



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

TESIS

**UNA REVISIÓN LITERARIA DE RECUBRIMIENTOS
COMESTIBLES A BASE DE ANTIMICROBIANOS
NATURALES EN LA CARNE DE POLLO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

Autor(a):

**Bach. Cotrina Quintana Yaritza del Carmen
(<https://orcid.org/0000-0002-1627-4802>)**

Asesor:

**Mg. Ing. Aurora Vigo Edward Florencio
(<https://orcid.org/0000-0002-9731-4318>)**

Línea de investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

**Pimentel - Perú
2021**

UNA REVISIÓN LITERARIA DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES A BASE DE ANTIMICROBIANOS NATURALES EN LA CARNE DE POLLO

**Bach. COTRINA QUINTANA, YARITZA DEL CARMEN
AUTOR (A)**

Aprobado por:

**Mg. Ing. AURORA VIGO EDWARD FLORENCIO
PRESIDENTE**

**MBA. Ing. LARREA COLCHADO LUIS ROBERTO
PRESIDENTE**

**Ing. SÍMPALO LÓPEZ WALTER BERNARDO
PRESIDENTE**

JULIO 2021

DEDICATORIAS

En especial a Dios; por regalarme vida, fuerza, sabiduría y ganas de salir adelante día a día.

A mi Ángel en el cielo, a ti mamá, Yovani, que, aunque no estés conmigo físicamente, te he sentido cerca en cada paso que he dado en el transcurso de mi corta vida y, porque uno de tus deseos fue que tus dos pequeñas llegáramos a ser unas grandes profesionales.

A mi padre, por el enorme sacrificio que hace por sacarnos adelante, por sus oraciones y consejos para hacer realidad mis objetivos en la vida.

A mi segunda madre, pero no menos importante, Marleni, por tenerme paciencia y proveerme de ánimo en mi carrera universitaria.

A mis hermanos, Lissette, Katherine, Kevin y Mathías, por estar siempre juntos y brindarme sus mejores deseos en la vida.

A mi sobrino, Stefano, por alegrar mis días con sus besos, abrazos y rabieta, por conquistar mi corazón y alentarme a conseguir días llenos de amor.

Y, a mis docentes de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior, por haberme tenido paciencia y haberme brindado su conocimiento durante mi trayectoria académica.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por ser el pilar en mi vida y permitirme saber que hay días buenos y malos, pero que siempre vamos a estar acompañados de nuestra familia para superar nuestros retos, por brindarme su amor, sabiduría y fortaleza para salir adelante.

A mi Ángel en el cielo, mamá Yovani, por siempre sentirte cerca de mí y hacerme saber de alguna forma que nunca estoy sola.

A mi padre, porque siempre da más de su 100% conmigo y su apoyo incondicional en todas las decisiones que tomo, por brindarme su cariño, por su ejemplo de lucha y perseverancia.

A mi mamá Marleni, por estar conmigo desde pequeña apoyándome para lograr ser mejor ser humano, por sus consejos y cariño que me ha entregado.

A mis hermanos, por cada momento vivido y haber estado unidos, por los momentos compartidos, por su cariño y comprensión porque no soy nada fácil de soportar.

A mi sobrino Stefano, por su amor y porque al verlo me dan ganas de superarme en la vida.

A mis docentes de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior, por haberme brindado su sabiduría y consejos para ser mejor persona.

Y, a todas las personas que estuvieron conmigo brindándome su apoyo y cariño, que es lo más importante, saber que alguien más te brinda una mano para seguir adelante.

RESUMEN

La carne de pollo fresca es un producto altamente perecedero, muchos factores influyen en la calidad y vida útil como la temperatura de almacenamiento, humedad, luz y lo más importante, microorganismos. Se producen desperdicios durante su cadena productiva y esto a su vez genera grandes pérdidas económicas pero se debe a la falta de conocimiento por las empresas cárnicas y si conocen no saben cuál es el más efectivo para ser aplicado en la carne de pollo y, con el aumento de la demanda de seguridad alimentaria y calidad de carne de pollo fresca, tecnologías alternativas de preservación están siendo estudiadas como el empaque activo o también llamado recubrimiento comestible y para aumentar su eficacia se incorporan antimicrobianos naturales. El objetivo de esta revisión literaria es analizar investigaciones científicas referidas al tema y, presentar y discutir algunas nuevas tecnologías y limitaciones industriales.

Palabras Claves: carne de pollo, recubrimiento comestible, antimicrobianos naturales, microorganismos.

ABSTRACT

Fresh chicken meat is a highly perishable product, many factors influence the quality and shelf life such as storage temperature, humidity, light and most importantly, microorganisms. Waste is produced during its production chain and this in turn generates great economic losses but it is due to the lack of knowledge by meat companies and if they are not known it is the most effective to be applied to chicken meat and, with the increase of the demand for food safety and quality of fresh chicken meat, alternative preservation technologies are being studied as the active package or also called edible coating and natural antimicrobials are incorporated to increase their effectiveness. The objective of this literary review is to analyze scientific research related to the topic and to present and analyze some new technologies and industrial limitations.

Keywords: chicken meat, edible coating, natural antimicrobials, microorganisms.

ÍNDICE

APROBACIÓN DE JURADO	ii
DEDICATORIAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Planteamiento del Problema	13
1.2. Antecedentes de estudio.....	14
1.3. Abordaje teórico	16
1.3.1 Carne.....	16
1.3.1.1. Clasificación.....	16
1.3.1.2. Efectos en la refrigeración de la Carne de pollo	17
1.3.1.3. Deterioro de la carne de pollo	17
1.3.1.4. Microorganismos que deterioran la carne de pollo.....	17
1.3.1.5. Técnicas de conservación de la carne de pollo.....	18
1.3.2. Recubrimiento comestible	18
1.3.2.1. Clasificación.....	19
1.3.2.2. Recubrimiento comestible con la incorporación de antimicrobianos naturales	20
1.3.2.3. Aplicaciones en la Agroindustria	22
1.4. Formulación del Problema.....	22
1.5. Justificación e importancia del estudio	22
1.6. Objetivos	23
1.6.1. Objetivo General.....	23
1.6.2. Objetivos Específicos	23
1.7. Limitaciones.....	23

II.	MATERIAL Y MÉTODO.....	24
2.1.	Tipo y diseño de investigación	24
2.2.	Escenario de estudio	24
2.3.	Caracterización de sujetos	24
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
2.5.	Procedimientos para la recolección de datos	26
2.5.1.	Selección del tema de investigación	26
2.5.2.	Búsqueda de artículos de investigación	26
2.5.2.1.	Bases de datos para la investigación	26
2.5.2.2.	Criterios de exclusión e inclusión en la investigación	26
2.5.2.3.	Identificación de descriptores.....	26
2.5.3.	Selección de artículos para la investigación	27
2.5.4.	Análisis de artículos para la investigación	30
2.5.5.	Análisis comparativo de artículos para la investigación	30
2.5.6.	Desarrollo de propuesta metodológica	32
2.6.	Procedimiento de análisis de datos	32
2.7.	Criterios éticos	32
2.7.1.	Respeto a la propiedad intelectual	32
2.7.2.	Respeto a la dignidad humana	33
2.8.	Criterios de Rigor científico	33
2.8.1.	Credibilidad	33
2.8.2.	Auditabilidad	33
2.8.3.	Transferibilidad	33
2.8.4.	Objetividad	33
III.	REPORTE DE RESULTADOS	34
3.1.	Análisis y discusión de resultados	34

3.1.1. Identificar artículos científicos relacionados en la aplicación de antimicrobianos naturales en los recubrimientos comestibles en la carne de pollo.	34
3.1.2. Analizar los diversos recubrimientos comestibles que mejor se apliquen a nuestra investigación.	36
3.1.3. Elaborar una propuesta metodológica para la aplicación de recubrimiento comestible con antimicrobianos para la carne de pollo.....	41
3.1.3.1. Procedimiento de formulación del Recubrimiento.....	42
.....	42
3.1.3.2. Aplicación del recubrimiento en la pechuga de pollo	44
3.1.3.3. Análisis microbiológico	46
3.2. Consideraciones finales	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
REVISIONES LITERARIAS	52
ANEXOS	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Identificación de artículos según metodología.....	34
Figura 2 Actividad antimicrobiana de aerobios mesófilos en pechugas de pollo a 4°C durante 21 días de almacenamiento.....	38
Figura 3 Actividad antimicrobiana de enterobacterias en pechugas de pollo a 4°C durante 21 días de almacenamiento.....	39
Figura 5 Diagrama de Bloques de la formulación del recubrimiento.....	42
Figura 6 Diagrama de bloques de la aplicación del recubrimiento en la carne de pollo	44
Figura 7 Comparación de tratamientos durante días de almacenamiento para el recuento de aerobios mesófilos	78
Figura 8 Recuento de aerobios mesófilos totales en filetes de carne de pollo con quitosano y extracto etanólico de propóleo durante 12 días de almacenamiento a 4°C.....	78
Figura 9 Efecto del recubrimiento comestible en aerobios mesófilos totales y Enterobacterias durante su almacenamiento a 4°C.....	79
Figura 10 Efecto de la adición directa del clavo de aceites esenciales al filete de pollo en aerobios mesófilos totales y Enterobacterias durante su almacenamiento a 4°C	79
Figura 11 Recuento de aerobios mesófilos totales en filetes de carne de pollo durante 20 días de almacenamiento.	80
Figura 12 Recuento de enterobacterias en filetes de carne de pollo durante 20 días de almacenamiento.	80
Figura 13 Recuento de aerobios totales revestidas y no revestidas (control) en muestras con tiempo de almacenamiento	81
Figura 14 Efecto del quitosano- extracto de planta de tomate en pollo durante su almacenamiento.....	81
Figura 15 Actividad antimicrobiana de aerobios mesófilos en pechugas de pollo a 4°C durante 21 días de almacenamiento.....	82
Figura 16 Actividad antimicrobiana de enterobacterias en pechugas de pollo a 4°C durante 21 días de almacenamiento.....	82
Figura 17 Actividad antimicrobiana de aerobios mesófilos según muestras de control y muestras con tratamiento	82
Figura 18 Actividad antimicrobiana de aerobios mesófilos durante su almacenamiento	83
Figura 19 Actividad antimicrobiana de Salmonella durante su almacenamiento	83

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Clasificación y composición nutricional de la carne por cada 100 gr.</i>	16
<i>Tabla 2. Límites microbiológicos para la carne cruda, refrigerada o congelada</i>	18
<i>Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.</i>	25
<i>Tabla 4. Descriptores usados</i>	27
<i>Tabla 5. Pre selección de artículos en la base de datos según descriptores validados</i>	28
<i>Tabla 6. Artículos identificados y seleccionados según descriptores validados</i>	29
<i>Tabla 7. Matriz de Recojo de Información Individual</i>	30
<i>Tabla 8. Matriz de Estudio Comparativo</i>	31
<i>Tabla 9. Análisis de artículos seleccionados</i>	36
<i>Tabla 10. Propuesta metodológica del investigador</i>	41
<i>Tabla 11. Descriptores validados para el uso en base de datos</i>	54
<i>Tabla 12. Artículos seleccionados</i>	55
<i>Tabla 13. Análisis de artículo PR-001</i>	57
<i>Tabla 14. Análisis de artículo PR-002</i>	58
<i>Tabla 15. Análisis de artículo EO-001</i>	60
<i>Tabla 16. Análisis de artículo EO-002</i>	61
<i>Tabla 17. Análisis de artículo EO-003</i>	63
<i>Tabla 18. Análisis de artículo CH-001</i>	64
<i>Tabla 19. Análisis de artículo CH-002</i>	66
<i>Tabla 20. Análisis de artículo NI-001</i>	68
<i>Tabla 21. Análisis de artículo NI-002</i>	70
<i>Tabla 22. Análisis microbiológicos de artículos seleccionados</i>	72

ANEXOS

Anexo 1 Descriptores validados para el uso en base de datos.....	54
Anexo 2 Artículos seleccionados	55
Anexo 3 Artículos analizados codificados en matriz individual.....	57
Anexo 4 Análisis Microbiológico Según NTS N° 071- MINSA/ DIGESA en matriz comparativa	72
Anexo 5 Análisis Microbiológico Según NTS N° 071- MINSA/ DIGESA de los artículos seleccionados.....	78

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Actualmente, la producción de carne a nivel mundial, cada vez es más alta debido al aumento de la población y desperdician anualmente el 20% de la producción total, lo cual equivale a 75 millones de pollos, debido a que los consumidores rechazan los productos por la apariencia de estos. (Diario Gestión, 2018).

Según la FAO (citado en Diario Expansión, 2013), el 54% de estos desperdicios se llega a producir en las primeras etapas que son la producción, manipulación y lo que resta, el 46% ocurre durante el procesamiento, distribución y consumo de los alimentos.

En el Perú, el consumo anual per cápita es de 50,4 kg. de carne de pollo, pero se está llevando un plan estratégico para aumentar el consumo y a su vez, evitar desperdiciar los alimentos que ocurren durante la cadena alimentaria. (Diario Perú 21, 2017; FAO, 2019).

La carne, es un alimento con una vida útil muy corta debido a la presencia de micronutrientes y proteínas, lo cual conlleva entregar al consumidor un producto de alta calidad y con mayor seguridad alimentaria. Además, es un medio para combatir la desnutrición, aunque muchas veces lo toman como el culpable de las enfermedades que causa al ser humano, pero esto se da por el abuso en el consumo. Si bien es cierto que, según sus estándares de nutrición es aceptable el consumo de la carne para la nutrición, también es dañino en la dieta del ser humano pues se puede presentar en obesidad, presión arterial y colesterol elevado. (McNeill y Van, 2012).

Los antimicrobianos naturales tienen ventaja, sobre todo aplicando como componente del recubrimiento comestible directamente a la superficie de la carne ya que la liberación de sus compuestos antimicrobianos conduce a reducir la flora microbiana. (Sánchez & *et al*, 2014).

Es un desafío, entregar carne fresca que cumpla con los estándares de calidad y, una alternativa para aumentar la vida de anaquel en la cadena de suministro es, en el tiempo, alargar la inocuidad y las características organolépticas propias de ésta y así garantizar un producto seguro y el respaldo de la demanda del consumidor. (Francois *et al*, 2012).

Además, hoy en día existen investigaciones sobre recubrimientos comestibles pero muy pocas son aplicadas en la industria y esto se debe a la falta de conocimiento frente al tema y/o hay información, pero no saben cuál es la que mejor se adapta por lo que no se han realizado estudios que indiquen cual es el mejor recubrimiento a aplicar en la materia prima.

1.2. Antecedentes de estudio

Entre las investigaciones realizadas se tuvo que, Wu *et al.* (2002), estudiaron el desarrollo, empleo de las composiciones óptimas de proteínas, polisacáridos o lípidos y, sus respuestas de los recubrimientos comestibles multicomponentes en la industria alimentaria, teniendo ventaja en la inhibición de microorganismos y en sus propiedades de barrera en la transferencia de masa dependiendo de su estructura química de los componentes usados y además, se debe explorar la viabilidad de aplicaciones en la industria alimentaria.

Zhou *et al.* (2010), estudiaron tecnologías para preservar la carne, ya que éste es un alimento perecedero por las proteínas que ésta presenta y hay muchos elementos que influyen en su deterioro como la temperatura, luz, microorganismos y, es por ello que investigaron métodos y tecnologías como bioconservantes naturales, envases activos, súper enfriamiento, alta presión hidrostática contrarrestando así los microorganismos pero presentó déficit en inactivar esporas, también alargó la vida útil de la carne, manteniendo su apariencia y brindó seguridad y alta calidad al momento de su compra y, refirieron que la técnica del empaque activo es atractiva para productores ya que se incorpora compuestos en el empaque y esto alarga la vida útil del producto facilitando su procesamiento y, se le puede agregar antimicrobianos naturales al empaque denominando “empaque verde” y esto hace que llame la atención del consumidor ya que es una tendencia el contribuir con el medio ambiente.

Gennadios *et al.* (1997), estudiaron el empleo de recubrimientos comestibles en las aves, mariscos y carnes en todas sus presentaciones (frescos, congelados y procesados) a base de polisacáridos, proteínas y lípidos mejorando su apariencia y calidad del alimento tapando sus sabores volátiles y funcionando como reductor de permeabilidad de aceite, antioxidantes y agente antimicrobiano, este sistema es beneficioso al proporcionarle información a consumidores y procesadores de alimentos pero aun así no han recibido una aceptación comercial sustancial.

Meindrawan *et al.* (2020), estudiaron el recubrimiento comestible a base de bionanocompuesto polimérico de gelatina (4%) y nanopartículas (NPs) de ZnO (0.048% p/p) para mejorar la calidad del filete de pechuga de pollo, la película de bionanocompuesto y NPs redujo el alargamiento de la película en un 60%, aumentó la resistencia a la tensión en un 61,32%, disminuye la tasa de transferencia de vapor de agua en un 27,54% e inhibió en más del 90% a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* a comparación a las muestras de control (película de gelatina con NPs al 0%) y cuando se aplica en filete de pollo almacenado a temperatura ambiente por 8 horas, mantuvo la dureza alrededor de 80N, estabilizó el pH a 6 y se registró la tasa de pérdida de peso más baja del 17%, no se observó ranciedad ni limo, microorganismos totales ($4.23 \log \text{CFU ml}^{-1}$), se concluyó que el bionanocompuesto polimérico de gelatina y nanopartículas de ZnO es un recubrimiento prometedor para las industrias avícolas y se recomendó estudiarlo en frutas.

