

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)



**IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO EN LA CADENA AVÍCOLA PERUANA
Y SU IMPACTO EN EL CONSUMIDOR DE LA COSTA DEL PERÚ**

MERCEDES LUCIA FLORES CANCINO

PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MASTER EN GERENCIA DE
PROGRAMAS SANITARIOS EN INOCUIDAD DE ALIMENTOS

San José, Costa Rica

Noviembre de 2017

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como Requisito parcial para optar al grado de Máster en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos

Ing. Valentina Franco Gutiérrez
TUTOR

Ing. Karol Saravia Zúñiga
LECTOR

Mercedes Lucia Flores Cancino
SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme tener vida y salud para poder alcanzar uno más de mis objetivos como profesional.

A mi familia, mi principal motivo para seguir progresando en la vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad para la Cooperación Internacional de Costa Rica, por permitirme realizar la Maestría, cumpliendo con ello una de mis metas trazadas en mi vida profesional.

Al Dr. Thierry Woller, por sus orientaciones y apoyo brindado en el desarrollo del presente trabajo.

A la Ing. Valentina Franco Gutiérrez e Ing. Karol Saravia Zúñiga, por su amable acompañamiento en el desarrollo de la presente tesina.

INDICE

HOJA DE APROBACIÓN	
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	vi
RESUMEN EJECUTIVO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
3. MARCO TEÓRICO	4
3.1 Calidad de los alimentos	5
3.2 Inocuidad de los alimentos	6
3.2.1 Contaminantes en alimentos	9
3.2.2 Naturaleza, nivel y peligrosidad de los residuos De medicamentos en los alimentos	12
3.2.3 Residuos de medicamentos de uso veterinario como factor de riesgo en salud pública	12
3.2.4 Contexto internacional de la residualidad de medicamentos de uso veterinario	14
3.3 Rastreabilidad/ Trazabilidad	17
3.4 Análisis de riesgos	18
3.4.1 El análisis de riesgos en el plano internacional y nacional	23
3.5 Política nacional de inocuidad	28
3.6 Consumo de productos avícolas	30
3.7 Enfermedades transmitidas por alimentos	32
3.8 Perfiles de riesgo	33
3.9 Investigación sobre evaluaciones toxicológicas y dosis de referencia a la exposición, respecto a ingredientes activos de mayor uso para el control de enfermedades aviares	33
3.9.1 Evaluación toxicológica	33
4. MARCO METODOLÓGICO	36
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40

6. CONCLUSIONES	58
7. RECOMENDACIONES	61
8. BIBLIOGRAFÍA	63
9. ANEXOS	
9.1 ANEXO 1. Acta del proyecto final de graduación	69
9.2 ANEXO 2. Criterios para el cálculo del factor de riesgo respecto al consumo de pollo	71
9.3 ANEXO 3. Cadena alimentaria avícola	117

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Principales ingredientes activos autorizados en la producción avícola en Perú.	47
Cuadro 2 LMRs establecidos por la normativa nacional de Perú en tejidos aviares	51
Cuadro 3 Distribución de muestras de carne de pollo conformes y no conformes para contaminantes microbiológicos, por región. Marzo 2015 a abril 2016.	55
Cuadro 4 Distribución de muestras de carne de pollo, conformes y no conformes para contaminantes microbiológicos, por región. Abril a diciembre 2016.	56
Cuadro 5 Distribución de muestras de carne de pollo, conformes y no conformes para residuos de metales pesados, por región, (abril-diciembre 2016).	57

INDICE DE ABREVIATURAS

AMSF:	Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias
APA:	Asociación Peruana de Avicultura
ASC:	Autoridad sanitaria competente
BPG:	Buenas Prácticas Ganaderas
BPH:	Buenas Prácticas de Higiene
BPM:	Buenas Prácticas de Manufactura
CA:	<i>Codex Alimentarius.</i>
CCA:	<i>Comisión del Codex Alimentarius</i>
CCGP:	Comité del Codex sobre Principios Generales
DMA:	Dosis Máxima Aceptable
ETAs:	Enfermedades Transmitidas por los Alimentos.
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
HACCP:	Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, <i>por sus siglas en inglés</i>
IDA:	Ingesta Diaria Admisible
ITR:	Identificación, Trazabilidad y Retiro
JECFA:	Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios
JEMRA:	Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Evaluación de Riesgos Microbiológicos
LMR:	Límite Máximo de Residuos
MINAGRI:	Ministerio de Agricultura
MINSA:	Ministerio de Salud
NAP:	Nivel Adecuado de Protección
OIE:	Organización Mundial de Sanidad Animal
OMS:	Organización Mundial de la Salud
PCC:	Punto de Control Crítico
POES:	Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento
SANIPES:	Servicio Nacional de Sanidad Pesquera
SENASA:	Servicio Nacional de Sanidad Agraria
UE:	Unión Europea

RESUMEN EJECUTIVO

Las aves de corral desempeñan una función fundamental en los países en desarrollo, como aporte de proteína de bajo precio. Su producción es relativamente barata y ampliamente factible. Sin embargo, a pesar de los enormes avances científicos y tecnológicos y de la mejora general en todo el mundo de los sistemas alimentarios, las enfermedades transmitidas por alimentos persisten y son motivo de grave preocupación para los organismos que se ocupan de la salud pública y para los consumidores.

La inocuidad en las cadenas agroalimentarias es un atributo de los alimentos y es una responsabilidad conjunta entre las instituciones del orden público, los gremios, los productores y los consumidores que son los responsables de manipular y preparar los alimentos de acuerdo al uso a que se destine. Es así como, el concepto de prevención constituye una herramienta fundamental para mitigar el ingreso de enfermedades en la cadena alimentaria, y que se traduce en la implementación de sistemas de aseguramiento de la calidad tales como las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG), las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

Los agentes infecciosos en aves de corral constituyen una amenaza para la sanidad de éstas y, a veces, para la salud pública, y además tienen significativas implicaciones económicas y sociales. El medio más eficaz y económicamente viable para controlar los agentes infecciosos en la producción avícola, especialmente en explotaciones de tipo intensivo, es la prevención. (OIE).

Los actuales sistemas de control y vigilancia de los productos alimenticios tienen que incorporarse en un sistema integral y eficaz de vigilancia de la seguridad alimentaria “desde la granja a los consumidores”, ya que los productos que consumimos han de ser de calidad pero a la vez seguros.

En el Perú, la Ley de Inocuidad de los Alimentos establece que corresponde a las autoridades sanitarias a cargo de la inocuidad de los alimentos, el Ministerio de Salud, a través de la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria, el Ministerio de Agricultura a través del Servicio Nacional de Sanidad Agraria-SENASA y el Ministerio de la Producción, a través del Servicio Nacional de Sanidad Pesquera-SANIPES, de efectuar el análisis de riesgos de los alimentos.

Es una paradoja que siendo el Perú uno de los países con mayor consumo *per cápita* de carne de pollo en nuestro continente, sea también uno de los que menos desarrollo tecnológico ha alcanzado en lo referente a procesamiento avícola.

El presente trabajo tiene como objetivo general determinar el nivel de riesgos y el impacto sanitario de los productos avícolas, para los consumidores de la población ubicada en la costa peruana; analizando las etapas de la cadena

avícola, desde la producción primaria hasta el consumo, para la identificación y caracterización de los factores de riesgo que afectan a la inocuidad de los productos y subproductos de consumo humano; y comparando la producción y el procesamiento de los productos avícolas, en sus diferentes etapas, para determinar los factores de protección que mitiguen los riesgos significativos, en función a las disposiciones emitidas por la Autoridad sanitaria competente-ASC.

La metodología empleada es de tipo descriptivo, con el cual se ha pretendido detallar cada uno de los factores y sub-factores de riesgo que afectan a la inocuidad de los productos y subproductos avícolas, especialmente en la producción y procesamiento primario, en las cuales existe un potencial riesgo de contaminación de estos productos; para lo cual se calculó el Factor de Riesgo, considerando aspectos de consumo aparente, toxicidad general por insumos veterinarios y contaminantes, producción y antecedentes.

Sobre la base de la información compilada para el presente estudio, se ha efectuado el cálculo del factor de riesgo respecto al consumo de pollo en el consumidor de la costa del Perú; el cual en los resultados obtenidos en la etapa primaria (no contempla la fase de comercialización y del consumidor), es de 0.14, (lo que es igual que un 14% de nivel de riesgo), si se consideran los factores de antecedentes microbianos y de contaminantes, indicando un riesgo potencial que debe ser mitigado. Asimismo, es importante señalar que el factor de riesgo obtenido para residuos de medicamentos veterinarios fue de 0.03, indicando que a pesar de tener muchos medicamentos aprobados, el valor es bajo por tener muchas drogas aprobadas de las cuales se desconoce el valor IDA o NOAEL, y no existe un programa de vigilancia para conocer los riesgos por antecedentes. Este valor de riesgo podría modificarse en el futuro. Debe considerarse también que existe riesgo por el abuso de antimicrobianos en la producción avícola, lo cual puede conllevar a generar resistencia a los antimicrobianos en los consumidores.

Para lo cual, se recomienda Implementar acciones de mitigación de riesgo, que conlleven a: a) Regular la obligatoriedad que solo pueda venderse pollo identificado que pueda trazarse (origen, fecha faena, fecha vencimiento, lote, entre otros); b) Aumentar la vigilancia de mercado y obligar a los comerciantes que solo pollos de origen trazado, refrigerados o congelados puedan venderse, con acciones concretas sobre los mercados informales (incluido los mataderos clandestinos). c) Desarrollar una campaña de sensibilización a la población, comunicando la importancia de conservar los pollos refrigerados durante toda su vida útil y en salvaguardia de su salud y que el consumidor este sensibilizado en la necesidad de comprar pollo refrigerado y trazado al origen; d) Mejorar los programas de vigilancia y control de medicamentos veterinarios con el propósito de conocer los antecedentes, los IDA y evitar la comercialización de productos fuera del circuito oficial (con trazabilidad al comprador).

ABSTRACT

Poultry play a fundamental role in developing countries, as a low-priced protein supply. Its production is relatively cheap and widely feasible. However, despite the enormous scientific and technological advances and the overall improvement of food systems throughout the world, foodborne diseases persist and are a matter of serious concern to public health agencies and to the consumers.

Safety in food chains is an attribute of food and is a joint responsibility between law enforcement institutions, guilds, producers and consumers who are responsible for handling and preparing food according to the use to which it is intended. Thus, the concept of prevention is a fundamental tool to mitigate the entry of diseases into the food chain, and that translates into the implementation of quality assurance systems such as Good Livestock Practices (GMP), Good Practices Agricultural (BPA) and Good Manufacturing Practices (GMP).

Infectious agents in poultry constitute a threat to their health and, sometimes, to public health, and have significant economic and social implications. The most effective and economically viable to control infectious agents in poultry production, especially in intensive type farms, half is prevention. (OIE).

The current systems of control and surveillance of food products have to be incorporated into a comprehensive and effective system of surveillance of food safety "from the farm to consumers", since the products we consume must be of quality but at the same time insurance.

In Peru, the Food Safety Law establishes that it corresponds to the sanitary authorities in charge of food safety, the Ministry of Health, through the General Directorate of Environmental Health and Food Safety, the Ministry of Agriculture to through the National Agrarian Health Service-SENASA and the Ministry of Production through-SANIPES Fisheries, National Health Service perform risk analysis of foods.

It is a paradox that Peru being one of the countries with the highest *per-cápita* chicken meat consumption in our continent is also one of the least technological development has reached regarding poultry processing.

The general objective of this work is to determine the level of risks and the health impact of poultry products, for consumers of the population located on the Peruvian coast; analyzing the stages of the poultry chain, from primary production to consumption, for the identification and characterization of risk factors that affect the safety of products and by-products of human consumption and comparing the production and processing of poultry products, in their different stages, to determine the protection factors that mitigate the significant risks, according to the provisions issued by the competent health authority-ASC.

The methodology is descriptive, with which it has been tried to detail each of the factors and sub-factors affecting the safety of products and poultry products, especially in the production and primary processing, in which there a potential risk of contamination of these products; for which the Risk Factor was calculated, considering aspects of apparent consumption, general toxicity by veterinary and polluting inputs, production and antecedents.

On the basis of the information compiled for the present study, the calculation of the risk factor regarding chicken consumption in the consumer of the coast of Peru has been made; which in the results obtained in the primary stage (does not include the commercialization phase and the consumer), is 0.14, (which is the same as a 14% level of risk), if the microbial background factors are considered and of contaminants, indicating a potential risk that must be mastered. In addition, it is important to note that the risk factor for residues of veterinary drugs gave 0.03, indicating that despite having many approved drugs, it gives a low value for having many approved drugs of which the IDA or NOAEL value is unknown, and not there is a surveillance program to know the risks by antecedents. This risk value could be modified in the future. It should also be considered that there is a risk due to the abuse of antimicrobials in poultry production, which may lead to the generation of resistance to antimicrobials in consumers.

For which, it is recommended to implement risk mitigation actions, which entail:

- a) Regulating the obligation that only identified chicken that can be traced can be sold (origin, date of work, expiration date, lot, among others);
- b) Increase market surveillance and force traders that only chickens of traced, chilled or frozen origin can be sold, with concrete actions on informal markets (including clandestine slaughterhouses).
- c) Develop an awareness campaign for the population, communicating the importance of keeping refrigerated chickens throughout their useful life and in safeguarding their health and that the consumer is aware of the need to buy chilled chicken and trace the origin;
- d) Improve veterinary drug surveillance and control programs with the purpose of knowing the background, the ADI and avoiding the commercialization of products outside the official circuit (with traceability to the buyer).

1. INTRODUCCION

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud - OMS, la inocuidad de los alimentos engloba acciones encaminadas a garantizar la máxima seguridad posible de ellos, de tal manera que se garantice la salud de la población.

Es así que un sistema alimentario integral “de la granja o mar a la mesa” debe centrarse en la inocuidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria y permitir que los consumidores tengan acceso a una alimentación nutritiva, alentando la confianza de los consumidores (FAO, 2002).

El enfoque de la FAO abarca la cadena alimentaria y se basa en la respuesta estratégica a un complejo conjunto de problemas y necesidades de todos los sectores relacionados con los alimentos. Esta estrategia incluye: la adopción universal de un enfoque basado en los riesgos; el énfasis en la prevención de la contaminación de los alimentos en su origen, y la adopción de un enfoque integral relativo a la inocuidad de los alimentos que abarque toda la cadena alimentaria, desde la granja y el mar hasta la mesa. (Ortega, 2016)

Las aves de corral desempeñan una función fundamental en los países en desarrollo, como aporte de proteína de bajo precio. Su producción es relativamente barata y ampliamente factible. (Alders, 2009) La industria avícola comercial genera empleo y está experimentando un rápido crecimiento. La producción de aves de corral tiene un impacto menos negativo sobre el medio ambiente que la de otro tipo de ganado y utiliza menos agua. (FAO, 2013)

La FAO ayuda a las autoridades a comprender y utilizar el análisis del riesgo en los marcos nacionales de inocuidad de los alimentos, además de ofrecer capacitación para fortalecer sus capacidades.

Dadas estas características y teniendo en cuenta los cambios dados en cuanto a las condiciones de internacionalización del mercado y la producción de alimentos, en el año 1991 se desarrolló la Conferencia sobre Normas Alimentarias, Residuos Químicos en los Alimentos y Comercio Alimentario,

convocada por la Organización para la Agricultura y la alimentación - FAO y la OMS, en la cual se apoyó firmemente la labor de la Comisión del *Codex Alimentarius* (CCA) en la elaboración de normas y directrices basados en principios científicos y se estimuló la incorporación de principios de Evaluación de Riesgos para la toma de decisiones. Además, se realizó un llamado de atención a los gobiernos para que garanticen la protección de los consumidores, a través de la armonización de normas e implementación de los principios generales del Análisis de Riesgo elaborados por el Comité del Codex sobre Principios Generales (CCGP). (FAO, 2002)

Existen principios generales que establecen una base sólida para asegurar la higiene de los alimentos y deberían aplicarse junto con cada código específico de prácticas de higiene, el *Codex Alimentarius* es la base elemental. A través de documentos se hace un seguimiento a la cadena alimentaria desde la producción primaria hasta el consumo final, resaltándose los controles de higiene básicos que se efectúan en cada etapa. Se debe adoptar un enfoque basado en el *Codex Alimentarius*, las Buenas Prácticas de Manufactura-BPM como pre requisitos, para posteriormente utilizar un sistema Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) bajo la certificación de la ISO 22000 para garantizar el nivel de inocuidad de los alimentos.

2. OBJETIVOS

General:

Determinar el nivel de riesgos y el impacto sanitario de los productos avícolas, para los consumidores de la población ubicada en la costa peruana.

Específicos:

- Analizar las etapas de la cadena avícola, desde la producción primaria hasta el consumo, para la identificación y caracterización de los factores de riesgo que afectan a la inocuidad de los productos y subproductos de consumo humano.
- Comparar la producción y el procesamiento de los productos avícolas, en sus diferentes etapas, para determinar los factores de protección que mitiguen los riesgos significativos, en función a las disposiciones emitidas por la Autoridad sanitaria competente-ASC

3. MARCO TEORICO

En el último decenio, el enfoque del control de la inocuidad de los alimentos por parte de los gobiernos ha estado cambiando. Para la protección de la salud pública y la facilitación del comercio justo, los gobiernos han optado por seguir el marco del análisis de riesgos. Dicho análisis ayuda a los gestores de riesgos en las funciones gubernamentales a decidir sobre las medidas de control de la inocuidad de los alimentos de manera estructurada, abierta y transparente. (Gorris, 2004)

Las instituciones de inocuidad de los alimentos de muchos países están adoptando el concepto “desde la producción hasta el consumo”. Con ello se pretende aplicar medidas reglamentarias y no reglamentarias de control basadas en el riesgo en los puntos adecuados de la cadena de producción de los alimentos para conseguir objetivos de gestión de riesgos de la manera más eficiente y eficaz en función de los costos. Este planteamiento supone que existen buenas prácticas de higiene y buenas prácticas de fabricación a lo largo de toda la cadena de producción alimentaria y que hay oportunidades de identificar y aplicar medidas específicas de reducción de riesgos en determinados puntos de ese continuo. En teoría, el análisis de costos-beneficios y la evaluación de riesgos se llevan a cabo con el fin de orientar las opciones en la gestión de riesgos. (FAO, 2007)

Los controles “basados en el riesgo” se formulan teniendo en cuenta los conocimientos disponibles sobre los riesgos para la salud humana asociados con un peligro transmitido por los alimentos, expresadas sea en términos cuantitativos o cualitativos. Las medidas de control tratarán de alcanzar un nivel establecido de protección de la salud humana (que puede expresarse también en forma cuantitativa y cualitativa) y deberían explicarse y validarse desde esa perspectiva. En el caso de los alimentos que llegan a formar parte del comercio internacional, el nivel establecido de protección del consumidor en el país

importador se conoce con el nombre de “nivel adecuado de protección” (NAP). (FAO, 2007)

3.1 Calidad de los Alimentos

De acuerdo con la norma ISO 9000, la calidad es “*el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confiere la aptitud para satisfacer las necesidades de los usuarios*”. Sin embargo, con relación a la calidad en los productos agroalimentarios, la FAO considera que es una característica compleja que determina el valor y la aceptabilidad por parte de los consumidores. Por tanto, el aseguramiento de la calidad en los alimentos se basa en tres principios fundamentales: características propias del alimento, calidad de uso y servicio y calidad psicosocial o subjetiva. (Naranjo, 2011)

La calidad relacionada con las características del alimento, se fundamenta en producir alimentos con *calidad sensorial, nutricional e higiénica/inocuidad*. Se entiende por calidad organoléptica, aquella que garantiza la ausencia de defectos en sabor, consistencia, color y aroma por la acción de agentes físicos, tales como daños mecánicos, temperatura, humedad, luminosidad, los cuales finalmente pueden llegar a afectar la calidad nutricional o aporte de los macro y micronutrientes esenciales en cada uno de los productos alimenticios, por los cuales son atractivos para el consumidor, como por la acción microbiológica de bacterias deteriorantes y enzimáticas, que pueden producir cambios de sabores y aspecto. Finalmente, la calidad higiénica/inocuidad, garantiza la ausencia de microorganismos patógenos y ausencia de contaminantes químicos como residuos de plaguicidas, metales pesados y micotoxinas, por encima de los límites permitidos. (Naranjo, 2011)

La Calidad psicosocial o subjetiva, se encuentra definida en función de las necesidades del usuario, implícitas o explícitas, es por tanto influenciada por principios, valores, aspectos culturales, éticos y religiosos de los individuos, aspectos por los cuales los consumidores pueden elegir comprar productos por

las características relacionadas, no sólo con los atributos del producto como sabor, apariencia, consistencia y olor, sino con los atributos del proceso relacionado con la producción, manipulación y procesamiento, como son las Buenas Prácticas Ganaderas – BPG, Buenas Prácticas de Manufactura – BPM, Buenas Prácticas de Higiene - BPH y la implementación de programas de aseguramiento de la inocuidad, tales como el programa de análisis de peligros y control de puntos críticos (HACCP, *por sus siglas en inglés*) y la norma ISO 22000. (Naranjo, 2011)

De esta manera, el consumidor de alimentos cada vez más informado, tiene la capacidad de exigir alimentos con alto grado de calidad sanitaria, lo cual corrobora la definición de inocuidad de la FAO: *“Es la garantía de que un alimento no causará daño al consumidor, cuando el mismo sea preparado o ingerido de acuerdo al uso a que se destine”*.

3.2 Inocuidad de los Alimentos

La responsabilidad de asegurar unos alimentos inocuos y nutritivos a lo largo de la cadena alimentaria incumbe a todos los interesados. (FAO, 2002)

A pesar de los enormes avances científicos y tecnológicos y de la mejora general en todo el mundo de los sistemas alimentarios, las enfermedades transmitidas por alimentos persisten y son motivo de grave preocupación para los organismos que se ocupan de la salud pública y para los consumidores. Los alimentos son el vector de múltiples peligros biológicos, químicos y físicos. La actitud de los consumidores está evolucionando, al menos en los países desarrollados, siendo cada vez mayor la inaceptabilidad social de los riesgos relacionados con los alimentos. Además, los consumidores exigen de modo creciente acceso a productos que contribuyan a una alimentación sana y nutritiva. (FAO, 2002)

La inocuidad de los alimentos de origen animal es el conjunto de medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de éstos para asegurar que, una vez ingeridos, no representan un riesgo para la salud.

Con la creciente apertura mundial de mercados, se ha incrementado la demanda de productos de origen animal, con especial énfasis en la importancia de un enfoque multidisciplinario que abarque toda la cadena alimentaria, desde su origen en la producción primaria, entendida como un eslabón crítico de gestión del riesgo en los procesos de producción de alimentos.

En virtud a lo anterior, la inocuidad en las cadenas agroalimentarias es un atributo de los alimentos y es una responsabilidad conjunta entre las instituciones del orden público, los gremios, los productores y los consumidores que son los responsables de manipular y preparar los alimentos de acuerdo al uso a que se destine.

Las exigencias del mercado de alimentos de origen animal en el mundo, determinan que los operadores económicos deban cumplir con prácticas de calidad con el propósito de garantizar, no solo el abastecimiento de alimentos de calidad nutricional, sino también sanos o inocuos, es decir, que no representen un riesgo para la salud de los consumidores finales.

Los consumidores, a su vez, han venido mejorando constantemente sus conocimientos en torno a las condiciones que debe cumplir un producto para el consumo humano. Dicha situación, acompañada de la introducción de productos importados que compiten con los locales en calidad, trazabilidad y precio, obligan a los productores a mejorar la calidad e inocuidad con el objeto de mantener y mejorar su posición al interior del mercado interno y lograr acceder a los mercados internacionales.

