



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL Y
COMERCIO EXTERIOR**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE
A BASE DE QUITOSANO Y ACEITE DE OREGANO (*Origanum
vulgare*) SOBRE LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y
MICROBIOLOGICAS EN FILETES DE CERDO (*Sus scrofa domestica*)
FRESCO ALMACENADOS EN REFRIGERACION**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

AUTOR:

ARANA LECCA, LUCY STANY

ASESOR:

MSc. LESCANO BOCANEGRA, LESLIE CRISTINA

LINEA DE INVESTIGACION:

PROCESOS AGROINDUSTRIALES

TRUJILLO – PERU

2018

PAGINAS DEL JURADO

El presidente y los miembros del Jurado Evaluador designado por la escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior

La tesis denominada:

“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE QUITOSANO Y ACEITE DE OREGANO (*Origanum vulgare*) SOBRE LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y MICROBIOLÓGICAS EN FILETES DE CERDO (*Sus scrofa domestica*) FRESCO ALMACENADOS EN REFRIGERACION”

Presentado por:

.....

Arana Lecca Lucy Stany

Aprobado por:

.....

Ing. Leslie Cristina Lescano Bocanegra

Presidente

.....

Ing. Antis Jesús Cruz Escobedo

Secretario

.....

Ing. Sandra Pagador Flores

Vocal

DEDICATORIA

DIOS

Gracias porque cuidas cada etapa de mi vida, me regalas oportunidades para seguir viviendo y vencer adversidades en el camino.

A MI PADRE TEO

A mi papito que a pesar que solo estuvimos 4 años juntos, sé que me diste el amor más puro que pudo existir, me cuidaste y aun me sigues cuidando.

A MI MADRE LORENA

Madrecita gracias por todo lo que me diste, por no dejarme sola, por saber perdonar cada uno de mis errores, por hacer de mí una profesional, gracias por todo tu amor. Gracias por tu esfuerzo que hoy se ve reflejado.

A MIS HERMANOS GABY, PERCY

Gracias por que siempre me apoyaron, me ayudaron para seguir adelante, gracias por todo su amor y por sus buenos deseos. Siempre han alegrado mi vida.

DEDICATORIA

A TI, MI UNICO AMOR

Recuerdo con exactitud cada palabra que me decías, que fuera alguien en la vida, que alcanzara mis sueños....

Es por eso que emprendí este camino, el de crecer profesionalmente, si nuestro sueño... pero debido a la vida nuestros destinos se separaron; te doy gracias por todo el amor que me diste en su momento. Hoy con varios años que pasaron te digo que te ame mucho y fuiste la casualidad más bonita de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la energía necesaria con la que logro vencer cada adversidad.

A la madre mía por ser la base principal de apoyo que recibí durante todos los años de estudio, gracias a ella tuve una carrera profesional, siempre motivo mis sueños y jamás me dejo caer, siempre me sostuvo de la mano.

A mi centro de estudios que me brindo conocimientos por un periodo de 5 años, a mis docentes por sus enseñanzas; M.SC. Leslie Cristina Lescano Bocanegra mi asesora que me brindo ayuda.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Arana Lecca Lucy Stany con DNI N° 72477061, con el fin de hacer efecto de las normas establecidas dentro del código de la Universidad Cesar Vallejo de grados y títulos perteneciente a la Escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior, manifiesto mediante palabra todo lo expuesto en este informe es fiable y verídico.

Por lo tanto, asumo todo compromiso que compete ante cualquier engaño, evasión o exclusión de certificación, documentación aportada, por consiguiente, me someto a cualquier ley académica de la.

Julio del 2019, Trujillo.

ARANA LECCA LUCY STANY

PRESENTACIÓN

Señores del Jurado:

Ante el jurado y el reglamento que se encuentra establecido en los grados y títulos de la UCV expongo la presente tesis “Efecto de la aplicación de recubrimiento comestible a base de quitosano y aceite de orégano (*Origanum vulgare*) sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas en filetes de cerdo (*Sus Scrofa Domestica*) fresco almacenados en refrigeración”, la cual hago entrega a vuestra contemplación con la finalidad que sea aprobada para poder lograr la titulación como Ingeniera Agroindustrial y Comercio Exterior.

RESUMEN

En este trabajo se tuvo como objetivo primordial estudiar cómo influye el efecto de la aplicación de una cobertura comestible a base de la derivación de la quitina en este caso el quitosano y el aceite de orégano (*Origanum Vulgare*) con diferentes concentraciones (1.5%, 2%, 2.5%) analizando en pequeños filetes cerdo (*Sus Scrofa Domestica*) la parte microbiológica y fisicoquímica que fueron almacenados en a (8 °C) por 25 días. Se empleo un diseño en donde se evaluó concentraciones de quitosano, AEO y almacenamiento (factor tiempo) aplicando una serie de análisis por un periodo de 25 días (cada 5 días); este diseño fue bifactorial.

Trabaje con carne de cerdo fresco, sin ninguna alteración física. Los resultados mostraron un efecto significativo en las concentraciones que se emplearon de quitosano y A.E.O. como R.C. y el tiempo de almacenamiento respecto al pH, y carga microbiana (psicrófilos).

Se usó tukey para comparaciones lo cual nos indicó que el recubrimiento comestible con 2.5% de quitosano y aceite de orégano, permitió reducir el pH (7.5), redujo de la contaminación de psicrófilos. Por otro lado, la concentración de 2.0% redujo la pérdida de peso 24.87% y el índice de peróxidos 4.18 meq-O₂/kg.

De acuerdo con los resultados se puede establecer que los recubrimientos con 2.0 y 2.5% de quitosano y A.O (*Origanum Vulgare*) tuvieron buenos resultados en cuanto a características fisicoquímicas y microbiológicas.