Criado *et al.* (2020), estudiaron la eficacia de nanocristales de celulosa (CNCs) cargadas de 0 a 30 incorporados en película de alginato a 0,5 y 0,7 de humedad relativa, donde se observó que este recubrimiento redujo la transmisión UV, propiedades antioxidantes, redujo la permeabilidad de oxígeno a alta humedad relativa (70%) en un 25% cuando se cargaron en 30% CNCs, disminuyó en los días 1 y 3 los peróxido de lípidos y cuantificación de sustancias reactivas de ácido tiobarbitúrico (TBARS) cuando se cargaron en 30% CNCs y no se indicó cambios oxidativos en el color del pollo.

Karimnezhad *et al.* (2017), estudiaron el efecto antimicrobiano de aceites esenciales naturales *Trachyspermum ammi* (1%, 2%) incorporados en película comestible a base de quitosano en pechuga de pollo almacenada a 4°C por 12 días, donde se observó el recuento de bacterias aerobias, psicofílicas y coliformes totales en rangos de 3.8 ± 0.25 a 8.32 ± 0.26 , 4 ± 0.23 a 8.65 ± 0.28 y 1.8 ± 0.09 a $5.62 \pm 0.16 \text{CFU/g}$ pero su efecto antimicrobiano dependió de las concentraciones del aceite esencial, se recomendó la película de quitosano con 0.2% de aceite esencial *Trachyspermum ammi* ya que tuvo mayor efecto antimicrobiano sobre el recuento microbiológico como un potencial envase activo de carne de pollo.

Por otro lado, Noori *et al.* (2018), estudiaron la eficiencia antimicrobiana y antioxidante del recubrimiento comestible a partir de nanoemulsión que contiene aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale*) (3 a 6%) y su efecto sobre los atributos

de seguridad y calidad de los filetes de pechuga de pollo, lo cual el análisis les dio como resultado la adecuada concentración del 6% de nanoemulsión de aceite esencial de jengibre durante 12 días de refrigeración, disminuyó significativamente las bacterias psicrófilas aerobias, así que, la potencia antibacteriana estudiada para la aplicación como cubierta comestible resultó eficaz para extender su vida útil.

Raeisi *et al.* (2016), Realizaron estudio en los filetes de carne de pollo revestidos con alginato de sodio (2% p/v) incorporados con nisina (106 UI/ml), anshulCinnamomum zeylanicum (canela) y aceites esenciales de romero (EO) para preservar la calidad microbiana. Después de 15 de almacenamiento, se realizó una inoculación de 3 días para el recuento de enterobacterias, el recuento de bacterias del ácido láctico, el recuento de Pseudomonas spp., recuento psicrotrófico y recuento de levadura y moho, y de la Listeria monocytogenes en las muestras. Los resultados indicaron que la flora bacteriana es inhibida significativamente cuando se usaron los agentes antimicrobianos en combinación que cuando se usaron individualmente, en comparación con el control ($P < 0.05$). Por lo tanto, según a base de este estudio, para la preservación de la calidad microbiana, se recomendó la aplicación de recubrimientos de alginato de sodio con la incorporación de nisina, aceite esencial de canela y romero como conservantes naturales en productos cárnicos.

1.3. Abordaje teórico

1.3.1 Carne

La carne es toda parte muscular del cuerpo ya sea de un animal de sangre caliente, fresca o procesada, que se encuentre inocua y apta para el consumo humano. Posee proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerales, grasas y ácidos grasos y, pequeñas cantidades de carbohidratos. (FAO, 2019).

1.3.1.1. Clasificación

Tabla 1. Clasificación y composición nutricional de la carne por cada 100 gr.

Producto	Agua	Proteína	Grasa	Cenizas	kJ
Carne de vacuno	5	2.3	1.8	1.2	85
Carne de Cerdo	5.1	2.8	1.2	1	69
Carne de ternera	6.4	1.3	0.8	1.2	10
Carne de pollo	5	2.8	0.9	1.2	39
Carne de venado	5.7	1.4	1.3	1.2	31

Fuente: FAO, 2007 (citado en FAO, 2015).

1.3.1.2. Efectos en la refrigeración de la Carne de pollo

La carne es un producto perecedero, que deben ser almacenados a una temperatura de 2 a 8°C mediante la refrigeración durante un periodo de conservación de 1 a 2 días, pasando ese límite la carne empieza a perder sus características organolépticas y el crecimiento de la flora microbiana. (FAO, s.f.).

1.3.1.3. Deterioro de la carne de pollo

Cuando la luz solar cae sobre la carne, este ocasiona que el producto sufra de oxidación lipídica, el cual es la dependiente principal, además los componentes pro oxidantes conllevan a la disminución de los antioxidantes presentes en sus músculos, llevando a la formación de especies reactivas del oxígeno, otro factor que afecta a la calidad de la carne, por eso es que debe de haber un balance entre antioxidantes del músculo y los componentes pro oxidantes. La carne, también se deteriora por la presencia de olores y sabores desagradables, por la oxidación del pigmento oximioglobina alterando su color rojo brillante y el valor nutritivo, causando que el consumidor tenga una percepción negativa. (Valenzuela y Pérez, 2016).

La deshidratación de la carne ocasiona pérdida de peso, mayormente se produce cuando se distribuye y el pH, es un parámetro susceptible de la carne a su deterioro. (Lindo *et al*, 2011).

1.3.1.4. Microorganismos que deterioran la carne de pollo

La carne, es fuente de micronutrientes, proteínas y lípidos, los cuales estimulan el crecimiento de la flora bacteriana. (McNeill y Van, 2012).

Según DIGESA. (2008), refiere que los límites microbiológicos establecidos en NTS N° 071- MINS/ DIGESA, para la carne cruda de ave, refrigerada y congelada los agentes microbianos aceptables son Aerobios Mesófilos y *Salmonella* spp.

Los límites microbiológicos provenientes de aves son los siguientes:

Tabla 2. Límites microbiológicos para la carne cruda, refrigerada o congelada

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por gramo	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 ⁵	10 ⁷
Samonella spp.	10	2	5	0	Ausencia/ 25 g.	

Fuente: NTS N° 071- MINSA/ DIGESA. (2008)

Dónde:

n= Número de muestras seleccionadas al azar de un lote.

c= Número máximo permitido de unidades de muestra rechazable. Cuando el número de unidades sea mayor a “c” se rechaza el lote.

m= Valor igual o menor a “m” representa un producto aceptable

M= Los valores de recuentos microbianos superiores a “M”, son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud.

1.3.1.5. Técnicas de conservación de la carne de pollo

La FDA (2018), nos dice que, para mantener la calidad e inocuidad de la carne, el refrigerador debe encontrarse a 4°C y el congelador a -18°C y que debemos llevar la cuenta periódicamente de las temperaturas para evitar que la carne se deteriore perdiendo sus características.

1.3.2. Recubrimiento comestible

Los recubrimientos comestibles, son sustancias que se aplican en la superficie del alimento para que el producto se encuentre en las óptimas condiciones

para el consumo humano. El recubrimiento debe encontrarse en legalidad y ser inocuo, además de brindar al alimento un valor nutricional agregado, efectuando así la aceptabilidad del consumidor. (Baldwin y Hagenmaier, 2012).

Los recubrimientos comestibles, protegen del deterioro químico, físico y microbiológico, pues actúan como barreras contra aceites, gases, vapores y portan, sobre todo, sustancias activas como los antioxidantes, vitaminas, colorantes, agentes saborizantes y antimicrobianos, mejorando así la calidad del producto alimenticio y alargando su vida útil y la mejora de la seguridad. (Zaritzky, 2011).

Al hacer uso de los recubrimientos comestibles, también apoyamos al cuidado del medio ambiente, pues se deja de lado los films plásticos y se utiliza biopolímeros naturales y biodegradables que son extraídos de los subproductos de las industrias agroalimentarias y, se aplican en la superficie del alimento en forma líquida ya sea por el método de inmersión o pulverización. (Ancos *et al.*, 2015).

Los recubrimientos comestibles, también llamado envasado antimicrobiano, sobre todo, para productos cárnicos, puesto que la flora microbiana crece en la superficie de estos alimentos por la manipulación durante la cadena de manipuleo; es por eso que, estos envases tienen la finalidad de retrasar el deterioro mediante inmersiones antibacterianas y mejorando la seguridad alimentaria. (Quintavalla & Vicini, 2002)

1.3.2.1. Clasificación

Hidrocoloides: Los hidrocoloides, son polímeros de origen, animal, microbiano o sintético, que contienen polisacáridos y polielectrolitos como el carragenano, quitosano, goma de xantano, alginato de almidón. Además, forman los recubrimientos con buenas propiedades mecánicas y barreras para los gases (O₂ y CO₂). (Shit y Shah, 2014; Ancos y otros, 2015).

Proteínas: Las proteínas presentan barreras capaces de proteger al producto del medio ambiente, por la permeabilidad al agua y al oxígeno, además de presentar propiedades funcionales capaces de formar películas y recubrimientos y sus propiedades mecánicas, que es el encargado de mantener íntegro el revestimiento del alimento. (Pérez, 2012).

Se encuentran diversos tipos de proteínas como las de suero láctico, colágeno, zaína, soya, caseínas y gluten de trigo. (Zaritzky, 2011).

Polisacáridos: Los polisacáridos presentan grupos hidroxilos que desempeñan papeles importantes en las características y formación de las películas, pero son pobres en sus barreras contra la humedad. La mayoría de polisacáridos más utilizados para recubrimientos comestibles son el almidón, metilcelulosa, carboximetilcelulosa, alginato, carregenano, quitosano y goma xantano. (Ancos y otros, 2015; Zaritzky, 2011).

Resinas y Lípidos: Las resinas y lípidos, no son biopolímeros, pero son biodegradables y comestibles y resistentes frente a la humedad. Se aplican en capas delgadas y son acompañantes de proteínas o polisacáridos. Los más utilizados son los ácidos grasos, la manteca de cacao, la cera de candelilla y las ceras de abejas. (Zaritzky, 2011).

Compuestos: Un recubrimiento comestible compuesto por la combinación de biopolímeros como los lípidos e hidrocoloides, donde el lípido forma parte de la segunda capa sobre la proteína o polisacárido, pero se debe de tener bastante cuidado en la adición del polisacárido puesto que se le agrega un emulsionante para mejorar su estabilidad y así obtener películas y recubrimientos homogéneos a diferencia de las proteínas que ya presentan esa característica de carácter emulsionante. (Zaritzky, 2011).

1.3.2.2. Recubrimiento comestible con la incorporación de antimicrobianos naturales

Incorporar antimicrobianos a un recubrimiento comestible reduce cambios sensoriales y contrarresta la flora microbiana, y es tendencia en la industria alimentaria, sustituir aditivos químicos por componentes naturales. (Sánchez *et al.*, 2014).

Y, entre los compuestos naturales con actividad antimicrobiana tenemos:

El quitosano, proviene de los crustáceos y es un polímero natural de carbohidratos derivado de la desacetilación de la quitina, y exhibe la actividad antimicrobiana y antifúngica, presenta propiedades formadoras de película y así como funciones de barrera mecánicas y de permeabilidad. Hay numerosos estudios evidenciando la aplicación de recubrimientos a base de quitosano en distintos

alimentos, desde hortalizas y frutas enteras a carnes y derivados frescos y/o procesados. (Zaritzky, 2011; Campos *et al*, 2011).

Los aceites esenciales, se obtienen de las plantas a través de mezclas de diversos compuestos volátiles, se caracterizan por su bajo peso molecular e incluyen terpenos, terpenoides y productos químicos alifáticos, siendo capaces de contrarrestar diversos tipos de microorganismos expuestos en las superficies de los alimentos como en las frutas y hortalizas, en la carne y el pescado. (Sánchez & *et al.*, 2014). Por lo general, suelen ser más efectivas contra bacterias Gram positivas que contra las Gram negativas. (Pastor, 2010).

Los ácidos grasos y ésteres, se usan en proporciones bajas y carbono entre la cadena 12 y 18 y, su actividad antimicrobiana depende de su fracción no disociada. El ácido láurico es efectivo contra las bacterias Gram positivas y en las levaduras, el cáprico contra las levaduras y, el mirístico y palmítico contra las bacterias Gram positivas y, en lo que respecta a los ésteres, el glicerol monolaurato es el más efectivo contra las bacterias Gram positivas y hongos. (Sánchez *et al.*, 2014; Pastor, 2010).

La lisozima, se encuentra en las lágrimas humanas, en las claras de huevo, es capaz de romper paredes de polisacáridos de muchos tipos de bacterias, pero sobre todo contra las bacterias Gram positivas, son más efectivos a temperaturas altas (100° C) y a un pH de 5.3 pero se inactiva a bajas temperaturas cuando el pH aumenta. (Zaritzky, 2011).

Las bacteriocinas, son péptidos producidos por bacterias que inhiben o matan otros microorganismos relacionados o no y se obtienen del ácido láctico, generalmente son termoestables y aparentar ser hipoalergénicos. (Sánchez *et al.*, 2014).

La nisina, es una bacteriocina de clase I, se produce mediante la fermentación de *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis*, y es reconocida por la FAO como un conservante biológico. (Zaritzky, 2011). Al incorporar nisina a los recubrimientos, llegar a inhibir bacterias gram positivas como *L. monocytogenes* y *Staphylococcus aureus* y bacterias gram negativas. (Campos *et al*, 2011).

La pediocina, es otra bacteriocina, es producida por *Pediococcus acidilactici*, se usa en recubrimientos comestibles por inhibir la flora microbiana pero dicha actividad se retiene cuando disminuye de 121 a 120° C y, se

mantiene activa cuando es tratada con lipasa, lisozima y se destruye por la papaína y la proteasa. (Zaritzky, 2011).

1.3.2.3. Aplicaciones en la Agroindustria

Es un desafío mantener la calidad y mejora del producto, pero con la aplicación de recubrimientos comestibles en los alimentos se ha logrado preservar las características organolépticas y alargar su vida útil puesto que, presentan funciones activas puede incluir la eliminación de oxígeno, humedad o etileno, la emisión de etanol y sabores y la actividad antimicrobiana. (Quintavalla & Vicini, 2002)

Las propiedades de estos recubrimientos protegen de la deshidratación de las frutas y verduras y de la oxidación lipídica en la carne y pescado. (Zaritzky, 2011).

1.4. Formulación del Problema

¿Cuál será la mejor aplicación de recubrimientos comestibles a base de antimicrobianos naturales en la carne de pollo según investigaciones bibliográficas?

1.5. Justificación e importancia del estudio

El desperdicio de carne de pollo, se da durante su manipulación y por la apariencia que el alimento presenta y esto conlleva a grandes pérdidas económicas; es por ello que, para preservar las características, y dejar huella ambiental durante el proceso, el producto tendrá un empaque primario, el cual será un envase comestible y biodegradable. (Pascal, 2013).

Se han desarrollado estudios sobre las películas y, se les denomina envase activo; ya que, están elaborados con las condiciones de mejorar sus características sensoriales, inhibir flora microbiana y así poder mantener la calidad y seguridad en los alimentos, además de prolongar su vida de anaquel. (Quintavalla & Vicini, 2002).

Hay estudios, pero existe un gran desconocimiento por parte de las industrias ya que no ponen en práctica este tipo de revestimientos pues no se ha dado a conocer cuál es el más apropiado para aplicar en el producto y así contrarrestar su flora microbiana; es por ello que, el presente informe hará una revisión literaria de manera exhaustiva sobre recubrimientos comestibles antimicrobianos naturales aplicados en

la carne de pollo y así poder disminuir las pérdidas de ésta y así facilitar a las industrias en su búsqueda de información.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Analizar diversas investigaciones bibliográficas para encontrar el mejor recubrimiento comestible a base de antimicrobianos naturales en la carne de pollo.

1.6.2. Objetivos Específicos

Identificar artículos científicos relacionados en la aplicación de recubrimiento comestible a base de antimicrobianos naturales en la carne de pollo.

Analizar los diversos recubrimientos comestibles que mejor se apliquen a nuestra investigación.

Elaborar una propuesta metodológica para la aplicación de recubrimiento comestible a base de antimicrobianos naturales en la carne de pollo.

1.7. Limitaciones

Los límites de esta investigación exhaustiva se trabajaron con tres bases de datos (Science Direct, EBSCO, SCOPUS), estuvo diseñada para dar conocer a las industrias cárnicas el mejor recubrimiento aplicado en la carne de pollo, los resultados obtenidos de otros autores serán trabajados con cautela en este trabajo, ya que la intención es resolver una problemática y no generarla.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

Según el tipo/naturaleza es Cualitativa: La cual es registrar y analizar investigaciones con datos cualitativos a partir de la revisión de literatura de los recubrimientos comestibles con antimicrobianos naturales para la carne de pollo.