Es así como, el concepto de prevención constituye una herramienta fundamental para mitigar el ingreso de enfermedades en la cadena alimentaria, y que se traduce en la implementación de sistemas de aseguramiento de la calidad tales como las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG), las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

Las buenas prácticas consideran aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales en un sistema productivo. Tienen como propósito gestionar los riesgos sanitarios, biológicos y químicos en la producción primaria, garantizar la inocuidad en la producción primaria, proteger los animales, proteger a los consumidores y contribuir con la competitividad.

Las Buenas Prácticas de Manufactura sirven para mejorar la productividad a mediano y largo plazo, ya que algunos de sus componentes mejoran el conocimiento del sistema productivo; permite al productor estar preparado para exportar a mercados exigentes; tener mejor acceso a mercados (mayor elegibilidad); obtención de productos diferenciados por calidad e inocuidad: un mayor control del proceso productivo (políticas, procedimientos, protocolos, etc.); reducción del riesgo en la toma de decisiones, mejor gestión; aumento de la competitividad por reducción de costos (mayor eficiencia en el uso de insumos); mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores, mejores condiciones de higiene personal que el empleador debe garantizar a sus empleados; creación de capital humano por educación recibida.

Los procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (POES) describen las tareas de saneamiento. Se aplican antes, durante y después de las operaciones de elaboración. Para la implantación de los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento, al igual que en los sistemas de calidad, la selección y capacitación del personal responsable cobra suma importancia. Cada establecimiento debe tener un plan escrito que describa los procedimientos diarios, que se llevaran a cabo durante y entre las operaciones, así como las medidas correctivas previstas y la frecuencia con la que se

realizarán para prevenir la contaminación directa o adulteración de los productos.

Los establecimientos alimentarios deben crear, aplicar y mantener procedimientos eficaces de control para garantizar la producción de alimentos seguros, de acuerdo con los principios en los que se basa el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (HACCP). El *Codex Alimentarius* estructura el Sistema de HACCP en siete principios básicos, que son de cumplimiento obligado para poder aplicarlo correctamente. Estos principios son:

- Principio 1 Hacer un análisis de peligros.
- Principio 2 Determinar los puntos de control crítico (PCC).
- Principio 3 Establecer un límite o límites críticos.
- Principio 4 Establecer un sistema de vigilancia del control de los PCC.
- Principio 5 Establecer las medidas correctoras que se deben adoptar cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado.
- Principio 6 Establecer procedimientos de comprobación para confirmar que el Sistema de HACCP funciona eficazmente.
- Principio 7 Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.

3.2.1 Contaminantes en alimentos

Los contaminantes incluyen i) los residuos presentes por el uso de aditivos productivos, sean estos medicamentos veterinarios, plaguicidas o aditivos de procesos de transformación; ii) los contaminantes ambientales que pueden ser químicos o biológicos que provienen del ambiente de producción o de transformación (metales pesados, toxinas, entre otros)

Los residuos de medicamentos veterinarios comprenden los productos originales y sus metabolitos en cualquier porción comestible del producto animal, así como los residuos de impurezas relacionadas con el medicamento veterinario correspondiente. (*Codex Alimentarius*, 2015)

Los contaminantes se definen como cualquier sustancia no añadida intencionalmente al alimento o pienso para animales productores de alimentos, que está presente en dicho alimento como resultado de la producción (incluidas las operaciones realizadas en agricultura, zootecnia y medicina veterinaria), fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento de dicho alimento o pienso o como resultado de contaminación ambiental. (Anadón, 2012)

De acuerdo con Hernández, *et al.*, (1999), los principales tipos de medicamentos vehiculizados por los alimentos son:

- Antibiótico, usado como estimulante de la producción animal.
- Profiláctico en la producción animal

Los problemas higiénicos sanitarios que plantean al consumidor el uso de antibióticos en animales productores de alimentos, viene determinado por dos tipos de efectos:

Los efectos directos pueden ser muy variados y se derivan del uso de antibióticos a dosis terapéuticas y su vehiculación posterior por los alimentos como la leche, huevos de consumo o vísceras. La evaluación de esta toxicidad directa (hepato, nefro, hemo, ototoxicidad, teratogenicidad, carcinogenicidad, etc) y el significado toxicológicos de los residuos de antibióticos vehiculizados por los alimentos debe estudiarse mediante el conocimiento de su tolerancia toxicológica, así como su tolerancia práctica y analítica. (Anadón, 2012)

Los efectos indirectos son esencialmente los siguientes:

- a) Influencia negativa en el análisis bacteriológico de los alimentos. Dosis subterapéuticas de antibióticos presentes en los alimentos pueden tener un efecto negativo en el crecimiento de algunos patógenos debido a la presentación de daños subletales de tal forma que pueden confundirse algunos resultados falsamente positivos.
- b) Propiedades alergizantes. Este riesgo ha sido analizado por diferentes autores, que llegan a la conclusión de que la participación de los medicamentos veterinarios en procesos de alergia no está del todo

confirmada, si bien existen datos de que solo es posible un efecto desencadenante en individuos previamente sensibilizados, pueden aparecer manifestaciones poco graves como urticaria o edemas, o muy graves como producir un paro cardíaco en pacientes asmáticos.

- c) Capacidad de inducir antibiorresistencias. Es un hecho conocido que la ingestión de bajas dosis de antibióticos presentes en los alimentos de origen animal, determina la aparición de fenómenos de biorresistencia en la flora natural del hombre. Generalmente, la instauración de antibiorresistencias se realiza merced a que el antibiótico a dosis umbrales selecciona aquellas cepas que portan plásmidos que aportan resistencias al mismo. Estos portadores de plásmidos son susceptibles de transferir su antibiorresistencia a gérmenes patógenos.
- d) Problemas tecnológicos de producción de alimentos fermentados, ya que dosis suficientes de antibióticos pueden interferir cualquier proceso de crecimiento microbiano en masa, como ocurre en algunos alimentos típicos: yogur, embutidos, queso, etc.

Las investigaciones actuales se dirigen hacia el uso de antibióticos que tengan carácter de promotores del crecimiento (como la bacitracina, virginamicina, flavomicina), pero hay que tener en cuenta que pueden provocar disturbios en el balance ecológico del tracto digestivo a favor de algunas enterobacterias como la *Salmonella*. (Anadón, 2012)

Numerosos estudios señalan que los antibióticos pueden permanecer tanto en los tejidos como en la leche de animales tratados. Por ejemplo, el suministro de dosis de 20 a 4,000 ppm de oxitetraciclina en la dieta de pollos determina concentraciones de hasta 500 ppm en la carne de los mismos. Concon informa de la presencia de antibióticos en tejido muscular de ganado vacuno tratado terapéuticamente con antibióticos como penicilina, ampicilina u oxitetraciclina. Datos similares se indican sobre la bacitracina (suministrada en piensos a pollos)

3.2.2 Naturaleza, nivel y peligrosidad de los residuos de medicamentos en los alimentos

Los datos que se deben tener en cuenta para valorar el riesgo de la presencia de residuos de medicamentos en los alimentos de origen animal, son:

- a) Disponibilidad y cultura en el uso de ciertos medicamentos.
- b) Vía de eliminación del medicamento.
- c) Concentraciones detectadas
- d) Peligrosidad de los residuos
- e) Estimación del riesgo de consumo de residuos. Para ello debe conocerse cuál es la cantidad ingerida por los alimentos y compararla con las dosis terapéuticas. Según Derache, para estimar y conocer el riesgo es imprescindible conocer:
 - Dosis máxima aceptable (DMA).
 - Tolerancia toxicológica.
 - Tolerancia práctica
 - Tolerancia analítica
 - Tiempo de espera
 - Evaluación del riesgo cancerígeno

3.2.3 Residuos de medicamentos de uso veterinario como factor de riesgo en salud pública

Los actuales sistemas de control y vigilancia de los productos alimenticios tienen que incorporarse en un sistema integral y eficaz de vigilancia de la seguridad alimentaria “desde la granja a los consumidores”, ya que los productos que consumimos han de ser de calidad pero a la vez seguros (Anadón *et al.*, 2000a, 2000b); así, una cadena alimenticia “desde la granja a la mesa”, correctamente regulada y eficazmente controlada, es el camino para construir esta confianza perdida por las crisis alimentarias que han sucedido en la UE y en el resto del mundo. Estas acciones se aplican, entre otras, al control microbiológico de los alimentos y a los residuos de medicamentos veterinarios y a otros contaminantes potencialmente peligrosos.

La FAO y la OMS en 1984, definieron el medicamento veterinario como “cualquier sustancia aplicada o administrada a los animales productores de alimentos, tales como los productores de carne, aves, pescados o abejas, con fines terapéuticos, profilácticos o de diagnóstico, o de modificación de las funciones fisiológicas, y para la prevención y tratamiento de las enfermedades (FAO/WHO, 1984).

En los animales productores de alimentos, con fines zootécnicos se usan también aditivos para la alimentación animal y sustancias hormonales principalmente. Los aditivos para la alimentación animal se definen como sustancias, microorganismos y preparados distintos de las materias primas para piensos y de las premezclas, que se añaden intencionalmente a los piensos o al agua (Reglamento (CE) N° 1831/2003). Los objetivos de estos aditivos son: (a) influir favorablemente en las características de las materias primas; (b) satisfacer necesidades nutricionales de los animales o mejorar la producción animal, en particular influyendo en la flora gastrointestinal o en la digestibilidad de los piensos; (c) aportar a la alimentación elementos que favorezcan la obtención de objetivos de nutrición específicos o atender necesidades nutricionales particulares momentáneas de los animales; (d) prevenir o reducir las molestias ocasionadas por las deyecciones animales o mejorar el entorno de los mismos; (e) afectar favorablemente el color de los peces y aves ornamentales; (f) poseer un efecto frente a la coccidiosis o histomoniasis (Anadón *et al.* 2000b).

Los alimentos de origen animal son considerados por lo general de alto riesgo por la probabilidad de contener desde la producción primaria, peligros biológicos y químicos como son los residuos de medicamentos, y si bien, durante el proceso de transformación, pueden reducirse o eliminarse principalmente los peligros biológicos, mediante la aplicación de determinados procedimientos tecnológicos (pasteurización, esterilización comercial, etc.) , los residuos de medicamentos veterinarios pueden mantenerse en los alimentos hasta el consumo final. Es por ello que deben ser controlados en las etapas

iniciales de la producción de alimentos y mantenerse bajo vigilancia sanitaria en el resto de la cadena alimentaria (MINSA, 2016)

3.2.4 Contexto internacional de la residualidad de medicamentos de uso veterinario

A nivel internacional, la Comisión Conjunta FAO/OMS del *Codex Alimentarius* ha establecido Límites Máximos de Residuos (LMR) de medicamentos veterinarios en alimentos de origen animal destinados al consumo humano, con base en la ciencia, que están disponibles como referencia para las regulaciones y controles de los países miembros con la finalidad de proteger la salud de los consumidores y facilitar el comercio de alimentos inocuos. Asimismo, hay países cuyas regulaciones establecen LMR de medicamento veterinarios en base a evaluaciones de riesgo con la finalidad de proteger la salud de la población, los cuales la autoridad sanitaria nacional puede considerar como referentes a defecto de los enunciados por el *Codex Alimentarius* (MINSA, 2016)

El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) es un comité científico internacional de expertos administrado conjuntamente por la FAO y la OMS, que desarrolla su trabajo respecto a lo siguiente:

Evaluación de riesgos/evaluación de la inocuidad de: Aditivos alimentarios (añadidos intencionalmente), Coadyuvantes de elaboración (considerados aditivos alimentarios), Aromatizantes (por grupos funcionales), Residuos de medicamentos veterinarios en productos animales, Contaminantes y Toxinas naturales

Evaluación de la exposición; Especificaciones y métodos analíticos, definición de los residuos, propuestas de límites máximos de residuos (medicamentos veterinarios); así como el desarrollo de principios generales (FAO, 2017)

Se ha expresado cierta preocupación por el hecho de que pueden aparecer efectos tóxicos agudos por el consumo de carnes que contienen altas concentraciones de residuos, en tejidos comestibles procedentes bien de los

puntos o lugares de inyección o administración de fármacos en animales de consumo u otros tejidos y alimentos derivados. Ello ha originado que se haya establecido la “dosis de referencia aguda” para evaluar las situaciones agudas de peligros usando los mismos principios y métodos básicos empleados para calcular la Ingesta Diaria Admisible (IDA). (Anadón, 2012)

Los LMR para los residuos de medicamento veterinarios en productos de origen animal, se basan en la IDA y en la información acerca de la distribución de los residuos en los tejidos comestibles de los animales diana. Los residuos de medicamentos veterinarios incluyen el fármaco inalterado así como sus metabolitos potenciales. Los metabolitos se toman en consideración si son toxicológicamente relevantes, es decir, si están presentes en una considerable cantidad. (Anadón, 2012)

Los pesticidas y los medicamentos de uso veterinario deberán ser objeto de pruebas y evaluación de riesgos minuciosa antes de la aprobación para su uso. Con el fin de minimizar el riesgo de niveles elevados de residuos en los alimentos y también para prevenir la contaminación ambiental, deben ser usados según los principios de la Buena Práctica Agrícolas y Buenas Prácticas de Veterinaria y sólo por individuos que han recibido la capacitación adecuada. Con el fin de evitar el desarrollo de microorganismos resistentes a los antibióticos, deberá limitarse el uso de antimicrobianos en la producción de alimentos. (FAO, 2002)

Los niveles de pesticidas deberán ser controlados en los alimentos (incluyendo el agua potable) y en los alimentos de los animales para asegurar que no excedan los límites máximos permisibles (LMPs) y los resultados de dicho control deberá hacerse público. Cuando se hallan niveles de residuos superiores a los LMPs, esto originará un mayor control de los productos del mismo proveedor/criador y una acción correctiva. Del mismo modo, los niveles de residuos de medicamentos veterinarios en alimentos relevantes de origen animal deberán ser controlados y deberán publicarse sus resultados. Cuando

se hallan niveles de residuos que exceden los LMPs, esto deberá originar una intensificación del control y medidas correctivas en la fuente del problema, usualmente el productor primario. (FAO, 2002)

Las sustancias químicas que plantean más riesgos para la salud son las toxinas naturales y los contaminantes ambientales: (OMS, 2015)

- Las toxinas naturales abarcan las micotoxinas, las biotoxinas marinas, los glucósidos cianogénicos y las toxinas presentes en las setas venenosas. Los alimentos básicos como el maíz o los cereales pueden contener elevados niveles de micotoxinas, como la aflatoxina y la ocratoxina. Una exposición prolongada a esas toxinas puede afectar al sistema inmunitario y al desarrollo normal, o causar cáncer.
- Los contaminantes orgánicos persistentes son compuestos que se acumulan en el medio ambiente y en el organismo humano. Los ejemplos más conocidos son las dioxinas y los bifenilos policlorados, que son subproductos indeseados de los procesos industriales y de la incineración de desechos. Se hallan en el medio ambiente en todo el mundo y se acumulan en la cadena alimentaria animal. Las dioxinas son compuestos muy tóxicos que pueden causar problemas reproductivos y de desarrollo, dañar el sistema inmunitario, interferir en el funcionamiento hormonal y causar cáncer.
- Los metales pesados como el plomo, el cadmio y el mercurio causan daños neurológicos y renales. La presencia de metales pesados en los alimentos se debe principalmente a la contaminación del aire, del agua y del suelo.

La contaminación de los alimentos puede producirse en cualquiera de las etapas del proceso de fabricación o de distribución, aunque la responsabilidad recae principalmente en el productor. Sin embargo, una buena parte de las enfermedades transmitidas por los alimentos son causadas por alimentos que han sido preparados o manipulados de forma incorrecta en el hogar, en

establecimientos que sirven comida o en los mercados. No todos los manipuladores y consumidores de alimentos entienden la importancia de adoptar prácticas higiénicas básicas al comprar, vender y preparar alimentos para proteger su salud y la de la población en general. (OMS, 2015)

3.3 Rastreabilidad/Trazabilidad

La experiencia ha demostrado que la imposibilidad de localizar el origen de los alimentos o los piensos puede poner en peligro el funcionamiento del mercado interior de alimentos o piensos. Es por tanto necesario establecer un sistema exhaustivo de trazabilidad en las empresas alimentarias y de piensos para poder proceder a retiradas específicas y precisas de productos, o bien informar a los consumidores o a los funcionarios encargados del control, y evitar así una mayor perturbación innecesaria en caso de problemas de seguridad alimentaria.(UE 2002)

La trazabilidad es necesaria para garantizar la seguridad de los alimentos y la fiabilidad de la información proporcionada a los consumidores. En particular, es necesario aplicar la trazabilidad a los alimentos, insumos, envases, medicamentos, plaguicidas y aditivos, para contribuir a retirar los alimentos inseguros del mercado, con lo que se protege a los consumidores. (UE, 2011)

Las crisis alimentarias del pasado han puesto de manifiesto que los registros de documentos no siempre bastaban para permitir la trazabilidad total de los alimentos sospechosos. La experiencia ha mostrado que los explotadores de empresas alimentarias no poseen generalmente la información necesaria para garantizar que sus sistemas de identificación del manejo o almacenamiento de los alimentos son adecuados, en particular en el sector de los alimentos de origen animal. En este sector, este hecho ha provocado pérdidas económicas innecesariamente elevadas debido a la falta de una trazabilidad rápida y plena de los alimentos.

Una política alimentaria eficaz exige un sistema de rastreabilidad de los alimentos destinados al consumo animal y humano y de sus ingredientes. Sin embargo, es preciso recalcar que una rastreabilidad inequívoca de los alimentos destinados al consumo animal y humano y de sus ingredientes es una cuestión compleja en la que se debe tener en cuenta la especificidad de los distintos sectores y productos. (UE, 2000)

3.4 Análisis de riesgos

Los peligros transmitidos por los alimentos pueden deberse a causas de orden biológico, químico o físico. Estos pueden implicar un riesgo para la salud del consumidor. Una disciplina fundamental para reducir todavía más las enfermedades transmitidas por los alimentos y reforzar los sistemas de inocuidad de los alimentos es el análisis de riesgos. (FAO, 2007)

El proceso de análisis de riesgos (Evaluación, gestión y comunicación) se llevan a cabo en un entorno abierto y transparente de amplia comunicación y diálogo, que permite a las distintas partes interesadas participar en los momentos oportunos. El proceso de análisis de riesgos comienza con la evaluación de los riesgos, con el fin de definir el problema, especificar los objetivos del análisis de riesgos e identificar las interrogantes que deberán encontrar respuesta en su evaluación, si fuere necesario. Las tareas de base científica consistentes en “medir” y “describir” la naturaleza del riesgo analizado se llevan a cabo durante la fase de evaluación de riesgos. La gestión de los riesgos es la tarea de mitigar los niveles de riesgos significativos encontrados durante la evaluación, a niveles aceptables, a través de la aplicación de medidas de reducción de riesgos y la supervisión continuada de su eficacia por parte del Estado, el sector privado y otras partes interesadas.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han tomado la iniciativa en la promoción del análisis de riesgos relativos a la seguridad de los alimentos. En 1991, la Conferencia FAO/OMS sobre normas alimentarias, sustancias

químicas en los alimentos y comercio alimentario recomendó que la Comisión del *Codex Alimentarius* (CAC) incorporara los principios de la evaluación de riesgos en su proceso de toma de decisiones. El decimonoveno y vigésimo períodos de sesiones de la CAC, en 1991 y 1993, ratificaron la recomendación de la Conferencia de basar sus normas y decisiones sobre la inocuidad de los alimentos en la evaluación de riesgos y alentaron a los Comités del Codex competentes a que armonizaran sus metodologías de establecimiento de normas.

En 1995, al entrar en vigencia el Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (AMSF), los países miembros de la OMC reafirmaron su derecho a través de este Acuerdo para adoptar y poner en vigencia las medidas necesarias para proteger la vida y salud humana, animal y vegetal. Estas medidas están sujetas al requisito de que no sean aplicadas de manera que constituyan un medio de discriminación arbitraria o injusta entre los Miembros donde prevalecen las mismas condiciones, o como una restricción encubierta al comercio internacional. Las medidas sanitarias y fitosanitarias deberán basarse en principios científicos. Deberán justificarse con evidencia científica exacta y procedimientos de análisis de riesgo desarrollados para uso internacional por las organizaciones pertinentes cada vez que el nivel apropiado de protección requerido por el país miembro sea superior al nivel establecido por las normas, directrices y recomendaciones internacionales de la Comisión del *Codex Alimentarius*. El nivel apropiado de protección sanitaria y fitosanitaria se define en el Acuerdo como el nivel de protección considerado apropiado por el país miembro que está estableciendo la medida sanitaria y fitosanitaria para proteger la vida y salud humana, animal y vegetal dentro de su territorio. Se reconoce que el cumplimiento con las normas del Codex proporciona el nivel apropiado de protección (FAO, 2007).

De igual manera, el Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio – OMC establece que los Miembros se asegurarán de que sus medidas sanitarias o fitosanitarias se basen en una

evaluación, adecuada a las circunstancias, de los riesgos existentes para la vida y la salud de las personas y de los animales o para la preservación de los vegetales, teniendo en cuenta las técnicas de evaluación del riesgo elaboradas por las organizaciones internacionales competentes. (OMC, 1995)

Al evaluar el riesgo para la vida o la salud de los animales o la preservación de los vegetales y determinar la medida que habrá de aplicarse para lograr el nivel adecuado de protección sanitaria o fitosanitaria contra ese riesgo, los Miembros tendrán en cuenta como factores económicos pertinentes: el posible perjuicio por pérdida de producción o de ventas en caso de entrada, radicación o propagación de una plaga o enfermedad; los costos de control o erradicación en el territorio del Miembro importador; y la relación costo-eficacia de otros posibles métodos para limitar los riesgos. Al determinar el nivel adecuado de protección sanitaria o fitosanitaria, los Miembros deberán tener en cuenta el objetivo de reducir al mínimo los efectos negativos sobre el comercio.

Los países deberán asegurarse que todas las medidas sanitarias y fitosanitarias que apliquen se basen en estudios de análisis de riesgo. Para el efecto, deberán establecer la capacidad para efectuar ese tipo de estudios con profesionales dedicados a esa actividad. (Campos, 1998)

Dado lo anterior, el análisis de riesgos se utiliza para elaborar una estimación de los riesgos para la salud y la seguridad humana, identificar y aplicar medidas adecuadas para controlar los riesgos y comunicarse con las partes interesadas para notificarles los riesgos y las medidas aplicadas. Puede utilizarse para respaldar y mejorar la elaboración de normas, así como para abordar cuestiones de inocuidad de los alimentos resultantes de los nuevos peligros o de desajustes en los sistemas de control de los alimentos. (FAO, 2007)

El análisis de riesgo representa un proceso estructurado de toma de decisiones con tres componentes distintos pero estrechamente vinculados: gestión de

riesgos, evaluación de riesgos y comunicación de riesgos. Los tres componentes representan partes esenciales y complementarias de la disciplina general.

Los tres componentes principales del análisis de riesgos se han definido en el *Codex alimentarius* de la manera siguiente:

- **Evaluación de riesgos:** Proceso científico que consiste en los tres pasos siguientes: i) identificación de peligros; ii) caracterización de peligros; iii) evaluación de exposición, y iv) caracterización de riesgos.

La evaluación de riesgos puede describirse generalmente como la determinación de los posibles efectos adversos para la vida y la salud resultantes de la exposición a peligros durante un determinado período de tiempo.