Palabras clave: Aceite de orégano (*Origanum Vulgare*), recubrimiento comestible, características fisicoquímicas, índice de peróxidos, carga microbiana (psicrófilos)

ABSTRACT

In this work, the main objective was to study how the effect of the application of an edible cover based on the derivation of chitin influences in this case the chitosan and the oregano oil (*Origanum Vulgare*) with different concentrations (1.5%, 2%, 2.5%) analyzing in small pork fillets the microbiological and physicochemical part that were stored in a (8 ° C) for 25 days. A design was used in which concentrations of chitosan, AEO and storage (factor time) were evaluated by applying a series of analyzes for a period of 25 days (every 5 days); this design was bifactorial.

Work with fresh pork, without any physical alteration. The results showed a significant effect in the concentrations that were used of chitosan and A.E.O. as R.C. and the storage time with respect to pH, and microbial load (psychrophiles).

Tukey was used for comparisons which indicated that the edible coating with 2.5% chitosan and oregano oil, allowed to reduce the pH (7.5), reduced the contamination of psychrophiles. On the other hand, the 2.0% concentration reduced the weight loss 24.87% and the peroxide value 4.18 meq-O₂ / kg.

According to the results, it can be established that the coatings with 2.0 and 2.5% of chitosan and A.O (*Origanum Vulgare*) had good results in terms of physicochemical and microbiological characteristics.

Key words: Oregano oil (*Origanum Vulgare*), edible coating, physicochemical characteristics, peroxides index, microbial load (psychrophiles).

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Trabajos previos	17
1.3. Teoría referente al tema	23
1.3.1. Recubrimiento comestible	23
1.3.2. Clasificación de recubrimientos comestibles	24
1.3.2.1. Hidrocoloides	24
1.3.2.1.1. Proteínas	24
1.3.2.1.2. Polisacáridos	25
1.3.2.1.3. Lípidos	25
1.3.3. Aceites esenciales	26
1.3.4. Actividad fungicida en hongos post cosecha de los aceites esenciales	26
1.3.5. Actividad de los aceites esenciales en bacterias que afectan al ser humano	26
1.3.6. Recubrimientos comestibles y la aplicación de aceites esenciales	27
1.3.7. Aceite de orégano	27
1.3.8. Carga microbiana y efectos de quitosano a los aceites esenciales	29
1.3.9. Carne	29
1.3.9.1. Cerdo	30
1.3.9.2. Contaminación de la carne de cerdo	31
1.3.9.2.1. Salmonelosis	31

1.3.9.2.2. Shigellosis	31
1.3.9.2.3. Psicrófilos	32
1.3.9.2.4. Escherichia Coli	32
1.3.10. Quitosano	32
1.3.10.1. Propiedades fisicoquímicas	33
1.4. Formulación del problema	
1.5. Justificación del estudio	34
1.6. Hipótesis	35
1.7. Objetivos	35
1.7.1. General	35
1.7.2. Específicos	35
II. MÉTODO	36
2.1. Diseño de investigación	36
2.2. Variables y Operacionalización	42
2.2.1. Variables	42
2.2.2. Operacionalización de variables	43
2.3. Población y Muestra	44
2.3.1. Población y muestra	44
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez, confiabilidad	44
2.5. Método de análisis de datos	45
III. RESULTADOS	46
IV. DISCUSIÓN	58
V. CONCLUSIÓN	63
VI. RECOMEDACIONES	63
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	77

INDICE DE CUADRO

Cuadro 1. Características fisicoquímicas de filetes de cerdo con quitosano y aceite de orégano (<i>Origanum Vulgare</i>)	46
Cuadro 2. Características microbiológicas de filetes de cerdo con quitosano y aceite de orégano (<i>Origanum Vulgare</i>)	47

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Operacionalización de variables	43
Tabla 2. ANVA del experimento para el pH.	48
Tabla 3. Prueba de comparaciones múltiples de Post hoc, Tukey para el pH.	49
Tabla 4. ANVA del experimento para el porcentaje de peso, respecto al peso inicial.	51
Tabla 5. Prueba de Comparaciones múltiples de Tukey para la pérdida de peso.	52
Tabla 6. ANVA del experimento para el índice de peróxidos.	53
Tabla 7. Prueba de comparaciones múltiples de Post hoc, Tukey para el índice de oxidación.	54
Tabla 8. ANVA del experimento para la contaminación microbiológicas de psicrófilos.	56
Tabla 9. Prueba de comparaciones múltiples de Post hoc, Tukey para la contaminación microbiológicas de psicrófilos.	57

INDICE DE FIGURA

Figura 1. Orégano y sus principales.	28
Figura 2. (a) Estructura química de la quitina (2-Acetilamina-2-desoxi- β -D-(+)-Glucopiranos), (b) del quitano (2-amino-2-desoxi- β -D Glucopiranos), (c) del quitosano parcialmente desacetilado (copolímero).	48
Figura 3. Concentración y tiempo de almacenamiento de pH	33
Figura 4. Concentración y tiempo de almacenamiento de la pérdida de peso	50
Figura 5. Concentración y tiempo de almacenamiento de índice de peróxido	53
Figura 6. Concentración y tiempo de almacenamiento de la contaminación microbiológicas de psicrófilos.	55

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Características fisicoquímicas de filete de cerdo recubierto con quitosano y aceite de orégano (<i>Origanum Vulgare</i>) por 25 días en refrigeración 8°C.	78
Anexo 2. Determinación del pH de los filetes de cerdo mediante el método AOAC 981.12.	78
Anexo 3. Determinación del peso de los filetes de cerdo.	78
Anexo 4. Determinación de índice de peroxido de los filetes de cerdo mediante el método AOAC 965.33.	78
Anexo 5. Características microbiológicas de filetes de cerdo recubierta con quitosano y aceite de orégano durante 25 días almacenadas en refrigeración de 8 °C.	79
Anexo 6. Determinación de las UFC/ml de los filetes de cerdo mediante NP 2307:1987.	80
Anexo 7. Resultados de las características fisicoquímicas.	80
Anexo 8. Resultados de las características microbiológicas.	81
Anexo 9. Imágenes de la investigación.	82

I. INTRODUCCION

1.1. Realidad Problemática

Cortes 2012, informo que el cerdo está dentro de las principales carnes rojas en conjunto la del cordero y la de bovino; su consumo es de gran prioridad, ya que interviene en el desarrollo y sano crecimiento del ser humano, contiene proteínas, algunos minerales (hierro, zinc) y contiene vitaminas (completo B).