Según la manipulación de variables es longitudinal: ya que se coleccionan datos de manera continua.

Según el enfoque es Documental: ya que se sistematizan y analizan los artículos para poder recopilar la mejor información para la presente investigación.

Según su método de investigación es revisión de literatura: ya que solo se hará uso de bases de datos para recopilar información.

En tal sentido, esta investigación busca recopilar información acerca de los recubrimientos comestibles con antimicrobianos naturales para la carne de pollo, donde el proceso y sistematización de la información será a través de matrices.

2.2. Escenario de estudio

El escenario de investigación de esta revisión literaria de recubrimientos comestibles con antimicrobianos naturales para la carne de pollo, se obtuvo información de artículos científicos del periodo de tiempo 2011 -2020, encontrados en las bases de datos EBSCO, SCOPUS, Science Direct.

Es por ello que, esta revisión literaria será destinada a Empresas cárnicas, camales para facilitar su búsqueda, para que tengan menores pérdidas económicas.

2.3. Caracterización de sujetos

Para este proyecto, se tomaron como sujetos de investigación, a artículos científicos que se obtuvieron de las bases de datos de EBSCO, SCOPUS, Science Direct, y se utilizó criterios para elegir con los que se va a trabajar como:

- Recubrimientos comestibles con quitosano en la carne de pollo.
- Recubrimientos comestibles con aceites esenciales en la carne de pollo.
- Recubrimientos comestibles con nisina en la carne de pollo.
- Recubrimientos comestibles con lisozima en la carne de pollo.
- Recubrimientos comestibles con ácidos grasos y ésteres en la carne de pollo.
- Recubrimientos comestibles con propóleos en la carne de pollo.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Objetivos Específicos	Técnica	Instrumento	Fuentes de investigación
Identificar artículos científicos relacionados en la aplicación de antimicrobianos naturales en los recubrimientos comestibles en la carne de pollo.	Análisis Documental	Ficha de resultados	EBSCO SCOPUS Science Direct
Analizar los diversos recubrimientos comestibles que mejor se apliquen a nuestra investigación.	Análisis Documental	Matriz de recojo de información individual	EBSCO SCOPUS Science Direct
	Análisis Documental	Matriz de estudio comparativo	
Elaborar una propuesta metodológica para la aplicación de recubrimiento comestible con antimicrobianos para la carne de pollo.	Técnica del Gabinete	Fichas bibliográficas	EBSCO SCOPUS Science Direct

Fuente: Elaboración propia

2.5. Procedimientos para la recolección de datos

2.5.1. Selección del tema de investigación

La presente investigación denominada “Una revisión literaria de recubrimientos comestibles a base de antimicrobianos naturales en la carne de pollo”, el tema seleccionado surge a partir de las pérdidas económicas que se dan por el deterioro de la carne, ya que las empresas no aplican ningún revestimiento que proteja la calidad de ésta y esto es porque puede que tengan información y no saben cuál le daría un buen resultado y/o porque están desinformados al respecto.

2.5.2. Búsqueda de artículos de investigación

El proceso de la búsqueda se da con la selección de base de datos y teniendo en cuenta los criterios de exclusión e inclusión, a su vez, se empleó descriptores en la búsqueda de los artículos de investigación.

2.5.2.1. Bases de datos para la investigación

La búsqueda y recopilación de los artículos se realizaron en las siguientes bases de datos:

EBSCO, SCOPUS, Science Direct, plataformas suscritas en el Sistemas de biblioteca de la Universidad Señor de Sipán.

2.5.2.2. Criterios de exclusión e inclusión en la investigación

a. Criterios de exclusión

Repositorios, artículos en libros, registro de conferencias, tesis, tesinas y artículos que no se encontraron en revistas académicas.

b. Criterios de inclusión

Idioma inglés

Artículos de investigación con acceso ilimitado

Se consideró el periodo 2011 al 2020

Se consideró los límites microbiológicos establecidos en la NTS N° 071- MINSA/ DIGESA

2.5.2.3. Identificación de descriptores

La lista de descriptores fue modificada, ya que se eliminó y/o incorporó descriptores precisos y específicos en la base de datos.

a. Descriptores de búsqueda en base de datos

Los descriptores utilizados fueron en inglés tales como:

“Edible coating with nisin on chicken meat” “Edible coating with essential oil on chicken meat”

“Edible coating with propolis on chicken meat”

“Edible coating with chitosan on chicken meat”

“Edible coating with lysozyme on chicken meat”

“Edible coating with fatty acids and esters on chicken meat”

- b. Validación de descriptores de búsqueda en base de datos

La validación de descriptores se dio según la permitancia al elegir los artículos que fueron útiles en la investigación y fueron utilizados en las tres bases de datos donde se obtuvieron artículos que se usaron para la investigación.

Tabla 4. Descriptores usados

TOTAL DESCRIPTORES USADOS	DESCRIPTORES EXCLUIDOS	DESCRIPTORES VALIDADOS
8	2	6

Fuente: Elaboración propia

2.5.3. Selección de artículos para la investigación

Después de haber validados los descriptores, se logró identificar con la ficha de resultados 44 artículos en las bases de datos donde se preseleccionaron a partir de la información en el título y resumen.

Tabla 5. Pre selección de artículos en la base de datos según descriptores validados

	AÑO	AUTOR(ES)	TÍTULO DEL ARTÍCULO
1			RESUMEN/ABSTRACT LINK
2			RESUMEN/ABSTRACT LINK

Fuente: Elaboración propia

Teniendo un total de 44 artículos preseleccionados (Tabla 5) según la presente investigación (Una revisión literaria de recubrimientos comestibles a base de antimicrobianos naturales en la carne de pollo), se tuvo en cuenta los artículos que coincidieron en las bases de datos y con los descriptores utilizados. Por lo cual, se obtuvo una selección de 09 artículos que se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Artículos identificados y seleccionados según descriptores validados

DESCRIPTORES VALIDADOS	BASE EBSCO		BASE SCOPUS		BASE SCIENCE DIRECT	
	Artículos identificados	Artículos seleccionados	Artículos identificados	Artículos seleccionados	Artículos identificados	Artículos seleccionados
TOTAL						

Fuente: Elaboración propia

2.5.4. Análisis de artículos para la investigación

Una vez completado la recopilación de artículos, es necesario leerlos y revisarlos para proceder a recoger datos de diferentes puntos de interés como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 7. Matriz de Recojo de Información Individual

DATOS GENERALES DEL ARTÍCULO	
CÓDIGO	
TÍTULO	
AUTOR (ES)	
LUGAR DEL ESTUDIO	
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	
OBJETIVOS	
ELABORACIÓN DEL	INSUMO 1
RECUBRIMIENTO	INSUMO 2
COMESTIBLE	
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	

Fuente: Elaboración propia

2.5.5. Análisis comparativo de artículos para la investigación

Luego, según la información recogida en la Tabla 7, se procedió a comparar los artículos para identificar cual es el más apropiado para resolver el problema de esta investigación.

Tabla 8. Matriz de Estudio Comparativo

CÓDIGO	VARIABLES	DETERMINACIÓN MICROBIOLÓGICA	RESULTADOS	RECOMENDACIONES
---------------	------------------	---	-------------------	------------------------

Fuente: Elaboración propia

2.5.6. Desarrollo de propuesta metodológica

Finalmente, habiendo analizado los artículos (Tabla 7), se procedió a elaborar una propuesta metodológica anotando todos sus puntos de interés en una Ficha Bibliográfica.

2.6. Procedimiento de análisis de datos

Identificar artículos científicos relacionados en la aplicación de recubrimiento comestible a base de antimicrobianos naturales en la carne de pollo.

- Ficha de resultados

Para la selección de diversos artículos de recubrimientos comestibles que mejor se apliquen a nuestra investigación.

- Matriz de recojo de información individual

Este instrumento tiene la finalidad de recoger información de distintos puntos de interés de los artículos para facilitar el desarrollo de esta investigación como el problema a investigar, sus objetivos, cuáles fueron sus variables y, el análisis estadístico que se utilizó para su desarrollo.

- Matriz de estudio comparativo

Teniendo en cuenta que en el análisis pueden encontrarse puntos donde se hace una comparación de sus semejanzas y diferencias, se realizó este instrumento donde podemos encontrar sus variables y dimensiones, el material y método que se utilizaron, los resultados que se obtuvieron en su estudio y si es que se recomienda o no la aplicación del artículo.

Elaborar una propuesta metodológica para la aplicación de recubrimiento comestible a base de antimicrobianos naturales en la carne de pollo.

- Técnica de Gabinete

Se hizo uso de la técnica de gabinete, la cual consiste en utilizar fichas bibliográficas que servirá para recoger y organizar toda la información importante con respecto al artículo que se empleará en la propuesta metodológica de la investigación.

2.7. Criterios éticos

2.7.1. Respeto a la propiedad intelectual

En la presente investigación, se ha respetado la información adquirida en las bases de datos, no habiéndose alterado, citando a sus autores y referenciándole de acuerdo a las normas APA.

2.7.2. Respeto a la dignidad humana

En comunión con el principio de justicia, las personas deben ser igualmente tratadas; en este sentido, la investigadora se aseguró de aplicar las matrices de estudio de forma equitativa en todos los artículos de estudio seleccionados.

2.8. Criterios de Rigor científico

Durante toda la investigación se siguieron algunos criterios de rigor científico debido a que todas las investigaciones cuantitativas y/o cualitativas deben garantizar su calidad a través del rigor metodológico utilizado.

2.8.1. Credibilidad

Se logró cuando la investigadora, a través del análisis de los artículos, recolecta información para llevar a cabo el propósito de esta investigación, de esta manera, la credibilidad se refiere a cómo los resultados de una investigación son verdaderos por no haberse alterado la información adquirida en las bases de datos.

2.8.2. Auditabilidad

Se refiere a la habilidad de la investigadora en seguir la ruta de lo que el investigador original ha hecho, habiendo hecho uso de fichas de resultados, matrices para analizar la información que la investigadora ha tenido en relación con el estudio. Esta estrategia permite que otro investigador pueda examinar los datos y llegar a la misma o similar conclusión que el investigador original.

2.8.3. Transferibilidad

Es un criterio que se debe tener en cuenta para juzgar el rigor metodológico en la investigación cualitativa, teniendo la posibilidad de extender los resultados del estudio a otras investigaciones posteriores que posean una temática similar.

2.8.4. Objetividad

Para asegurar la objetividad de esta investigación, se verificó la validez y confiabilidad de los instrumentos utilizados.

III. REPORTE DE RESULTADOS

3.1. Análisis y discusión de resultados

3.1.1. Identificar artículos científicos relacionados en la aplicación de antimicrobianos naturales en los recubrimientos comestibles en la carne de pollo.

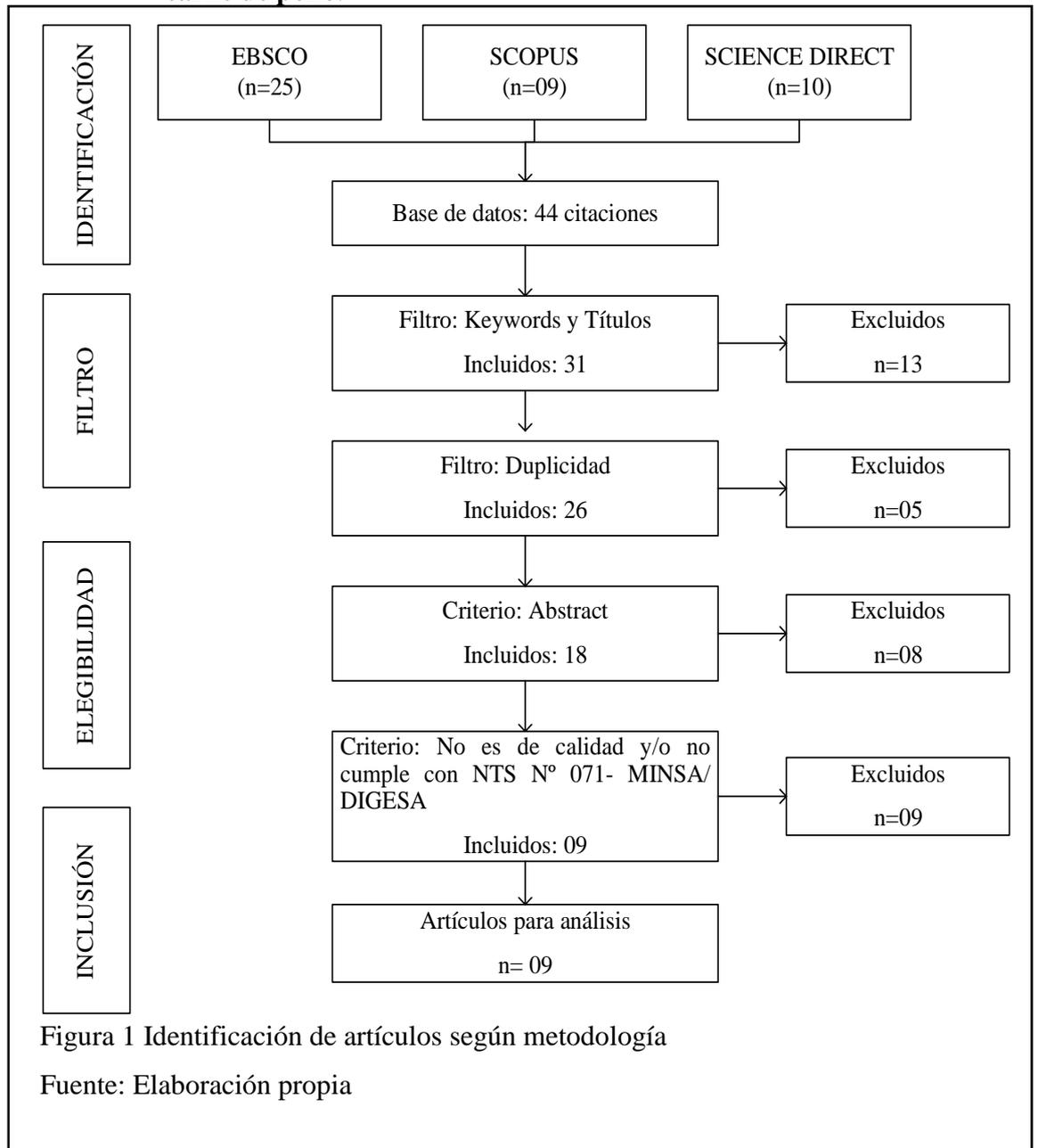


Figura 1 Identificación de artículos según metodología

Fuente: Elaboración propia

El número de artículos incluidos de las bases de datos de EBSCO, SCOPUS, Science Direct fueron 09, después de un exhaustivo análisis pasado por filtros y criterios y siendo eliminados 35 artículos porque se duplicaban, por su título, sus *keywords*, *abstract*, o porque no iban acorde en su análisis microbiológico de los recubrimientos comestibles en la carne de pollo. Según Borrego *et al.* (2014), las

revisiones sistemáticas de literatura evalúan y permiten una crítica objetiva, identifica vacíos y propone nuevas direcciones para la investigación.

Borrego *et al.* (2014), refiere que se tuvo una plantilla específica que resume información sobre resultados, diseño y conclusiones del estudio para la revisión, mientras que Ganann, Ciliska y Thomas (2010), sugieren una metodología que contiene estrategias de búsqueda y criterios para seleccionar artículos como los de inclusión y exclusión y, en este estudio se tomaron ambas metodologías para llevarla a cabo como se muestra en la Fig.1, primero se identificaron los descriptores para llegar a encontrar en las bases de datos los artículos para la investigación, luego se pasaron por filtros y criterios para llegar a la selección de artículos con lo que se van a trabajar.

Egger *et al.* (2003), estas revisiones literarias toman validez cuando esta información es publicada en revistas como informes completos o breves, editoriales o cartas en una edición regular o complementaria y, en este estudio se ha hecho el uso de revistas indexadas ya que tienen mayor visibilidad mundial.

La línea de investigación de este estudio, es referente al campo de la ingeniería para impulsar el desarrollo de estas revisiones literarias ya que actualmente se vienen desarrollando, así como Borrego *et al.* (2014), su investigación contribuye en adaptar procesos a la educación en ingeniería con ayuda de investigadores experimentados en esta rama.

Según Ganann, Ciliska y Thomas (2010), refieren que existen dos tipos de revisiones de literatura, las sistemáticas y rápidas; donde las sistemáticas suelen tardar al menos 12 meses al realizarse en comparación a las rápidas que se realizan en un periodo más corto implicando rigor, dirección y resultados y, este estudio se hizo uso de una revisión bibliográfica exhaustiva pero no sistemática y según Oxman, Schunemann y Fretheim(citado en Ganann, Ciliska y Thomas, 2010), las revisiones rápidas deberían excluir sus métodos, direcciones y limitaciones lo que este estudio si presenta como la metodología que se ha seguido, la dirección y limitaciones para que se llegue a completar la investigación.