La identificación específica del peligro o peligros que constituyen motivo de preocupación es un paso fundamental en la evaluación de riesgos y pone en marcha un proceso de estimación de riesgos específicamente debidos a ese peligro. La identificación de peligros puede haberse realizado ya hasta cierto punto durante la elaboración del perfil de riesgo. Así ocurre normalmente cuando se trata de riesgos debidos a peligros químicos. En cuanto a los peligros microbianos, es posible que el perfil de riesgo no haya identificado los factores específicos de riesgo asociados con diferentes cepas de patógenos, y la posterior evaluación de riesgos podría centrarse en subtipos concretos. Los gestores de riesgos son los principales árbitros de dichas decisiones (FAO-OMS, 2009).

- **Gestión de riesgos:** El proceso, diferente de la evaluación de riesgos, de analizar la alternativa de políticas en consulta con todas las partes interesadas, considerando la evaluación de riesgos y otros datos relevantes para la protección de la salud de los consumidores y para la promoción de prácticas de comercio legítimo y, de ser necesario, seleccionando las opciones de prevención y control que correspondan. Es en esta etapa en que una vez que

se ha identificado una cuestión relacionada con la inocuidad de los alimentos, la información científica disponible se integra en un perfil de riesgo que orientará la actuación posterior.

- **Comunicación de riesgos:** Intercambio interactivo de información y opiniones durante todo el proceso de análisis riesgos con respecto a factores relacionados con los riesgos y percepciones de riesgos entre evaluadores, administradores de riesgos, consumidores, industria, comunidad académica y otras partes interesadas, incluyendo la explicación de los hallazgos de la evaluación de riesgos y la base de las decisiones de administración de riesgos.

Se considera que la evaluación de riesgos constituye el componente “científico” del análisis de riesgos, mientras que la gestión de riesgos es el componente en que se integran y ponderan la información científica y otros factores, como los de índole económica, social, cultural y ética, para elegir las opciones preferidas de gestión de riesgos. De hecho, la evaluación de riesgos puede implicar también juicios y elecciones que no son totalmente científicas, y los administradores de riesgos necesitan una comprensión sólida de los planteamientos científicos utilizados por los responsables de la evaluación. Las interacciones y superposiciones de valores científicos y no científicos en las diferentes etapas del análisis de riesgos se analizarán con mayor detalle en capítulos posteriores dedicados a la gestión y a la evaluación de riesgos.

Los términos “Riesgo” y “Peligro” difieren en significado dentro del contexto del análisis de riesgo. La definición de “Peligro” es la de agente biológico, químico o físico presente en un alimento, o condición de dicho alimento, que pueden ocasionar un efecto nocivo para la salud y la de “Riesgo” es una función de la probabilidad de que se produzca un efecto adverso para la salud y la gravedad de este efecto, consiguiente a uno o más peligros presentes en los alimentos (*Codex Alimentarius*, 1999).

El peligro puede ser un agente de origen biológico, como una bacteria patógena, virus, parásitos u otros organismos, o el producto de un organismo biológico (toxinas, por ejemplo) que tiene propiedades peligrosas para la salud humana que pueden causar enfermedad o lesión al ser consumidas. También se puede tratar de un peligro específico o una sustancia química tóxica dentro del alimento o fuera de él, proveniente de fuentes externas como la contaminación industrial, insumos agrícolas como fertilizantes y plaguicidas, o sustancias agregadas accidental o intencionadamente a los alimentos en cantidades que exceden los niveles de inocuidad. También puede ser un material físico, como una piedra en el arroz seco; o un pedazo de hueso en la carne molida. (Lavagni, 2007)

Cualquier riesgo a la salud humana asociado con los alimentos se relaciona directamente con los peligros que se encuentran dentro o sobre la comida al consumirlos. En algunos casos el alimento mismo puede presentar ciertos riesgos para alguna porción de la población general. La enfermedad o lesión causada por algún peligro dentro o sobre el alimento puede fluctuar entre mínimo a extremadamente grave con riesgo para la vida. La gravedad de la enfermedad o lesión puede depender de la cantidad del alimento peligroso ingerido, o de la cantidad del agente o sustancia peligrosa que se encuentra presente dentro o sobre el alimento en el momento de consumirlo, o de la cantidad acumulada en un periodo de tiempo.

3.4.1 El análisis de riesgos en el plano internacional y nacional

El análisis de riesgos en el contexto de la inocuidad de los alimentos es competencia de las autoridades nacionales, regionales e internacionales responsables de la inocuidad de los alimentos. Hay diferencias importantes entre estos procesos en los distintos niveles. En el plano internacional, los comités del Codex que recomiendan normas sobre la inocuidad de los alimentos (por ejemplo, los comités sobre higiene de los alimentos, higiene de la carne, aditivos alimentarios, contaminantes, residuos de plaguicidas y residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos) desempeñan

funciones de gestión de riesgos. La evaluación de riesgos en apoyo de la formulación de normas del Codex sobre la inocuidad de los alimentos es realizada por tres organismos mixtos de expertos de la FAO/OMS: el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA); la Reunión Conjunta sobre Residuos de Plaguicidas (JMPR) y las Reuniones Conjuntas FAO/OMS sobre Evaluación de Riesgos Microbiológicos (JEMRA). Algunas veces se presentan evaluaciones adicionales de riesgos realizadas por consultas de expertos especiales y por gobiernos miembros que han llevado a cabo sus propias evaluaciones. (FAO, 2009)

Actualmente distintos países están utilizando diferentes métodos para la evaluación de análisis de riesgo, siendo posible su uso para la evaluación de los diferentes tipos de problemas de inocuidad alimentaria. Los métodos varían en función a la clase de peligro (químico, biológico o físico), el escenario de inocuidad de los alimentos (por ejemplo, en relación con peligros conocidos, peligros emergentes, nuevas tecnologías como la biotecnología, trayectorias de peligros de gran complejidad, como la resistencia antimicrobiana), el tiempo y los recursos disponibles (FAO- OMS, 2007).

La administración de medicamentos veterinarios en animales destinados a la producción de alimentos puede dejar residuos en los productos alimenticios si no se cumple con el periodo de retiro establecido. Actualmente los avances científicos y técnicos, nos permiten detectar la presencia de los mismos a niveles cada vez más bajos, siendo necesario establecer los Límites Máximos de Residuos (LMR) de sustancias farmacológicamente activas de los medicamentos veterinarios, para todos los productos alimenticios de origen animal como: la carne, pescado, leche, huevo y miel (CEE, 1990).

La aplicación de un programa basado en el riesgo para todos los tipos de alimentos debería proporcionar los controles y la verificación que sean coherentes con el riesgo que el tipo de alimento en cuestión pueda representar para los consumidores. La aplicación de un enfoque basado en el riesgo a lo

largo de todos los grupos de alimentos y clases de peligros debería habilitar una aplicación más enfocada de los recursos en aquellas áreas que tienen las mayores probabilidades de generar mejoras reales en la protección de la salud humana (CAC/GL 71-2009).

La inocuidad de los alimentos se logra mediante la implementación de las respectivas reglas aplicadas desde la producción primaria o la importación hasta la venta al por menor o la exportación y requiere la intervención de todos los participantes. Las autoridades competentes deben de verificar la implementación correcta de los programas y, cuando sea necesario (CAC/GL 71, 2009).

Los agentes infecciosos en aves de corral constituyen una amenaza para la sanidad de éstas y, a veces, para la salud pública, y además tienen significativas implicaciones económicas y sociales. El medio más eficaz y económicamente viable para controlar los agentes infecciosos en la producción avícola, especialmente en explotaciones de tipo intensivo, es la prevención. (OIE, 2017)

Existe riesgo de exposición humana a los agentes patógenos durante las fases de sacrificio, elaboración, almacenamiento, manipulación y preparación de las aves de corral. Las aves de corral pueden estar contaminadas con agentes infecciosos nocivos y los productos avícolas crudos son los causantes de un número significativo de casos de intoxicación alimentaria en los seres humanos. (Ventura da Silva, 2008)

Para cuantificar los riesgos de inocuidad alimentaria a lo largo de la cadena de producción y comercialización, es importante saber cómo, dónde y cuándo se produce la contaminación por microorganismos. Una vez que conocemos la respuesta a estas preguntas, es posible introducir medidas de reducción de riesgos.

La adopción de tecnologías mejoradas y de estrictas medidas de higiene puede reducir con frecuencia el riesgo de contaminación de las canales. La instalación de sacrificio debe estar dividida en al menos tres secciones separadas: una zona para las aves vivas, una zona de sacrificio, incluido el desplume, y una zona de elaboración, que da comienzo con la evisceración. Para reducir el riesgo de multiplicación de patógenos en las canales, la carne y las canales de las aves de corral deberán refrigerarse o consumirse inmediatamente después del sacrificio. (Ventura da Silva, 2008)

La microflora autóctona de las aves de corral procesadas está compuesta por muchos tipos de bacterias y levaduras, la mayoría de las cuales forman parte de la microflora de las aves de corral vivas. Esta microflora llega hasta la instalación de elaboración en el interior del cuerpo y los intestinos de las aves. Así, por ejemplo, las bacterias *Campylobacter spp.* y *Salmonella spp.* viven en el intestino de las aves sanas y pueden causar enfermedades en los seres humanos, dependiendo de su patogenicidad y del número y concentración de bacterias en el producto. La suma de estos factores determinará si el consumidor corre o no algún riesgo en el momento del consumo. (Ventura da Silva, 2008)

Los residuos del sacrificio de las aves de corral, como las canales, la sangre, las plumas y las vísceras, pueden contener virus, bacterias y residuos, por lo que deben eliminarse de forma adecuada. En las zonas de escasos recursos, la incineración o el enterramiento son los métodos más utilizados, prácticos y eficaces para la eliminación de los residuos (Nicholson, Groves y Chambers, 2005). (Ventura da Silva, 2008)

En el Perú, la Ley de Inocuidad de los Alimentos establece que corresponde a las autoridades sanitarias a cargo de la inocuidad de los alimentos, el Ministerio de Salud, a través de la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria, el Ministerio de Agricultura a través del Servicio Nacional de Sanidad Agraria-SENASA y el Ministerio de la Producción, a través del Servicio

Nacional de Sanidad Pesquera-SANIPES, de efectuar el análisis de riesgos de los alimentos.

Asimismo, el Reglamento de la Ley de Inocuidad de los Alimentos, tiene por objetivo establecer normas y procedimientos generales para la aplicación y cumplimiento, en concordancia con los Principios Generales de Higiene de los Alimentos del *Codex Alimentarius*.

Es una paradoja que siendo el Perú uno de los países con mayor consumo *per cápita* de carne de pollo en nuestro continente, sea también uno de los que menos desarrollo tecnológico ha alcanzado en lo referente a procesamiento avícola. Muchos productores consideran aún que el *status quo* de un pollo “fresco”, que satisfaga las preferencias del ama de casa peruana, es la mejor estrategia para frenar la presunta invasión de pollo brasilero o cuartos traseros americanos que afectarían notoriamente el sector avícola nacional. Lo contradictorio de esta posición es que siendo los avicultores nacionales rigurosos en sus procesos de calidad y bioseguridad, para ofrecer el mejor producto posible al consumidor, permitan que sea el proceso final (el beneficio en cualesquier matadero o mercado tradicional), un foco latente de contaminación que va en desmedro de su esforzado proceso productivo. (Actualidad Avipecuaria, 2012)

Perú ocupa el último lugar de Sudamérica en el desarrollo e inversión en plantas de procesamiento avícola. La mayor parte de los países benefician casi el 100% de su producción aviar a través de mataderos autorizados que cumplen exigentes normativas que aseguran el control y fiscalización de procesos cuyo objetivo es llevar a los mercados productos de calidad, inocuos y saludables para la población. Aun cuando no hay estadísticas oficiales al respecto, los especialistas calculan que el porcentaje de aves beneficiadas en plantas de procesamiento formales en Perú sólo llegaría al 25% o 30% en el mejor de los casos. Cifras que reflejan el poco avance que ha tenido nuestra industria en este aspecto. (Actualidad Avipecuaria, 2012)

3.5 Política Nacional de Inocuidad

En el Perú, la Ley de Inocuidad de los Alimentos establece los Principios que sustentan la política de inocuidad de los alimentos:

- 1.1 Principio de alimentación saludable y segura.- Las autoridades competentes, consumidores y agentes económicos involucrados en toda la cadena alimentaria tienen el deber general de actuar respetando y promoviendo el derecho a una alimentación saludable y segura, en concordancia con los principios generales de Higiene de Alimentos del *Codex Alimentarius*. La inocuidad de los alimentos destinados al consumo humano es una función esencial de salud pública y, como tal, integra el contenido esencial del derecho constitucionalmente reconocido a la salud.
- 1.2 Principio de competitividad.- Todos los actores de la cadena alimentaria y las autoridades competentes deben procurar la búsqueda de un desarrollo competitivo y responsable, basado en la inocuidad de los alimentos tanto de consumo interno como de exportación, por ser condición indispensable para la competitividad.
- 1.3 Principio de colaboración integral.- Las autoridades competentes de nivel nacional, regional y local, los consumidores y los agentes económicos que participan en cualquiera de las fases de la cadena alimentaria tienen el deber de colaborar y actuar en forma integrada para contar con alimentos inocuos.
- 1.4 Principio de responsabilidad social de la industria.- Los agentes económicos involucrados en cualquiera de las fases de la cadena alimentaria son los responsables directos de la producción, elaboración y comercialización de alimentos inocuos saludables y aptos para el consumo humano.
- 1.5 Principio de transparencia y participación.- Todos los actores de la cadena alimentaria y, en especial, los consumidores, deben disponer de mecanismos de participación adecuados y de fácil acceso en temas de inocuidad de los alimentos. Es deber de las autoridades competentes de nivel nacional, regional y local brindar de manera oportuna, confiable y

transparente, toda la información necesaria para que los actores de la cadena alimentaria puedan ejercer dicha participación.

- 1.6 Principio de decisiones basadas en evidencia científica.- Las decisiones en materia de inocuidad de los alimentos y las medidas para la gestión de los riesgos alimentarios deben estar sustentados en la evaluación de los riesgos de manera objetiva, transparente e independiente.
- 1.7 Principio de cautela o de precaución.- Cuando, con respecto a la inocuidad de los, alimentos, los datos científicos son insuficientes, no concluyentes o inciertos, o cuando una o evaluación científica preliminar hace sospechar que existen motivos razonables para temer efectos potencialmente peligrosos para la salud humana, se podrá adoptar medidas provisionales de gestión del riesgo, las cuales no restringirán el comercio más que lo indispensable para lograr su objetivo, debiendo ser revisadas en un plazo razonable.
- 1.8 Principio de facilitación del comercio exterior.- Las autoridades competentes y todos los actores de la cadena alimentaria deben asegurar la inocuidad de los alimentos que son objeto del comercio internacional y, al mismo tiempo, favorecer el libre comercio, evitando crear obstáculos innecesarios al intercambio comercial.
- 1.9 Principio de simplicidad.- Todos los procedimientos administrativos relacionados con inocuidad de los alimentos tanto para el comercio nacional como para el comercio exterior, seguidos ante las autoridades competentes de nivel nacional, regional y local, deberán ser sencillos y dinámicos, debiendo eliminarse toda complejidad o formalidad innecesaria, siendo los requisitos exigidos únicamente aquellos indispensables y proporcionales a los fines de salud pública que se persigue cumplir.
- 1.10 Principio de enfoque preventivo.- Las autoridades competentes privilegiarán las actividades educativas y de difusión de la política y legislación de inocuidad de los alimentos, así como las actividades de promoción de sistemas de aseguramiento de la calidad. Para ello podrán celebrar convenios con las asociaciones de consumidores, colegios profesionales, gremios, universidades, y otras instituciones educativas.

Los principios señalados servirán también de criterio interpretativo para resolver las cuestiones que puedan suscitarse en la aplicación de las normas en materia de inocuidad de los alimentos, como parámetros para la generación de disposiciones complementarias de carácter general, y para suplir los vacíos en el ordenamiento

3.6 Consumo de Productos Avícolas

La avicultura puede realizar una contribución significativa en áreas donde la malnutrición infantil es común. El mejoramiento de los niveles nutricionales favorece el crecimiento, el desarrollo mental, el rendimiento en la escuela, la productividad del trabajo y reduce la incidencia de las enfermedades. (FAO, 2005)

En cuanto al consumo de pollo en la región, las cifras comprueban lo que ya sabemos: la carne de pollo es la proteína animal más popular en Latinoamérica, por una importante variedad de razones: es barata, saludable y deliciosa, y se está presentando cada día en formas más convenientes para el consumidor. (Wright, 2007)

Los programas de desarrollo avícola sostenibles en el medio rural, deben ser realizados a partir de los elementos que ya existen como punto de partida y confrontar las propuestas tecnológicas con las situaciones locales. El análisis de la relación entre costos y beneficios de las intervenciones programadas puede ayudar a identificar aquellas con mejores posibilidades de ser adoptadas por los avicultores. Los diseñadores de los programas deberían estar conscientes de que las aves son susceptibles de contraer enfermedades, de ser robadas y de sufrir las consecuencias de los predadores. (FAO, 2005)

En años recientes, con más énfasis en los alimentos saludables, el pollo reina como la carne más saludable. Así, también en el área de conveniencia al consumidor, el pollo es un alimento que se puede trabajar fácilmente para crear una gran variedad de productos hechos: desde el pollo entero, a las piezas, los

embutidos de pollo y finalmente las muchas presentaciones de pollo de procesamiento ulterior. (Wright, 2007)

El consumo de carne de pollo en Perú crece de modo exponencial desde principios de siglo, pasando de los 20 kg/persona/año al iniciar el milenio hasta los más de 40 de hoy en día (con picos de hasta 70 kg/persona/año en la capital, Lima). Esto se debe al crecimiento sostenido que ha vivido en los últimos años la economía peruana y al hecho que la carne de pollo es la más popular en el país. La producción de carne de pollo también está experimentando un paulatino crecimiento en el país andino en los últimos años. (Avicultura.com, 2016)

Con relación a la información recopilada en el presente trabajo de investigación, la producción de carne de ave y huevo ha sido en el año 2015 de 1,330 (miles de Tn) y 513.5 (miles de Tn), respectivamente; siendo el consumo per cápita de ave de 43.05 (kg/hombre/año) y de huevo de 198 (unidades/ Hb). La ciudad que consume mayor cantidad de pollo, es Lima, con 76.4 (kg/hb) (APA, 2017)

En lo referente a canales de comercialización, en Lima Metropolitana la venta de carne de pollo se concentra en los mercados de abastos (77% del volumen de venta), seguido de la demanda de cadenas de pollerías (15%). El porcentaje restante se destina a supermercados, restaurantes, hoteles, etc. En provincias se estima que la participación de los mercados de abastos sería mucho mayor que en Lima. (MINAGRI, 2016)

En la sierra y selva predominan los sistemas de producción a escala familiar. Las principales zonas productoras en el 2013 fueron Lima (53% del total nacional), La Libertad (18%), Arequipa (9%) e Ica (5%), según estadísticas del MINAGRI. (APA, 2017)

En esta misma línea, en el mercado existen un poco más de 60 empresas avícolas formales, de las cuales 12 serían grandes empresas y el resto estaría entre medianas y pequeñas empresas, según cifras de la Asociación Peruana de Avicultura (APA, 2017).

Asimismo, se estima que el 30% de la producción local proviene de productores informales. Por otro lado, las seis principales empresas concentran un poco más del 60% de la oferta nacional.

Sin embargo, la producción avícola se ve mermada frente a la presencia de enfermedades de gran impacto económico, como la Laringotraqueítis Infecciosa de las aves, que en el 2010 originó un impacto negativo en la producción de pollos de engorde, generando pérdidas económicas por disminución de los parámetros productivos, aumento de la mortalidad y consumo de medicamentos (Mc Inerney, 1994; Alexander y Nagy, 1997; Chacón, 2008). (López, 2015)

3.7 Enfermedades Transmitidas por Alimentos-ETAs

Las enfermedades transmitidas por los alimentos son generalmente de carácter infeccioso o tóxico y son causadas por bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas que penetran en el organismo a través del agua o los alimentos contaminados. (OMS, 2015)

Los patógenos de transmisión alimentaria pueden causar diarrea grave o infecciones debilitantes, como la meningitis. La contaminación por sustancias químicas puede provocar intoxicaciones agudas o enfermedades de larga duración, como el cáncer. Las enfermedades transmitidas por los alimentos pueden causar discapacidad persistente y muerte. Algunos ejemplos de alimentos insalubres son los alimentos de origen animal no cocinado, las frutas y hortalizas contaminadas con heces y los mariscos crudos que contienen biotoxinas marinas. (OMS, 2015)

3.8 Perfiles de Riesgo

Los perfiles de riesgo son una parte importante de “las Actividades Preliminares de la Gestión de Riesgo” cuando se aplican de un marco de gestión de riesgos (MGR) a un problema de inocuidad de los alimentos. Proporcionan información científica a los gestores de riesgo y a la industria, que les ayudará a diseñar sistemas de control de inocuidad de los alimentos hechos a la medida de los sistemas individuales de producción y elaboración de alimentos. (CAC/RCP 78-2011).

3.9 Investigación sobre evaluaciones toxicológicas y dosis de referencia a la exposición, respecto a ingredientes activos de mayor uso para el control de enfermedades aviares.

3.9.1 Evaluación toxicológica

El riesgo es un término estadístico que define la probabilidad de que un evento indeseable suceda, y comprende entre otras cosas la medición de la magnitud de ese riesgo, a través de modelos matemáticos.

La evaluación toxicológica de estas sustancias la realiza el JECFA (WHOFAO), en general la evaluación varía respecto del agente y el tipo de sustancia en cuestión, en resumen los efectos toxicológicos de estos residuos están en general determinados sobre la base de bioensayos.

Para el caso de los antibióticos es muy importante conocer cuáles son los efectos sobre la flora gastrointestinal del ser humano, ya que pueden dar lugar a cepas de bacterias resistentes, sobre todo de la familia enterobacteriaceae.

La mayor parte de los fenómenos de resistencia, ha sido demostrada para antibióticos β lactámicos, cloranfenicol, eritromicina, los responsables son un tipo de plásmidos denominados FR (factor R) que transmiten los genes de resistencia entre bacterias G – básicamente.

Luego de codificados los genes de la resistencia, la bacteria adquiere la capacidad de resistir y transmitir esta propiedad a otras bacterias, lo hace por varios mecanismos, uno de ellos es la elaboración de enzimas inactivadoras, es el caso de las betalactamasas, produciendo hidrólisis irreversible del anillo β láctámico.

El riesgo toxicológico se mide a través de dos parámetros conocidos como ADI o IDA que significa ingesta diaria admisible y MRL o LMR que corresponde al máximo nivel residual.

La ingesta diaria admisible está basada en el nivel de no efecto observado (NOEL) y para el caso de los antibióticos este parámetro está basado en la CIM (concentración inhibitoria mínima). IDA o ingesta diaria admisible es la cantidad de sustancia que puede ser ingerida por el hombre sin que le produzcan efectos adversos, está muy relacionada con el LMR o límite máximo residual que es la cantidad máxima de un tóxico que puede aparecer como residuo en un alimento, ambas medidas están relacionadas con el NOEL nivel de no efecto.

Es necesario conocer estos parámetros para establecer el máximo nivel residual.

Muchas de las sustancias tienen actividad tóxica o farmacológica dependiendo de la dosis, como también es importante su cuantificación para poder medir la magnitud del riesgo.

Es el caso de aquellas sustancias que se sospechan poseen toxicidad de tipo crónica o carcinogénica capaces de inducir cáncer, teratogénico capaces de producir malformaciones en el feto en desarrollo sobre todo si son ingeridos durante el primer tercio del embarazo, es el caso del albendazol que demostró ser teratogénico cuando se lo administró a ovejas gestantes durante la primera etapa de la gestación (Delatour et al) (Hesshen 1995)

Un efecto farmacológico conveniente en los animales o los seres humanos podría ser indeseable para los consumidores a causa de los residuos de un agente con actividad farmacológica, especialmente si son extremadamente sensibles a dicho efecto. Los agentes β -bloqueantes cuyo efecto farmacológico inadvertido podría ser sumamente nocivo para personas con enfermedades cardiovasculares o respiratorias. Otros ejemplos incluirían tranquilizantes, agonistas de los adrenoreceptores β , vasodilatadores y anestésicos. En consecuencia, los principales efectos farmacológicos deben considerarse adversos y evaluarse junto a los efectos toxicológicos de los residuos de fármacos de uso veterinario.