Es la más consumida en el mundo, logrando duplicar y superando en algunos casos su consumo, en comparación con carne de res o de pollo. Mundialmente se producen un aproximado de 100 millones de toneladas (Gandarillas,2016).

El tiempo de duración de cada producto refrigerado es definido por una serie de defectos que son acumulados en la etapa del proceso de la temperatura y en cada etapa de almacenamiento, transporte. Cada exceso de temperatura que se presenta llega a manifestar problemas de estabilidad microbiológica. En el caso particular de la carne, esta puede conservar sus características durante la refrigeración entre 3 a 5 días, este tiempo prolongado puede ocasionar grandes cambios químicos y organolépticos (Estrada,2011).

El exceso de grados en la cadena de frío produce efectos en la calidad sensorial, al ser causada por microorganismos, en la desnaturalización de las proteínas, decoloración, oxidación de las grasas y produce el crecimiento de patógenos a notar una pequeña descomposición en cuanto a los olores y sabores debido a reacciones químicas que surgieron mediante la oxidación de ácidos grasos junto con la combinación de luz (Estrada,2011).

Un vegetal incrementa sus propiedades nutricionales y saludables debido a que los recubrimientos comestibles son empleados a manera de transporte e intervienen en el proceso de la incorporación de los compuestos bioactivos. Para que un recubrimiento comestible sea natural debe estar compuesto por adictivos naturales y deben ser aprobados por la legislación de cada país (De Ancos, 2015).

Con el paso de los años se fueron realizando estudios científicos en donde comprobaron que los recubrimientos comestibles ayudan a conservar mejor los alimentos que son mínimamente procesados, debido a que la función principal de los recubrimientos es formar una barrera semipermeable la cual ayudara a reducir la pérdida de agua, solutos, lo cual ayuda a controlar los intercambios gaseosos incluyendo la parte veloz de respiración (O₂ y CO₂), emisión del etileno y ayuda a disminuir la carga de microorganismos (Vargas *et al.*,2008; Tapia *et al.*,2008; Dahall,2013).

Los recubrimientos comestibles son empleados como un vehículo para poder incorporar a los alimentos una cierta cantidad de aditivos de una forma eficaz. Este medio de incorporación de aditivos ayuda a que los alimentos puedan mejorar su efectividad y reducir en cantidades necesarias para sus acciones para lograr un producto de calidad y obtener un buen valor nutricional en productos de IV y V gama (Silva-Weiss *et al.* 2013).

Los recubrimientos están generando propiedades según cada componente con los que son elaborados, incluyendo materiales para que puedan ser dispersos y disueltos en agua, alcohol o una mezcla con cualquier otro material, ya sea plastificantes, agentes antimicrobianos, también pueden añadirse a este proceso algunos colores o sabores. Los recubrimientos contienen compuestos básicos como las proteínas, celulosa, almidón, alginatos y/o derivados de los monoglicéridos (Pastor *et al.*2005, p17).

Un recubrimiento está calificado en 3 tipos de categorías: los lípidos donde están incluidas las ceras, ácidos grasos; hidrocoloides acilglicéridos, donde incluyen algunas proteínas, los que se derivan de celulosa, pectinas, almidón y otros polisacáridos; por último, están las mezclas que contienen lípidos e hidrocoloides (Ortuño,2006, p.18).

También pueden incorporarse otro tipo de componentes para poder mejorar el film, tenemos los aceites, ceras comestibles y algunos

surfactantes que sean facilitadores para obtener grasas y aceites. Por otra parte, los antioxidantes y antimicrobianos son de gran interés debido a su participación para mejorar las propiedades de los recubrimientos (Monterde et al., 2002, p.18).

Está comprobado que ciertos aditivos son efectivos en alimentos en donde estos son aplicados formando parte del recubrimiento a diferencia de ser sumergidos en soluciones acuosas mediante el método de dispersión o inmersión, debido a que estos aditivos pueden durar más tiempo en superficie del alimento ((López, 2012, p.18).

Es por ello que en esta investigación se evaluara que cambios fisicoquímicos y microbiológicos se obtienen en la carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*) fresca al ser recubiertas con quitosano y AEO (*origanum vulgare*) por un periodo almacenamiento en refrigeración; logrando mejorar su calidad de vida del cerdo(carne) almacenado en refrigeración.

1.2. Trabajos Previos

(Estrada,2011) logro determinar que la PC a base de colágeno y un agregado del 2% de nisina funciona de manera efectiva como inhibidor de coliformes totales y fecales; actúa como agente reductor para evitar el crecimiento de microorganismos mesófilos y psicrófilos en los filetes de cerdo almacenados en refrigeración.

Con esta película comestible se logró disminuir notablemente la pérdida de humedad con una concentración de 0.6% de cera de abeja (agente hidrofóbico) se pudo reducir en un 11.87% con respecto a la pérdida de humedad en comparación con las muestras de carne sin película. En cuanto al efecto de la película con adición de ácido ascórbico con la finalidad de evitar la oxidación de la carne en las muestras de carne no pudo determinarse claramente en esta experiencia debido a que el periodo de pruebas no fue suficiente. Las muestras con y sin película no mostraron diferencias significativas en cuanto a la oxidación inicial, sin embargo, a una concentración de 0.2% de ácido ascórbico (agente antioxidante) se espera que en un

tiempo mayor de almacenamiento se reduzca notablemente la oxidación, basados en los datos obtenidos, sin llegar a modificar la acidez y sabor original de la muestra.