3.1.2. Analizar los diversos recubrimientos comestibles que mejor se apliquen a nuestra investigación.

Tabla 9. Análisis de artículos seleccionados

CÓDIGO	TRATAMIENTO	RECuento DE MESÓFILOS	RECuento DE SALMONELLA Y/O ENTEROBACTERIOCEAE
PR-001	CH-PE1%-Z1%,	Se mantiene bajando en sus 16 días (4.32 log ₁₀ UFC/g).	-
PR-002	CH-PR2%	Se mantiene constante del día 0 al 3 ((4 log ₁₀ UFC/g), pero del día 6 (5.1 log ₁₀ UFC/g) al día 12 (6.2 log ₁₀ UFC/g) va en aumento.	-
EO-001	C-O2 O2	En el día 3 baja (2.82 log ₁₀ UFC/g) y aumenta al día 13 (4.98 log ₁₀ UFC/g). La diferencia fue mínima a comparación del control al día 13.	En el recuento de enterobacterias se mantiene bajo a comparación del control. Sobrepasa a las muestras de control.
EO-002	PJ-CH-Z2%	Del día 5 (3.6 log ₁₀ UFC/g) aumenta al día 15 (4.2 log ₁₀ UFC/g) y al día 20 se encuentra >6 log ₁₀ UFC/g.	La Salmonella se mantiene al día 10 (3.7 log ₁₀ UFC/g) y al día 20 aumenta (>5 log ₁₀ UFC/g).
EO-003	A-PA	Del día 2 al 7 se mantiene (0.5 log ₁₀ UFC/g) pero al día 9 se presenció 3x10 ⁶ log.	-

CH-001	C1%-TPE 0.1%	Al día 8 se presenció 2.1 log ₁₀ UFC/g) al día 16 aumentó un 0.2 log ₁₀ UFC/g.	-
CH-002	AITC+EDTA Mostaza+ EDTA	Al día 16 se presenció 3.06 log ₁₀ UFC/g y al día 21 subió a 3.36 log ₁₀ UFC/g. Al día 11 se presenció 3.97 log ₁₀ UFC/g y al día 16 subió a 4.14 log ₁₀ UFC/g y en su último día bajó a 3.48 log ₁₀ UFC/g.	Al día 16 se presenció 3.01 log ₁₀ UFC/g y al día 21 subió a 3.07 log ₁₀ UFC/g. Durante los 21 días se mantuvo en baja (3.01 log ₁₀ UFC/g).
NI-001	Con Tratamiento	En el día 6 se presenció 3.5 log ₁₀ UFC/g, al día 9 subió a 4.3 log ₁₀ UFC/g, al día 12 subió un 0.2 log ₁₀ y, en el 16 se observó un 6.2 log ₁₀ UFC/g.	-
NI-002	CH-N	No hubo media significativa al día 7.	No hubo media significativa al día 7.

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber analizado los 09 artículos, resulta que el estudio CH-002, es la que mejor se aplica a nuestra investigación; ya que, cumplió con los límites microbiológicos establecidos en la NTS N° 071- MINSAL/ DIGESA.

Day	Viability of aerobic bacteria (\log_{10} CFU/g) on vacuum-packed chicken breasts coated with different solutions						
	Uncoated control	Coating control	AITC (50 μ l/g)	Mustard (250 mg/g)	EDTA (15 mg/g)	AITC (50 μ l/g) + EDTA (15 mg/g)	Mustard (250 mg/g) + EDTA (15 mg/g)
0	6.01 \pm 0.13 ^a	6.01 \pm 0.13 ^a	6.01 \pm 0.13 ^a	6.01 \pm 0.13 ^a	6.01 \pm 0.13 ^a	6.01 \pm 0.13 ^a	6.01 \pm 0.13 ^a
5	6.06 \pm 0.28 ^a	5.43 \pm 0.35 ^{ab}	4.70 \pm 0.14 ^{ab}	5.48 \pm 0.27 ^{ab}	5.46 \pm 0.08 ^{ab}	3.97 \pm 0.26 ^b	4.02 \pm 0.81 ^b
11	6.26 \pm 0.11 ^a	5.33 \pm 0.23 ^b	4.48 \pm 0.30 ^c	4.34 \pm 0.19 ^c	5.50 \pm 0.05 ^{ab}	3.66 \pm 0.16 ^c	3.97 \pm 0.30 ^c
16	7.25 \pm 0.26 ^a	5.35 \pm 0.11 ^b	4.62 \pm 0.60 ^{bc}	4.91 \pm 0.59 ^b	5.42 \pm 0.06 ^b	3.06 \pm 0.56 ^c	4.14 \pm 0.39 ^{bc}
21	7.81 \pm 0.30 ^a	5.47 \pm 0.33 ^b	4.21 \pm 0.31 ^{bcd}	4.88 \pm 0.74 ^{bc}	5.34 \pm 0.04 ^b	3.36 \pm 0.42 ^d	3.48 \pm 0.07 ^{cd}

Figura 2 Actividad antimicrobiana de aerobios mesófilos en pechugas de pollo a 4°C durante 21 días de almacenamiento

Fuente: Olaimat y Holley (2015)

En el presente estudio, las bacterias aeróbicas en las pechugas de pollo en las muestras de control alcanzaron 7.8 \log_{10} en los 21 días de investigación, la película de k-carragenano / quitosano o el recubrimiento de EDTA (15 mg/g) redujo el número de bacterias aeróbicas 1.1 \log_{10} UFC/g a los 21 días. El recubrimiento de k-carragenano / quitosano con 50 ml/ml de AITC o 50 ml/ml con 15 mg/g de EDTA redujo el número de bacterias aeróbicas 1.8 \log_{10} UFC/g y 2.7 \log_{10} UFC/g a los 21 días.

Cuando el extracto de mostaza se mezcló con EDTA en el de k-carragenano / quitosano se observó la mayor reducción del número de bacterias aeróbicas 2.5 \log_{10} UFC/g a los 21 días. Estos resultados son similares a los reportados por Fernández *et al.* (2014), evaluaron la película comestible de proteína de suero aislado (WPI), adicionando aceite de clavo de olor y orégano y observaron que a mayor concentración de aceite de orégano mayor es la efectividad del recubrimiento y, en cuanto a la población de bacterias aerobias el tratamiento C-O2 redujo el nivel en 2 \log_{10} UFC/g en sus 13 días de estudio. En contraste, Ruíz *et al.* (2018), en este estudio se observó un similar comportamiento al estudio actual y observaron que la población de bacterias aeróbicas se redujo en 1 \log_{10} UFC/g durante sus 16 días de almacenamiento. Por otro lado, Mehdizadeh y Mojaddar. (2019), estudiaron el

impacto conservador del recubrimiento comestible aplicado sobre el pollo durante 16 días y observó que el nivel microbiano más bajo fue en el tratamiento de la película de quitosano adicionando propóleo y aceite *Zataria multiflora* Boiss (ZEO) ($4.32 \log_{10}$ UFC/g) similar al estudio de Bazargani-Gilani *et al.* (2015), donde refirieron que el tratamiento más efectivo fue de la película de quitosano incorporado con ZEO y jugo de granada ($>6 \log_{10}$ UFC/g) y el efecto inhibitorio es atribuido a microorganismos combinados. En otro trabajo, Sotoudeh *et al.* (2020), se observó una diferencia positiva en el tratamiento de quitosano- nisina al séptimo día en la comparación de medias. Matiacevich *et al.* (2015), la aplicación de recubrimiento con antimicrobiano aplicado en la película de alginato aumentó la vida útil del pollo fresco en sus 9 días de almacenamiento. En cambio, Jonaidi *et al.* (2017), se observó que la población de bacterias aeróbicas se redujo durante sus 12 días de almacenamiento ($6.2 \log_{10}$ UFC/g). Lian *et al.* (2011), observaron que las muestras tratadas con recubrimientos antimicrobianos tuvieron una población de bacterias aeróbicas más bajas en sus 16 días de almacenamiento y que en sus puntos de tiempo tempranos se observó menor población.

Day Viability of <i>Salmonella</i> (\log_{10} CFU/g) on vacuum-packed chicken breasts coated with different solutions							
	Uncoated control	Coating control	AITC (50 μ l/g)	Mustard (250 mg/g)	EDTA (15 mg/g)	AITC (50 μ l/g) + EDTA (15 mg/g)	Mustard (250 mg/g) + EDTA (15 mg/g)
0	6.05 ± 0.06^a	6.05 ± 0.06^a	6.05 ± 0.06^a	6.05 ± 0.06^a	6.05 ± 0.06^a	6.05 ± 0.06^a	6.05 ± 0.06^a
5	5.91 ± 0.23^a	5.37 ± 0.13^{ab}	4.55 ± 0.08^{cd}	4.79 ± 0.50^{bc}	5.38 ± 0.05^{ab}	3.81 ± 0.33^{de}	3.73 ± 0.56^e
11	5.97 ± 0.01^a	5.27 ± 0.25^{ab}	4.26 ± 0.21^{cd}	4.69 ± 0.90^{bc}	5.35 ± 0.07^{ab}	3.44 ± 0.38^d	3.82 ± 0.40^{de}
16	5.73 ± 0.02^a	5.22 ± 0.23^a	4.17 ± 0.37^b	4.02 ± 0.84^b	5.22 ± 0.04^a	3.01 ± 0.13^c	3.53 ± 0.37^{bc}
21	5.84 ± 0.40^a	5.30 ± 0.13^b	3.74 ± 0.01^c	3.80 ± 0.23^c	5.20 ± 0.06^b	3.07 ± 0.33^d	3.01 ± 0.01^d

Figura 3 Actividad antimicrobiana de *Salmonella* spp. en pechugas de pollo a 4°C durante 21 días de almacenamiento

Fuente: Olaimat y Holley (2015)

En el estudio actual, el recubrimiento comestible que contiene 2% de quitosano y 0.2% de k-carragenano redujo significativamente el número de *Salmonella* en pechuga de pollo en $0.8 \log_{10}$ UFC/g comparado con reducción de $0.2 \log_{10}$ UFC/g en piezas no recubiertas, la película de k-carragenano / quitosano con EDTA (15 mg/g) mostró una actividad antimicrobiana similar a la de control, el recubrimiento con 50 ml/ml de AITC redujo *Salmonella* en $2.3 \log_{10}$ UFC/g en 21 días, el recubrimiento que contiene 250 mg/g de extracto de mostaza / g ($53.8 \text{ mg} / \text{g}$ de

sinigrina) también redujo el número de Salmonella en las pechugas de pollo 2.3 log₁₀UFC / g a 21 días.

El recubrimiento combinado con EDTA (15 mg/g) con 250 mg/g de extracto de mostaza o 50 ml/ml de AITC había mejorado la actividad antimicrobiana contra Salmonella donde se redujo 2.3 log₁₀UFC / g a los 5 días y 3.0 log₁₀UFC / g a 21 días. Por otro lado Fernández *et al.* (2014), observaron que la población de Enterobacteriaceae en las muestras recubiertas estaban por debajo de los de sin recubrimiento hasta el final del almacenamiento. Estos resultados son similares a los reportados por Bazargani-Gilani *et al.* (2015), donde observaron que el tratamiento más efectivo fue de la película de quitosano incorporado con ZEO y jugo de granada (aproximadamente 1-2 ciclos logarítmicos) en comparación con las muestras de control. En contraste, Sotoudeh *et al.* (2020), observaron que el tratamiento A y B con Salmonella aumentó lo cual fue incontable a comparación del C (quitosano- nisina) lo cual no se observó crecimiento de Salmonella en la comparación de medias.

3.1.3. Elaborar una propuesta metodológica para la aplicación de recubrimiento comestible con antimicrobianos para la carne de pollo.

Se llegó a esta propuesta “Evaluar el efecto de extracto de mostaza y extracto de planta de tomate incorporados a la película comestible de quitosano con aceite de orégano aplicado en la carne de pollo”.

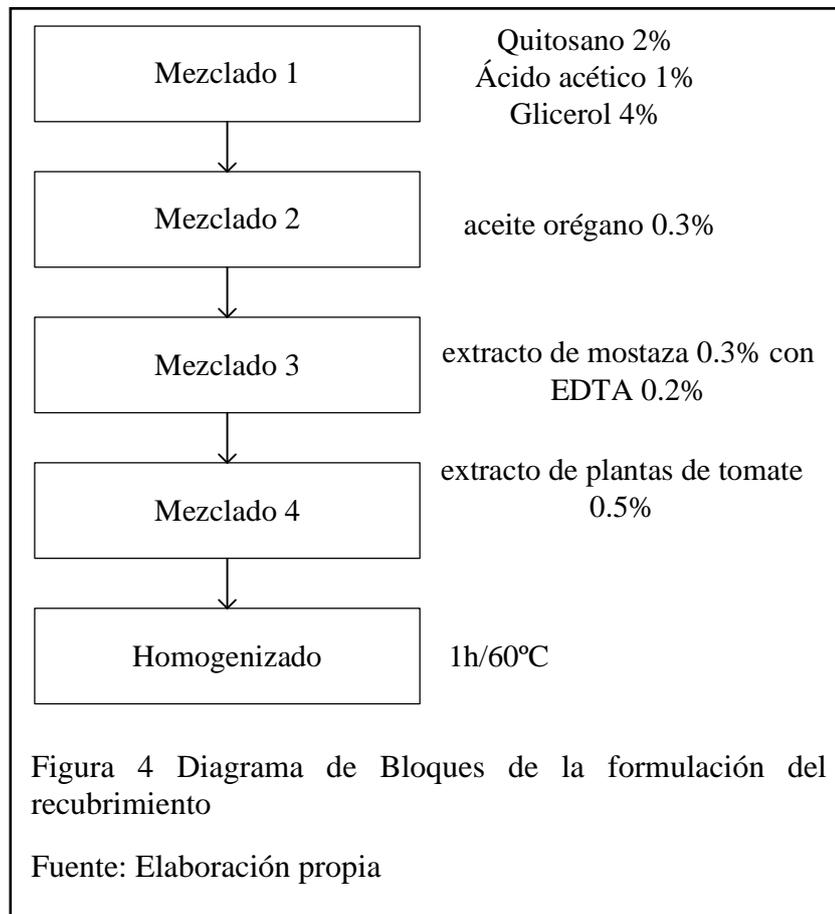
Tabla 10. Propuesta metodológica del investigador

Mejor artículo	Propuesta		Diferencia
Código	Insumo	Investigador	
CH-002	Mostaza (0.25%) +EDTA (0.15%)	Mostaza (0.3 %) + EDTA (0.2%)	Mayor contenido fenólico mejor efectividad contra Salmonella spp.
CH-001	Extracto de plantas tomate (0.3%)	de Extracto de plantas de tomate (0.5%)	Mayor extracto natural mejor reducción de bacterias aerobios mesofílicas
EO- 001	Aceite de orégano (0.2 %)	Aceite de orégano (0.3%)	Mayor concentración mejor efecto bacteriostático.

Fuente: Elaboración propia

Después de un análisis exhaustivo de los resultados de los artículos seleccionados, según Aider. (Citado en Olaimat y Holley, 2015), nos dice que el quitosano tiene un excelente potencial para ser utilizado en la industria alimentaria debido a sus propiedades fisicoquímicas particulares que incluyen biodegradabilidad, falta de alergenicidad, no toxicidad y su actividad antimicrobiana y Wu. (Citado en Olaimat y Holley, 2015), La mostaza oriental también tiene un alto contenido fenólico (> 2300 ug / g equivalentes de ácido gálico) que puede ser parcialmente responsable de la actividad antimicrobiana de la mostaza contra Salmonella. Ruíz *et al.* (2018), hicieron mención de que el extracto de plantas de tomate redujo la población de bacterias aerobios mesofílicas y que hubo mayor efecto positivo con mayores concentraciones del extracto y, Fernández *et al.* (2014), observó que a mayor concentración de orégano mejor es su efectividad y que mostró un efecto bacteriostático contra los microorganismos estudiados.

3.1.3.1. Procedimiento de formulación del Recubrimiento



Mezclado 1

En esta primera fase, el quitosano se obtendrá por desacetilación termoalcalina de quitina, se homogenizó 1 gr de quitina con 15 ml de 50% w / v NaOH a 95 ° C por 2 horas, la acetilación del quitosano será del 34% con un PM 128 kDa, donde se añadió 2% (p/v) y se mezclará con ácido acético al 1% y se agitaron durante 1 hora a 60°C, se añadirá glicerol al 4% (v / v) con una barra de agitación magnética durante la noche y se añade 1 ml de Tween 80.

Mezclado 2

El aceite orégano 0.3% p/v (*Coridothymus capitatus*, con 48.56% de carvacrol), se agregará usando un Ultra-turrax para homogenizar a 24000 rom por 2 minutos, las soluciones se filtrarán y desgasificarán.

Mezclado 3

El extracto de mostaza (0.3% p/v) con EDTA (0.2% p/v), se preparará como lo describen Lara-Lledo et al. (2012) (citado en Holley y Olaimat, 2015) y se agregará al mezclado 2.