4. MARCO METODOLOGICO

El presente Trabajo Final de Graduación (TFG) es de tipo descriptivo, con el cual se pretende detallar cada uno de los factores y sub-factores de riesgo que afectan a la inocuidad de los productos y subproductos avícolas, especialmente en las etapas de producción y procesamiento primario, en las cuales existe un potencial riesgo de contaminación de estos productos, para lo cual se utilizó el método cuantitativo desarrollado por un experto en análisis de riesgo, bajo un programa de asistencia técnica con la FAO¹.

Sobre la base de la información compilada para el presente estudio, se ha calculado el factor de riesgo respecto al consumo de pollo en el consumidor de la costa del Perú, cuyos criterios se encuentran detallados en el Anexo 2.

Es preciso mencionar que el desarrollo para el cálculo de riesgo del producto (pollo), consideró los sub-factores de riesgo por medicamentos veterinarios, por contaminantes y por higiene (microorganismos), así como el factor de consumo aparente.

Cada sub-factor de riesgo contempló no solo la toxicidad o patogenicidad, sino también el sub-factor de consumo, el sub-factor de producción considerando sus diferentes componentes, así como el sub-factor de concentración y productividad.

El cálculo se basó en la siguiente ecuación integradora, para obtener un factor final que oscile entre 0 y 1; siendo el 1 el mayor valor de riesgo.

1. Cálculo del Factor de Riesgo del producto (F_{RP}), aplicando la siguiente ecuación:

$$F_{RP} = \frac{\left[F_{Ca} \frac{(F_{RP} + F_{RMV} + F_{RC} + F_{RH})10}{Z} F_A \right]}{10^f}$$

¹ Woller Thierry, FAO 2014 – ver desarrollo en el anexo 2 de la presente tesina.

Donde:

F_{RP} : es el factor de riesgo por residuos de plaguicidas

F_{RMV} : es el factor de riesgo por residuos de medicamentos veterinarios

F_{RC} : es el factor de riesgo por contaminantes

F_{RH} : es el factor de riesgo por higiene (patógenos)

Z: divisor correspondiente a la cantidad de factores de riesgo incluidos en el cálculo, sin considerar el F_{ca} ni el F_A

f : exponencial correspondiente a la cantidad de sub-factores individuales considerados

2. Para una mejor explicación, se ha dividido la cadena alimentaria avícola, de la siguiente manera:
 - a. Productores de alimentos o piensos para aves (con la incorporación de sustancias activas).
 - b. Productores de aves con la administración de medicamentos veterinarios como profilaxis pero también como uso preventivo.
 - c. Procesadores de productos y subproductos avícolas.
 - d. Comercializadores formales.
 - e. Comercializadores informales.
 - f. Consumidores

3. Por tanto, el nivel de riesgo estará dado por:
 - a. Los piensos y su nivel de vigilancia por parte de la ASC y control por parte de los fabricantes
 - b. Medicamentos veterinarios y su nivel de vigilancia por parte de la ASC (autorización, uso, dosis, especie, periodo de retiro, etc.) y de control por parte de los fabricantes (calidad y trazabilidad).
 - c. Producción primaria: uso de medicamentos por parte de los productores (trazabilidad, cumplimiento de dosis y periodos de retiro) y de piensos medicados; vigilancia sanitaria de portadores (prevalencia de salmonelosis, etc.) por parte de la ASC y controles por parte del

- productor. Cumplimiento de Buenas Prácticas de Producción-BPP: Programa de muestreo de vigilancia (agua, piensos, aves).
- d. Procesamiento primario (faenado): Cumplimiento de BPM, POES, HACCP, ITR; Evaluaciones de vigilancia por la ASC y de control por la industria (temperatura, inspección *ante-mortem*, *post-mortem*, etc.). Programa de muestreo (carcasas, agua, instalaciones, operarios).
 - e. Comercialización de aves (pollos): Cumplimiento de la cadena de frío (temperatura de transporte y vigilancia). Sanidad de los transportes; Cumplimiento de Buenas Prácticas-BP; trazabilidad; cadena de frío en el comercio; programa de muestreo por parte del Ministerio de Salud sobre el producto; inspecciones de la municipalidad, etc.
 - f. Consumidores: Forma de consumo, cantidad y riesgos que asume el consumidor por falta de sensibilización / conocimientos. (Niveles de enfermedades relacionadas por alimentos – Diarrea Aguda; mortalidad, etc.)
 - g. Faena y comercialización clandestina: Deficiente control sanitario por parte de la autoridad municipal y malas prácticas por parte de los inspectores, entre otras.
4. Los niveles de riesgo se calculan por lo tanto, tomando en cuenta en la ecuación, los medicamentos y sustancias activas permitidos en el país y las dosis utilizadas; las prácticas de producción, el tipo de piensos y su origen; el tipo de cría del ave; la contaminación ambiental del lugar de cría (lugar y riesgos); el nivel de inocuidad de las prácticas de faena y de comercialización; las prácticas de consumo (cocción, cantidad, manejo, etc.); siendo la totalidad de esta información, las variables de cálculo para determinar los factores de riesgo del producto materia de estudio.
5. Finalmente, se realizará una investigación documental a través de una búsqueda y revisión bibliográfica, sobre las evaluaciones toxicológicas y las dosis de referencia a la exposición que han realizado organismos internacionales de los ingredientes activos que fueron identificados como

los de mayor uso para el control de enfermedades de las aves y comparados con análisis de contaminantes realizados en carne de pollo, en estudios previos realizados por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria- SENASA en la costa del Perú.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se detallan los principales resultados obtenidos correspondientes a:

1. Diagnóstico del sistema productivo

La avicultura se constituye en la actividad más importante del Perú, ya que además de ser generadora de empleo tiene también alta incidencia en el desarrollo de otras actividades agrícolas o industriales conexas de gran impacto económico para el país.

La industria avícola comercializa localmente alrededor de 350 millones de pollos al año con una facturación, a precios minoristas, de aproximadamente US\$1,000 millones, según fuentes del sector. De este monto alrededor del 70% corresponde a las ventas de pollo destinados a los mercados y cerca de 30% a los productos procesados (enteros empacados, trozados, hamburguesas, nuggets, etc.) dirigidos a supermercados, pollerías, restaurantes y hoteles. Cabe anotar que una de las fortalezas del sector es la alta preferencia del consumidor por la carne de pollo, la cual aporta, junto con el huevo, cerca del 70% de proteína animal consumida por la población peruana. En ese sentido, el consumo *per cápita* de carne de pollo bordea los 40 Kg. anuales, por encima del promedio de la región sudamericana (22 Kg). Otro factor positivo es que el nivel de productividad alcanzado es mayor al promedio mundial debido a ventajas comparativas de clima en la costa peruana. Asimismo, las principales empresas del sector han realizado durante los últimos años inversiones dirigidas a la instalación de modernas plantas de incubación y beneficio, así como en la implementación de plantas de alimentos balanceados con el fin de consolidar su integración vertical.

La mayor población de aves se ubica en la costa del Perú, con alrededor del 79% del total nacional, criadas principalmente bajo un sistema de producción intensivo. En esta región la crianza de pollos de carne y de gallinas ponedoras ha alcanzado un elevado nivel de organización empresarial,

destacándose la gestión bajo el sistema de integraciones. Una integración congrega a las empresas o establecimientos de alimentos balanceados, incubadoras, granjas de reproductoras y las granjas comerciales como una unidad empresarial. En la sierra (11%) y selva (10%) predominan los sistemas de producción a nivel de crianza familiar, destacándose la crianza conjunta de diversas aves como gallinas, patos y pavos, donde hacen uso como alimento residuos de cocina, granos de maíz y residuos de cosecha.

2. Buenas Prácticas de Producción

En el Perú la única disposición legal que se tiene respecto a la implementación de los lineamientos sobre las Buenas Prácticas de Producción e Higiene, se encuentran establecidas en el artículo 14° del Reglamento de Inocuidad Agroalimentaria, aprobado mediante Decreto Supremo N° 004-2011-AG, en la que se dispone que los productores de alimentos agropecuarios primarios deberán implementar los lineamientos sobre Buenas Prácticas de Producción e Higiene que establezca el SENASA.

En tal sentido, el SENASA ha elaborado guías o recomendaciones sobre Buenas Prácticas avícolas, respecto a incubación, reproducción, engorde, y faenamiento de aves, así como de producción de huevos; en las cuales se establecen condiciones mínimas a cumplir en la producción avícola para garantizar las buenas prácticas en cuanto a inocuidad alimentaria, sanidad, bienestar animal, seguridad de los trabajadores y protección del medio ambiente.

3. Uso y manejo de medicamentos veterinarios en el control de enfermedades

Mediante la Guía de Uso de Productos Farmacológicos Veterinarios², el

² Guía de Uso de Productos Farmacológicos Veterinarios
<https://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2014/12/GUIA-DE-USO-DE-PRODUCTOS-FARMACOLOGICOS-VETERINARIOS.pdf>,

SENASA brinda orientaciones respecto a la venta y administración de medicamentos veterinarios, recomendaciones para las diferentes vías de aplicación, uso responsable y prudente de fármacos en medicina veterinaria y las consecuencias del mal uso.

4. Factores de riesgo que afectan la inocuidad de los productos y subproductos avícolas, con énfasis en la costa del Perú.

Se han identificado como resultado de diversas auditorías efectuadas por el SENASA y según el análisis realizado a la información recogida durante estas actividades, los siguientes factores de riesgo:

- Uso indiscriminado de medicamentos veterinarios en los piensos y en el agua de bebida, debido a que no se cuenta con un programa de farmacovigilancia que realice la detección, evaluación y prevención de los riesgos y efectos adversos asociados a los medicamentos una vez comercializados e identifique a su vez los volúmenes de comercialización y su consecuente trazabilidad; habiéndose identificado el uso de medicamentos por encima de las dosis recomendadas por el fabricante.
- Deficiente vigilancia por parte de la ASC, por i) ausencia de programas de vigilancia de medicamentos veterinarios y programas de validación de residuos de medicamentos veterinarios en alimentos de origen animal; ii) debilidad en los programas de inspección de establecimientos productores, basado en análisis de riesgo, con mecanismos que permiten cuantificar los desvíos.
- Falta de control por parte de la industria, por deficiente implementación de programas efectivos de mitigación basados en riesgo.
- Deficiente cumplimiento de la legislación vigente respecto a inocuidad de los alimentos, por parte de los operadores económicos, en toda la cadena alimentaria avícola.
- Según un análisis de preferencia del consumo de carne de pollo, se ha determinado que culturalmente los consumidores prefieren adquirir pollo caliente en el punto de venta, ya que tienen el concepto que mientras menos tiempo tengan de muertos, son pollos frescos; existiendo por ello poca aceptación de adquirir un producto refrigerado o congelado.

- Sacrificio de aves en establecimientos no autorizados con condiciones insalubres y sin supervisión o fiscalización alguna; lo cual pone en serio riesgo la salud de los consumidores; habiéndose identificado que la existencia de lugares de matanza clandestina de pollo que no son vigilados o controlados por los municipios correspondientes, se encuentra en un 20% de la faena total.

5. Residuos de importancia toxicológica:

Para la estimación de una exposición basada en una IDA toxicológica, el residuo de interés es el residuo de importancia toxicológica. Este incluye normalmente todos los compuestos relacionados con la molécula (molécula madre con los metabolitos) y en la mayoría de los casos es idéntica a la totalidad de residuos determinada por estudios de depleción tisular radiométricos. Sin embargo, si se demuestra que un componente del residuo o una fracción de la totalidad de los residuos es toxicológicamente inactiva, es posible descontar ésta del residuo total o cualquier otra fracción de residuos que no sea biodisponible por vía oral o de metabolitos de los que se sabe que son toxicológicamente inactivos. (OIE)

La preocupación de la presencia de materiales xenobióticos en los alimentos, es consecuencia de muchos factores. Son de particular importancia los residuos de fármacos empleados como medicamentos para animales o como ayuda en la producción pecuaria y la frecuencia con que el consumidor podría estar expuesto a los mismos, produciendo un efecto farmacológico para el consumidor. Esto representaría una intrusión en la homeóstasis del cuerpo contra la cual esperarían los consumidores, con toda la razón, que se les protegiera.

Los fármacos que se encuentran en el animal en el momento del sacrificio y en una concentración causante de un efecto farmacológico representa el mayor riesgo en ese sentido.

El uso continuo en animales de un medicamento que deje residuos que puede ingerir el ser humano en los alimentos es permisible solo si se demuestra que

es inocuo. Se considera que se ha comprobado la inocuidad de un residuo cuando se demuestra que éste no produce ningún efecto tóxico en seres humanos, a pesar de su consumo diario durante toda la vida.

Para la evaluación de inocuidad de los residuos de fármacos de uso veterinario, y poder evaluar las consecuencias de los residuos en el sitio de inyección, exige información con respecto a la dosis y la formulación del fármaco y el período transcurrido desde la inyección.

Los siguientes son ejemplos de las clases de uso que pueden ocasionar elevadas concentraciones de residuos en el sitio de inyección:

- Administración de un medicamento inmediatamente antes del sacrificio, como cuando se inyecta en cerdos con tranquilizantes antes de transportarlos al lugar de sacrificio (esta indicación exige pleno efecto farmacológico del medicamento hasta el momento del sacrificio e impide tener un período de restricción). Estas consideraciones han llevado a muchos fabricantes a eliminar el uso inmediatamente antes del sacrificio de las indicaciones clínicas de sus productos.
- El tratamiento de los animales sacrificados para consumo humano antes de observar períodos de abstención apropiados (sacrificio con efectos desfavorables para el consumidor).
- Implante o inyección de medicamentos de acción prolongada con lentas tasas de absorción, por ejemplo, agentes anabólicos en tejidos comestibles.

5.1 Datos sobre residuos³

Se practicaron estudios de agotamiento de residuos con el medicamento sin marcar en ganado bovino, cerdos, pollos y pavos por diferentes vías de

³ Rico, Silvia *et al*, Residuos de medicamentos de uso veterinario. http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/residuos_de_medicamentos.htm.pdf

administración, incluso por vía oral en el agua y la ración y en inyección intramuscular.

Los estudios en que se administró tilosina sin marcar a los cerdos y al ganado bovino mostraron que la acumulación de una mayor cantidad de residuos en un tejido determinado depende del método de administración.

Con formas inyectables de tilosina y excluido el sitio de inyección, las concentraciones de residuos fueron mayores en los riñones y se redujeron más lentamente en éstos órganos, lo que indicó que los riñones podrían ser el tejido objetivo más apropiado. En cambio, en las formas farmacéuticas orales el hígado tuvo la mayor concentración de residuos y, por lo tanto, podría ser el tejido objetivo más apropiado cuando se administra el medicamento por vía oral. Los estudios sobre residuos en vacas lecheras y gallinas ponedoras indican que la tilosina pasa a leche y los huevos. En un grupo de 5 vacas, después de la inyección intramuscular de 17,6 mg diarios de tilosina por kg de peso durante 5 días, los residuos en la leche oscilaron entre una media de 0,75 mg por litro a las 0 hs y menos de 0,1 mg por litro a las 84 hs, detectados por un método microbiológico en el que se empleó *Sarcina lutea* como microorganismo de experimentación (límite de detección de 0,025 por litro).

El uso de medicamentos con indicación terapéutica específica del médico veterinario responsable actuante, es una constante en los establecimientos de producción pecuaria, y debido en algunos casos a la no implementación de programas preventivos, o a insuficiente ejecución de planes de éste tipo, como consecuencia un uso no racional de productos, es que aumenta considerablemente el riesgo de residuos de fármacos de uso en medicina veterinaria en la materia prima de alimentos de origen animal para consumo humano.

Las causas principales de presencia de residuos de medicamentos en materia prima de alimentos, son debidas a fallas en la observación de los períodos de

retiro previos a la faena o procesamiento y fallas en los retiros de leche, huevos y miel. Otras causas incluyen las fallas en el seguimiento de las directivas, pobres prácticas de control previas al procesamiento y negligencia humana.

Los factores de riesgo que están asociados a la presencia de medicamentos comprenden:

- La utilización de la sustancia fuera de las indicaciones del fabricante que se indican en el rótulo.
- El no respeto de los tiempos de retiro.
- Fallas en los registros de los animales tratados.
- Utilización de sustancias prohibidas, es decir desconocimiento por parte del profesional actuante de qué sustancias se permiten y cuáles no, en los distintos tipos de producciones, sea engorde, lechería o cría.

Usualmente la actividad tóxica de una sustancia depende de la dosis. Una sobredosis inadvertida puede causar intoxicación aun con sustancias usualmente consideradas como seguras. Errores de dosificación en la medicación del agua o el alimento frecuentemente conducen a toxicidad; estos errores pueden ser humanos o mecánicos por fallas en los sistemas de dosificación. Algunos factores medio- ambientales o de manejo pudieran modificar la exactitud de la dosificación de los medicamentos administrados con fines preventivos o terapéuticos, o bien puede haber interacciones entre las diferentes sustancias que no siempre son consideradas al administrar un tratamiento.

Cuadro 1.- Principales ingredientes activos autorizados en la producción avícola en Perú.

PRINCIPIO ACTIVO	USO	PERÍODOS DE RETIRO	DOSIS PERMITIDAS	
			ALIMENTO	AGUA
Amoxicilina+ Gentamicina	antimicrobiano	35 días		
Amprolio 200 G	antimicrobiano	6 horas		1 g/1 lt
Flumequina	antimicrobiano	2 días	1a semana: 100 g/1000 kg de ración	50 g/1000 lt agua
			2a - 4a semana: 200 g/1000 kg	100 g/1000 lt agua
			5a semana: 300g/1000 kg	150 g/1000 lt agua
Flumequina 10% + Colistina 4%	antimicrobiano oral	10 días		1,2 g/10 kg peso
3-Nitro-4-Hidroxfenilarsonico (Roxarsone)	promotor de crecimiento	5 días	125-250 g/TM	
Maduramicina	anticoccidial	5 días	100 g/TM	
Amoxicilina	antimicrobiano	7 días		42 mg/kg/3a 5 días
Apramicina	antimicrobiano	14 días	0-21 días: 1-1,5 kg/TM. +21d: 1,5-2,5 kg/TM	
Avilamicina	antimicrobiano	No requiere período de retiro	25-150 g/TM incrementar tasa ganancia peso 100-150 g/TM mejorar rendimiento canal	
Bacitracina	promotor de crecimiento	No requiere período de retiro	Pollos y pavos: 500 g/TM (50 ppm)	
			Ponedoras y reproductoras: 500-700 g/TM (50-70 ppm)	
Bambemicina	promotor de crecimiento	No existe período de retiro	25-50 g/TM	
Ceftriazona Sal Disodica	antimicrobiano	24 horas		
Ciprofloxacina	antimicrobiano	10 días		
Ciromazina	antiparasitario/i nsecticida	3 días	50 g/TM	
Clopidol+Etopabato	antiparasitario	5 días	3.3 mg/kg pv/día, equivalente 0.5 kg/TM	
Clorohidroxiquinolona	antimicrobiano	Sin información	25-50g/TM	
Clortetraciclina	antimicrobiano	Carne: 1 día.	2kg/TM	

Colistina (Sulfato)	antimicrobiano	Carne: 1 día. Huevos: 0 días	75,000-100,000 UI/kg pv/día. Como promotor: 100-150 g/TM. Preventivo: 150-300 g/TM. Terapéutico: 600-1,000 g/TM/5-7 D	
Decoquinato	antiparasitario	5 días	500 g/TM	
Diclazuril	antiparasitario	5 días	200 g/TM	
Difloxacin Clorhidrato	antimicrobiano	24 horas		500-1100 ml/1000 lt (10 mg/kg pv)
Dihidroyoduro De Etilendiamina	expectorante/ mucolítico	Sin información	250 g/TM	100 g/1000 lt
Doxiciclina	antimicrobiano	7 días		
Enramicina	antimicrobiano	No requiere período de retiro	Preinicio-crecimiento:63-125 g /TM Acabado: 38-63 g/TM	
Enrofloxacin	antimicrobiano	7 días	10 mg/kg pv/día. 50-150 g/100 kg alimento	
Eritromicina Tiocianato	antimicrobiano	3 días		1.2-2.4 g/Lt
Eritromicina + Fosfomicina	antimicrobiano	Carne: 3 días. Huevo: 6 días	150 mg/Kg de pv	
Espectinomycin+ Lincomycin	antimicrobiano	0 días	2 kg/TM	
Flavofosfolipol	promotor de crecimiento	0 días	Pollos: 1-20 g activo /TM (150-400 g del producto/TM Ponedoras: 2-5 g activo/TM (50-125 g producto/TM Pavos: 1-20 activo/TM (25-500 g producto/TM	
Florfenicol+Fosfomicina	antimicrobiano	7 días		100 g/5 lt agua (1.1 mg/ml
Florfenicol	antimicrobiano	7 días	30 mg/kg pv	
Flubendazol	antiparasitario	7 días	600-1200 g/TM	
Flumequina+Colistina	antimicrobiano	10 días		1.2 g/10 kg pv
Fosfomicina+ Trimetopim	antimicrobiano	3 días		1-2 ml/lt
Ftalilsulfatiazol	antimicrobiano	10 días		1 g/10 lt
Gatifloxacin	antimicrobiano	5 días		80 mg/1 Lt (0.1 ml/10 kg pv
Halquinol	antimicrobiano	No requiere período de retiro		

Ivermectina+Fenbendazol+Praziquantel	antiparasitario	21 días		
Kitasamicina	promotor de crecimiento	7 días	200-600 g/TM	
Lasalocid Sódico	anticoccidial	No requiere período de retiro	600-800 g/TM	
Levamisol+Fenbendazol	antiparasitario	14 días	20 g/50 kg	20 g./100 lt para 450 aves
Levamisol	antiparasitario	Carne: 13 días Huevos: 3 días		200 g/1000 lt
Levofloxacina-Colistina-Bronhexina	antimicrobiano	10 días		10 mg/kg pv. 3.75-5 mg colistina/kg pv. 0.5 mg Bromhexina/kg pv
Lincomicina	antimicrobiano	7 días	10 kg/TM (tratamiento) 4 kg/TM (control)	
Maduramicina+Nicarbazina	antiparasitario	4 días	500 g/TM (40 ppm Nicarbazina y 3.75 ppm Maduramicina)	
Maduramicina	antiparasitario	5 días	100 g/TM	
Monensina	anticoccidial	5 días	Pollos: 550 g/TM. Pavos: 450-550 g/TM. Ponedoras:500-1500 g/TM	
Narasina+Nicarbazina	anticoccidial	5 días	500-625 g/TM	
Neomicina	antimicrobiano	3 días	140-280 g/TM	
Nicarbazina	anticoccidial	5 días	500 g/TM	
Nitarsona	anticoccidial	5 días	0.875-1 kg/ton	
Norfloxacina	antimicrobiano	12 días		700 g/1000 Lt
Norfloxacina (Nicotinato)+Amoxicilina	antimicrobiano	10 días	100-200 mg/kg pv	0.5-1 g/lt
Norfloxacina+Bromhexina	antimicrobiano	5 días	100 g/100 kg	100g/200 Lt
Oxibendazole	antiparasitario	14 días	150 g/TM (dosis continua). 400-500 g/TM (dosis única)	
Oxitetraciclina+Ciprofloxacina	antimicrobiano	28 días		1g/8 lt (preventivo) 1 g/lt (Curativo)
Oxitetraciclina	antimicrobiano	Carne: 7 días Huevo:0-60 hrs		
Pefloxacina	antimicrobiano	7 días		10 mg/kg pv
Salinomicina	anticoccidial	5 días	250 g/TM	
Semduramicina	anticoccidial	Carne:0 días. Postura: 7 días	500 g/TM	