En el 2016 Gandarillas realizó comestibles a base de mucilago de chía (*Salvia hispánica*), dichas películas fueron aplicadas en carne de cerdo con el fin de evaluar la vida anaquel y los diversos beneficios que conlleva la utilización de recubrimientos comestibles y funciones contemplando como factores de análisis cantidad de nitrógeno y proteína, color (L, a, b), potencial de hidrógeno (pH), análisis de fibra (ácida, neutra y cruda), espesor de la película y el conteo de microorganismos presentes. Los resultados obtenidos mostraron que la película de Chía resultó brindar grandes porcentajes de proteína vegetal en carne de cerdo, tener fibra, una resistencia a la manipulación, no mostró cambios relevantes en el color de la carne al ser aplicada y por último bajo los niveles de microorganismos logrando una reducción de tres ciclos logarítmicos. Con los datos recaudados y analizados se recomienda la utilización de esta película de Chía por sus significantes resultados en cuanto a sus propiedades de retardar el crecimiento de microorganismos y sus aportes nutricionales, pudiéndose tomar como una iniciativa para que sustituya el manteado de la carne que se practica actualmente en los rastros.

(Mas Sánchez,2015) elaboró una pasta cárnica untada junto con un recubrimiento comestible con la finalidad de demostrar si la calidad influye de la cantidad y el tipo de calidad de cecina de cerdo que se utilizó. Se utilizaron varios patrones donde se incorporó la cecina de cerdo con niveles de 20%,30% y 40%, usando una formulación base de cerdo.

La carne que se empleó para elaborar la cecina, fueron obtenidas del centro comercial de Lima y Moyobamba, demostraron ser favorables en cuanto a las características sensoriales como textura, sabores, colores, aromas.

Fueron envasas en unas bolsas especialmente de polietileno y se sellaron al vacío incluyendo una pequeña cantidad de AEO al 0.02% almacenadas a temperatura 4°C, permitiendo así una óptima conservación según los análisis microbiológicos reportados.

Para la elaboración de la pasta untable se emplearon una formulación de 45% de carne de cerdo, 15% de grasa de cerdo, agua 25.5%, 14.5% de especias, una humedad de 56.9%, proteínas 6.56% y un 21.72% de grasa, componentes que intervienen en la emulsión.

Se trabajó con un 30% de cecina de cerdo la cual ser apropiada la obtención de la pasta untable, debido a sus características sensoriales (textura, color, sabor, aroma y aceptabilidad), siendo poca la diferencia con la muestra que fue elaborada con carne de cerdo.

De igual modo se llegó a estandarizar el nivel de lecitina a un 0.3%, siendo más favorables como estabilizantes de goma xanthan al 2%.

Para el envasado se trabajaron con tres tipos de envases: las bolsas flexibles de polietileno, envases rígidos de polietileno y envases de vidrio; el almacenamiento de los dos primeros envases se dio a 4°C por más de 30 días, sin alteraciones en el proceso del alimento.

(Sánchez et al.,2015) determinó un recubrimiento comestible echo por almidón modificado contiene efectos antimicrobianos en características fisicoquímicas y microbiológica de carne fresca de cerdo inoculada con *L. monocytogenes*($10^5 ufc/cm^2$) o *B. thermosphacta* $10^6 ufc/cm^2$) almacenada en refrigeración. Se recubrieron con una suspensión filmogénica a base de almidón y una nanoemulsión de ácido oleico conteniendo una mezcla de nisina, arginato láurico y ácido láctico, cuyas concentraciones se obtuvieron mediante un diseño simplex $k=3$, con 3 repeticiones y un total de 21 tratamientos. Las muestras (25 g) empacadas al vacío se almacenaron a 4°C y se monitorearon durante 30 días, para crecimiento microbiano en medios selectivos (por triplicado).

Además, se determinó color, humedad, cenizas, pH, capacidad de retención de agua y oxidación lipídica. Los parámetros fisicoquímicos evaluados mostraron un comportamiento similar tanto en las muestras tratadas con el recubrimiento como en el control.

La carne tratada con el recubrimiento antimicrobiano mostró una menor población, con diferencias de 1-4 log UFC/g por debajo del control. Este efecto se mantuvo durante el estudio, aunque no se inhibieron completamente los microorganismos. A los 12 días la diferencia con respecto al control para *L. monocytogenes* fue de $2 \log ufc / g$, y de $5.5 \log ufc / g$ para *B. thermosphacta*. A los 30 días, la diferencia para ambos microorganismos fue de $2 \log ufc/g$, observándose que el recubrimiento es efectivo en el control del microorganismo de prueba. El uso del recubrimiento a base almidón modificado adicionado de la mezcla antimicrobianos mostró efectividad contra ambas cepas, disminuyendo más eficientemente el crecimiento de *B. thermosphacta* que el de *L. monocytogenes*, sin alterar las características fisicoquímicas de la carne.

Por tanto, el uso de recubrimientos activos representa una alternativa para la conservación de la carne.

(Sosa et al.,2016) realizó un RC a base de aceite esencial de orégano en pepino (*Cucumis Sativus L.*) teniendo como objetivo principal lograr determinar la calidad y el control de antracnosis.

El aceite esencial de orégano se empleó en 500,750 y 1000 ppm permitiendo que el efecto antifúngico sea evaluado en el crecimiento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*.

Para que los pepinos sean inoculados a (70×10^4 esporas/mL) tuvieron que ser acondicionados, fueron cubiertos a base de cera de candelilla y carboximetilcelulosa y se almacenaron a 13°C por un periodo de 20 días, logrando evaluar características organolépticas como el color, pérdida de peso fisiológicos como la respiración y evaluar el efecto antifúngico contra la antracnosis.