Mezclado 4

Plantas de variedad Pitenza, serán lavadas con agua destilada, se secarán a 45°C/ 24 h y luego se pulverizarán. Se mezclarán 35 gr. De muestra seca con una solución de etanol y ácido acético al 5% (relación 95: 5) y se macerarán en agitación constante durante 72 h en completa oscuridad a temperatura ambiente. Luego se filtrarán y concentrarán por evaporación usando un evaporador rotatorio y, el extracto se liofilizará durante 48 h y los extractos secos se mantendrán a -20 ° C para su posterior análisis y, se homogenizará a 15.500 rpm (0.5%).

Homogenizado

La película de quitosano 2% (p / v), se añadirá extracto de mostaza o extracto de planta de tomate por separado o en combinación con aceite de orégano, y se homogenizará a la velocidad máxima usando un homogeneizador y se agitarán durante 1 hora a 60°C.

3.1.3.2. Aplicación del recubrimiento en la pechuga de pollo

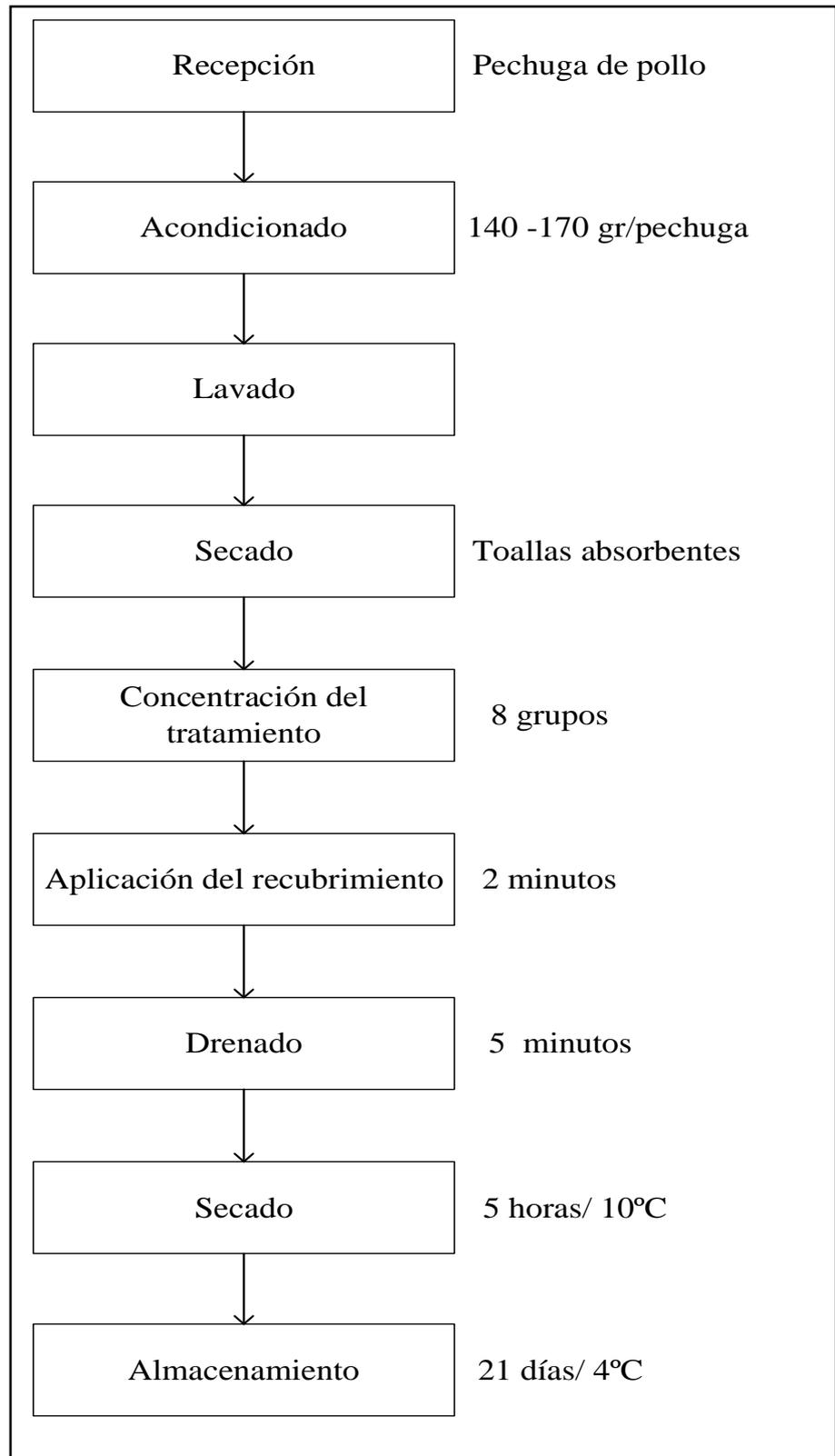


Figura 5 Diagrama de bloques de la aplicación del recubrimiento en la carne de pollo

Fuente: Elaboración propia

Recepción

Se recepcionará la pechuga de pollo con las siguientes características: Libres de insectos, enfermedades, exenta de olor extraño. Consistencia firme, aspecto fresco y saludables (color).

Acondicionado

La pechuga, será fileteada para obtener 140-170 gr de cada una.

Lavado

Una vez fileteada la pechuga de pollo se procederá a lavar.

Secado

Una vez lavada la pechuga de pollo, se procederá a secarla manualmente con toallas absorbentes.

Concentraciones

Se dividieron en 7 grupos de tratamientos:

C: Pechugas sin revestimiento (control)

Pc: Quitosano (2 p/v)

Pc + Eo: La película con aceite (0.3%)

Pc + Mos + EDTA: La película con Mostaza (0.3%) con EDTA (0.2%)

Pc + Ep: La película con Extracto de plantas de tomate (0.5%)

Pc + Eo + Ep: La película con aceite (0.3%) y Extracto de plantas de tomate (0.5%)

Pc + Eo + Mos + EDTA: La película con aceite (0.3%) y Mostaza (0.3%) con EDTA (0.2%).

Aplicación del recubrimiento

Para la aplicación del recubrimiento, las pechugas de pollo (140-170 gr), serán mezcladas en grupos (como control la película de quitosano, la película con extracto de plata de tomate, la película con extracto de mostaza, la película con extracto de plata de tomate y aceite de orégano, la película con extracto de mostaza y aceite de orégano y, una sin revestimiento antimicrobiano), se sumergió la muestra por 2 minutos.

Drenado

Las muestras serán drenadas por 5 minutos.

Secado

Se dejarán secar por 5 horas a 10°C debajo de una campana de contención biológica.

Almacenamiento

El almacenamiento será a una temperatura de 4°C en la refrigeradora y se colocarán en bolsas de polietileno, analizándolos por 21 días en intervalos de 3 días.

3.1.3.3. Análisis microbiológico

Se prepararán 10 gr de muestras con 180 ml de agua de peptona tamponada estéril al 0,1% (p / v) durante 30 segundos, las diluciones en serie se realizarán en agua de peptona tamponada al 0,1%, y se sembrarán en duplicado en agar PCA para bacterias viables totales mesofílicas y agar XLD para salmonella. Las placas se incubarán a 37 ° C durante 24 y 48 horas. (Olaimat y Holley, 2015).

3.2. Consideraciones finales

Los artículos pre seleccionados fueron sobre investigaciones relacionadas a este estudio sobre Recubrimientos a base de antimicrobianos naturales aplicados en la carne de pollo donde de 44 artículos solo se seleccionaron 09; ya que, se fueron eliminando mediante filtros y criterios, pero, sobre todo, teniendo en cuenta los límites microbiológicos establecidos en la NTS N° 071- MINSA/ DIGESA, ya que según su calidad sanitaria e inocuidad se considera apto para el consumo humano.

El análisis de los artículos fue exhaustivo, donde se compararon todos entre sí para encontrar la investigación con mejores resultados microbiológicos y se identificó que “Control of Salmonella on fresh chicken breasts by k-carrageenan/ chitosan-based coatings containing allyl isothiocyanate or deodorized Oriental mustard extract plus EDTA” (CH-002) donde la formulación de la película comestible fue 2% de quitosano y 0,2% de k-carragenano incorporando mostaza (250mg/g) +EDTA (15mg/g) redujo significativamente aerobios mesófilos y Salmonella spp. en sus 21 días de estudio y, se observó 3,01 y 3,48, respectivamente prolongando así la vida útil de la carne de pollo.

La propuesta metodológica fue en base a 3 artículos estudiados (CH-001, CH- 002, EO-001), puesto que, sus autores recomendaron el uso de estos antimicrobianos por ser eficaces durante su investigación y además, se observó que

aerobios mesófilos y *Salmonella* spp. se encontraron por debajo de los límites microbiológicos establecidos en la NTS N° 071- MINSA/ DIGESA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ancos *et al.* (2015). Iv Y V Gama Products. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 16, 8–17.
- Baldwin y Hagenmaier. (2012). Introduction. En Baldwin, E. y otros (editores). *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. pp.1. Estados Unidos: Taylor & Francis Group.
- Borrego *et al.* (2014). Systematic literature reviews in engineering education and other developing interdisciplinary fields. *Journal of Engineering Education*, 103(1), 45–76. <https://doi.org/10.1002/jee.20038>
- Campos *et al.* (2011). Development of Edible Films and Coatings with Antimicrobial Activity. *Food and Bioprocess Technology*, 4(6), 849–875. <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0434-1>
- Criado *et al.* (2020). Cellulose nanocrystals (CNCs) loaded alginate films against lipid oxidation of chicken breast. *Food Research International*, 132, 109110. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109110>
- Diario Expansión. (2013). El mundo desperdicia 1,300 millones de toneladas de alimento anuales: FAO. Diario Expansión. Recuperado de: <https://expansion.mx/salud/2013/09/11/el-mundo-desperdicia-1300-millones-de-toneladas-de-alimento-anuales-fao>
- Diario Gestión. (2018)¿Qué alimentos se desperdician más en el mundo? Diario Gestión. Recuperado de: <https://gestion.pe/fotogalerias/alimentos-desperdician-mundo-235087-noticia/?foto=1>
- Diario Perú 21. (2017). Ministerio de Agricultura buscará aumentar el consumo de carne. Diario Perú 21. Recuperado de: <https://peru21.pe/economia/ministerio-agricultura-buscar-aumentar-consumo-carne-76411-noticia/>

- DIGESA. (2008). Normas legales NTS N° 071. Diario el Peruano. Obtenido en: <http://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rm591minsanorma.pdf>
- Egger *et al.* (2003). How important are comprehensive literature searches and the assessment of trial quality in systematic reviews? Empirical study. *Health Technology Assessment*, 7(1). <https://doi.org/10.3310/hta7010>
- FAO (s.f.). Tabla de almacenamiento de alimentos en frío. Recuperado de: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/come-sano/t_es.pdf
- FAO (2015). Composición de la carne. Recuperado de: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html
- FAO (2019). Perú: pérdidas de alimentos en la venta al detalle bastarían para alimentar a cerca de 2 millones de personas. Recuperado de: <http://www.fao.org/peru/noticias/detail-events/es/c/238947/>
- FAO (2019). Carne y productos cárnicos. Recuperado de: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>
- FDA (2018). Carne de res, pollo, pescados y mariscos de Seguridad alimentaria para futuras mamás. Recuperado de: <https://www.fda.gov/food/people-risk-foodborne-illness/carne-de-res-pollo-pescados-y-mariscos-de-seguridad-alimentaria-para-futuras-mamas>
- Francois *et al.* (2012). Opportunities for predicting and manipulating beef quality. *Meat Science*, 92(3), 197–209. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.007>
- Ganann, Ciliska & Thomas. (2010). Expediting systematic reviews: Methods and implications of rapid reviews. *Implementation Science*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1748-5908-5-56>
- Gennadios *et al.* (1997). Lebensm.-Wiss. u. -Technol. 30, 337–350.pdf. *LWT - Food Science and Technology*, 30, 337–350. <https://doi.org/10.1006/fstl.1996.0202>

- Karimnezhad *et al.* (2017). Study the antimicrobial effects of chitosan-based edible film containing the *Trachyspermum ammi* essential oil on shelf-life of chicken meat. *Microbiology Research*, 8(2). <https://doi.org/10.4081/mr.2017.7226>
- Lindo *et al.* (2011). Composición química y calidad instrumental de carne de bovino, llama (lama glama) y caballo bajo un sistema de crianza extensiva c hemical c omposition and instrumental quality of bovine , llama (lama glama) and horse meat under an extensive. *Red Inv Perú*, 22(4), 301–311. Retrieved from <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v22n4/a03v22n4.pdf>
- McNeill & Van (2012). Red meat in global nutrition. *Meat Science*, 92(3), 166–173. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.014>
- Meindrawan *et al.* (2020). Bionanocomposite of Gelatin–ZnO Nanoparticles as Potential Edible Coating for Broiler Chicken Fillet. *Macromolecular Symposia*, 391(1), 1–6. <https://doi.org/10.1002/masy.201900165>
- Noori *et al.* (2018). Antimicrobial and antioxidant efficiency of nanoemulsion-based edible coating containing ginger (*Zingiber officinale*) essential oil and its effect on safety and quality attributes of chicken breast fillets. *Food Control*, 84, 312–320. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.08.015>
- Pascall, M. (2013). The Application of Edible Polymeric Films and Coatings in the Food Industry. *Journal of Food Processing & Technology*, 04(02), 1–3. <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000e116>
- Pastor, C. (2010). *Recubrimientos comestibles a base de hidroxipropil metilcelulosa: caracterización y aplicación*. 219. Retrieved from <http://dspace.cc.upv.es/handle/10251/8534>
- Pérez, M. (2012). Protein-based films and coatings. En Baldwin, E. y otros (editores). *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. pp. 14. Estados Unidos: Taylor & Francis Group.

- Quintavalla y Vicini (2002). Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Science*, 62, 373–380. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00121-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00121-3)
- Raesi *et al.* (2016). Effect of sodium alginate coating incorporated with nisin, *Cinnamomum zeylanicum*, and rosemary essential oils on microbial quality of chicken meat and fate of *Listeria monocytogenes* during refrigeration. *International Journal of Food Microbiology*, 238, 139–145. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.08.042>
- Sánchez *et al.* (2014). Antimicrobial edible films and coatings for meat and meat products preservation. *Scientific World Journal*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/248935>
- Shit y Shah. (2014). Edible Polymers: Challenges and Opportunities. *Journal of Polymers*, 2014, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2014/427259>
- Valenzuela y Pérez. (2016). Actualización en el uso de antioxidantes naturales derivados de frutas y verduras para prolongar la vida útil de la carne y productos cárneos. *Revista Chilena de Nutricion*, 43(2), 188–195. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000200012>
- Wu *et al.* (2002). *Advances in food and nutrition research*. Vol. 44 (Vol. 44). [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(02\)44007-7](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(02)44007-7)
- Zaritzky, N. (2011). Edible Coatings to Improve Food Quality and Safety. *Food Engineering Series*, 631–659. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7475-4_27
- Zhou *et al.* (2010). Preservation technologies for fresh meat - A review. *Meat Science*, 86(1), 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.033>

REVISIONES LITERARIAS

- Bazargani *et al.* (2015). Effect of pomegranate juice dipping and chitosan coating enriched with *Zataria multiflora* Boiss essential oil on the shelf-life of chicken meat during refrigerated storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 29, 280–287. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2015.04.007>
- Cruz *et al.* (2018). Effect of chitosan-tomato plant extract edible coating on the quality, shelf life, and antioxidant capacity of pork during refrigerated storage. *Coatings*, 9(12), 1–9. <https://doi.org/10.3390/coatings9120827>
- Fernández *et al.* (2014). Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets. *Food Control*, 36(1), 69–75. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.07.032>
- Jonaidi *et al.* (2017). The effect of chitosan coating incorporated with ethanolic extract of propolis on the quality of refrigerated chicken fillet. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), 1–8. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13336>
- Liang *et al.* (2011). Application of gelatin-based antimicrobial edible coatings on the preservation of chicken meat and prepared products. *Advanced Materials Research*, 236–238, 2255–2258. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.236-238.2255>
- Matiacevich *et al.* (2015). Characterization of Edible Active Coating Based on Alginate-Thyme Oil-Propionic Acid for the Preservation of Fresh Chicken Breast Fillets. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 2792–2801. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12530>
- Mehdizadeh y Langroodi (2019). Chitosan coatings incorporated with propolis extract and *Zataria multiflora* Boiss oil for active packaging of chicken breast meat. *International Journal of Biological Macromolecules*, 141, 401–409. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.08.267>
- Olaimat y Holley. (2015). Control of Salmonella on fresh chicken breasts by κ -carrageenan/chitosan-based coatings containing allyl isothiocyanate or

deodorized Oriental mustard extract plus EDTA. *Food Microbiology*, 48, 83–88. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.11.019>

Sotoudeh *et al.* (2020). Evaluation of Chitosan-Nisin coating on quality characteristic of fresh chicken fillet under refrigerated conditions. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(1), 135–146.