Sulfaclopiridazina-Trimetoprim	antimicrobiano	7 días	400 g/TM/5-7 días	33 g/200 Lt/3-4 días
Sulfaclozina Sodica Monohidratada	antimicrobiano	10 días		1g/Lt
Sulfadiazina+Trimetoprim	antimicrobiano	10 días	200-500 g/500 kg c/24 h/5 días	200-500 g/1000 Lt
Sulfadimetoxina	antimicrobiano	Sin información		2 g/lit
Sulfametoxazol+Trimetoprim	antimicrobiano oral	15 días	1.5 kg/TM	1 kg/1000 lt
Sulfametoxazol+Norfloxacina+Trimetoprim	antimicrobiano	10 días		40 mg/kg pv
Sulfamonometoxina+Trimetoprim	antimicrobiano	10 días	15/20 mg/kg pv	30-50 g/200 Lt
Sulfaquinoxalina	antimicrobiano	5 días		Prevención: 10 ml/3.5 lt. Tratamiento 40 ml/3.5 Lt
Sulfaquinoxalina+Amprolio	antimicrobiano	10 días		0.5 g/Lt
Terramicina Como Oxitetraciclina Dihidratada	antimicrobiano	5 días	500 g/TM	
Tetraciclina+Neomicina	antimicrobiano	5 días		200 g/100 Lt (Curativo) 100 g/100 Lt (Preventivo)
Tiamulina	antimicrobiano	1 día	100 a 200 ppm(1 a 2 kg/TM)	
Tilosina	promotor de crecimiento	Sin información	40-500 g/TM	
Tilmicosina	antimicrobiano	12 días		15-20 mg/kg pv
Tilosina+Doxiciclina	antimicrobiano	Carne: 5 días. No en ponedoras	1 kg/1000-2000 kg	1 kg/1000 lt
Tilosina + Amoxicilina	antimicrobiano	Carne: 2 días. No en ponedoras		100-150 mg/Kg pv.
Tilvalosina (Como Tartrato)	antimicrobiano	Carne: 2 días Huevos: 0 días	Preventivo: 400 g -1000g/TM. Tratamiento 1-2 kg/TM	
Toltrazuril	anticoccidial	Pollo: 16 días. Pavos: 14 días		1 ml/2 lt/24 horas/2 días
Virginiamicina	promotor de crecimiento	No requiere período de retiro	Inicio: 1 kg/TM Crecimiento: 0.75 kg/TM Acabado: 0.5 kg/TM	
Zinc Bacitracina	antimicrobiano	5 días	200-270 g/TM (30-40 ppm)	

Fuente: Sistema Integrado de Gestión de Insumos Agropecuarios e Inocuidad Agroalimentaria del SENASA

Cuadro 2.- LMRs establecidos por la normativa nacional de Perú en tejidos aviares

PRINCIPIO ACTIVO/ RESIDUO MARCADOR	Matriz	LMR (µg/kg)
Dihidroestreptomicina/ Estreptomicina	Músculo, hígado, grasa	600
	Riñón	1000
Espectinomicina	Hígado, grasa, huevos	2000
	Músculo	500
	Riñón	5000
Kanamicina	Músculo, grasa+piel	100
	Riñón	2500
Neomicina Sulfato	Músculo, hígado, grasa, huevos	500
	Riñón	10000
Amoxicilina	Músculo, grasa, hígado, riñón	50
Ampicilina	Músculo, grasa, hígado, riñón	50
Cloxacilina	Músculo, grasa, hígado, riñón	300
Bencilpenicilina	Músculo, hígado, riñón	50
Tiamulina	Músculo, grasa	100
	Hígado	1000
Enrofloxacin	Músculo, piel y grasa	100
	Hígado	200
	Riñón	300
Flumequina	Grasa	1000
	Músculo, hígado	500
	Riñón	3000
Difloxacin	Músculo	300
	Piel+grasa	400
	Hígado	1900
	Riñón	600
Florfenicol	Músculo	100
	Piel+grasa	200
	Hígado	2500
	Riñón	750

Lincomicina	Músculo	200
	Riñón, hígado	500
	Grasa	100
Eritromicina	Músculo, grasa+piel, hígado, riñón	100
	Huevos	50
Espectinomicina	Hígado, grasa, huevos	2000
	Músculo	500
	Riñón	5000
Espiramicina	Grasa	300
	Riñón	800
	Hígado	600
	Músculo	200
Tilosina	Grasa, músculo, hígado, riñón	100
	Huevos	300
Tilmicosina	Músculo, piel y grasa	75
	Hígado	1000
	Riñón	250
Avilamicina	Músculo, grasa y piel, riñón	200
	hígado	300
Sulfadimidina	Músculo, grasa, hígado y riñón	100
Clortetraciclina/Oxitetraciclina/Tetraciclina	Músculo	200
	Riñón	1200
	Hígado	600
	Huevos	400
Virginiamicina	Músculo, hígado	10
	Piel+grasa	30
	Riñón	60
Doxiciclina	Músculo	100
	Piel+grasa	300
Trimetoprim	Grasa, Músculo, hígado, riñón	50

Fuente: Resolución Ministerial N° 372-2016/MINSA

Los LMRs son valores umbral, específicos del principio activo que permiten validar si los tiempos de espera se están cumpliendo y proteger al consumidor de la exposición a los posibles residuos del tratamiento. Aunque son muy útiles como marco de referencia, no pueden extrapolarse para las validaciones de

limpieza y análisis de riesgo en plantas multiproducto, por una serie de diferencias en cuanto a objetivos y aplicación:

Al establecer los valores LMRs, aun considerando que los animales pueden recibir el tratamiento por cualquier vía (parenteral, oral, intramamaria, tópica), la exposición de la población al residuo es siempre por vía oral a través del consumo de alimentos procedentes del animal contaminado. Sin embargo, en el análisis de riesgos de fabricación en plantas multiproducto, es imprescindible tener en cuenta la vía indicada de los medicamentos producidos en la planta (oral en premezclas para piensos medicados, tópica en fabricación de antiparasitarios externos, etc.).

En los valores LMRs es fundamental tener en cuenta el comportamiento farmacológico de la sustancia en el organismo de la especie destino, las diferencias de toxicidad entre el principio activo primario y sus metabolitos, los residuos generados y su ritmo y vía de excreción, etc. porque la exposición de la población a la sustancia siempre se produce después de un metabolismo previo por el organismo del animal.

6. Análisis de contaminantes en carne de pollo

El SENASA ha desarrollado monitoreos de residuos químicos (residuos de medicamentos veterinarios y metales pesados) y contaminantes microbiológicos en carne de pollo desde el año 2011, en 10 regiones del Perú; cuyos resultados de los años 2015 y 2016 para las regiones de la costa han sido los siguientes:

Monitoreo de contaminantes para el año 2015

Cuadro 3: Distribución de muestras de carne de pollo conformes y no conformes para contaminantes microbiológicos, por región. Marzo 2015 a abril 2016

Región	Conformes	MUESTRAS NO CONFORMES, RESULTADOS Y ORIGEN DE MUESTRAS						Total no conforme	% No conforme
		<i>Salmonella</i> sp.	<i>Staph. Aureus</i> (U.F.C. /g)	Aerobios mesófilos (U.F.C. /g)	<i>E.coli</i> (U.F.C. /g)	Aerobios+ <i>E.coli</i> (U.F.C. /g)	<i>Staph.+ E.coli</i> (U.F.C. /g)		
Arequipa	3	0	N:1 13 X 10 Matadero privado	0	0	0	0	1	25.00%
Ica	0	0	0	0	N:1 24X10 ² Matadero municipal	N:1 34X10 ⁵ 60 Matadero municipal	N:1 25X10 78X10 Mercado municipal	3	100.00%
La Libertad	1	0	0	N: 3 83 X 10 ⁵ 33X10 ⁶ 54X10 ⁵ Mercado municipal	N:1 23 X 10 ³ Matadero privado	0	0	4	80.00%
Lambayeque	2	0	0	N:1 16X10 ⁶ Matadero privado	0	0	0	1	33.33%
Lima Callao	2	N:1 Matadero privado	N:1 39 X 10	0	N:2 37X 10 ³ 87X 10 ³ Mercado municipal	0	0	4	66.67%
Piura	2	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Tacna	1	0	0	0	0	0	N:1 25X 10 ² 40 X 10 Mercado municipal	1	50.00%
TOTAL	11	1	2	4	4	1	2	14	56.00%

Fuente: Informe de Monitoreo de Contaminantes en Alimentos Agropecuarios Primarios y Piensos, 2015

En relación a los resultados del análisis de residuos de medicamentos veterinarios y metales pesados para el monitoreo correspondiente al período marzo 2015 a abril 2016, éstos fueron todos conformes.

Monitoreo de contaminantes para el año 2016

Cuadro 4.- Distribución de muestras de carne de pollo conformes y no conformes para contaminantes microbiológicos, por región. Abril a diciembre 2016.

Región	Muestra conforme	MUESTRAS NO CONFORMES			TOTAL NO CONFORME	% No Conforme
		<i>Salmonella</i>	<i>Staph aureus</i> (U.F.C./ g)	<i>E.coli</i> (U.F.C./ g)		
Arequipa	2	1 Matadero privado	0	0	1	33.33%
Ica	2	0	N:1 60X10 Matadero privado	0	1	33.33%
La Libertad	3	0	0	N:1 33 X 10 Matadero privado	1	25.00%
Lambayeque	0	0	0	N:2 82 X 10 52 X 10 Matadero privado	2	100.00%
Lima Callao	7	0	0	N:1 66 X 10 Cámara frigorífica	1	14.29%
Piura	2	0	0	0	0	0.00%

Tacna	0	N:1 (Mercado municipal)	0	N:1 47 X 10 (Mercado municipal)	2	100.00%
TOTAL	16	2	1	5	8	33.33%

Fuente: Informe de Monitoreo de Contaminantes en Alimentos Agropecuarios Primarios y Piensos, 2016

Cuadro 5: distribución de muestras de carne de pollo conformes y no conformes para residuos de metales pesados, por región. Abril a diciembre 2016.

REGIÓN	MUESTRAS CONFORMES	MUESTRAS NO CONFORMES		% No conformidad
		Arsénico	Total No Conformes	
Arequipa	3	0	0	0%
Ica	3	0	0	0%
La Libertad	4	0	0	0%
Lambayeque	0	2	2	100%
Lima Callao	5	3	3	37.50%
Piura	2	0	0	0%
Tacna	0	2	2	100%
TOTAL	17	9	7	29.17%

Fuente: Informe de Monitoreo de Contaminantes en Alimentos Agropecuarios Primarios y Piensos, 2016

De los resultados obtenidos se puede deducir que la contaminación por arsénico se debe a los altos niveles de arsénico en el agua de bebida de los bebederos.

7. Cálculo del Factor de Riesgo respecto al consumo de pollo

El factor de riesgo, calculado en base a la metodología descrita en el anexo 2, arrojó valores relativamente bajos, si no se considera el factor de antecedentes.

Por lo cual, desde el punto de vista del factor de riesgo por medicamentos veterinarios, con un valor de riesgo de 0,03 (3%), no indicaría un problema la cantidad de medicamentos legales utilizados para la producción de pollos⁴ (no se ha considerado aquí, el probable uso de medicamentos no autorizados para esta especie o directamente no autorizados en el país). El factor de riesgo por contaminantes, sin usar el factor de antecedentes, arroja un riesgo de 0.06 (6%) lo que es insignificante, pero en este caso, al existir un programa de vigilancia, se consideró el factor por antecedente, lo que incrementó el valor de contaminantes a 0.28 (28%) lo que representa un riesgo inaceptable.

Asimismo, el factor por higiene, sin usar el factor de antecedentes, arroja un riesgo de 0.04 (4%) lo que es insignificante, pero usando los datos de los programas de vigilancia microbiológica del 2015 y 2016, se consideró el factor por antecedentes, aumentando el riesgo por higiene a 0.18 (18%) lo que representa un riesgo inaceptable.

Sin embargo, cuando se recalculó el factor de riesgo del producto (pollo) considerando los factores por antecedentes, en vez del valor general de 0.04 (4%), se obtuvo un valor final de 0.14 (14%) lo que debe considerarse como un valor de alerta⁵, que si bien no es crítico, nos indica claramente que deben implantarse programas de mitigación para reducir ese riesgo.

8. Factores de protección que mitigan los riesgos significativos

Teniendo en cuenta las etapas de la cadena alimentaria, se evidencia que la faena, sobre todo la de tipo informal y la comercialización de carne de pollo son las etapas más críticas; debido a la deficiencia en la conservación del producto, aunado a la falta de identificación, lo que no garantiza su trazabilidad; debiendo por ello sensibilizarse a la población consumidora.

⁴ Debe considerarse que muchos compuestos aprobados y usados para su uso en la producción aviar, no se han podido clasificar por falta de IDA y han sido incorporados en la categoría más baja. Por lo tanto, es de esperar que el valor de riesgo por medicamento tienda a incrementarse en un futuro cercano.

⁵ Sobre todo que se desconoce el factor por antecedentes en medicamentos veterinarios por no existir un programa de vigilancia y se desconoce en gran medida los valores de IDA y/o NOAEL de la mayoría

6. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los cálculos realizados, podemos demostrar que el factor de riesgo para carne de pollo en Perú, en la etapa primaria (no contempla la fase de comercialización y del consumidor), es de 0.14, (lo que es igual que un 14% de nivel de riesgo) lo cual está dentro del parámetro de riesgo establecido, que va del 10 al 15 %.
2. Es importante señalar que el factor de riesgo obtenido para residuos de medicamentos veterinarios fue de 0.03, indicando que a pesar de tener muchos medicamentos aprobados, da un valor bajo por tener muchas drogas aprobadas de las cuales se desconoce el valor IDA o NOAEL, y no existe un programa de vigilancia para conocer los riesgos por antecedentes. Sin embargo, en algunos estudios independientes se ha encontrado valores altos de residuos de quinolonas, aunque no se ha podido demostrar si eran de producción industrial o de circuitos informales.
3. Por otro lado, el factor de riesgo de contaminantes fue de 0.06 dado el riesgo de la presencia de algunos contaminantes tales como dioxinas (que ha sido motivo de rechazo de productos importados) y metales pesados (arsénico). La contaminación por arsénico se debe a los altos niveles de arsénico en el agua de bebida de los bebederos.
4. De acuerdo a la evaluación por contaminación microbiológica, el factor de riesgo muestra un valor de 0.04, lo que indica un riesgo bastante bajo en la producción industrial.
5. Sin embargo, existe riesgo por el abuso de antimicrobianos en la producción avícola, lo cual puede conllevar a generar resistencia a los antimicrobianos en los consumidores. Los estudios realizados por Salud en

serovariedades de Salmonella, demuestran un aumento en la resistencia microbiana a antibióticos que se utilizan en la avicultura⁶.

6. Respecto al impacto sanitario en los consumidores de la costa peruana, debe considerarse las condiciones de comercialización. Culturalmente, el consumidor peruano considera que un pollo refrigerado no es “fresco” por lo cual, la cadena de comercialización informal y, en algún caso formal, no refrigera ni mantiene refrigerado el pollo faenado. Con las temperaturas promedio en la costa peruana de 24°C, y los resultados en el monitoreo (56 % y 33 % de las muestras no conformes en 2015 y 2016 respectivamente) debería esperarse un desarrollo microbiano importante y con ello, un impacto importante en eventos de ETA⁷.
7. Las acciones de mitigación de riesgo, en orden de importancia son:
 - a) Regular la obligatoriedad que solo pueda venderse pollo identificado que pueda trazarse (origen, fecha faena, fecha vencimiento, lote, entre otros).
 - b) Aumentar la vigilancia de mercado y obligar a los comerciantes que solo pollos de origen trazado, refrigerados o congelados puedan venderse, con acciones concretas sobre los mercados informales (incluido los mataderos clandestinos).
 - c) Al mismo tiempo, debe acompañarse esta acción con una campaña de sensibilización a la población, comunicando la importancia de conservar los pollos refrigerados durante toda su vida útil y en salvaguardia de su

⁶ El perfil de resistencia del total de cepas según el orden de su frecuencia fue: Nitrofurantoina (73%), Acido nalidixico (64%), Ciprofloxacina (63%), Tetraciclina (61%), Ampicilina (55%), Sulfametoxazol/Trimetoprim (55%), Cefotaxima (52%) y Cloranfenicol (49%). El 43 % (232) de cepas (S. Infantis 202, S. Choleraesuis 02, S. Typhi 01 y S. spp. 25) fueron resistentes a 8/10 antibióticos. El 43.3% (234) de cepas (S. Infantis 208, S. Choleraesuis 01, y S. spp. 25) fenotípicamente fueron productoras de Betalactamasa de espectro extendido (BLEE) y el 83% de estas cepas fueron resistentes a 8 / 10 antibióticos.

⁷ Considerando que el 5 % de mortalidad en niños menores de 5 años en Perú es debido a diarreas http://www.who.int/whosis/whostat/ES_WHS2011_Full.pdf

salud y que el consumidor este sensibilizado en la necesidad de comprar pollo refrigerado y trazado al origen.

- d) Aumentar las inspecciones sanitarias a los mataderos de pollo, garantizando que se refrigere correctamente e identifique de manera inequívoca el origen y su trazabilidad. Los establecimientos deben disponer de cámaras de enfriamiento funcionales que estén dimensionadas de acuerdo a la faena, para garantizar que todo producto distribuido este en temperatura de enfriado (-1 a + 2°C).
- e) Aumentar la vigilancia a los establecimientos procesadores de piensos para pollo, en cuanto a los principios activos permitidos y sus dosis, garantizando la trazabilidad completa de cada lote de piensos comercializados.(Materias primas y granja de destino del producto)
- f) Aumentar la vigilancia en las granjas en cuanto a las prácticas en tratamientos (piensos y medicamentos administrados por agua) exigiendo que cada lote este trazado.
- g) Mejorar los programas de vigilancia y control de medicamentos veterinarios con el propósito de evitar la comercialización de productos fuera del circuito oficial (con trazabilidad al comprador).

7. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda lo siguiente:

1. Analizar la necesidad de llevar a cabo la evaluación de riesgo para la producción de carne de pollo nacional, en el marco de la cadena productiva.
2. Fortalecer el proceso de evaluación para el registro de productos farmacológicos para el control de enfermedades aviares, cuyos principios activos se encuentren evaluados y recomendados en orden de prelación por el Codex Alimentarius, la Unión Europea o la FDA de Estados Unidos.
3. La presencia de arsénico en los monitoreos realizados, se debe a los altos niveles de arsénico en el agua de bebida de los bebederos, para lo cual, se recomienda que éstas aguas arsenicales se deben tratar con osmosis inversa para el uso de agua de bebida de los animales de consumo.
4. Establecer espacios de comunicación, en los cuales los consumidores adquieran información precisa sobre los riesgos que puede implicar para la salud, la presencia de ciertos principios activos y contaminantes en los alimentos.
5. Implementar acciones de mitigación de riesgo, en orden de importancia y de acuerdo a lo siguiente:
 - a) Regular la obligatoriedad que solo pueda venderse pollo identificado que pueda trazarse (origen, fecha faena, fecha vencimiento, lote, entre otros).
 - b) Aumentar la vigilancia de mercado y obligar a los comerciantes que solo pollos de origen trazado, refrigerados o congelados puedan venderse, con acciones concretas sobre los mercados informales (incluido los mataderos clandestinos).

- c) Al mismo tiempo, debe acompañarse esta acción con una campaña de sensibilización a la población, comunicando la importancia de conservar los pollos refrigerados durante toda su vida útil y en salvaguardia de su salud y que el consumidor este sensibilizado en la necesidad de comprar pollo refrigerado y trazado al origen.
- d) Aumentar las inspecciones sanitarias a los mataderos de pollo, garantizando que se refrigere correctamente e identifique de manera inequívoca el origen y su trazabilidad. Los establecimientos deben disponer de cámaras de enfriamiento funcionales que estén dimensionadas de acuerdo a la faena, para garantizar que todo producto distribuido este en temperatura de enfriado (-1 a + 2°C).
- e) Aumentar la vigilancia a los establecimientos procesadores de piensos para pollo, en cuanto a los principios activos permitidos y sus dosis, garantizando la trazabilidad completa de cada lote de piensos comercializados.(Materias primas y granja de destino del producto)
- f) Aumentar la vigilancia en las granjas en cuanto a las prácticas en tratamientos (piensos y medicamentos administrados por agua) exigiendo que cada lote este trazado.
- g) Mejorar los programas de vigilancia y control de medicamentos veterinarios con el propósito de evitar la comercialización de productos fuera del circuito oficial (con trazabilidad al comprador).