Recubrimiento teniendo como base A.E.O a 1000 ppm demostró un 100% de inhibición, logrando no afectar el color de los pepinos, pero ocasiono problemas en la respiración y en la pérdida de peso.

El recubrimiento al que se adiciono aceite esencial de orégano llego a presentar una barrera antifúngica logrando obtener un 26.3% de menos decaimiento con respecto a los controles; este recubrimiento de aceite esencial de orégano junto con cera de candelilla llegó a modificar de forma favorable la apariencia de los pepinos, pero a la vez hubo defectos en la calidad de los frutos.

(Pontigo Suarez et al.,2015) su recubrimiento de aceite esencial de orégano cumplió como efecto antifúngico y antibacterial; cuyo propósito es dar solución a los problemas de calidad e inocuidad de la papaya. Se emplearon papaya de la variedad Maradol que es proveniente de Oaxaca.

Para este recubrimiento se empleó carboximetilcelulosa al 0.5% de concentración, glicerol 1%, 0.5% de Tween 80 y A.E.O. de la familia *Lippia graveolens* a unos 5000 ppm, emplearon destilación por arrastre de vapor para extraer el aceite.

Este recubrimiento se aplicó a papayas se logró reducir un crecimiento de *Salmonella* spp., generando el crecimiento de carga microbiana hasta un $2.5 \text{ ciclos log ufc/ml}$, a la vez se logró reducir 53% de antracnosis que son ocasionados por *Colletotrichum Gloeosporioides* el recubrimiento dio favor a la firmeza y se obtuvo una deferencia significativa ($P \leq 0.05$) mediante la respiración con respecto a las muestras control.

Después de realizar una serie de pruebas se concluyó que la mezcla de carboximetilcelulosa y A.E.O. resultaron siendo positivas en cuanto a efectos antibacteriano y antifúngico, también ayudaron a la calidad resultando beneficioso para tener una mejor conservación de la papaya.

(Fernández,2011) realizo una investigación centrándose únicamente en la carne de pollo, siendo un producto fresco, su principal limitación la caducidad.

Un recubrimiento está compuesto por agentes microbianos que incorporan a la matriz estructural y son fáciles de liberarse en alguna superficie de la carne. Mediante efectos bacteriostáticos se logra impedir algún tipo de proliferación de bacterias, se llega a reducir el

incremento de crecimiento de la flora patógena; la cual busca como objetivo asegurar la calidad alimentaria y tener un prolongamiento comercial.

Para este estudio la investigadora selecciono 8 tipos de aceites los cuales fueron: romero, tomillo blanco, orégano, cilantro, clavo, salvia, árbol de té, laurel. Para la elaboración de sus recubrimientos trabajo con diferentes proporciones de aceites y se logró demostrar que son eficaces ante una variedad de cepas microbianas como lo son *Listeria innocua*, *Salmonella enteritidis* *Pseudomona fragi*, *Staphylococcus aureus*.

El recubrimiento con AEO resulto tener más efectividad antimicrobiana invitro frente a los patógenos alimentarios como *Salmonella E.*, *Staphylococcus A.*, frente a *Pseudomona F.* y poblaciones mixtas reales, siendo de procedencia de diferentes periodos del almacenamiento de la pechuga de pollo. Logrando obtener un tiempo de 13 días de almacenamiento en refrigeración **(Van Beest et al,2013)**, se usó aceites esenciales y biopolímeros aplicados como recubrimiento comestible en salmón, utilizando quitosano, metilcelulosa con aceite de tomillo, orégano y un control sin aceite.

Consideraron ciertas propiedades de estas películas (permeabilidad al vapor de agua, oxígeno, humedad, actividad antioxidante, microestructura, propiedades mecánicas y ópticas) obtenidas por extensión y secado, equilibradas a una humedad relativa del 85% a 10°C. La incorporación AEO genero un impacto en las propiedades fisicoquímicas, esto dependió de la matriz.

Estos recubrimientos fueron aplicados en salmón y se logró determinar la evolución oxidativa lipídica y el crecimiento microbiano, almacenados en refrigeración siendo evaluados el tiempo y temperatura.

En los recubrimientos con quitosano y aceites esenciales supuso aumentos en la rigidez, textura y elasticidad sin influir algún cambio en el cambio.

Los recubrimientos de quitosano lograron una permeabilidad de oxígeno menor a las películas de metilcelulosa. Por otro lado, el quitosano llegó a mostrar un mayor carácter en cuando al antioxidante de la metilcelulosa. Esta manifestación en el proceso demostró un deterioro oxidativo.

En cuanto a los recubrimientos que fueron elaborados con quitosano mostraron una menor carga microbiana en las muestras que fueron almacenadas en congelación, y en los que fueron adicionados aceites esenciales no se obtuvo mejoras en la calidad microbiológica.

Ya teniendo en cuenta, se sabe que la vida útil de un producto cárnico tiene una vida comercial de entre los 4 días a 9 en cuanto función del producto y de acuerdo al método empleado. En esta investigación se busca incrementar la inocuidad mediante la aplicación de una barrera añadida al desarrollo de patógenos como *S. enteritidis* o *S. aureus*.

1.3. Teorías Relacionadas al tema

1.3.1. Recubrimiento comestible

Un recubrimiento comestible actúa como una capa protectora de un vegetal, son capas finas a base de polímeros naturales a la vez son comestibles y son aplicadas por método de inmersión o pulverización llegando a si a formarse en el alimento; a comparación de una película comestible que también cuenta con capas finas a bases de polímeros comestibles, pero se diferencian en el método de empleo; ya que las películas tienen que ser formadas como laminas para que luego puedan ser colocadas en el alimento (**Valencia-Chamorro et al. 2011, p.10**).