ANEXOS

Anexo 1 Descriptores validados para el uso en base de datos

Tabla 11. Descriptores validados para el uso en base de datos

DESCRIPTORES VALIDADOS	BASE EBSCO		BASE SCOPUS		BASE SCIENCE DIRECT	
	Artículos identificados	Artículos seleccionados	Artículos identificados	Artículos seleccionados	Artículos identificados	Artículos seleccionados
“Edible coating with nisin on chicken meat”	9	1	2	1	1	0
“Edible coating with essential oil on chicken meat”	2	1	5	1	8	1
“Edible coating with propolis on chicken meat”	4	2	0	0	0	0
“Edible coating with chitosan on chicken meat”	10	0	2	2	1	0
“Edible coating with lysozyme on chicken meat”	0	0	0	0	0	0
“Edible coating with fatty acids and esters on chicken meat”	0	0	0	0	0	0

TOTAL	25	4	9	4	10	1
--------------	-----------	----------	----------	----------	-----------	----------

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2 Artículos seleccionados

Tabla 12. Artículos seleccionados

AUTOR	AÑO	CÓDIGO	TÍTULO	BASE DE DATOS
Olaimat y Holley	2015	CH-002	Control of Salmonella on fresh chicken breasts by k-carrageenan/ chitosan-based coatings containing allyl isothiocyanate or deodorized Oriental mustard extract plus EDTA	SCOPUS
Cruz <i>et al</i>	2018	CH-001	Effects of chitosan-tomato plant extract edible coatings on the quality and shelf life of chicken fillets during refrigerated storage	SCOPUS
Matiacevich <i>et al</i>	2015	EO-003	Characterization of edible active coating based on alginate–thyme oil–propionic acid for the preservation of fresh chicken breast fillets	EBSCO
Fernández <i>et al</i>	2014	EO-001	Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets	Science Direct

Bazargani <i>et al</i>	2015	EO-002	Effect of pomegranate juice dipping and chitosan coating enriched with <i>Zataria multiflora</i> Boiss essential oil on the shelf-life of chicken meat during refrigerated storage	Science Direct
Mehdizadeh y Langroodi	2019	PR-001	Chitosan coatings incorporated with propolis extract and <i>Zataria multiflora</i> Boiss oil for active packaging of chicken breast meat	EBSCO
Jonaidi <i>et al</i>	2017	PR-002	The effect of chitosan coating incorporated with ethanolic extract of propolis on the quality of refrigerated chicken fillet	EBSCO
Liang <i>et al</i>	2011	NI-001	Application of Gelatin-based Antimicrobial Edible Coatings on the Preservation of Chicken Meat and prepared products	SCOPUS
Sotoudeh <i>et al</i>	2020	NI-002	Evaluation of Chitosan-Nisin Coating on Quality Characteristic of Fresh Chicken Fillet under Refrigerated Conditions	EBSCO

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3 Artículos analizados codificados en matriz individual

Tabla 13. Análisis de artículo PR-001

DATOS GENERALES DEL ARTÍCULO	
CÓDIGO	PR-001
TÍTULO	Chitosan coatings incorporated with propolis extract and Zataria multiflora Boiss oil for active packaging of chicken breast meat
AUTOR (ES)	Mehdizadeh y Mojaddar
LUGAR DEL ESTUDIO	Iran
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	Reducir el deterioro de la carne fresca de pollo envasada.
OBJETIVOS	Estudiar impacto conservador del Recubrimiento de quitosano combinando ZEO y extracto etanólico de propóleo en la carne de pollo durante la refrigeración en envases normales.
ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE	<p>Propóleo Se extrajo el propóleo (100gr) con etanol (200 ml,95%), se filtró 6 veces en papel de filtro Whatman No 2, el sobrenadante se evaporó en un evaporador rotativo y se mantuvo a 4°C hasta la prueba y se hizo un análisis de cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) según el método de Marriott, Shellie y Cornwell (2001)</p> <p>Aceite de Zataria multiflora Boiss Se hidrodestiló por 3 horas las partes secas de la hierba en un conjunto Clevenger, se usó sulfato de sodio anhidro para secar y se mantuvo a 4° C.</p>

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Las pechugas de pollo (140-170 gr), fueron transferidas en bandejas de poliestireno a refrigeración (4°C) después de una hora de su muerte, Se disolvió quitosano (2%) en ácido acético (1%) y glicerol (0,75 ml / g), el PE y ZEO se mezclaron a diferentes concentraciones y se le agregó agente tensioactivo Tween 80, obteniendo 8 grupos (CH, CH-AL, CH-Z 0.5%, CH-Z 1%, CH-PE 1% y CH-PE 1% - Z 0.5% y CH-PE 1% - Z 1%), se sumergió la muestra de 1 a 2 minutos, se dejó drenar por 2 minutos debajo de un gabinete de seguridad biológica y envuelto en bolsas de polietileno LDPE (3 muestras por tratamiento) y, se analizó los días 0;4;8;12;16.
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	Se usó el software IBM SPSS 21, donde se triplicaron cada tratamiento y se duplicaron las muestras y, muestran las medias.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Análisis de artículo PR-002

DATOS GENERALES DEL ARTÍCULO	
CÓDIGO	PR-002
TÍTULO	The effect of chitosan coating incorporated with ethanolic extract of propolis on the quality of refrigerated chicken fillet
AUTOR (ES)	Jonaidi Jafari <i>et al.</i>
LUGAR DEL ESTUDIO	Irán

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	Reducir el deterioro de la carne fresca de pollo envasada.	
OBJETIVOS	Estudiar conservantes y antimicrobianos en la carne de pollo fresca refrigerada.	
ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE	Quitosano	El quitosano fue de alta pureza y bajo peso molecular, se añadió 2 gr a 100 ml de solución de ácido acético (1% v/v) y se mezcla a 40°C en un agitador magnético y se añade 0.75ml/g de glicerol y 0.2% de Tween 80, se ajustó el pH 5.7 a 6 con 1 mol/L de NaOH a 30°C por 30 minutos. La preparación fue filtrada 3 veces por papel Whatman 6 ¼ y esterilizado a 121°C por 15 minutos.
	Propóleo	El extracto etanólico de propóleo seco se añadió al 1% y 2%, homogenizando en un agitador magnético por 10 minutos.
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Las pechugas de pollo (50 gr), fueron muestras estériles y 40 de ellas por tratamiento, se remojaron en una solución de recubrimiento al 0 ; 1 y 2% de propóleo durante 30 segundos y después de 2 minutos se volvieron a remojar por 30 segundos más y se drenaron por 5 minutos en una cabina de seguridad biológica y se refrigeraron a 4°C en bolsas estériles para ser evaluadas en intervalos de 3 días.	
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	Se usó ANOVA y la prueba de Duncan en SAS versión 9.1 y la significación estadística en valores medios $p < 0.05$	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Análisis de artículo EO-001

DATOS GENERALES DEL ARTÍCULO	
CÓDIGO	EO-001
TÍTULO	Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets
AUTOR (ES)	Fernández <i>et al.</i>
LUGAR DEL ESTUDIO	España
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	Reducir el deterioro de la carne fresca de pollo envasada.
OBJETIVOS	Evaluar la utilidad y efectividad sobre la calidad microbiana de este recubrimiento comestible.
ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE	<p>Proteína de suero aislada Una solución acuosa 100 g kg⁻¹ de proteína de suero aislada y 50 g kg⁻¹, las unidades formadoras de películas (FFS), se dio a 90°C por 30 minutos bajo agitación constante y se deja enfriar.</p> <p>Aceite de orégano y clavo El aceite orégano (<i>Coridothymus capitatus</i>, con 48.56% de carvacrol) o clavo (<i>Eugenia caryophyllata</i>, con 71.80% de eugenol y 19.80% de acetato de eugenilo) a 10 o 20 g kg⁻¹, se agrega al FFS, usando un Ultra-turrax para homogenizar a 24000 rpm por 2 minutos, las soluciones se filtraron y desgasificaron, obteniendo así el C-O1, C-O2 (que se refieren a FFS con orégano EO a 10 o 20 g kg⁻¹), C-C11 y C-C12 (que se refieren a FFS con clavo EO a 10 o 20 g kg⁻¹). Además, se prepararon FFS sin EO como control de recubrimiento (C-C).</p>

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Las pechugas de pollo fueron de 50 mm de diámetro y 5 mm de grosor, se da la inmersión de 100 ml de FFS por 2 minutos, se drena por 30 segundos y se seca por corriente de aire frío por 45 segundos cada lado. Las muestras (C-O1, C-O2, C-C11, C-C12 y C-C), se colocaron en bandejas de polipropileno a 4°C, evaluando el día 1; 3; 6; 8; 10; 13.
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	Se analizaron las muestras por triplicado, usando ANOVA en el software SPSS tomando valores medios con desviaciones estándar, nivel de confianza del 95% y las diferencias con el test de Duncan.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Análisis de artículo EO-002

DATOS GENERALES DEL ARTÍCULO	
CÓDIGO	EO- 002
TÍTULO	Effect of pomegranate juice dipping and chitosan coating enriched with Zataria multiflora Boiss essential oil on the shelf-life of chicken meat during refrigerated storage
AUTOR (ES)	Bazargani <i>et al.</i>
LUGAR DEL ESTUDIO	Iran
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	Reducir el deterioro de la carne fresca de pollo envasada.

OBJETIVOS	Introducir el jugo de granada en la pechuga de pollo y su conservación con recubrimiento de quitosano enriquecido con aceite esencial <i>Z. multiflora</i> Boiss en almacenamiento refrigerado (4 ° C).	
ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE	Zumo de granada	La fruta fue lava y cortada en 4, se separaron las semillas y se molieron en una mezcladora por 30 segundos y se filtró en una tela de muselina y, se volvió a filtrar en un filtro Millipore con una membrana de nylon de 0.22 µm al vacío a 25 ° C y, se usó.
	Aceite de Zataria multiflora Boiss	Se hidrodestiló por 3 horas las partes secas de la hierba en un conjunto Clevenger, se usó sulfato de sodio anhidro para secar y se almacenó en vidrio herméticos cubiertos con papel de aluminio a 4° C, El análisis de cromatografía de gases-espectroscopía de masas (GC-MS) de ZEO del método de Bazargani-Gilani, Tajik, & Aliakbarlu (2014).
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	La solución quitosano al 1,5% (p / v) en ácido acético al 1% (v / v), se agitó a T° ambiente por la noche, la solución en vaso precipitado se colocó en agitador magnético y se añadió glicerol 0,75 ml / g agitándose por 10 minutos y se filtró en papel de filtro Whatman No. 3. Luego se añadió ZEO mezclado con Tween 80. La solución de recubrimiento final consistió en 1,5% de quitosano, 1% de ácido acético, 0,75% de glicerol, 0,2% de Tween 80 individualmente o incorporado con 1% y 2% de ZEO. Las pechugas de pollo (140-170 gr), fueron mezcladas en grupos (PJ, PJ – CH, PJ – CH – ZEO 1% y PJ – CH – ZEO 2%) sumergió la muestra por 2 minutos, se dejó drenó bien y se volvió a sumergir 2 minutos más y se dejaron secar por 5 horas a 10°C debajo de una campana de contención biológica y luego, envuelto en bolsas de polietileno a 4°C, analizándolos por 20 días en intervalos de 5 días.	
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	Se replicó el estudio, usando muestras triplicadas, presentando valores medios con desviación estándar, se usó el software SPSS, prueba de Turkey y T y diferencia significativa en p <0,05.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Análisis de artículo EO-003

DATOS GENERALES DEL ARTÍCULO	
CÓDIGO	EO- 003
TÍTULO	Characterization Of Edible Active Coating Based On Alginate–Thyme Oil–Propionic Acid For The Preservation Of Fresh Chicken Breast Fillets
AUTOR (ES)	Matiacevich <i>et al.</i>
LUGAR DEL ESTUDIO	Chile
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	Reducir el deterioro de la carne fresca de pollo envasada.
OBJETIVOS	Desarrollar un recubrimiento comestible a base de alginato incorporando ácido propiónico y aceite de tomillo aplicado por sistema de pulverización, que sea efectivo para mejorar la vida útil y la seguridad del pollo fresco.
ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE	<p>Alginato Se prepararon suspensiones formadoras de película (FFS), usando alginato y sorbitol ambos al 1% p / p, que se prepararon usando agua destilada estéril, calentada previamente a 50 ° C y agitado hasta la disolución total de los componentes.</p> <p>Aceite de tomillo y ácido propiónico Fueron agregados al 0.5% p / p, luego se agregó CaCO₃ al 0.02% p / p para permitir la formación de la red. Las suspensiones se ajustaron a pH 5,5 usando ácido acético 0,2 N.</p>
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Las pechugas de pollo (0.5 cm × 2 cm × 1.5 cm, altura × ancho × longitud), Los FFS se aplicaron mediante un método de pulverización eléctrica simple en el músculo exterior, las cuales estuvieron almacenadas a 5°C, se

**ANÁLISIS
ESTADÍSTICO**

dio la pulverización por 1 segundo y se secó por 30 minutos bajo flujo laminar para formar el recubrimiento a temperatura ambiente y fue a refrigeración a 4°C.
Las muestras fueron por triplicado, Usando un diseño estadístico factorial con un factor, ANOVA con un nivel de confianza del 95% utilizando el software GraphPad Prism v5.01, las diferencias entre los tratamientos se dio por la Prueba Turkey.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Análisis de artículo CH-001

DATOS GENERALES DEL ARTÍCULO	
CÓDIGO	CH- 001
TÍTULO	Effects of chitosan-tomato plant extract edible coatings on the quality and shelf life of chicken fillets during refrigerated storage
AUTOR (ES)	Ruíz <i>et al.</i>
LUGAR DEL ESTUDIO	México
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	Reducir el deterioro de la carne fresca de pollo envasada.
OBJETIVOS	Evaluar efectos del recubrimiento comestible a base quitosano y extracto de la planta de tomate en el pollo durante los cambios de almacenamiento refrigerado.

ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE	Quitosano	Se obtuvo por desacetilación termoalcalina de quitina, se homogenizó 1 gr de quitina con 15 ml de 50% w / v NaOH a 95 ° C por 2 horas, la acetilación del quitosano fue del 34% con un PM 128 kDa.
	Tomate	Plantas de variedad Pitenza, fueron lavadas con agua destilada, se secaron a 45°C/ 24 h y luego se pulverizaron. Se mezclaron 35 gr. De muestra seca con una solución de etanol y ácido acético al 5% (relación 95: 5) y se maceraron en agitación constante durante 72 h en completa oscuridad a temperatura ambiente. Luego se filtraron y concentraron por evaporación usando un evaporador rotatorio y, el extracto se liofilizó durante 48 h y los extractos secos se mantuvieron a -20 ° C para su posterior análisis.
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Las pechugas de pollo se sumergieron en la solución (disolviendo 1% de quitosano (C 1%) en ácido acético al 1% y glicerol y, se agregaron extractos de plantas de tomate y se homogenizó a 15.500 rpm) durante 1 minuto y se dejaron secar. T1 (C 1%), T2 (C 1% + TPE 0.1%), T3 (C 1% + TPE 0.3%) y T4 (control). El control fue la rodaja de pollo sin tratamiento con película comestible y se refrigeraron (4°C) por 16 días.	
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	El estudio se duplicó y las muestras fueron por triplicado, Usando Statgraphics Plus v. 5.1, se usó un diseño de bloques completos al azar en el que los días de muestreo se consideraron bloques y el Los tratamientos aplicados se consideraron factores, las diferencias entre los tratamientos se dio por la Prueba Turkey y El nivel de significancia fue $p < 0.05$.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Análisis de artículo CH-002

DATOS GENERALES DEL ARTÍCULO	
CÓDIGO	CH-002
TÍTULO	Control of Salmonella on fresh chicken breasts by k-carrageenan/ chitosan-based coatings containing allyl isothiocyanate or deodorized Oriental mustard extract plus EDTA
AUTOR (ES)	Olaimat y Holley
LUGAR DEL ESTUDIO	Canadá
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	Reducir el deterioro de la carne fresca de pollo envasada.
OBJETIVOS	Detectar la capacidad de 5 Salmonella spp. para degradar la sinigrina pura mediante la mirosinasa bacteriana Y reducir su viabilidad de la Salmonella en pechugas de pollo frescas.
ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE	<p>Cocktail de 4 ml de cada cepa de Salmonella (<i>S. Heidelberg</i> 271, <i>S. Typhimurium</i> 02:8423, <i>S. Copenhagen</i> PT 99, <i>S. Enteritidis</i> CRIFS 1016, and <i>S. Kentucky</i> 64701), se mezclaron y centrifugaron a 1100 gr por 20 minutos a 4°C, luego se lavaron los gránulos dos veces usando 20 ml de tampón de fosfato de potasio 0,1 M estéril (pH 7,2, SigmaeAldrich) y se centrifugó en las mismas condiciones, finalmente, se resuspendieron los gránulos en 200 ml de agua peptonada tamponada al 0,1% (p / v) para producir 8,0 log₁₀ UFC / ml.</p> <p>Extracto de Mostaza de El polvo de mostaza se esterilizó en autoclave a 121°C por 20 minutos y se preparó como lo describen Lara-Lledo et al. (2012).</p>

Carragenina y Quitosano El recubrimiento se preparó según Olaimat et al. (2014a), se agregó la carragenina 0.2% (p / v) de k-carragenano de *Eucheuma cottonii* y el quitosano a 2% (p / v) de quitosano (peso molecular de 100e300 kDa; grado de desacetilación de 75 y 85%), se mezcla con la carragenina en una solución acética al 1% y se agitaron durante 1 hora a 60°C, se añade glicerol al 4% (v / v), se mezcló con una barra de agitación magnética durante la noche y se homogeneizó a la velocidad máxima usando un homogenizador. Antes de usar, se disolvieron 5 ml de AITC y 1 ml de Tween 80.

