <https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/noticias/agro-en-la-prensa/produccion-de-huevos-para-consumo-en-el-pais-supero-las-348-millones-de-unidades-en-julio>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023). Los huevos aportan nutrientes esenciales y contribuyen a una dieta saludable. Recuperado de: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5b68973e-fede-4f31-9040-1180699f9b05/content>
- Organización mundial de la salud. (2015). Enfermedades de transmisión alimentaria. Recuperado de: https://www.who.int/es/health-topics/foodborne-diseases#tab=tab_1
- Organización mundial de la salud. (2015). Informe de la OMS señala que los niños menores de 5 años representan casi un tercio de las muertes por enfermedades de transmisión alimentaria. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news/item/03-12-2015-who-s-first->

[ever-global-estimates-of-foodborne-diseases-find-children-under-5-account-for-almost-one-third-of-deaths](#)

Organización mundial de la salud. (2018). *Salmonella* (no tifoidea). Recuperado de: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal))

Organización mundial de la salud. (2022). Brote multinacional de *Salmonella typhimurium* vinculado a productos de chocolate - Estados Unidos de América, Región Europea (EURO). Recuperado de: <https://www.who.int/es/emergencies/disease-outbreak-news/item/2022-DON369>

Organización mundial de la salud. (2022). Food safety. Recuperado de: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>

Organización Panamericana de la Salud. (2015). Enfermedades transmitidas por alimentos. Recuperado de: <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-transmitidas-por-alimentos>

PAC. (2010). Plan de desarrollo comunal de Pichilemu. Tomo I. Caracterización diagnóstico técnico comunal. Recuperado de: https://transparencia.pichilemu.cl/actos/pladeco_tomoI.pdf

Pena, M. (2021). Assessment of the megasequía in the Province of Cachapoal, Chile, using Modis products. *Revista Geográfica De Chile Terra Australis*, vol.57(1) p. 44–52. <https://doi.org/10.23854/07199562.2021571.Lobos44>

Ramirez, A., Gonzales, J., Andrade, V., & Torres, V. (2016). Efecto de los tiempos de conservación a temperatura ambiente, en la calidad del huevo de gallinas camperas (*Gallus domesticus*) en la Amazonía Ecuatoriana. [Tesis de pregrado] Universidad Estatal

Amazónica, repositorio UEA. Recuperado de:
<https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/317>

Rincón, D., Ramirez, R., & Vargas, J. (2011). Transmisión de *Salmonella enterica* a través de huevos de gallina y su importancia en la salud pública. *Salud UIS*, vol.43(2). Recuperado de: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/2402>

Serna, A. (2018). Evaluación de tres desinfectantes frente a 7 cepas de *Salmonella spp.*, previamente aisladas de granjas porcícolas. [Tesis de pregrado] Pontificia Universidad Javeriana, repositorio PUJ. <https://doi.org/10.60794/jhne-4d89>

Servicio agrícola y ganadero. (2016). Ficha técnica: Salmonelosis aviar. Recuperado de: https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/f_tecnica_salmonelosis_aviar_v2-2016.pdf

Servicio agrícola y ganadero. (2018). Guía de buenas prácticas sobre bienestar animal en los diferentes sistemas de producción de huevos. Recuperado de: https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/gbp-ba_produccion_huevos_oct-2018.pdf

Singh, S., Yadav, A., Singh, S., & Bharti, P. (2019). Prevalence of *Salmonella* in chicken eggs collected from poultry farms and marketing channels and their antimicrobial resistance. *Food Research International*, vol.43(8) p. 2027-2030.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.06.001>

Timothy, L., Kelly, W., & Scott, R. (2015). Diagnosis and Management of Foodborne Illness. *American family physician*, vol. 92(5) p. 358–365. Recuperado de: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2015/0901/p358.pdf>

Veterinaria digital. (2022). Revisión de la producción de carne y huevo en China. Recuperado de:

<https://www.veterinariadigital.com/articulos/revision-de-la-produccion-de-carne-y-huevo-en-china>

Whiley, H., & Ross, K. (2015). *Salmonella* y huevos: *Salmonella* and Eggs: From Production to Plate. *International journal of environmental research and public health*, vol.12(3) p. 2543–2556. <https://doi.org/10.3390/ijerph12030254>

7. Apéndice

Apéndice I.