Cada recubrimiento es considerado como una herramienta útil, cuya finalidad es de alargar la vida útil de cada alimento procesado que son listos para consumir o de V gama.

(Beverly et al.,2008) Describió el uso de recubrimiento a base de la quitina para la carne asada y la combinación de alginato sódico combinado con lisozima y nisina en Salmon ahumado **(Datta et al.,2008)**.

Campos et al.,2011. Comenta que los recubrimientos de V gama ayudan a evitar el crecimiento de microorganismos, además sirven para la reducción de los procesos oxidativos en alimentos con alto contenido de grasa.

1.3.2. Clasificación de recubrimientos comestibles

1.3.2.1.Hidrocoloides

Estos hidrocoloides son sustancias solubles, esto se aplica a sustancias que están compuestas por polisacáridos.

Conforme transcurre los años este uso y desarrollo de películas biodegradables a base de hidrocoloides usado como materia prima, debido a la presencia de propiedades mecánicas y como una barrera excelente frente a O₂, CO₂ y lípidos. **(Dra.Zaritzky,2007)**. Se califica de la siguiente manera:

1.3.2.1.1. Proteínas

(Pérez-Gago y Krochta,2000) las proteínas son una base de mejoría para las barreras de gases, es menor la presencia de vapor de agua porque presenta una naturaleza hidrofílica.

(Gontard et al.,1996) Realizaron una película con gluten, ácido acético y glicerol para lograr bajar al CO₂ y O₂ su permeabilidad; haciendo comparaciones con la muestra control; lo cual se concluyó usarse en vegetales y frutas.

(Tanada–Palmu y Grosso,2005), empleo etanol, gluten, glicerol e hidróxido de amonio como recubrimiento, el cual fue aplicado en la fresa (*Fragaria Vesca L.*). Con la adición de estas proteínas se mantuvo el sabor de las fresas por más de 5 días a diferencia del control, pero por otro lado no resulto ser buena para sus propiedades en la barrera de agua.

A este recubrimiento se adiciono cera de abeja, acido palmítico y acido esteárico logrando reducir el 5% de peso en las fresas a comparación con el control.

(Pérez–Gago et al.,2005), empleo proteína suero de leche para su recubrimiento, cera de abeja, hidroxipropil metilcelulosa, carnauba que fue aplicado en pequeños cubos de fresa logrando la reducción del oscurecimiento enzimático.

(Pérez–Gago et al.,2006), también realizaron este recubrimiento reemplazando hidroxipropil metilcelulosa y carnauba por ácido ascórbico, logrando el oscurecimiento enzimático en la fresa.

1.3.2.1.2. Polisacáridos

(Meza,2006). Para realizar una serie de recubrimientos empleo 3 tipos de polisacáridos (maíz, pectina, goma guar). En cuanto a la flexibilidad y adherencia en la superficie de los frutos fue mejorando debido a una incrementación en la concentración de almidón de maíz, los frutos usados fueron pera (*Pyrus communis L.*), limón (*Citrus limon L.*) y aguacate (*Persea americana M.*). Debido a una concentración del 2% esto ocasiono frutos deshidratados y opacos, algo quebradizos y fibrosos.

(Viña et al.,2007) Mezclaron almidón de maíz, glicerol e hidróxido de sodio donde lo aplicaron en coles de Bruselas (*Brassica oleracea L.*) en donde lograron conservar la calidad del producto en cuanto a la firmeza y el color.

(Ribeiro et al., 2007). Mezclo almidón, sorbitol y ácido cítrico en fresas con un solo objetivo el de reducir la senescencia. Este recubrimiento con incorporación de polisacáridos tuvo un resultado positivo en cuanto a la barrera de gases.

1.3.2.1.3. Lípidos

(Kester y Fennema,1986). Los lípidos son una fuente muy eficiente para reducir la deshidratación en productos de baja polaridad en donde cuentan con escasa permeabilidad debido a la poca extracción de vapor de H₂O.

Todo recubrimiento con presencia de lípidos presenta limitaciones con respecto a las propiedades mecánicas y cuentan con mala apariencia; sabiendo eso se hace una mezcla lípidos con

polisacáridos, ya que logran obtener una mejor estabilidad en los recubrimientos **(García et al.,2000)**.

1.3.3. Aceites esenciales

Ronquillo (2007) se pueden extraer de una planta; debido a la abundancia en el reino vegetal como por ejemplo menta (*Mentha rotundifolia L.*), cedro (*Cedrela odorata L.*), romero (*Rosmarinus officinalis L.*), flores como en la rosa (*Rosa sp.*), jazmín (*Jasminum officinale L.*).

(Bakkali et al., 2008). Hidrocarburos como terpenos, alcoholes, esterres, compuestos fenólicos y aldehídos; son una serie muy compleja, y tienen el rol principal en la participación de su aroma.

Estas plantas cuentan con una actividad antifúngica y están asociadas a cierto contenido de fenoles monoterpenos en este caso especialmente en *tomillo*, orégano y clavo.

1.3.4. Actividad fungicida en hongos post cosecha de los aceites esenciales

(Daferera et al., 2000). En cuanto a la actividad fungicida estos aceites demostraron una actuación positiva contra los patógenos en la post cosecha. Hoy en la actualidad se ha demostrado que hay una buena participación de los aceites esenciales en la actividad fungicida.

1.3.5. Actividad de los aceites esenciales en bacterias que afectan al ser humano

Cada planta cuenta con una composición en aceites volátiles y poseen interacciones sinérgicas entre componentes que constituyen los aceites y sus grupos funcionales y una posible interacción sinérgica entre cada componente **(Dorman y Deans ,2000)**.

La hidrofobicidad permite que los lípidos de la membrana bacteriana se incorporen, esto ocasiona ciertos trastornos en la estructura y

produce una serie de fuga de los iones (**Bosquez–Molina et al., 2009**).