Se añadió extracto de mostaza o AITC por separado o combinado con EDTA, y se obtuvo 7 tratamientos (un control sin antimicrobianos; una película de k-carragenano y quitosano; 250 mg / g de extracto de mostaza; 50 ml / g de AITC; 15 mg / g de EDTA; 250 mg / g de extracto de mostaza con 15 mg / g de EDTA, o 50 ml / g de AITC con 15 mg / g de EDTA), cada tratamiento fue homogenizado y su pH se ajustó a 3.5 usando ácido acético 0,2 M.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Los filetes de pechuga de pollo se cortaron en trozos de 20 ± 1 g (5 cm x 4 cm), fueron sumergidos en 100 ml de la mezcla de cóctel que contenía 108 UFC / ml durante 20 segundos y se drenó por 10 segundos y, se secaron en una campana de flujo de aire laminar durante 30 minutos. Luego, las muestras fueron sumergidas en 100 ml de solución de k-carragenano / quitosano durante 20 segundos y se drenó por 10 segundos y se dejaron secar como la forma

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

anterior y también se tuvo muestras de control sin recubrimiento, luego se colocaron en bolsas de plástico multicapa de alta barrera al oxígeno (Deli * 1, 17.8 cm 22.9 cm) y se sellaron al vacío usando un envase al vacío en máquina modelo GM 2002 y, se almacenaron a 4 ° C durante 21 días.

El estudio se duplicó, haciendo triple muestra para el recubrimiento antimicrobiano, Usando el software JMP 10.0, las diferencias entre los tratamientos se dio por la Prueba Turkey y El nivel de significancia fue $p < 0.05$.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Análisis de artículo NI-001

DATOS GENERALES DEL ARTÍCULO	
CÓDIGO	NI- 001
TÍTULO	Application of Gelatin-based Antimicrobial Edible Coatings on the Preservation of Chicken Meat and prepared products
AUTOR (ES)	Liang <i>et al.</i>
LUGAR DEL ESTUDIO	China
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	Reducir el deterioro de la carne fresca de pollo envasada.

OBJETIVOS	desarrollar un recubrimiento comestible antimicrobiano a base de gelatina que podría usarse como material de embalaje interno para carne de pollo refrigerada y productos de pollo preparados	
ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE	Gelatina	Se prepararon soluciones acuosas de gelatina al 10% y se esterilizaron (121 ° C, 20 min)
	Nisina	Se prepararon soluciones de nisina, sorbato de potasio y EDTA en agua destilada estéril inmediatamente antes de la adición. Todas estas soluciones se esterilizaron por filtración a través de un filtro de 0,45 µm y se mezclaron con la solución de gelatina inmediatamente antes de recubrir el pollo. Las variables incluyeron la concentración de nisina (159, 500, 1000, 1500 y 1841 mg / L), sorbato de potasio (3.18, 10, 20, 30 y 36.82 mg / L) y EDTA (1.49, 4.96, 9.38, 14.6 y 17.26 g / L) en la solución de recubrimiento.
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Las muestras se sumergieron en la solución mixta a 60 ° C, y las muestras de control no se sumergieron en la solución de recubrimiento. Después del tratamiento, todas las muestras se enfriaron y pesaron y se empaquetaron en bandejas estériles y luego se almacenaron a 4 ° C. Aproximadamente el 1% del peso de gelatina de carne de pollo se adhirió a cada muestra cuando se sumergió en la solución.	
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	Se replicó el estudio, usando muestras triplicadas, presentando valores medios con desviación estándar, se usó el software SPSS, prueba de Turkey y T y diferencia significativa en $p < 0,05$.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Análisis de artículo NI-002

DATOS GENERALES DEL ARTÍCULO	
CÓDIGO	NI- 002
TÍTULO	Evaluation of Chitosan-Nisin Coating on Quality Characteristic of Fresh Chicken Fillet under Refrigerated Conditions
AUTOR (ES)	Sotoudeh <i>et al.</i>
LUGAR DEL ESTUDIO	Irán
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	Reducir el deterioro de la carne fresca de pollo envasada.
OBJETIVOS	Evaluar el efecto conservante y antimicrobiano de la quitosana-nisina en los filetes de pollo en condiciones refrigeradas para prolongar la vida útil y la calidad.
ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE	<p>Quitosano Se preparó disolviendo la corteza de quitina de un cangrejo (grado de desacetilación del 80 %), en una solución de ácido acético al 1% de 5 a 6 horas a 40°C y obteniendo una concentración del 2%, la solución se filtró usando papel de filtro Whatman No. 3 al vacío.</p> <p>Nisina El rc de nisina se preparó en una solución de quitosano en la proporción de 2.5 mcg por ml, y se mezcló con la solución con un agitador a 7,000 rpm por 90 segundos.</p>
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	El pollo (200 gr) se revistió con quitosano y se mantuvo a 25°C por 3 horas hasta que se secaron bajo una campana microbiana equipada con UV, luego se recubrieron con una solución de nisina y se empacaron en

	celofán y las de control y las recubiertas se empacaron a 25° C por 3 horas y se almacenaron a temperatura refrigerada (4 ° C) por 7 días.
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar la presencia o ausencia de diferencias significativas entre los valores de cada índice en los días 1, 3, 5 y 7.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4 Análisis Microbiológico Según NTS N° 071- MINSA/ DIGESA en matriz comparativa

Tabla 22. Análisis microbiológicos de artículos seleccionados

TÍTULO	VARIABLES	DETERMINACIÓN MICROBIOLÓGICA	RESULTADOS	RECOMENDACIONES
PR-001	Recuentos de placas viables totales mesofílicas (TVC),	Las muestras se analizaron los días 0; 4;8;12;16, donde 10 gr de pollo se mezcló con 90 ml de agua peptona (0.1%) y se agitó de 2 a 3 minutos y se utilizó diluciones decimales para TVC.	el quitosano enriquecido con PE y ZEO tuvo un alto impacto antibacteriano	En consecuencia, CH-PE1% -Z 1% indicó el mejor impacto de prohibición sobre la actividad microbiana y oxidativa en la carne de pollo.
PR-002	Recuentos de placas viables totales mesofílicas (TVC)	Se prepararon 10 gr de muestras con 90 ml de agua peptonada (0.1%), mezclado en una bolsa estéril y homogeneizando con Stomacher 200 rpm por 1 minuto y, se prepararon diluciones decimales en tubos que contenían agua de peptona y, para los recuentos bacterianos se utilizó agar de recuento en placa para aerobios mesófilos y se incubaron las placas	El quitosano y propóleo puede mejorar las propiedades microbianas del filete de pollo y aumentar su vida útil.	La vida útil de las muestras no recubiertas fue de 3 días, mientras que se observó que era más de 10 días para las muestras tratadas con quitosano y propóleos.

		inoculadas a 37°C por 2 días para aerobios mesófilos.		
EO-001	Recuentos de placas viables totales mesofílicas (TVC), enterobacterias.	Se prepararon 10 gr de muestras con 90 ml de agua peptonada y homogenizada en un estómago, se prepararon diluciones decimales. Bacterias aerobias mesófilas se usó PCA a profundidad por 48 horas a 37°C, para enterobacterias VRBG a profundidad y doble capa por 24 horas a 37°C.	Los recubrimientos fueron portadores efectivos de orégano y EO de clavo, capaces de controlar la liberación de los compuestos antimicrobianos activos en la superficie de los alimentos de tal manera que su efecto duró todo el periodo de almacenamiento.	El orégano EO mostró la mayor eficacia contra todos los grupos microbios analizados Recubrimientos comestibles que contienen 20 g kg ⁻¹ de orégano EO aumentó la vida útil de la pechuga de pollo de 6 días (control) a 13 días de almacenamiento de refrigerado (4 C) manteniendo el mesófilo total aeróbico,
EO-002	Recuentos de placas viables totales mesofílicas (TVC), enterobacterias.	Se prepararon 10 gr de muestras con 90 ml de agua peptonada (0.1%), usando un estómago por 1 minuto y, se prepararon diluciones en serie (0.1 ml), recuento en placa para aerobios mesófilos.	Los resultados de nuestro estudio (datos microbiológicos) mostraron que PJ se utiliza como un potente agente	El jugo de granada puede ser utilizado como antioxidante natural, antimicrobiano, saborizante, texturizado y

		Las enterobacterias se enumeraron por el método de vertido superpuesto con VRBG incubado a 37°C/24 h.	antimicrobiano en la conservación de alimentos. Los resultados indicaron que el quitosano como recubrimiento puede mejorar los efectos antimicrobianos de PJ en los alimentos. Además, la inmersión en quitosano cuando se combina con ZEO resultó en un tratamiento antimicrobiano natural más efectivo	aditivo colorante en pechuga de pollo. Finalmente, PJ – CH – Z 2% tuvo el mejor efecto inhibitorio sobre el crecimiento microbiano.
EO- 003	Recuentos de placas viables totales mesofílicas (TVC)	Se prepararon 10 gr de muestras de pollo en bolsas de plástico, que previamente se esterilizó con radiación UV durante 10 minutos, con una solución de peptona y se agitó por 1 minuto, se prepararon diluciones decimales y se sembraron a profundidad con agar PCA a 37°C/48	Se observó un mayor crecimiento en muestras con revestimiento que en muestras controladas.	No recomiendan el uso de este recubrimiento por lo que no tiene ningún efecto inhibitorio.

		horas, y se analizaron los días 0, 2, 4, 6, 7 y 9.		
CH-001	Recuentos de placas viables totales mesofílicas (TVC)	Se prepararon 10 gr de muestras se homogeneizaron con tampones de fosfato estériles (90 ml) usando una licuadora stomacher a 230 rpm por 2 minutos, se diluyó en serie por un factor diez. Bacterias aerobias mesófilas se usó agar tripticasa de soja.	Se observó que el extracto de planta de tomate inhibe la flora microbiana en la carne de pollo.	Se pueden usar recubrimientos comestibles a base de quitosano con extracto de planta de tomate agregado para aumentar la vida útil
CH-002	Recuentos de placas viables totales mesofílicas (TVC), Salmonella	Se prepararon 10 gr de muestras con 180 ml de agua de peptona tamponada estéril al 0,1% (p / v) durante 30 segundos, las diluciones en serie se realizaron en agua de peptona tamponada al 0,1%, y se sembraron en duplicado en agar PCA para bacterias viables totales mesofílicas y agar XLD para salmonella, Las placas se incubaron a 37 ° C durante 24 y 48 horas.	Recubrimiento de k-carragenano / quitosano que contiene 250 mg de extracto de mostaza / go 50 ml de AITC / g números reducidos de Salmonella en pechugas de pollo envasadas al vacío 2.3 log10 UFC / g por 21 días a 4 C. Sin embargo, la combinación de 15 mg / g	Aplicación de recubrimientos de k-carragenano / quitosano que contienen ya sea AITC o extracto de mostaza combinado con EDTA en fresco, se demostró que las pechugas de pollo refrigeradas y envasadas al vacío tienen el potencial de reducir Salmonella y bacterias aeróbicas, y en

			de EDTA con 250 mg consecuencia, para mejorar extracto de mostaza / go 50 la seguridad del pollo y ml de AITC / g mejoró la extender su vida útil. actividad antimicrobiana y redujo los números de Salmonella 2.3 y 3.0 log10 UFC / g en 5 y 21 días de almacenamiento a 4 ° C, respectivamente, además los mesofilos redujeron con estos tratamientos.	
NI-001	Recuentos de placas viables totales mesofílicas (TVC)	Se prepararon 25 gr de muestras se transfirieron asépticamente a una bolsa de estómago y luego diluido con 225 ml de una solución de sal de peptona (0,85% NaCl, peptona al 0,1%) y luego homogeneizado con un estómago por 1 minuto. Se realizaron diluciones decimales en serie de las muestras para determinar TVC.	La combinación óptima de los aditivos es: Nisina 936 mg / L, sorbato de potasio 23 mg / L y EDTA 7,99 g / l. El recubrimiento antimicrobiano de gelatina comestible con la mejor combinación ha extendido la vida útil.	Este recubrimiento puede aplicarse para conservar los productos de pollo como un paquete interno.

NI-002	Recuentos de placas viables totales mesoflicas (TVC), enterobacterias.	de Se preparó 10 gr de muestra y se colocó 90 ml de suero estéril y se incubaron a 37 ° C por 24 horas, se preparó una serie de 6 tubos que contenían agua destilada usando el método CFU y se añadió 1 ml de la muestra al tubo de dilución con el N° de serie 1, se cultivó en agar BairdParker con método de verter placa y se incubó a 37°C por 48 horas y, se realizó la prueba de coagulasa en el producto incubado.	Salmonella fue incontable el primer día en la muestra de control, mientras que no crecieron hasta el final del quinto día en las muestras recubiertas con quitosano y hasta el final del séptimo día en las muestras con el recubrimiento combinado de quitosano-nisina.	En general, los resultados indicaron que el recubrimiento combinado de quitosano-nisina es significativamente efectivo para aumentar la vida útil del filete de pollo.
--------	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5 Análisis Microbiológico Según NTS N° 071- MINSA/ DIGESA de los artículos seleccionados

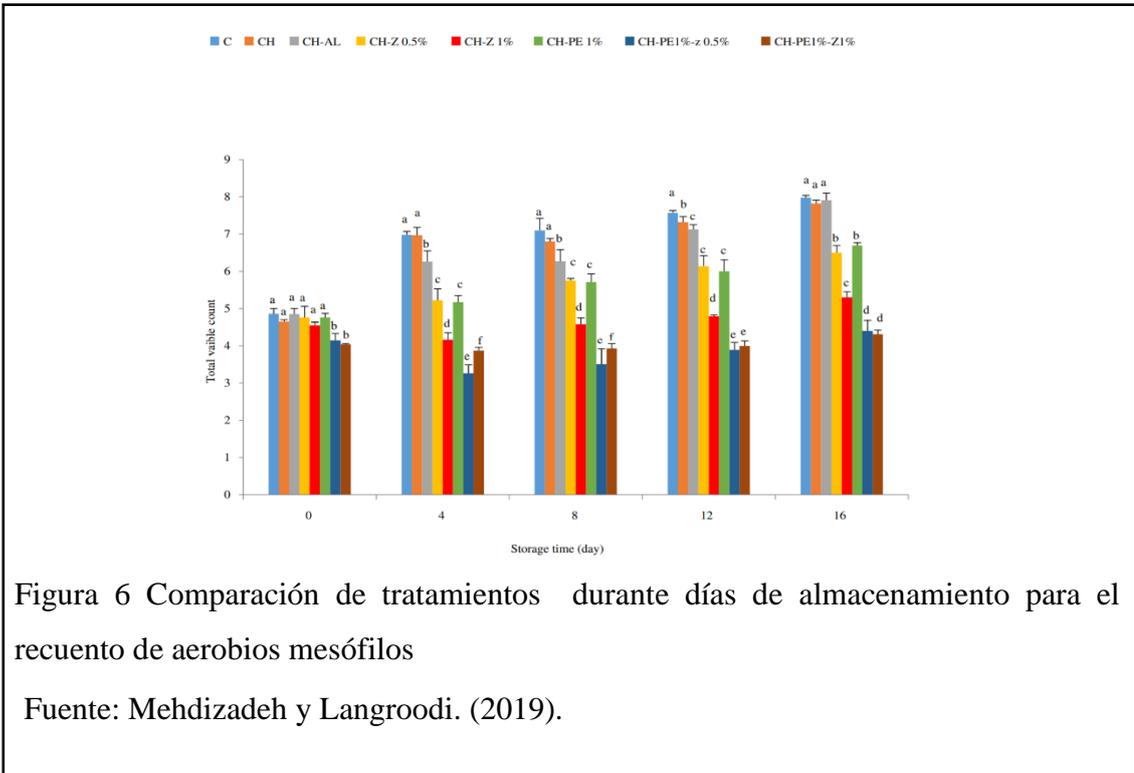


Figura 6 Comparación de tratamientos durante días de almacenamiento para el recuento de aerobios mesófilos

Fuente: Mehdizadeh y Langroodi. (2019).