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Actualidad Avipecuaria. 2012. Procesamiento Avícola Peruano: El reto de cambiar para ganar. Disponible en: <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/procesamiento-avicola-peruano-el-reto-de-cambiar-para-ganar.html> Consultado el 28 de junio de 2017.
2. Alders Robyn *et al.* (2009). Village poultry: still important to millions, eight thousand years after domestication. *World's Poultry Science Association*,
3. Anadón Navarro Arturo, *et al.* 2012. Residuos de medicamentos de uso veterinario: Toxicología alimentaria. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=m0z-FMwLwf4C&pg=PA398&dq=residuos+de+medicamentos+veterinarios+como+factor+de+riesgo+en+salud+p%C3%BAblica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwipotL20p7VAhVIQyYKH8-CXcQ6AEITAA#v=onepage&q=residuos%20de%20medicamentos%20veterinarios%20como%20factor%20de%20riesgo%20en%20salud%20p%C3%BAblica&f=false> Consultado el 16 de julio de 2017.
4. Asociación Peruana de Avicultura-APA. 2017. Disponible en: <http://www.apa.org.pe/html/nuestros-servicios-estadistica.php> Consultado el 06 de Julio de 2017.
5. Campos, Héctor. Second FAO E-Conference on Veterinary Services. 1998. Los Diez Mandamientos del Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio.
6. Carrero Beatriz, *et al.* 2017. Cálculo de PDE para instalaciones multiproducto de medicamentos veterinarios. Disponible en: <http://azierta.eu/2016/03/30/calculo-pde-instalaciones-multiproducto-medicamentos-veterinarios/>
7. Castro de Esparza, M.L.2006. Presencia de arsénico en el agua de bebida en América Latina y su efecto en la salud pública. Disponible

- en: <http://bvsper.paho.org/bvsacd/cd51/arsenico-agua.pdf> Consultado el 18 de septiembre de 2017.
8. *Codex Alimentarius*. Principios y Directrices para la Aplicación de la Evaluación de Riesgos Microbiológicos. CAC/GL 30-1999. Adoptado en 1999. Enmendado en 2012, 2014. Roma, Italia: 1999
 9. Código Sanitario para los Animales Terrestres de la Organización Mundial de Sanidad Animal-OIE. 2017
 10. Comisión de las Comunidades Europeas. 2000. Libro Blanco sobre Seguridad Alimentaria.
 11. Comisión del *Codex Alimentarius*. CAC/ GL 71. 2009. Directrices para el diseño y la implementación de programas nacionales reglamentarios de aseguramiento de inocuidad alimentaria relacionados con el uso de medicamentos veterinarios en los animales destinados a la producción de alimentos.
 12. Comisión del *Codex Alimentarius*. CAC/ RCP 78-2011. Directrices para el Control de *Campylobacter* y *Salmonella* en la Carne de Pollo.
 13. Crecimiento constante del consumo de carne de pollo en el Perú. 2016. Disponible en: <http://www.avicultura.com/2016/06/07/crecimiento-constante-del-consumo-de-carne-de-pollo-en-peru/> Consultado el 28 de Julio de 2017.
 14. Decreto Legislativo 1062, Ley de Inocuidad de los Alimentos.
 15. Decreto Supremo N° 034-2008-AG. Reglamento de la Ley de Inocuidad de los Alimentos.
 16. ICA Comunica. Inocuidad: producción de alimentos sanos para los consumidores y una herramienta competitiva para los productores. Disponible en: [http://www.ica.gov.co/Periodico-Virtual/Prensa/2013-\(1\)/Inocuidad-produccion-de-alimentos-sanos-para-los-c.aspx](http://www.ica.gov.co/Periodico-Virtual/Prensa/2013-(1)/Inocuidad-produccion-de-alimentos-sanos-para-los-c.aspx) Consultado el 19 de Julio de 2017.
 17. FAO y OMS. 2002. Foro Mundial de Autoridades de Reglamentación sobre Inocuidad de los Alimentos.. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=m969SBGpxCUC&pg=PA155>

- [&dq=rechazos+alimentos+origen+animal&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi-0o2L9KLVAhWFMYKHFVkdPkQ6AEIPzAF#v=onepage&q=rechazos%20alimentos%20origen%20animal&f=false](#) Consultado el 4 de Julio de 2017.
18. FAO y OMS. 2007. Análisis de Riesgos relativos a la inocuidad de los alimentos. Guía para las autoridades nacionales de inocuidad de los alimentos. Estudio FAO Alimentación y Nutrición 87.
 19. FAO-OMS. 2009. Principles and Methods for the Risk Assessment of Chemicals in Food. Environmental Health Criteria 240. World Health Organization.
 20. Gestión de la Inocuidad de los Alimentos. Disponible en: <https://labcalidad.files.wordpress.com/2014/10/gestic3b3n-de-la-inocuidad-de-los-alimentos.pdf> Consultado el 28 de julio de 2017
 21. Gorris, L. Performance objectives and performance criteria – two sides of the food chain. Holanda: Mitt. Lebensm. Hyg. 95, 21-27, 2004.
 22. Guía para el cálculo del período de retiro en tejidos comestibles. Disponible en: <http://www.rr-americas.oie.int/index.php?id=316> Consultado el 25 de agosto de 2017.
 23. Hernández Rodríguez Manuel, *et al.* 1999. Tratado de Nutrición. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=SQLNJOsZClwC&pg=PA521&dq=tipos+residuos+medicamentos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjP-uv-65XVAhVnhlQKHfmkAJQQ6AEILjAC#v=onepage&q=tipos%20residuos%20medicamentos&f=false> Consultado el 17 de Julio de 2017.
 24. Lavagni, Giannina. 2007. Evaluación de la situación de los objetivos de inocuidad de los alimentos y de los criterios de rendimiento en la legislación de costa rica, bajo el enfoque del análisis de riesgos.
 25. López Lupe *et al.* 2015. Impacto Económico de Laringotraqueitis Infecciosa Aviar en una Granja de Pollos de Carne en Lima, Perú.

- Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172015000400010&script=sci_arttext Consultado el 05 de Julio de 2017.
26. Manual de Procedimiento de la Comisión del *Codex Alimentarius*, Vigésima cuarta edición. 2015
 27. Naranjo, Juliana. 2011. Propuesta de un perfil de riesgo químico establecido para la mora de castilla (*Rubus Glaucus Benth*) producida en Colombia.
 28. Organización Mundial del Comercio-OMC. 1995. Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio.
 29. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO. 2002. Cumbre Mundial sobre la Alimentación. Alimentos Inocuos y Nutritivos para los Consumidores. Disponible en: <http://www.fao.org/worldfoodsummit/sideevents/papers/y6656s.htm> Consultado el 12 de Julio de 2017
 30. Organización Mundial de la Salud-OMS. 2015. Inocuidad de los Alimentos. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs399/es/> Consultado el 28 de julio de 2017
 31. Ortega Sánchez de Tagle J. 2016. Inocuidad Alimentaria en la Producción Avícola. Disponible en: <http://bmeditores.mx/inocuidad-alimentaria-en-produccion-avicola/> Consultado el 12 de Julio de 2017.
 32. Producción y Comercialización Avícola. 2016. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas. Ministerio de Agricultura y Riego. Disponible en: <file:///C:/Users/Meche/Downloads/sector-avicola-enero2016.pdf> Consultado el 06 de Julio de 2017.
 33. Quino Willi et al. 2016. Serovariedades y Patrones de Susceptibilidad a los antimicrobianos de las cepas de Salmonella remitidas al Instituto Nacional de Salud. X Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Salud. Disponible en

<http://xcongreso.ins.gob.pe/resumenes-online> Consultado el 22 de septiembre de 2017.

34. Reglamento de Ejecución (UE) N° 931/2011 de la Comisión de 19 de septiembre de 2011. Relativo a los requisitos en materia de trazabilidad establecidos por el Reglamento (CE) n o 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo para los alimentos de origen animal. Diario Oficial de la Unión Europea del 20.9.2011
35. REGLAMENTO (CE) No 178/2002 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 28 de enero de 2002. Por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria.
36. REGLAMENTO (UE) N° 37/2010 Relativo a las sustancias farmacológicamente activas y su clasificación por lo que se refiere a los límites máximos de residuos en los productos alimenticios de origen animal.
37. Resolución Directoral N° 154-2011-AG-SENASA-DIAIA, Guías de Buenas Prácticas de Producción e Higiene. Guía de Buenas Prácticas Avícolas (Reproducción y engorde).
38. Resolución Ministerial 372-2016-MINSA, Norma que aprueba la NTS N° 120-MINSA/DIGESA-V.01. "Norma sanitaria que establece los Límites Máximos de Residuos (LMR de medicamentos veterinarios en alimentos de consumo humano.
39. Robyn Alders-FAO. 2005. Producción avícola por beneficio y por placer.
40. Ventura da Silva, Marisa. 2008. Aves de corral y productos avícolas: riesgos para la salud humana. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/016/al742s/al742s00.pdf> Consultado el 28 de Julio de 2017.
41. Woller Thierry, FAO 2014, Desarrollo de los Planes y programas de Vigilancia y Control de Residuos y Contaminantes en Alimentos Agrícolas-Pecuarios y Mitigación de Riesgos a través de la

cuantificación de los riesgos por residuos, contaminantes e higiene de los alimentos.

42. Wright, Chris. 2007. Consumo de Productos avícolas en Latinoamérica. Disponible en: <http://www.wattagnet.com/articles/3091-consumo-de-productos-avicolas-en-latinoamerica> Consultado el 28 de Julio de 2017.

9. ANEXOS

9.1 Anexo 1: ACTA DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN

ACTA (CHARTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)

Nombre y apellidos: Mercedes Lucía Flores Cancino
Lugar de residencia: Lima - Perú
Institución: Universidad para la Cooperación Internacional – UCI
Cargo / puesto: Estudiante Maestría en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos

Información principal y autorización del PFG	
Fecha:	Nombre del proyecto: Identificación y caracterización de factores de riesgo en la cadena avícola peruana y su impacto en el consumidor de la costa del Perú.
Fecha de inicio del proyecto: 01 de julio 2017	Fecha tentativa de finalización: 01 de noviembre 2017
Tipo de PFG: (tesina / artículo) Tesina	
Objetivos del proyecto General: Evaluar el impacto del consumo de productos avícolas en la población ubicada en la costa peruana, para determinar el nivel de riesgo en los consumidores. Específicos: - Analizar las etapas de la cadena avícola, desde la producción primaria hasta el consumo, para la identificación y caracterización de los factores de riesgo que afectan a la inocuidad de los productos y subproductos de consumo humano. - Comparar la producción y el procesamiento de los productos avícolas, en sus diferentes etapas, para determinar los factores de protección que mitiguen los riesgos significativos.	
Descripción del producto: Los factores de riesgo en la cadena alimentaria, requieren de una evaluación que permita la caracterización de los riesgos y por tanto establecer estrategias que ayuden a la gestión. Por tanto, su caracterización va a permitir desarrollar medidas sanitarias a través de programas que contribuyan con la obtención de alimentos avícolas inocuos, de calidad y a su vez medir el impacto en el consumidor peruano de la costa.	
Necesidad del proyecto: La Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria, reconoce el derecho a la alimentación para que los habitantes del Perú mejoren su calidad de vida, sean libres e influyan en las decisiones que los afectan; asegurando la inocuidad y calidad de los alimentos. Para lo cual resulta necesario evaluar el impacto del consumo de los alimentos en la población, determinando los factores de riesgo que afectan su inocuidad; tema que a la fecha no se ha efectuado. De esta manera, el proyecto se convertiría en la línea base para definir la necesidad de llevar a cabo el análisis de riesgo en la cadena avícola peruana.	
Justificación de impacto del proyecto: El sector avícola peruano, representa el 28% del total de la producción agropecuaria del país y es responsable del 65% de la ingesta de proteína de origen animal.	

<p>En la cadena alimentaria avícola, se han identificado debilidades en la producción primaria, en la cual las buenas prácticas de producción son optativas y no obligatorias, así como falta de asesoramiento técnico y de un registro de establecimientos avícolas. A nivel de los mataderos privados y plantas de procesamiento de productos industrializados, así como en las plantas de procesamiento de huevos para consumo humano, las buenas prácticas de manufactura, los Programas de operación estándar de limpieza y desinfección (SSOP por sus siglas en inglés), planes internos de rastreabilidad/trazabilidad y el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés), son requisitos obligatorios. Sin embargo, en aproximadamente un 70% de establecimientos de este tipo, hay debilidad en su cumplimiento y falta de fiscalización por parte de la autoridad sanitaria. La vigilancia y control de la comercialización y el transporte de productos avícolas a cargo de los gobiernos locales (municipios), son deficientes; por tanto, se adolece en más de un 90% del cumplimiento de buenas prácticas de manufactura (BPM).</p> <p>En tal sentido, se requiere establecer una línea base sobre el sistema productivo avícola de la costa peruana, debido a que es la zona donde la producción y procesamiento de los productos derivados de esta especie, representando el 84% de la producción nacional, siendo Lima (60% del total), La Libertad (18%), Arequipa (8%) e Ica (4%), las regiones productivas más importantes de la costa.</p> <p>Dicha información contribuirá a fortalecer el sistema de vigilancia y control de la inocuidad de los productos y subproductos avícolas, establecido por las autoridades sanitarias del Perú.</p>	
<p>Restricciones:</p> <p>- Carencia de investigación en análisis de riesgo en alimentos, debido a que el Perú es uno de los países que menos invierte en investigación y desarrollo, porque se adolece de una cultura de investigación científica y porque no exista una política clara de ciencia y tecnología</p>	
<p>Entregables:</p> <p>Avances del PFG a la tutora para su seguimiento. Entrega del documento de PFG para su revisión y posterior aprobación del tribunal evaluador (Tutora y lector).</p>	
<p>Identificación de grupos de interés:</p> <p>Cliente (s) directo (s): Productores y procesadores de productos y subproductos avícolas. Cliente (s) indirecto (s): Consumidores, Ministerio de Salud, Servicio Nacional de Sanidad Agraria-SENASA</p>	
<p>Aprobado por Director MIA: Félix Modesto Cañet Prades</p>	Firma:
<p>Aprobado por profesora Seminario Graduación: MIA. Ana Cecilia Segreda Rodríguez</p>	Firma:
<p>Estudiante: Mercedes Lucia Flores Cancino</p>	Firma

9.2 Anexo 2: CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DEL FACTOR DE RIESGO RESPECTO AL CONSUMO DE POLLO

La caracterización de riesgos es la integración de toxicidad y datos de exposición para la expresión cualitativa o cuantitativa de riesgos para la salud del consumidor. En nuestro caso, buscamos cuantificarlo a través de una serie de sub-factores individuales, obtenidos a través de diversas consideraciones sobre el producto pecuario bajo estudio.

Su valor puede variar entre 0 y 1.

En este ejercicio del cálculo de riesgo para el pollo peruano, se ha considerado dos etapas fundamentales:

- a) Producción primaria donde el pollo se ve afectado por contaminantes naturales y por la aplicación de medicamentos veterinarios y de profilaxis, aunque considerando también el riesgo por la contaminación microbiana.
- b) Producción de transformación y comercialización donde el mayor riesgo se centra en la contaminación microbiológica

El Factor de riesgo final, se calcula considerando el factor de consumo aparente, el factor de los antecedentes y la suma de los diferentes factores de riesgo en residuos de plaguicidas, residuos de medicamentos veterinarios, contaminantes e higiene (microbiológicos).

Se usa la siguiente ecuación:

$$F_{RP} = \frac{[F_{Ca} F_X F_A]}{10^f}$$

Donde:

F_{RP} : Factor de riesgo del producto (pollo)

F_{Ca} : es el factor de consumo aparente

F_X : Factor de riesgo conjunto de los contaminantes químicos y biológicos

F_A : Factor por antecedentes

f : exponencial correspondiente a la cantidad de factores individuales considerados. Los factores de riesgo por residuos, contaminantes e higiene se consideran como un solo factor, por lo cual el exponencial puede ser 2 o 3, dependiendo si se considera el factor por antecedentes.

Esta ecuación puede expresarse desagregando el factor de riesgo del conjunto de los contaminantes químicos y biológicos:

$$F_{RP} = \frac{\left[F_{Ca} \frac{(F_{RP} + F_{RMV} + F_{RC} + F_{RH})10}{Z} F_A \right]}{10^f}$$

Donde:

F_{RP} : es el factor de riesgo por residuos de plaguicidas

F_{RMV} : es el factor de riesgo por residuos de medicamentos veterinarios

F_{RC} : es el factor de riesgo por contaminantes

F_{RH} : es el factor de riesgo por higiene (patógenos)

Z : divisor correspondiente a la cantidad de factores de riesgo incluidos en el cálculo, sin considerar el F_{Ca} ni el F_A

Los factores de riesgo por residuos, contaminantes e higiene se suman ya que existen sobre el mismo alimento en el mismo momento. Cuando no se considera uno de estos factores, este se considera 0. Por ejemplo, si considero tomates, el factor de riesgo por residuos de medicamentos veterinarios será 0.

1.1 Consumo aparente

En función del Índice de consumo aparente (I_{ca}), se calcula el factor de consumo aparente.

El Índice de consumo aparente se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$I_{ca} = \frac{Kg \text{ producidos} + kg \text{ importados} - kg \text{ exportados}}{Población \text{ de consumidores}}$$

Donde:

I_{ca} : Índice de consumo aparente

Kg producidos: kilogramos producidos por año del producto bajo consideración (último dato registrado disponible o proyectado)

Kg importados: Kilogramos importados en el mismo periodo anual del producto bajo consideración (último dato registrado disponible o proyectado)

Se aplica la tabla y se obtiene el factor de consumo aparente

I_{ca}	Tabla Consumo anual per cápita (kilogramos)									
	< 1	1-<3	3-<5	5-<10	10-<20	20-<30	30-<40	40-<50	50-<60	≥ 60
F _{CA}	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

NOTA: Cuando se aplica el programa tanto para el consumo como la exportación, entonces se calcula el factor de consumo aparente sin descontar los kilogramos exportados.

En nuestro caso tendremos:

$$I_{ca} = \frac{1324485000 \text{ Kg} + 20415000 - 1490000 \text{ kg}}{30894000} = 43,5 \frac{\text{kg}}{\text{año}} / \text{persona}$$

Y por tabla de consumo anual, para ese rango de I_{ca} , obtenemos un valor de **Fca = 8**

1.2 Factor por antecedentes

El factor por antecedentes (F_A) es un valor que se suma al factor de riesgo del producto en consideración en función de su historial.

Historial	F_A
Producto evaluado sin historial negativo	1
Producto evaluado con historial negativo menor	4
Producto evaluado con historial negativo mayor	8
Producto evaluado con historial negativo crítico	10

El historial en contaminación de residuos de plaguicidas, medicamentos veterinarios, contaminantes e higiene se clasifica en tres niveles siendo:

Crítico: El 10 % o más de la sumatoria de las muestras de control y vigilancia del último año, han sido objeto de violación del LMR de un contaminante o por un plaguicida / medicamento veterinario aprobado o han sido contaminadas con un plaguicida / medicamentos veterinario no aprobado para su uso en el país. En higiene, el 10 % o más de la sumatoria de las muestras de control y vigilancia del último año, han sido objeto de violación de los criterios microbiológicos o se ha detectado microorganismos patógenos emergentes.

Mayor: Un número superior al 4 % y menor al 10 % de la sumatoria de las muestras de control y vigilancia del último año, han sido objeto de violación de LMR por un contaminante o han sido contaminadas con un plaguicida / Medicamento veterinario no aprobado para ese cultivo / especie aunque esté aprobado para otros cultivos / especies en el país. En higiene, un número superior al 4 % y menor al 10 % de la sumatoria de las muestras de control y vigilancia del último año, han sido objeto de violación de los criterios microbiológicos.

Menor: Un 3 % o menos de la sumatoria de las muestras de control y vigilancia del último año, han sido objeto de violación de LMR de un contaminante o por plaguicidas/medicamentos veterinarios, aprobados para el uso en ese cultivo / especie. En higiene, un 3 % o menos de la sumatoria de las muestras de control y vigilancia del último año, han sido objeto de violación de criterios microbiológicos.

Cuando no se conoce el historial, no se aplica este factor en la ecuación para el cálculo del factor de riesgo.

En este caso, estamos obviando este factor por no tener la información disponible.

1.3 Caracterización de riesgos por residuos de medicamentos veterinarios (F_{RMV})

El Factor de riesgo por medicamentos veterinarios está dado por la fórmula:

$$F_{RMV} = \frac{[F^T F^{FR} F^{CP}]}{10^f}$$

Donde:

F^T : es el sub-factor de toxicidad general por insumos veterinarios y por contaminantes

F^{FR} : es el sub-factor de producción

F^{CP} : es el sub-factor de concentración y productividad de la producción pecuaria

f : exponencial correspondiente a la cantidad de sub-factores individuales considerados

NOTA: El dividendo debe ajustarse en función de la cantidad de sub-factores individuales considerados

1.3.1 Caracterización de toxicidad

Para obtener el valor final de toxicidad se consideran en productos pecuarios, el sub-factor de toxicidad dado por el IDA de los insumos veterinarios

El sub-factor de toxicidad representa la selección de insumos veterinarios de interés para los productos seleccionados (Identificación del peligro) y la relación entre la dosis y los efectos adversos para la salud (caracterización del peligro a través de parámetros de toxicidad). Para el cálculo del sub-factor de toxicidad (F^T) se aplica la fórmula que corresponde a la sumatoria de los productos de las categorías de toxicidad por un factor de riesgo, dividido por la cantidad de insumos veterinarios vinculados con el producto pecuario en consideración:

$$F^{Ti} = \frac{[(n^{IA} \cdot 10) + (n^{IB} \cdot 9) + (n^{II} \cdot 8) + (n^{IIIA} \cdot 6) + (n^{IIIB} \cdot 4) + (n^{IV} \cdot 2)]}{\sum pa}$$

Siendo:

F^{Ti} : el sub-factor de toxicidad dado por el IDA de los Insumos Veterinarios buscado para la especie seleccionada.

n: la cantidad de insumos veterinarios aprobados de la categoría tóxica correspondiente (IA, IB, II, IIIA, IIIB o IV)

\sum_{pa} : sumatoria de insumos veterinarios vinculados con el producto pecuario bajo estudio.

Ingesta Diaria Admisible para insumos veterinarios (IDA), para el cálculo de toxicidad (fuente OMS-FAO):

La IDA es un valor variable en función de los análisis de riesgo que se siguen efectuando y por lo tanto debe revisarse periódicamente y ajustarse a las nuevas decisiones.

Tabla I - Valoración del IDA de los Insumos Veterinarios		
Categoría de peligro	INSUMOS VETERINARIOS	IDA ng/kg p.c.
IA Sin limite 0 ≤ 1 ng	BOLDENONA	SL
	CARBADOX (promotor del crecimiento y agente anti microbiano)	SL
	CLORANFENICOL (agente antimicrobiano)	SL
	CLORPROMAZINA (sustancia tranquilizante)	SL
	DAPSONA	SL
	DIETILESTILBESTROL	SL
	ESTILBENOS (coadyuvante de la producción)	SL
	DIMETRIDAZOL (agente antiprotozoario antimicrobien)	SL
	FENILBUTAZONE	SL
	FURAZOLIDONE (agente antimicrobiano)	SL
	IPRONIDAZOL (agente antiprotozoario)	SL
	METRONIDAZOL (agente antiprotozoario)	SL
	NITROFURAL (agente antimicrobiano)	SL
	NORFLOXACINA (agente antimicrobiano)	SL
	OLAQUINDOX (agente antibacteriano)	SL
	RONIDAZOL (agente antiprotozoario)	SL
3-NITRO-4-HIDROXIFENILARSONICO (ROXARSONE) (Promotor de crecimiento)	SL	
VERDE DE MALAQUITA (agente fungicida y anti-protozoario)	SL	
IB > 1 y ≤ 100 ng	CLENBUTEROL (agonista adrenorreceptor)	4
	SOMATOTROPINA PORCINA (coadyuvante de producción)	4
	DEXAMETHASONA (glucocorticosteroide)	15
	ACETATO DE TREMBOLONA (promotor del crecimiento)	20
	ACETATO DE MELENGESTROL (coadyuvante de	30

	producción)	
	ESTRADIOL-17BETA (coadyuvante de producción)	50
	ZERANOL (promotor del crecimiento)	50
	CARAZOLOL (beta bloqueante receptor adrenérgico)	100

Tabla I - Valoración del IDA de los Insumos Veterinarios

Categoría de peligro	INSUMOS VETERINARIOS	IDA ng/kg p.c.
II > 100 y ≤ 1000 ng	ENROFLOXACINA (agente antimicrobiano)	200
	DERQUANTEL (agente antihelmíntico)	300
	SARAFLOXACIN (agente antimicrobiano)	300
	BENZOATO DE EMAMECTINA (agente antiparasitario)	500
	LASALOCID	500
	DORAMECTIN (antihelmíntico)	500
	AMOXICILLINA (agente antimicrobiano)	700
	ERITROMICINA (agente antimicrobiano)	700
	IVERMECTINA (antihelmíntico)	1000
	SARAFLOXACIN (agente antimicrobiano)	1000

IIIA > 1000 y ≤10000 ng	ABAMECTIN (antihelmíntico)	2000
	MOXIDECTIN (antihelmíntico)	2000
	TESTOSTERONA (coadyuvante de producción)	2000
	TRICLORFÓN (Metrifonato) (insecticida)	2000
	TOLTRAZULIL	2000
	TETRACICLINA/EPICLORTETRACICLINA/OXITETR	3000
	ACICLINA(agente antimicrobiano)	3000
	FLORFENICOL (agente antimicrobiano)	3000
	SALINOMICINA	3000
	MONENSINA	3000

	TRICLABENDAZOL (antihelmítico)	3000
	FOXIM (insecticida)	4000
	CIHALOTRIN (insecticida)	5000
	NARASINA (agente antimicrobiano)	5000
	AZAPERONA (tranquilizante)	6000
	LEVAMISOL (antihelmítico)	6000
	DICICLANIL (insecticida)	7000
	FEBANTEL / FENBENDAZOL / OXFENDAZOL (antihelmíticos)	7000
	DORAMECTINA	8000
	PIRLIMICINA (agente antimicrobiano)	8000
	DELTAMETRIN (insecticida)	10000
	EPRINOMECTIN (antihelmítico)	10000
	IMIDOCARB (agente antiprotozoico)	10000
	MONENSINA (agente antimicrobiano)	10000

Tabla I - Valoración del IDA de los Insumos Veterinarios

Categoría de peligro	INSUMOS VETERINARIOS	IDA ng/kg p.c.
	FLUBENDAZOL (antihelmítico)	12000
	CIFLUTRÍN (insecticida)	20000
	CIPERMETRINA Y ALFA-CIPERMETRINA (insecticidas)	20000
	DANOFLOXACINA (agente antimicrobiano)	20000
	GENTAMICINA (agente antimicrobiano)	20000
	MONEPANTEL (agente antihelmítico)	20000
	APRAMICINA (agente antimicrobiano)	30000
	DOXICICLINA (agente antimicrobiano)	30000
	BENCILPENICILINA / BENCILPENICILINA PROCAÍNICA (agente antimicrobiano)	30000

IIIB > 0,01 y ≤ 1 mg	CLORTETRACICLINA / OXITETRACICLINA / TETRACICLINA (agentes antimicrobianos)	30000
	COLISTÍN (agente antimicrobiano)	30000
	DICLAZURIL (agente antiprotozoico)	30000
	FLUMEQUINA (agente antimicrobiano)	30000
	LINCOMICINA (agente antimicrobiano)	30000
	PROGESTERONA (coadyuvante de producción)	30000
	TILOSINA (agente antimicrobiano)	30000
	ESPECTINOMICINA (agente antimicrobiano)	40000
	FLUAZURON (insecticida)	40000
	TILMICOSINA (agente antimicrobiano)	40000
	ALBENDAZOL (antihelmíntico)	50000
	BACITRACINA (agente antimicrobiano)	50000
	CEPTIOFUR (agente antimicrobiano)	50000
	DIHIDROESTREPTOMICINA / ESTREPTOMICINA (agente antimicrobiano)	50000
	ESPIRAMICINA (agente antimicrobiano)	50000
	SULFADIMIDINA (agente antimicrobiano)	50000
	CLOPIDOL (antiparasitario)	60000
	CIROMACINA	60000
	NEOMICINA (agente antimicrobiano)	60000
	DIMINAZINA (tripanosomicida)	100000
ISOMETAMIDIO (tripanosomicida)	100000	
TIABENDAZOL (antihelmíntico)	100000	
IV > 1 mg	NICARBACINA (agente antiprotozoico)	400000
	AVILAMICINA (agente antimicrobiano)	2000000
	TILOSINA	30000000
	BROMHEXINA (Mucolítico, expectorante)	1000000000

Combinación producto-insumo veterinario en uso en Perú

Tomando en cuenta la categoría de peligro de los insumos veterinarios en función de la Ingesta Diaria Admisible (IDA) que pueden estar presentes en los productos avícolas, se identificó la cantidad de insumos veterinarios por categoría que podrían afectar a la carne aviar (en nuestro caso pollo).