1.3.6. Recubrimientos comestibles y la aplicación de aceites esenciales

Actualmente se han usado variedades de aceites para ciertas formulaciones de recubrimientos. La adición de (anís, cardamo y tomillo) como A.E en películas está aprobado en diferentes variedades de alimentos (carne, algunos productos de panadería) con la finalidad de inhibir el desarrollo de microorganismos (**Cagri et al., 2004**).

(**Plotto et al.,2003**), trabajo con extracción de aceite de tomillo al 10 g l^{-1} en la cobertura para obtener un % significativo en la inhibición del crecimiento *B. cinerea* en fruto *Solanum Lycopersicom*. Trabajo con el 6% aceite con lo cual lograron reducir *R. stolonifer* en la papaya, con esta aplicación lograron reportar la disminución de dicho hongo debido al aumento de las concentraciones (**Bosquez–Molina et al., 2010**).

El aceite esencial ha sido muy benéfico en cuanto el control de los microorganismos (**Rojas Grau, 2006**), el recubrimiento elaborado con pure de manzana, AEO y la mezcla con glicerol aplicados en mango en una serie de trozos, consiguieron reducir el desarrollo de la *Listeria innocua* con un 50% a diferencia de los trozos sin recubrir (**Raybaudi–Massilia et al., 2007**). Se realizo una mezcla de glicerol con alginato a un 3% de concentración de ácido palmítico aplicado en mellón, con esta aplicación se logró reducir el crecimiento *Salmonella entérica* y preservó los parámetros de calidad.

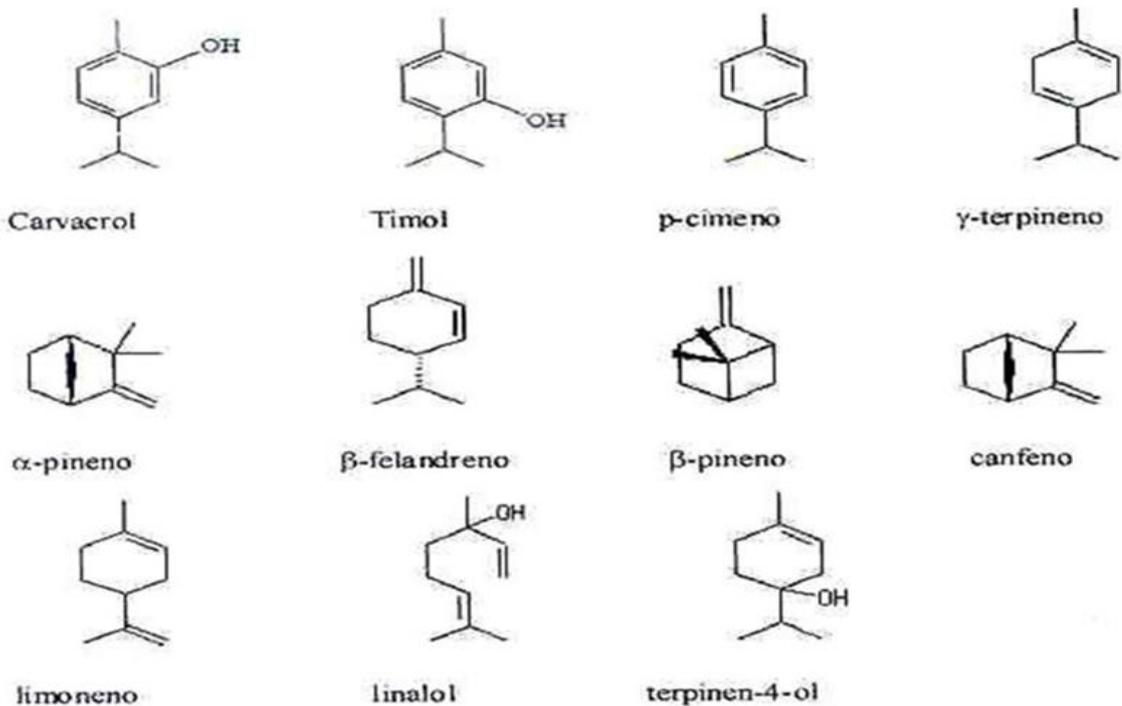
1.3.7. Aceite de orégano

(**Martínez et al.,2013**) El orégano (*Origanum Vulgare*) es una planta originaria de Europa y Asia Occidental, es aromática y es cultivado a nivel mundial.

(Albado et al.,2001) cuenta con ciertas propiedades antibacteriales, son aceites volátiles muy activos que actúan contra la mayoría de bacterias patogénicas como lo son *Staphylococcus epidermis*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* entre otros. Hay antecedentes que nos hablan que el aceite de orégano cuenta con un efecto anticarcinogenico y antimutagenico, presentando una gran alternativa para tratar y poder prevenir algunos trastornos crónicos como el cáncer.

(Lozano,2004) Principales compuestos químicos que son responsables de su poder antioxidante, a continuación podemos apreciar en la siguiente figura 1, cuales son los siguientes compuestos.

Figura 1. Orégano y sus principales componentes



Fuente: LOZANO, Elvira. Propiedades, composición y la actividad biológica de los componentes que contiene el orégano.

Muy importante entender la importancia de los beneficios que proporcionan el orégano y poder ver cuáles son las propiedades que se presentan en el proceso.

1.3.8. Efecto de la combinación de quitosano con aceites esenciales en cuanto al control de microorganismos

(Ponce et al.,2008) Trabajaron con Chitosan y Romero (*Rosmarinus officinalis L.*) al 1%, con la finalidad de evaluar el desarrollo de *L. monocytogenes* en calabazas (*Cucurbita moschata Dutch*).

En comparación con otras combinaciones de quitosano con chile (*Capsicum annum L.*) y olivo (*Olea europea L.*); la combinación de quitano y romero logro reducir el crecimiento de esta bacteria.