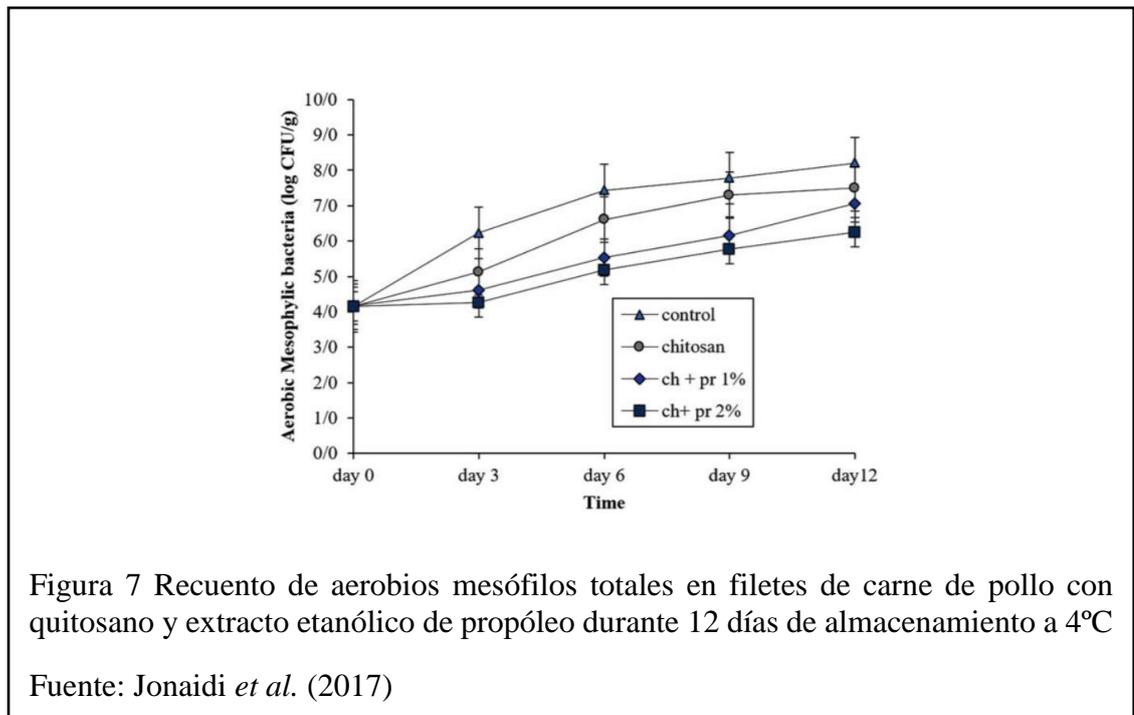


Figura 7 Recuento de aerobios mesófilos totales en filetes de carne de pollo con quitosano y extracto etanólico de propóleo durante 12 días de almacenamiento a 4°C

Fuente: Jonaidi *et al.* (2017)

Samples	Day 0	Day 3	Day 6	Day 8	Day 10	Day 13
Total aerobic mesophilic bacteria (log CFU/g)						
Uncoated	3.34 ± 0.12 ^a _A	3.64 ± 0.07 ^a _A	4.28 ± 0.18 ^a _B	4.67 ± 0.07 ^a _B	5.84 ± 0.07 ^a _C	6.99 ± 0.05 ^a _D
C-01	3.34 ± 0.12 ^a _A	3.26 ± 0.09 ^b _A	3.63 ± 0.14 ^{cd} _A	4.14 ± 0.04 ^b _B	5.44 ± 0.06 ^b _C	5.61 ± 0.12 ^c _C
C-02	3.34 ± 0.12 ^a _B	2.82 ± 0.04 ^c _A	3.50 ± 0.03 ^c _B	3.84 ± 0.08 ^b _C	4.57 ± 0.06 ^c _D	4.98 ± 0.08 ^d _E
C-C11	3.34 ± 0.12 ^a _A	3.60 ± 0.07 ^a _A	3.99 ± 0.17 ^b _A	4.07 ± 0.12 ^b _A	5.99 ± 0.17 ^a _B	6.72 ± 0.01 ^b _C
C-C12	3.34 ± 0.12 ^a _A	3.27 ± 0.17 ^b _A	3.89 ± 0.02 ^b _B	3.92 ± 0.07 ^b _B	5.20 ± 0.14 ^b _C	5.83 ± 0.14 ^d _D
Enterobacteriaceae (log CFU/g)						
Uncoated	2.17 ± 0.26 ^a _A	3.34 ± 0.23 ^a _B	5.24 ± 0.09 ^a _C	6.02 ± 0.19 ^a _D	6.70 ± 0.13 ^a _E	7.55 ± 0.09 ^a _F
C-01	2.17 ± 0.26 ^b _B	1.35 ± 0.40 ^c _A	3.89 ± 0.09 ^c _C	4.11 ± 0.32 ^{cd} _C	4.00 ± 0.00 ^d _C	6.43 ± 0.06 ^d _D
C-02	2.17 ± 0.26 ^a _A	2.31 ± 0.17 ^b _A	2.64 ± 0.08 ^d _A	5.13 ± 0.07 ^c _B	5.23 ± 0.11 ^{bc} _B	6.41 ± 0.09 ^{bc} _C
C-C11	2.17 ± 0.26 ^b _B	1.00 ± 0.00 ^c _A	4.57 ± 0.11 ^b _C	5.44 ± 0.34 ^b _C	5.65 ± 0.44 ^b _C	6.62 ± 0.11 ^b _C
C-C12	2.17 ± 0.26 ^b _B	1.00 ± 0.00 ^c _A	3.89 ± 0.09 ^c _C	4.72 ± 1.01 ^c _C	5.12 ± 0.10 ^c _C	6.14 ± 0.17 ^c _C

Figura 8 Efecto del recubrimiento comestible en aerobios mesófilos totales y Enterobacterias durante su almacenamiento a 4°C

Fuente: Fernández *et al.* (2014)

Samples	Day 0	Day 3	Day 5	Day 7	Day 10	Day 13
Total aerobic mesophilic bacteria (log CFU/g)						
Uncoated	2.00 ± 0.00 ^a _A	4.15 ± 0.09 ^a _B	4.85 ± 0.09 ^b _C	5.21 ± 0.17 ^b _D	5.32 ± 0.15 ^b _D	5.81 ± 0.22 ^b _E
O-2	2.00 ± 0.00 ^a _A	3.71 ± 0.13 ^b _B	4.61 ± 0.11 ^b _C	4.44 ± 0.06 ^c _D	5.16 ± 0.13 ^b _E	5.62 ± 0.14 ^b _E
Cl-2	2.00 ± 0.00 ^a _A	3.40 ± 0.16 ^b _B	5.27 ± 0.11 ^a _C	6.01 ± 0.11 ^a _D	6.04 ± 0.10 ^a _{CD}	6.36 ± 0.24 ^d _D
Enterobacteriaceae (log CFU/g)						
Uncoated	2.00 ± 0.00 ^a _A	3.82 ± 0.18 ^b _B	4.15 ± 0.08 ^a _{BC}	3.79 ± 0.04 ^b _B	4.66 ± 0.16 ^c _C	4.95 ± 0.05 ^a _C
O-2	2.00 ± 0.00 ^a _A	5.67 ± 0.08 ^d _D	3.69 ± 0.18 ^b _B	3.93 ± 0.13 ^b _B	5.21 ± 0.19 ^b _C	5.00 ± 0.00 ^c _C
Cl-2	2.00 ± 0.00 ^a _A	3.24 ± 0.20 ^b _B	4.34 ± 0.27 ^b _C	4.72 ± 0.11 ^a _C	6.52 ± 0.15 ^a _E	5.29 ± 0.80 ^d _D

Figura 9 Efecto de la adición directa del clavo de aceites esenciales al filete de pollo en aerobios mesófilos totales y Enterobacterias durante su almacenamiento a 4°C

Fuente: Fernández *et al.* (2014)

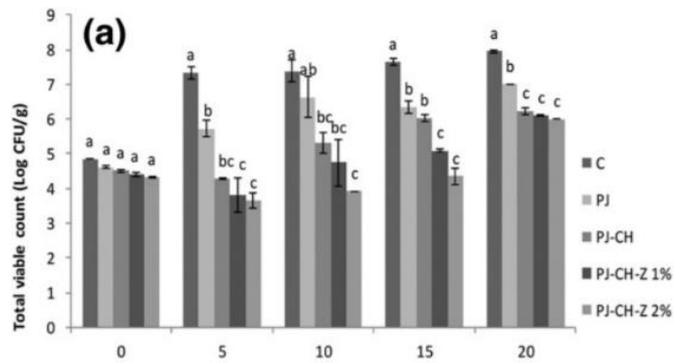


Figura 10 Recuento de aerobios mesófilos totales en filetes de carne de pollo durante 20 días de almacenamiento.

Fuente: Bazargani *et al* (2015)

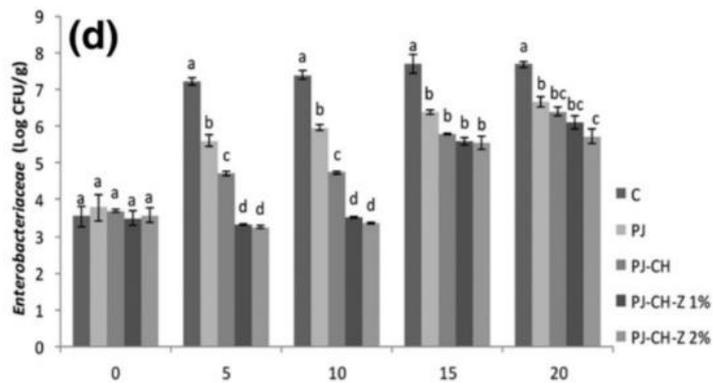


Figura 11 Recuento de enterobacterias en filetes de carne de pollo durante 20 días de almacenamiento.

Fuente: Bazargani *et al* (2015)

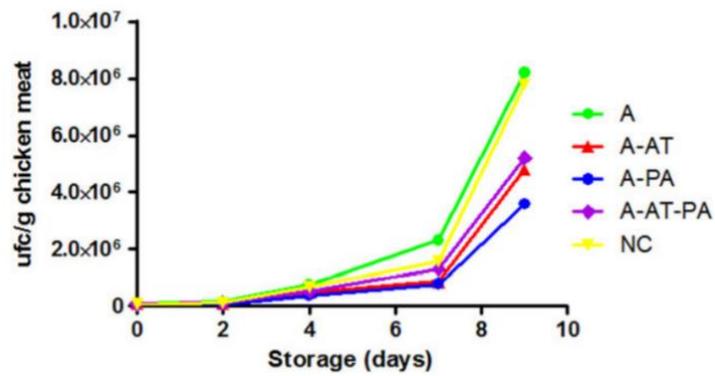


Figura 12 Recuento de aerobios totales revestidas y no revestidas (control) en muestras con tiempo de almacenamiento

Fuente: Matiacevich *et al* (2015)

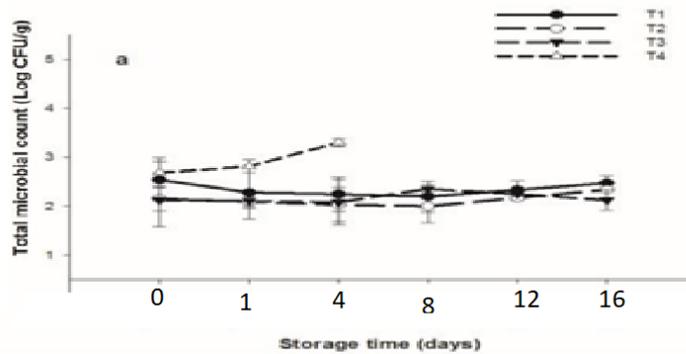


Figura 13 Efecto del quitosano- extracto de planta de tomate en pollo durante su almacenamiento

Fuente: Cruz *et al* (2018)

Day	Viability of aerobic bacteria (\log_{10} CFU/g) on vacuum-packed chicken breasts coated with different solutions						
	Uncoated control	Coating control	AITC (50 μ l/g)	Mustard (250 mg/g)	EDTA (15 mg/g)	AITC (50 μ l/g) + EDTA (15 mg/g)	Mustard (250 mg/g) + EDTA (15 mg/g)
0	6.01 \pm 0.13 ^a	6.01 \pm 0.13 ^a	6.01 \pm 0.13 ^a	6.01 \pm 0.13 ^a	6.01 \pm 0.13 ^a	6.01 \pm 0.13 ^a	6.01 \pm 0.13 ^a
5	6.06 \pm 0.28 ^a	5.43 \pm 0.35 ^{ab}	4.70 \pm 0.14 ^{ab}	5.48 \pm 0.27 ^{ab}	5.46 \pm 0.08 ^{ab}	3.97 \pm 0.26 ^b	4.02 \pm 0.81 ^b
11	6.26 \pm 0.11 ^a	5.33 \pm 0.23 ^b	4.48 \pm 0.30 ^c	4.34 \pm 0.19 ^c	5.50 \pm 0.05 ^{ab}	3.66 \pm 0.16 ^c	3.97 \pm 0.30 ^c
16	7.25 \pm 0.26 ^a	5.35 \pm 0.11 ^b	4.62 \pm 0.60 ^{bc}	4.91 \pm 0.59 ^b	5.42 \pm 0.06 ^b	3.06 \pm 0.56 ^c	4.14 \pm 0.39 ^{bc}
21	7.81 \pm 0.30 ^a	5.47 \pm 0.33 ^b	4.21 \pm 0.31 ^{bcd}	4.88 \pm 0.74 ^{bc}	5.34 \pm 0.04 ^b	3.36 \pm 0.42 ^d	3.48 \pm 0.07 ^{cd}

Figura 14 Actividad antimicrobiana de aerobios mesófilos en pechugas de pollo a 4°C durante 21 días de almacenamiento

Fuente: Olaimat y Holley (2015)

Day	Viability of <i>Salmonella</i> (\log_{10} CFU/g) on vacuum-packed chicken breasts coated with different solutions						
	Uncoated control	Coating control	AITC (50 μ l/g)	Mustard (250 mg/g)	EDTA (15 mg/g)	AITC (50 μ l/g) + EDTA (15 mg/g)	Mustard (250 mg/g) + EDTA (15 mg/g)
0	6.05 \pm 0.06 ^a	6.05 \pm 0.06 ^a	6.05 \pm 0.06 ^a	6.05 \pm 0.06 ^a	6.05 \pm 0.06 ^a	6.05 \pm 0.06 ^a	6.05 \pm 0.06 ^a
5	5.91 \pm 0.23 ^a	5.37 \pm 0.13 ^{ab}	4.55 \pm 0.08 ^{cd}	4.79 \pm 0.50 ^{bc}	5.38 \pm 0.05 ^{ab}	3.81 \pm 0.33 ^{de}	3.73 \pm 0.56 ^e
11	5.97 \pm 0.01 ^a	5.27 \pm 0.25 ^{ab}	4.26 \pm 0.21 ^{cd}	4.69 \pm 0.90 ^{bc}	5.35 \pm 0.07 ^{ab}	3.44 \pm 0.38 ^d	3.82 \pm 0.40 ^d
16	5.73 \pm 0.02 ^a	5.22 \pm 0.23 ^a	4.17 \pm 0.37 ^b	4.02 \pm 0.84 ^b	5.22 \pm 0.04 ^a	3.01 \pm 0.13 ^c	3.53 \pm 0.37 ^{bc}
21	5.84 \pm 0.40 ^a	5.30 \pm 0.13 ^b	3.74 \pm 0.01 ^c	3.80 \pm 0.23 ^c	5.20 \pm 0.06 ^b	3.07 \pm 0.33 ^d	3.01 \pm 0.01 ^d

Figura 15 Actividad antimicrobiana de *Salmonella* spp. en pechugas de pollo a 4°C durante 21 días de almacenamiento

Fuente: Olaimat y Holley (2015)

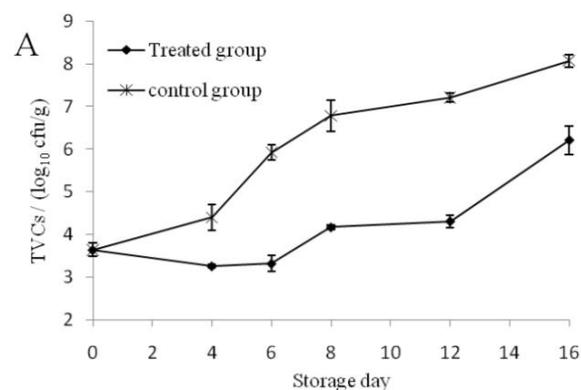


Figura 16 Actividad antimicrobiana de aerobios mesófilos según muestras de control y muestras con tratamiento

Fuente: Liang *et al* (2011)

Treatment	Storage time (day)			
	1	3	5	7
A	433/33b	$10^9 < u$	$10^9 < u$	$10^9 < u$
B	0a	0a	$2.5 \times 10^8 c$	$10^9 < u$
C	0a	0a	0a	0a

Figura 17 Actividad antimicrobiana de aerobios mesófilos durante su almacenamiento

Fuente: Sotoudeh *et al* (2020)

Treatment	Storage time (day)			
	1	3	5	7
A	$10^9 < u$	$10^9 < u$	$10^9 < u$	$10^9 < u$
B	0a	0a	0a	$10^9 < u$
C	0a	0a	0a	0a

Figura 18 Actividad antimicrobiana de Salmonella durante su almacenamiento

Fuente: Sotoudeh *et al* (2020)