Categoría de peligro	Principios activos aprobados en el Perú para la cadena avícola	Carne aviar
IA Sin limite $0 \leq 1$ ng	NORFLOXACINA (agente antimicrobiano)	X
	3-NITRO-4-HIDROXIFENILARSONICO (ROXARSONE) (Promotor de crecimiento)	X
IB > 1 y ≤ 100 ng	DEXAMETHASONA (glucocorticosteroide)	X
II >100 y ≤ 1000 µg	ENROFLOXACINA (agente antimicrobiano)	X
	LASALOCID	X
	AMOXICILINA (agente antimicrobiano)	X
	ERITROMICINA (agente antimicrobiano)	X
	IVERMECTINA (antihelmíntico)	X
IIIA > 1000 y 10000 ng	TOLTRAZURIL	X
	SALINOMICINA	X
	TRICLABENDAZOL (antihelmíntico)	X
	NARASINA (agente antimicrobiano)	X
	LEVAMISOL (antihelmíntico)	X
	FEBANTEL / FENBENDAZOL / OXFENDAZOL (antihelmínticos)	X
	MONENSINA (agente antimicrobiano)	X

Categoría de peligro	Principios activos aprobados en el Perú para la cadena avícola	Carne aviar
IIIB >0.01 y ≤ 1 mg	FLUBENDAZOL (antihelmítico)	X
	DOXICICLINA (agente antimicrobiano)	X
	CLORTETRACICLINA / OXITETRACICLINA / TETRACICLINA (agentes antimicrobianos)	X
	COLISTÍN (agente antimicrobiano)	X
	DICLAZURIL (agente antiprotozoico)	X
	FLUMEQUINA (agente antimicrobiano)	X
	LINCOMICINA (agente antimicrobiano)	X
	TILOSINA (agente antimicrobiano)	X
	ESPECTINOMICINA (agente antimicrobiano)	X
	TILMICOSINA (agente antimicrobiano)	X
	APRAMICINA (agente antimicrobiano)	X
	ALBENDAZOL (antihelmítico)	X
	DIHIDROESTREPTOMICINA / ESTREPTOMICINA (agente antimicrobiano)	X
	SULFADIMIDINA (agente antimicrobiano)	X
	CLOPIDOL (antiparasitario)	X
	CIROMACINA (antiparasitario)	X
BACITRACINA (Promotor de crecimiento)	X	
NEOMICINA (agente antimicrobiano)	X	
IV >1 mg	NICARBACINA (agente antiprotozoico)	X
	AVILAMICINA (agente antimicrobiano)	X
	ROMHEXINA (Mucolítico, expectorante)	X
	TILOSINA	X

Categoría de peligro	Principios activos aprobados en el Perú para la cadena avícola	Carne aviar
Sin IDA determinado	3-5 DINITRO-ORTO-TOLUAMIDA (DEET) Repelente	X
	ACIDO 3-NITRO-4-HIDROXY-FENIL.ARSONICO (Promotor de crecimiento)	X
	ACIDO ACETILSALICILICO (antiinflamatorio, antipirético)	X
	AMONIO DE MADURAMICINA (Anticoccidial)	X
	BAMBERMICINA (Promotor de crecimiento)	X
	CAOLIN (antidiarreico)	X
	CEFTRIAZONA SAL DISODICA (agente antimicrobiano)	X
	CIPROFLOXACINA (agente antimicrobiano)	X
	CLORFENAMINA MALEATO (Expectorante / Mucolítico)	X
	CLORHIDRATO DE PIPERAZINA (antihelmíntico)	X
	CLOROHIDROXIQUINOLONA – Halquinol (agente antimicrobiano)	X
	CYROMAZINA (antihelmíntico / Insecticida)	X
	DECOQUINATO (antihelmíntico)	X
	DIFLOXACINA CLORHIDRATO (agente antimicrobiano)	X
	DIHIDROYODURO DE ETILENDIAMINA (Expectorante/Mucolítico)	X
	DINITRO ORTHO TOLUAMIDA (antihelmíntico)	X
	ENRAMICINA (agente antimicrobiano)	X
	FLAVOFOSFOLIPOL (Promotor de crecimiento)	X
	FOSFOMICINA (agente antimicrobiano)	X
	FTALILSULFATIAZOL (agente antimicrobiano)	X
FUMARATO HIDROGENADO DE TIAMULINA (agente antimicrobiano)	X	

	GATIFLOXACINA (agente antimicrobiano)	X
	HALQUINOL (agente antimicrobiano)	X
	KITASAMICINA (agente antimicrobiano)	X
	LEUCOMICINA (agente antimicrobiano)	X
	LEVOFLOXACINA (agente antimicrobiano)	X
	MADURAMICINA (antihelmíntico)	X
	MEBENDAZOL (antihelmíntico)	X
	METAMIZOL (Antiinflamatorio)	X
	MONENSINA (antihelmíntico)	X
	NITARSONA (antihelmíntico)	X
	OXIBENDAZOLE (antihelmíntico)	X
	OXITETRACICLINA (agente antimicrobiano)	X
	PARACETAMOL (analgésico/antipirético)	X
	PECTINA (antidiarreico)	X
	PEFLOXACINA (agente antimicrobiano)	X
	PIRIMETAMINA (antihelmíntico)	X
	PRAZICUANTEL (antihelmíntico)	X
	ROBENIDINA (agente antimicrobiano)	X
	ROXARSONA (antihelmíntico)	X
	SEMDURAMICINA (antihelmíntico)	X
	SILIMARINA (Hepatoprotector)	X
	SULFACLOROPIRIDAZINA (agente antimicrobiano)	X
	SULFACLOZINA SODICA MONOHIDRATADA (agente antimicrobiano)	X
	SULFADIAZINA (agente antimicrobiano)	X
	SULFADIMETOXINA (agente antimicrobiano)	X
	SULFAGUANIDINA (agente antimicrobiano)	X
	SULFAMERAZINA SÓDICA (agente antimicrobiano)	X
	SULFAMETACINA (SODICA) (agente antimicrobiano)	X
	SULFAMETOXASOL (agente antimicrobiano /mucolítico)	X
	SULFAMONOMETOXINA (agente antimicrobiano)	X

	SULFAQUINOXALINA (antihelmítico)	X
	SULFATO DE COLISTINA (agente antimicrobiano)	X
	TIAMULINA (agente antimicrobiano)	X
	TIANFENICOL (agente antimicrobiano)	X
	TILVALOSINA (COMO TARTRATO) (agente antimicrobiano)	X
	TRIMETHOPRIM (agente antimicrobiano)	X
	VIRGINIAMICINA (Promotor de crecimiento)	X
	ZINC BACITRACINA (agente antimicrobiano)	X

Estas combinaciones producto – residuo de insumos veterinarios debe ser revisado periódicamente y en función de los insumos autorizados en el país y de los hallazgos de residuos de insumos veterinarios no autorizados.

Por lo tanto:

$$F_{Ti} = \frac{[(3.10)+(1.9)+(5.8)+(7.6)+(18.4)+(62.2)]}{96} = 3,3$$

Nota: Se han considerado los medicamentos sin IDA como del grupo IV, cualquier clasificación posterior aumentaría el valor de este factor.

1.3.2 Factores de exposición

Los factores de exposición se obtienen a través de varios sub-factores que indican las rutas o receptores potenciales incluyendo del contaminante (Los factores de exposición son los mismos para medicamento veterinario o contaminantes) al producto seleccionado. Nos permite calcular los factores de exposición, que afectaran a la categorización del riesgo.

1.3.2.1 Sub-factor de producción (F^{PR})

En un producto pecuario, las fuentes principales de los riesgos por contaminantes para productos frescos son:

- Agua (Calidad química del agua de bebida, sobre todo en temas de nitratos y metales pesados, comúnmente arsénico)
- Alimento (calidad química del alimento, sobre todo en temas de micotoxinas y contaminantes por agregado de grasas, aceites y proteína animal)
- Contaminación ambiental
- Uso de productos químicos de limpieza⁸ utilizados en las plantas de faena, envases, lavado de camiones y comercios (empaquete/matadero y transporte)

Los riesgos de contaminación están presentes en todo el ciclo de la producción pecuaria, pero varían de acuerdo a una serie de características:

En el proceso de producción, se incluye la cría y engorde, el transporte primario, la faena, el desposte y el envasado de cortes, el transporte y la comercialización (sobre todo cuando el transporte a puntos de venta se realiza con debilidades sanitarias y la comercialización se realiza en puestos de venta sin cumplir las condiciones higiénicas pertinentes, en caso de existir⁹).

El valor F^{PR} del sub-factor de producción se calcula como el promedio de los componentes, siendo:

$$F^{PR} = \frac{Ca + Ora + Orp}{n}$$

Donde:

F^{PR} : Sub-factor de producción

Ca: Componente de condiciones climáticas y ambientales

Ora: Componente de origen del agua

Orp: Componente de origen del pienso

n: cantidad de componentes considerados

⁸ Ejemplo detergentes, desinfectantes, desincrustantes, entre otros.

⁹ La venta de productos pecuarios en el mercado, en puestos al aire libre, con productos sin protección son condiciones inaceptables ya que los contaminantes traídos por el aire, son importantes. (metales pesados, dioxinas, HAP, entre otros, sin considerar los contaminantes físicos)

Los riesgos potenciales de contaminación no son similares para todos los productos pecuarios, siendo afectado por:

1.3.2.1.1 Componente de contaminación ambiental (Ca)

Item a evaluar		Límites de mínima y máxima	Valores del componente de riesgo	
Nº	Descripción		mínimo	máximo
1	Contaminación ambiental	Zona potencialmente contaminada o de baja incidencia	(1)	(10)

El componente de contaminación ambiental (Ca) corresponde al potencial riesgo de contaminación de las áreas de cría/engorde/estancia de los animales con contaminantes peligrosos para el consumidor.

Tabla VI – Contaminación ambiental

Contaminación ambiental potencial	Ca
Zona cría/engorde/estancia exclusiva sin áreas contaminadas cercanas registradas	1
Zonas que son cercanas a centros urbanos, con emisión de gases contaminados (motores)	2
Zonas que son cercanas a actividades industriales químicas	4
Zonas sometidas a inundaciones provocadas por huracanes y/o accidentes químicos menores (derrames); Suelos que han sido sometidos a fangos cloacales.	6
Zonas que han sido áreas de minería y/o desechos de material de extracciones de minería y/o accidentes químicos mayores (derrames que pueden contaminar las napas y pasturas)	8
Zona de influencia de cenizas de volcán que presento actividad	10

en los últimos 25 años	
Zona influenciada por incendios forestales en los últimos 5 años	
Grandes movimientos de terrenos por obras mayores.	

Cuando el producto considerado es susceptible a un mayor riesgo de contaminación ambiental por el historial de la zona de cría/engorde/estancia, entonces mayor es el componente de contaminación ambiental.

La siguiente tabla permite hacer la conversión directa entre diferentes tipos de contaminación ambiental potenciales y el valor del componente a aplicar para el producto pecuario en consideración:

1.3.2.1.2 Origen del agua de bebida (Oral)

Tabla VII – Origen del agua

Fuente	Descripción	Componente de Riesgo
Bajo	Agua tratada municipal, almacenada en tanques/cisternas cerrados y limpios.	1-3
Medio	Agua de pozo de napa profunda controlada químicamente al menos una vez al año o de acequias proveniente de río de zonas libres de metales pesados y efluentes industriales	4-7
Alto	Agua de pozo con contaminación química en metales pesados (As) o de acequias de agua proveniente de fuentes volcánicas o de efluentes industriales	8-10

Origen del alimento (piensos) (Oral)

De acuerdo a la procedencia del alimento

Tabla VIII – Tipo de pienso

Tipo de pienso	Descripción	Componente de Riesgo
Natural	Pasturas naturales y bagazos	1-2
	Pasturas naturales y fardos conservados	3-4
Mixto	Pasturas, fardos y granos (cereales)	5-6
	Piensos industriales con agregado de grasas/aceite	7-8
Industrial	Piensos industriales con agregado de proteína animal y grasas.	9-10

Por lo tanto, el sub-factor de producción se considera:

$$F^{PR} = \frac{1+5+9}{3} = 5,0$$

1.3.2.2 Sub-factor de Concentración y productividad de producción pecuaria

El sub-factor de concentración y productividad de producción pecuaria (F^{CP}) está constituido del promedio de dos componentes:

$$F^{CP} = \frac{F_c + F_p}{2}$$

Donde:

F^{CP} : es el Sub-factor de concentración y productividad de producción pecuaria

F_c : Componente de concentración de producción pecuaria

F_p : Componente de productividad de producción pecuaria

1.3.2.2.1 Componente de concentración de la producción

(1) Mayor concentración	Concentración	Menor concentración (10)
-------------------------	---------------	--------------------------

La práctica de la producción en cuanto a su concentración de los predios pecuarios por regiones del país es un índice directo de las dificultades para la supervisión y la capacitación de los productores involucrados.

Para el cálculo de la concentración de los predios pecuarios por región, se ha utilizado datos suministrados por MINAGRI. Se seleccionan las regiones de mayor producción, calculando el porcentaje producido por región con respecto a la totalidad de la producción del país.

Se aplica el siguiente algoritmo, sumando los porcentajes de las regiones más productivas hasta llegar al 80 % o más de la producción del país y se toma en cuenta la cantidad de regiones involucradas:

$$F_c = \sum_0^{\geq 80\%} n(\%R_n)$$

Donde:

F_c : Componente de producción pecuaria expresada como cantidad de regiones donde la sumatoria de los porcentajes unitarios de cada región, es igual o supera el 80 % de la producción.

n: regiones

Zona productora	% producción	∑ % producción
Lima	53	53
La Libertad	18	71
Arequipa	9	80
Ica	5	
Otras	15	

Por lo tanto, la distribución de la actividad pecuaria nos indica que en tres zonas productivas se concentra el 80%, y por el tanto el componente de concentración **Fc = 3**

1.3.2.2.2 Componente de Productividad promedio

(1) Mayor concentración **Concentración** Menor concentración (10)

El componente a la producción promedio por productor sigue el mismo criterio. Cuanto más grande, más centralizada y por lo tanto implica productores más sostenibles con lo cual se espera un buen asesoramiento técnico y cuanto menor, esto implica productores con menores recursos para su sostenibilidad y menor acceso al asesoramiento tecnológico (mayor riesgo de malas prácticas).

La producción promedio por productor se calcula como el volumen total producido en toneladas métricas dividido por la cantidad de productores identificados.

$$P(p) = \frac{Vp}{np}$$

Donde:

P(p): Producción promedio por año por productor expresado en toneladas

Vp: volumen de la producción pecuaria anual expresada en toneladas métricas

Np: cantidad de productores identificados para el producto pecuario en estudio

Usando la siguiente tabla se obtiene el valor del componente de producción (F(p))

P(p)	< 1	< 10	< 20	< 30	< 40	≥ 40
F(p)	10	8	6	4	2	1

Por lo tanto, el componente de productividad, se considera:

$$P(p) = \frac{1324485}{60} = 22074$$

Lo que por tabla nos da un valor del componente de producción **Fp = 1**

Se considera que debe haber muchos más de 60 productores si consideramos los pequeños independientes, en cuyo caso el valor de este componente aumentaría

Por lo tanto, el sub-factor de concentración y productividad, se considera:

$$F^{CP} = \frac{3 + 1}{2}$$

El valor **F^{CP} = 2**

1.3.3 Cálculo del factor de riesgo para la caracterización de riesgos de insumos veterinarios

El cálculo del factor de riesgo se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$F_{RMV} = \frac{[F^T F^{FR} F^{CP}]}{10^f}$$

Donde:

F^T : es el sub-factor de toxicidad general por insumos veterinarios y por contaminantes

F^{FR} : es el sub-factor de producción

F^{CP} : es el sub-factor de concentración y productividad de la producción pecuaria

f : exponencial correspondiente a la cantidad de sub-factores individuales considerados

NOTA: El dividendo debe ajustarse en función de la cantidad de sub-factores individuales considerados

Por lo tanto, el factor de riesgo para residuos de medicamentos veterinarios, para el pollo se calcula:

$$F_{RMV} = \frac{[3,3 \ 5,0 \ 2,0]}{10^3}$$

El $F_{RMV} = 0.03$

1.4 Factor de riesgo por residuos de contaminantes

1.4.1 Sub-factor de toxicidad (Caracterización del peligro) para contaminantes

El sub-factor de toxicidad representa la selección de contaminantes de interés para los productos seleccionados (Identificación del peligro) y la relación entre la dosis y los efectos adversos para la salud (caracterización del peligro a

través de parámetros de toxicidad). Para el cálculo del sub-factor de toxicidad (F^{Tc}) se aplica la fórmula que corresponde a la sumatoria de los productos de las categorías de toxicidad por un factor de riesgo, dividido por la cantidad de contaminantes vinculados con el producto pecuario en consideración:

$$F^{Tc} = \frac{[(n^{IA} \cdot 10) + (n^{IB} \cdot 9) + (n^{II} \cdot 8) + (n^{IIIA} \cdot 6) + (n^{IIIB} \cdot 4) + (n^{IV} \cdot 2)]}{\sum pa}$$

Siendo:

F^{Tc} : el sub-factor de toxicidad dado por el PTWI del contaminante buscado para el producto pecuario específico.

n: la cantidad de contaminantes que corresponden de acuerdo a la categoría tóxica correspondiente (IA, IB, II, IIIA, IIIB o IV)

$\sum pa$: sumatoria de contaminantes vinculados con el producto pecuario bajo estudio

Toxicidad de los contaminantes involucrados:

Tabla III- Toxicidad de los contaminantes¹⁰

Contaminantes	PTWI ¹¹	PTWI ($\mu\text{g}/\text{kg}$ pc/semana)
Dioxinas	14 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pc/semana	0.014
PCB similares a dioxinas	70 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pc/semana	0.070
Ocratoxina A	0.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pc/semana	0.100
Patulin	0.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pc/semana	0.400
Aflatoxinas B1,G,M1	100 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{semana}$	100

¹⁰ La mayoría de los valores de toxicidad considerados son de fuentes de la FAO-OMS

¹¹ Provisional Tolerable Weekly Intake (Ingesta semanal tolerable provisional)

Deoxinivalenol		120 µg/kg/semana	120
Toxinas T-2 y HT-2		420 µg/kg/semana	420
Zearalenona		0.5 µg/kg pc/semana	500
Fumonisina FB1,FB2,FB3	Σ	14 µg/kg pc/semana	1 400
Mercurio		5 µg/kg pc/semana	5 000
Cadmio		7 µg/kg pc/semana	7 000
Arsénico		15 µg/kg pc/semana	15 000
Plomo		25 µg/kg pc/semana	25 000
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos		25 µg/kg pc/semana	25 000
Melamina		1.4 mg/kg pc/semana	1 400 000
Nitratos		14 mg/kg pc/semana	14 000 000

Combinación producto-contaminante

Tomando en cuenta la categoría de peligro de los contaminantes en función de la Ingesta semanal tolerable provisional (PTWI) que pueden estar presentes en los diferentes productos, se identificó para el producto bajo estudio, la cantidad de contaminantes por categoría que podrían afectar al alimento bajo estudio.

Categoría de peligro	Contaminante	Carne aviar
IA	Dioxinas	X
PTWI	PCB similares a dioxinas	X
≤ 1 µg	Ocratoxina A	

Categoría de peligro	Contaminante	Carne aviar
IB PTWI >1 y ≤ 100 µg	Patulin	
	Aflatoxinas B1,G,M1	
II PTWI >100 y ≤ 1000 µg	Deoxinivalenol	
	Toxinas T-2 y HT-2	
	Zearalenona	X
IIIA PTWI >1000 y ≤ 10000 µg	Fumonisina Σ FB1,FB2,FB3	
	Mercurio	
	Cadmio	X
IIIB PTWI >0.01 y ≤ 1 mg	Arsénico	X
	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	
	Plomo	X
IV PTWI >1 mg	Melamina	X
	Nitratos	

Para contaminantes en piensos, ver también el anexo I de la Directiva 2002/32 de la Unión Europea. Se considera mercurio si tiene agregado de harina de pescado, y dioxina si tiene agregado de grasas y aceites.

Por lo tanto:

$$F^{Tc} = \frac{[(1.10)+(0.9)+(1.8)+(1.6)+(2.4)+(1.2)]}{6} = 5,7$$

Por lo tanto, el Factor de Riesgo para residuos de contaminantes, para el pollo se calcula:

$$F_{RC} = \frac{[5.7 \ 5.0 \ 2.0]}{\frac{10^3}{2}} F_A$$

Si no se toma en cuenta el factor por antecedente, el factor de riesgo por residuos de contaminantes queda en:

$$F_{RC} = 0.06$$

Se consideran los mismos valores de exposición

Sin embargo, considerando el factor de antecedentes, dado que en el año 2016 el programa de vigilancia arrojó un dato de 29.17 % de no conformidad por arsénico y tomando en cuenta que se considera como crítico en contaminantes, cuando el 10 % o más de la sumatoria de las muestras de control y vigilancia del último año, han sido objeto de violación del LMR de un contaminante, corresponde entonces considerar una factor por antecedentes de 10.