Lista de verificación basada en las BPG. Encuesta realizada a los productores durante la toma de muestras de huevos de gallina.

Productor (Lote):	Fecha:	Nombre:
N° de aves:	Comuna:	
Raza de aves:		
Fin comercial: Huevo ___ Carne y huevo ___		

PUNTOS CONTROLADOS	Valor / Frecuencia	SI	NO	Regular	Observaciones
Sanidad					
Estado del piso					
Limpio					
Sucio (Húmedo y con fecas)					
Limpieza y desinfección					
Existe programa de control de plagas (Productos)					
Existe presencia de plagas					
Existe programa de control de desinfección (Productos)					
Limpieza de áreas cercanas					
Limpieza instalaciones					
Limpieza de huevos					
Paño húmedo					

Los lava (Agua)					
Virutilla					
Condición de los huevos					
Porcentaje de huevos sucios y rotos					
Separa huevos sucios de limpios					
Huevos rotos/sucios o dañados son retirados de la zona de embalaje					
Gestión de desechos (Estiércol)					
Plan de manejo (Frecuencia de retiro)					
Vacunación					
Existe un programa de vacunación (Contra qué enfermedades)					
Posee certificado de vacunación contra <i>Salmonella</i> <i>spp.</i>					
Alojamiento					
Material del piso					
Tierra					
Cemento					
Material de la cama					
Paja					
Aserrín					
Ventilación					
Uso de ventilador					
Presencia de ventanas					
Existe olor a amoniaco					

Sistema de iluminación (natural o artificial)					
Realiza manejo de luz (Horas de luz / Horas de oscuridad)					
Manejo del espacio					
Presencia de animales domésticos (indicar cuales)					
Presencia de animales silvestres (indicar cuales)					
Infraestructura					
Bodega exclusiva para el alimento de las gallinas					
Lugar de almacenamiento o exclusivo para huevos					
Malla anti pájaros					
Alimentación y agua de bebida					
Estado de limpieza comederos					
Limpios					
Sucios (Tierra y/o material del suelo)					
Estado de limpieza bebederos					
Agua limpia					
Agua sucia (Lodo, fecas y/o hongos)					
Tipo de bebederos					
Lineales					
Tetilla					
Circulares					
Origen de agua					
Pozo					
Agua potable					

Estero/río/canal					
Tipo de comedero					
Lineal					
Circular					
Alimento					
Conoce la procedencia de todo el alimento que usa					
Alimento incluye ácidos orgánicos o producto para el control de <i>Salmonella</i>					
Bioseguridad					
Control de acceso entrada y salida					
Pediluvio					
Ingresa solo personal autorizado y calificado (Trabajadores y asesores/técnicos)					
Higiene					
Presencia de lavamanos					
Uso de jabón/desinfectante					
Uso de EPP (Cubrebotas, guantes, cubrecabezas y overoles)					
Manejo postproducción					
Control de temperatura en bodega de almacenaje de huevos					
Monitoreo y testeo					
Realiza pruebas					

regulares para detección de <i>Salmonella</i> <i>spp.</i>					
Capacitación					
Ha recibido capacitación en prácticas de inocuidad					
Sistema productivo					
Manejo de producción y venta					
Frecuencia de recolección (cuantas veces al día recolecta los huevos)					
Cuantos días en promedio mantiene los huevos antes de su venta					
Se utilizan métodos higiénicos para clasificar los huevos					
Se utilizan métodos higiénicos para embalar los huevos					

Apéndice II.

Practicas clave para disminuir el riesgo de contaminación. Infografía con BPG claves para mejorar la calidad de los huevos.