Al incorporar ese valor a la formula, el nuevo valor de Factor de Riesgo para contaminantes se calcula:

Por lo tanto, el Factor de Riesgo para residuos de contaminantes, para el pollo se calcula:

$$F_{RC} = \frac{[5.7 \ 5.0 \ 2.0]}{10^3} \cdot 10$$

Considerando el factor por antecedente, considerado en 10, el factor de riesgo por contaminantes es:

$$F_{RC} = 0.29$$

1.5 El factor de riesgo por higiene (patógenos) (F_{RH})

El factor de riesgo por higiene se obtiene de la siguiente formula:

El cálculo del factor de riesgo se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$F_{RH} = \frac{[F^m F^{CO} F^{FR} F^{CP}]}{10^f}$$

Donde:

F^m : es el sub-factor de patogenicidad

F^{CO} : es el sub-factor de consumo

F^{FR} : es el sub-factor de producción

F^{CP} : es el sub-factor de concentración y productividad de la producción pecuaria

f : exponencial correspondiente a la cantidad de sub-factores individuales considerados

NOTA: El dividendo debe ajustarse en función de la cantidad de sub-factores individuales considerados

1.5.1 El Sub-factor de patogenicidad (F^m)

El sub-factor de patogenicidad representa la selección de patógenos de interés para los productos seleccionados (Identificación del peligro) y la relación entre la dosis y los efectos adversos para la salud (caracterización del peligro a través de parámetros de patogenicidad).

Para el cálculo del sub-factor de patogenicidad (F^m) se aplica la fórmula que corresponde a la sumatoria de los microorganismos patógenos potenciales de cada categorías de patogenicidad multiplicado por un factor de riesgo, y dividido por la cantidad de microorganismos considerados sobre el producto y multiplicado por el cociente entre la cantidad de microorganismos considerados sobre el producto y la totalidad de microorganismos patógenos, que se consideran para los productos de origen animal:

$$F^m = \frac{[(n^{IA} \cdot 10) + (n^{IB} \cdot 8) + (n^{II} \cdot 6) + (n^{IIIA} \cdot 4) + (n^{IIIB} \cdot 2)] \sum m}{\sum m \cdot y}$$

Siendo:

F^m : el sub-factor de patogenicidad buscado para el producto específico.

n : la cantidad de microorganismos involucrados en cada categoría de patogenicidad (IA, IB, II, IIIA o IIIB)

$\sum m$: sumatoria de microorganismos patógenos considerados para el producto bajo estudio.

y : Cantidad total de microorganismos patógenos contemplados para la familia de producto de origen animal considerado.

Los microorganismos se han categorizado tomando en cuenta el índice de patogenicidad, aplicado a la siguiente tabla:

Índice de patogenicidad I_p	Tabla III - Categoría de Riesgo				
	IA	IB	II	IIIA	IIIB
	≥ 2.0	$\geq 1.5 - < 2.0$	$\geq 1.0 - < 1.5$	$\geq 0.3 - < 1.0$	< 0.3

El índice de patogenicidad¹² se calculó usando la siguiente formula:

$$I^P = \frac{[I_M]}{e^{di}}$$

Donde:

I^P : Índice de patogenicidad para un microorganismo específico.

I_M : Índice de mortalidad expresado en porcentaje sobre los infectados.

e^{di} : Exponencial de la dosis infectiva del microorganismo específico.

Y la conversión del porcentaje de mortalidad al índice de mortalidad se calculó tomando en cuenta la siguiente tabla:

Tabla IV - Tabla de conversión del % mortalidad a I_M										
I_M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mortalidad (%)	0/MR	$\leq 1\%$	$> 1 - \leq 5\%$	$> 5 - \leq 10$	$> 10 - \leq 15$	$> 15 - \leq 20$	$> 20 - \leq 25$	$> 25 - \leq 30$	$> 30 - \leq 40$	> 40

Donde MR: Mortalidad muy rara

Por ejemplo: Norovirus

La dosis infectiva varía entre 10 a 100 partículas virales en heces y la mortalidad es del 11 %.

Obtenemos entonces con 11 % de mortalidad, un I_M de 5 y un exponencial de dosis infectiva de 2, considerando la dosis más alta.

¹² Ver cálculo del índice de patogenicidad.

El I_p será por lo tanto $\frac{5}{2}$ o sea 2,5. Por tabla, entra dentro del rango $\geq 2,0$ y le corresponde categoría de riesgo IA.

Para cada microorganismo se siguen los mismos pasos. El mayor problema reside en la variabilidad de los datos ya que hay una dispersión importante en función de los autores. En este caso, se utilizó mayormente datos de diferentes publicaciones. Para el cálculo expresado en las siguientes tablas, se utilizó principalmente el Handbook of foodborne pathogenic microorganism and natural toxin - 2012¹³, publicado por la FDA.

Combinación producto-patógeno

Tomando en cuenta la categoría de riesgo para los microorganismos que pueden estar presentes en los diferentes productos, se identificó para cada producto bajo estudio, la cantidad de microorganismos por categoría que podrían afectar al alimento bajo estudio.

Categoría de riesgo	Agentes de ETAs	Carne aviar
IA	<i>Cronobacter</i>	x
	<i>Shigella spp</i>	x
	<i>Listeria monocytogenes</i>	x
IB	<i>Coxiella burnetii</i>	
	<i>Taenia spp</i>	
	<i>Francisella tularensis</i>	x
	<i>Clostridium botulinum</i>	
	<i>Salmonella typhi y paratyphi</i>	x
	<i>Brucella abortus; Brucella suis</i>	
	<i>E.coli EHEC</i>	x
Micotoxinas		
II	<i>Aeromonas spp</i>	x
	<i>E.coli EPEC</i>	

¹³ <http://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/CausesOfIllnessBadBugBook/>

Categoría de riesgo	Agentes de ETAs	Carne aviar
	<i>Mycobacteria bovis</i>	
	Hepatitis E	
	<i>Toxoplasma gondii</i>	x
IIIA	Enterococos	x
	Estreptococo pyogenes AyB	
	<i>Trichinella spiralis</i>	
	<i>Clostridium botulinum</i>	
	<i>Cryptosporidium parvum</i>	
	<i>Salmonella spp</i>	x
	<i>E.coli EIEC</i>	
	<i>Clostridium perfringens</i>	x
	<i>Yersinia enterocolitica</i>	
<i>Campylobacter jejuni</i>	x	
IIIB	<i>E.coli ETEC</i>	x
	<i>Estafilococo aureus</i>	x
	<i>Bacillus cereus</i>	x
	<i>Plesiomonas shigelloides</i>	
	<i>Klesiella</i>	
	<i>Enterobacter</i>	x
	<i>Citrobacter freundii</i>	x
Alcaloides pirrolizidinicos		

NOTA: Debe tomarse en cuenta que este tipo de tabla son dinámicas y deben ser actualizadas en función de los estudios sobre microorganismos emergentes, la resistencia microbiana a los antibióticos, y otros factores que afectan a las tasas de mortalidad y a las dosis infectivas.

Por lo tanto:

$$F^m = \frac{[(3.10)+(3.8)+(2.6)+(4.4)+(5.2)]}{17} \frac{17}{34}$$

Lo que nos da un $F^m = 2,71$

1.5.2 Factores de exposición

1.5.2.1 *Sub-factor de consumo (F^C)*

En los productos pecuarios se toma en consideración, como llega el producto a manos del consumidor, desde producto esterilizado hasta fresco sin procesar.

Forma de consumo para productos de origen animal			
Clase / Riesgo	Clasificación de productos de origen animal	Tipo de producto cárnico	Componente de Riesgo
3B / Muy Bajo	Productos cocido, con temperatura equivalentes a 120°C (esterilización comercial)	Enlatados y envase flexible esterilizable (pouches) – Conservas cárnicas; Leche UHT;	2
3A / Bajo	Productos cocidos a temperatura superior a los 80°C en el núcleo por más de 15 minutos Productos con aW < 0,61	Carne cocidas listas para comer (RTE); Chacinados cocidos; Miel	4
2 / Medio	Productos cocidos a temperatura superior a los 72°C en el núcleo por más de 15 segundos o con proceso de pasteurización, o curados, fermentados y secados. Productos fermentados acidificados pH < 4,5 y/o aW <	Leche pasteurizada; productos pasteurizados, tales como huevo líquido pasteurizado; Chacinados crudos fermentados de bajo aW, con pH controlado y con nitrito o	6

	0,86	nitrato de sodio (jamón crudo, salame, etc)	
1B / Alto	Productos protegidos por un envase ¹⁴ adecuado, que no recibieron proceso de inhibición o reducción de riesgo microbiano, que requieren refrigeración para su conservación y pueden ser consumidos crudos o con un proceso de cocción deficiente.	Huevo fresco; carne cruda envasada al vacío y refrigerada y/o congelada;	8
1A / Muy Alto	Productos sin protección de un envase adecuado, que no recibieron proceso de inhibición o reducción de riesgo microbiano, que requieren refrigeración para su conservación y pueden ser consumidos crudos o con un proceso de cocción deficiente.	Carne cruda; leche cruda, refrigerada a granel	10

¹⁴ Se entiende por envase adecuado, el que garantice que el producto está protegido de contaminaciones externas y rotulado adecuadamente.

Por lo tanto, para pollo de acuerdo a la comercialización en canasta, no siempre envasado, se considera:

$$F^{CO} = 9$$

1.5.2.2 Sub-factor de producción (F^{PR})

El riesgo de contaminación microbiana en un producto agropecuario varía en función de los procesos al cual será sometido.

En un producto pecuario, las fuentes principales de los riesgos microbiológicos para productos frescos son:

- Prevalencia de enfermedades zoonóticas en animales de consumo (Ej: prevalencia de animales portadores de *E.coli* O157:H7, o *Salmonella* en el hato ganadero bovino nacional).
- Buenas prácticas pecuarias en tema de alimentación del animal (Calidad microbiana y de toxinas en los piensos).
- Calidad sanitaria de las instalaciones donde se procesa (Matadero, Faena y desposte) (cumplimiento de las BPM)
- Higiene de los trabajadores (Cumplimiento de las BPM)
- Deficiencia en la limpieza (Campo, feed-lot, transporte, transformación y comercialización)
- Incumplimiento de la cadena de frío durante el proceso de industrialización y el transporte / comercialización de los productos y subproductos pecuarios.

Los riesgos microbiológicos están presentes en todo el ciclo de producción, pero varían de acuerdo a una serie de características:

(1) CARNES BOVINA, PORCINA, AVIAR (10)					
Instalaciones de cría y engorde	Estado sanitario animal	Piensos	Transporte	Procesos de faena	Procesos de transformación y comercialización

(1) HUEVOS, LECHE Y MIEL (10)					
Estado sanitario animal	Instalaciones de acopio/extracción	Piensos	Procesos primarios	Transporte	Procesos de transformación y comercialización

El estado sanitario de los animales de consumo sea que se consuma su carne o subproductos de los mismos, calidad sanitaria de las instalaciones incluido medio ambiente donde está ubicado, bienestar y acceso a alimentos, proceso de cría y engorde (pasto, mixto o engorde), procesos primarios en el caso de acopiadores de subproductos (lechería, extractora y acopiadora de miel, recolección de huevos), transporte (sanitario y refrigerado) y procesos de transformación (En este caso, dado el alcance del plan, solo consideramos miel con su envasado a granel, leche cruda y huevo de mesa). Los procesos posteriores están bajo la responsabilidad de otro organismo¹⁵.

El valor F^{PR} del sub-factor de producción se calcula como el promedio de los componentes, siendo:

$$F^{PR} = \frac{Tc + Ca + Cc + Tr + Or}{n}$$

Donde:

F^{PR} : Factor de producción

Tc: Componente de tipo de cría / engorde

Ca: Componente de condiciones climáticas y ambientales

¹⁵ No se ha incluido aquí, los procesos posteriores que se realizan en los procesos de faena, desposte, envasado, pasteurización, cocción, esterilización, salado, curado, secado, entre otros, por considerar que esos procesos dependen de otro organismo de verificación.

Cc: Componente de condiciones de cría

Tr: Subfactor de tipo de alimentación

Or: Subfactor de origen de la alimentación

n: cantidad de subfactores considerados

1.5.2.2.1 Tipo de Cría/ engorde (Tc)

Procesos de cría, engorde, extracción, faena y desposte.

(1) Mecánico Tipo de cría / engorde Manual (10)

Tipo de cría-engorde		
Sistema de cosecha	Descripción	Componente de Riesgo
Totalmente mecánico	Todas las etapas del ciclo de cría y engorde, transporte primario, extracción y encajonado primario de corresponder son mecánicas.	1-2
Parciamente manual	Se considera parcialmente manual, cuando solo algunas operaciones son manuales tales como la cría y el engorde pueden ser manuales, pero la extracción es mecánica (Ej: vacas lecheras con extracción de leche mecanizada o producción de huevos con extracción, clasificado y empaque mecanizado).	3-4
Mixto	Las operaciones manuales igualan a	5-6

	las operaciones mecánicas.	
Parcialmente mecánico	La mayoría de las operaciones de cría, engorde, extracción primaria, transporte son manuales	7-8
Totalmente manual	Todas las operaciones de cría y engorde, transporte primario, extracción y encajonado primario de corresponder son manuales.	9-10

1.5.2.2.2 Condiciones climáticas o ambientales (Ca),

Correspondiente al tipo de terreno (fácil drenaje o anegamiento (difícil)), ubicación con respecto a poblaciones animal o humana, tratamientos de residuos, aguas servidas, actividades industriales contaminantes, así como zonas climáticas cálidas, propicias a huracanes, entre otras.

(1) Buen drenaje, Zona agrícola Estaciones diferenciadas **Condiciones climáticas y ambientales** Anegamiento; Zona urbana o pecuaria; zona cálida (10)

Condiciones climáticas y/o ambientales		
Condiciones	Descripción	Componente de Riesgo
Optimo	Terreno nivelado, con buen drenaje, en zona exclusiva agrícola, ubicado en zonas con estación anual de frio bien diferenciado.	1-2
Aceptable	Terreno con buen drenaje, en zona exclusiva agrícola, ubicado en zonas sin estación anual de frio, pero de clima templado no propenso a huracanes.	3-4
Regular	Terreno con drenaje regular, con probabilidades de anegamiento, ubicado en	5-6

	zona mixta (mayormente agrícola) con algunas actividades industriales y/o cerca de zona urbana. Clima variado sin estación anual de frío.	
Deficiente	Terreno con drenaje deficiente, anegable, ubicado en zona mixta con preponderancia pecuaria, sin feed lot y/o con actividades industriales preponderantes y/o zona urbana importante (mayor a 20000 habitantes). Clima cálido sin estación de frío. Zona propensa a esporádicos huracanes	7-8
Desfavorable	Zonas inundables, con actividad pecuaria mayoritaria mixta (producción aviar y/o porcina importante y/o acumulación de rumiantes para engorde en feed-lot). Zonas de riesgo microbiano por presencia de depósitos de basura urbana y/o de actividades industriales contaminantes (Ej. planta de piensos para animales); zonas propensas a huracanes.	9-10

1.5.2.2.3 Condiciones de cría / engorde (Cc)

(1) Ambiente protegido

Condiciones de cría / engorde

Cielo abierto (10)

Condiciones de cría - engorde

Condiciones	Descripción	Componente de Riesgo
Corrales naturales	Cría en pastizales naturales, ambiente libre de contaminación (dioxinas, metales pesados, contaminación	1-2

	industrial o urbana)	
Corrales reducidos	Cría en corrales reducidos con pastizales naturales	3-4
Galpones / Alta concentración	Galpones cerrados con alta concentración de animales con piso de tierra	5-6
	Galpones cerrados con alta concentración de animales con piso de hormigón	7-8
Cría estaqueada o jaula.	Cría con animales estaqueados/inmovilizados o en jaula.	9-10

1.5.2.2.4 Tipo de alimentación (Tr),

De acuerdo a la metodología de alimentación de los animales.

(1) Pastos naturales	Tipo de alimentación	Pienso	(10)
----------------------	-----------------------------	--------	------

Tipo de alimentación		
Condiciones	Descripción	Componente de Riesgo
Pasto	Valido para finca, galpones o jaula	1
Mixto (pasto/granos)		5
Feed-lot (piensos)		10

1.5.2.2.5 Origen de la alimentación (Or)

De acuerdo a la procedencia del pienso.

(1) Producción propia	Origen del alimento	Producción industrial	(10)
-----------------------	----------------------------	-----------------------	------

Por lo tanto, para pollo, se considera:

$$F^{PR} = \frac{4 + 2 + 6 + 10 + 10}{5}$$

El valor $F^{PR} = 7,2$

Tabla XIX – Origen del alimento

Origen del alimento	Descripción	Componente de Riesgo
Pienso natural, preparado en el mismo lugar de producción sin adición de piensos industriales	Alfalfa, gramíneas y cereales de cosecha propia y controlada con o sin agregado de núcleos vitamínicos y sales	1
Mixto (Piensos naturales propios con agregado de piensos industriales)	Pienso elaborado a partir de materias primas propias tales como alfalfa, gramíneas y cereales con suplementos industriales proteicos con o sin núcleos vitamínicos y sales.	5
Pienso de fabricación industrial proveniente de industrias piensos	Pienso preformado compuesto de diferentes materias primas mezcladas y procesadas en forma industrial con agregados químicos.	10

Los riesgos microbiológicos no son similares para todas las especies ni condiciones de cría, siendo afectado por:

1.5.2.3 Concentración y productividad de cultivos/cría-engorde (F^{CP})

El sub-factor de concentración y productividad de cultivos/cría-engorde está constituido del promedio de dos componentes:

$$F^{CP} = \frac{F_c + F_p}{2}$$

Donde:

F^{CP} : es el Sub-factor de concentración y productividad de cultivos/cría-engorde

F_c : Componente de concentración de cultivos/cría-engorde

F_p : Componente de productividad de cultivos/cría-engorde

1.5.2.3.1 El componente de concentración de cultivos/cría-engorde

(1) Mayor concentración	Concentración	Menor concentración (10)
-------------------------	---------------	--------------------------

La práctica de la producción en cuanto a su concentración de los cultivos/cría-engorde por regiones del país es un índice directo de las dificultades para la supervisión y la capacitación de los productores involucrados.

Para el cálculo de la concentración de los cultivos/cría por región, se utiliza datos suministrados por MINAGRI. Se seleccionan las regiones de mayor producción, calculando el porcentaje producido por región con respecto a la totalidad de la producción del país.

Se aplica el siguiente algoritmo, sumando los porcentajes de las regiones más productivas hasta llegar al 80 % o más de la producción del país y se toma en cuenta la cantidad de regiones involucradas:

$$F_C = \sum_0^{\geq 80\%} n(\%R_n)$$

Donde:

F_C : Componente de cultivo/cría expresado como cantidad de regiones donde la sumatoria de los porcentajes unitarios de cada región, es igual o supera el 80 % de la producción.

n : regiones

(Este valor ya fue calculado en el análisis de residuos de MV y dio 3)

1.5.2.3.2 Productividad promedio

(1) Mayor concentración	Concentración	Menor concentración (10)
-------------------------	---------------	--------------------------

Lo mismo sucede en cuanto a la producción promedio por productor. Cuanto más grande y más centralizada la producción, implica productores más sostenibles con lo cual se espera que tengan mayor acceso a asesoramiento técnico y tecnológico, y cuando son productores menores y más atomizada la producción, implica productores con menores recursos para su sostenibilidad y menor acceso al asesoramiento tecnológico (mayor riesgo de malas prácticas). La producción promedio por productor se calcula como el volumen total producido en toneladas métricas dividido por la cantidad de productores identificados.

$$P_{(p)} = \frac{V_p}{n_p}$$

Donde:

$P_{(p)}$: Producción promedio por año por productor expresado en toneladas

V_p : volumen de la producción anual expresada en toneladas métricas

N_p : cantidad de productores identificados para el producto agrícola o pecuario en estudio

Usando la siguiente tabla se obtiene el valor de factor de producción (F_p)

$P(p)$	< 1	< 10	< 20	< 30	< 40	≥ 40
F_p	10	8	6	4	2	1

(Este valor ya fue calculado en el ejercicio de residuos de MV y por la baja cantidad de productores considerados dio 1)

Por lo tanto, para pollo, se considera:

$$F^{CP} = \frac{3 + 1}{2}$$

El valor $F^{CP} = 2,0$

1.5.3 Calculo del factor de Riesgo para la caracterización de riesgos

El cálculo del factor de riesgo se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$F_{RH} = \frac{[F^M F^{CO} F^{PR} F^{CP}]}{2} FA$$

Donde:

F_R : Factor de riesgo por contaminación con microorganismos

F^M : es el sub-factor de toxicidad patogénica del microorganismo

F^{CO} : es el sub-factor de consumo

F^{PR} : es el sub-factor de producción

F^{CP} : es el sub-factor de concentración de cultivos/cría

F^A : es el sub-factor por antecedentes

f : exponencial correspondiente a la cantidad de factores individuales considerados

NOTA: El dividendo debe ajustarse en función de la cantidad de sub-factores

Por lo tanto, el Factor de Riesgo para Higiene (patógenos), para el pollo se calcula:

$$F_{RH} = \frac{[2.7 \ 9.0 \ 7.2 \ 2.0]}{10^4} \cdot FA$$

Sin considerar el factor por antecedente, el factor de riesgo por higiene da:

$$F_{RH} = 0.04$$

Considerando el factor de antecedentes, dado que en el año 2015 y 2016 los programas de vigilancia arrojaron datos de 56 % y 33,3 % de no conformidades, y tomando en cuenta que se considera como crítico en higiene, cuando el 10 % o más de la sumatoria de las muestras de control y vigilancia del último año, han sido objeto de violación de los criterios microbiológicos o se ha detectado microorganismos patógenos emergentes, tomamos como factor de antecedente el valor 10.

Calculo final del Factor de Riesgo para Pollo, en Perú:

Por lo tanto, el Factor de Riesgo para Higiene (patógenos), para el pollo se calcula:

$$F_{RH} = \frac{[2.7 \ 9.0 \ 7.2 \ 2.0]}{10^4} \cdot 10$$

Sin considerar el factor por antecedente, el factor de riesgo por higiene da:

$$F_{RH} = 0.18$$

$$F_{RP} = \frac{\left[F_{Ca} \frac{(F_{RP} + F_{RMV} + F_{RC} + F_{RH})10}{Z} \right]}{10^f}$$

Donde:

F_{RP} : es el factor de riesgo por residuos de plaguicidas

F_{RMV} : es el factor de riesgo por residuos de medicamentos veterinarios

F_{RC} : es el factor de riesgo por contaminantes

F_{RH} : es el factor de riesgo por higiene (patógenos)

F_{Ca} : es el factor de consumo aparente

Z: divisor correspondiente a la cantidad de factores de riesgo incluidos en el cálculo, sin considerar el F_{Ca}

Si ahora tomamos en cuenta los valores de los riesgos individuales que contemplan el factor de antecedentes, tendremos para carne de pollo en Perú los siguientes valores:

$$F_{RP} = \frac{\left[8,0 \frac{(0.18 + 0.29 + 0.03)10}{3} \right]}{10^2}$$

por lo cual el factor de riesgo del producto es

$$F_{RP} = 0.14$$

Nota: No se ha considerado en la cuenta del Factor de Riesgo a los residuos de plaguicidas, por el cual el factor de riesgo del producto es **$F_{RP} = 0.14$**

Este valor representa un valor cercano a los límites de un riesgo que debe ser dominado y para el cual debe contemplarse programas de mitigación de este riesgo; sobre todo considerando que el valor de riesgo por residuo de medicamento tiene un valor bajo por no tener un programa de vigilancia y con muchos medicamentos aprobados sin conocimiento del IDA o NOAEL

9.3 ANEXO 3: Cadena alimentaria avícola