(Pranoto et al.,2005), los resultados fueron favorables en cuanto al crecimiento microorganismos *L. monocytogenes*, *Bacillus cereus* y *Staphylococcus aureus* al realizar un R. a base de Chitosan y aceite de ajo.

(Vargas et al.,2006), Se redujo un 80% de microorganismos en la fresa al ser recubierta con recubrimiento de quitosano y ácido oleico, los cuales fueron comparados con el control.

Esta mezcla de quitosano y ácido oleico también se mostró como mejor alternativa para poder extender la vida anaquel, de las zanahorias, redujeron la pérdida de peso, respiración y conservo el color.

1.3.9. Carne

Codex Alimentarius en el 2007 designa que la carne es un musculo esquelético de animales que cuenta con sangre caliente.

Según tradiciones la carne es considerado como un vehículo de enfermedades humanas que son transmitidas por alimentos. Entre las enfermedades tenemos *Campylobacter spp.* *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* y *Yersinia enterocolitica*.

1.3.9.1.Cerdo

El cerdo (*Sus scrofa domestica*) mamífero artiodáctilo perteneciente a la familia Suidae. Esta carne está compuesta por tejido muscular cuenta con agua, tejido conectivo. La composición del cerdo depende de varios factores: como son la edad, el sexo, raza, el entorno en el que ha vivido el animal, la alimentación y las transformaciones a las que se haya sometido la carne mediante tecnología alimentaria.

Cabe destacar que esta carne cuenta vitamina B1y contiene cantidades significativas de riboflavina, niacina y vitamina 6. Destaca su elevado contenido en vitamina B12.

Hay vitaminas liposolubles A y D que las encontramos en un % menor y están en la grasa. Es cierto que el cerdo puede contener moderadas concentraciones de VE. Cabe resaltar que el cerdo cuenta con fuente de nutrientes (**Villarino,2004**).

Según INDECOPI (2001) la carne es obtenida por porcinos machos y hembras que se encuentran entre los 2 y 6 meses de edad, teniendo un peso de 120 kg. Esta carne es muy consumida a nivel mundial, cuenta con un valor nutricional, tienen una importancia económica innegable.

Durante los últimos 25 años el cerdo en cuanto a su carne redujo un 31% en el contenido de grasa, 10% en colesterol, 14% en calorías debido al avance tecnológico en la porcicultura mundial. Se está posicionando como fuente valiosa en cuanto a su valor nutricional, es de buena calidad y cuenta con un sabor agradable. (**Napan et al.,2017**).

1.3.9.2. Contaminación de la carne de cerdo

En cuanto a la calidad las deficiencias son un tema de preocupación para cada procesador de cerdo, grasa excesiva, el color y CRA inadecuadas **(Napan et al.,2017)**.

Para asegurarse que la carne de cerdo llegue al consumidor sin problemas de inocuidad es necesario seguir una serie de lineamientos durante su sacrificio, faenado, almacenamiento, transporte y distribución de los productos. Entre las principales enfermedades que presentan la carne son salmonelosis, shigellosis y Escherichia coli. **(Gandarillas,2016)**.

1.3.9.2.1. Salmonelosis

Es una enfermedad de transmisión alimentaria. Está localizada en productos como el huevo, la carne de cerdo, cerdo de pollo y algunos embutidos. Este tipo de microorganismo entra en contacto con heces humanas o bien con aguas residuales, lo que se denomina contaminación exógena.

En el 2010 se reportaron en México 79.845 casos de paratifoidea y 29.625 casos de tifoidea **(Gandarillas,2016)**.

1.3.9.2.2. Shigellosis

El género bacteriano de la shigellosis no está directamente asociado a enfermedades en los animales de consumo, sin embargo, se presenta en la flora intestinal del animal teniendo una posible contaminación de la carne ya sea por contacto directo o por uso de aguas contaminadas con heces. México reporto en el 2010, 7459 casos en las primeras 33 semanas **(Gandarillas,2016)**.

1.3.9.2.3. Psicrófilos

Este microorganismo se desarrolla en la carne cuando esta almacenada a bajas temperaturas, se desarrollan a (4 – 8 °C) de refrigeración y ocasionan ciertas infecciones en los consumidores de carne (30 – 35 °C) **(Gandarillas,2016)**.

1.3.9.2.4. Escheria coli

Está ubicada en el intestino de los animales que son de sangre caliente, incluyendo al humano. Es el principal indicador de materia fecal en alimentos. Ocasiona dolores abdominales, náuseas, vómitos y ocasionalmente fiebre, solo el 5% de los infectados puede ser propenso a fallas el riñón que pueden derivar en la muerte **(Gandarillas,2016)**.

1.3.10. Quitosano

Es extraído principalmente de la quitina que es un amino-polisacárido siendo un compuesto principal de 2-amino-2-desoci-β-D-Glucopiranososa, cuenta con un gran potencial en diferentes aplicaciones.

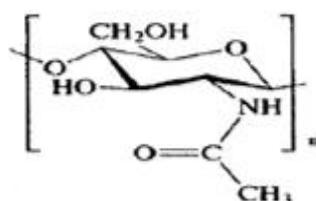
También es empleado para uso en la elaboración de medicamentos. Agroindustrialmente el quitosano se utiliza para elaborar películas comestibles de frutos, semillas, hojas, carnes, ayuda a los jugos en su proceso de aclaración, protegiendo plántulas, ayuda en la inhibición del oscurecimiento frutos y tubérculos, biosidas **(Larez,2008)**.

1.3.11. Propiedades fisicoquímicas

(Ravi Kamur,2006). Cuenta con 6.89% de nitrógeno puro, el grupo funcional (amino libre) nos proporciona en su estructura un comportamiento básico, y a nivel industrial cuenta con características fisicoquímicas.

Cuando es más que el 50% el grado de desacetilación de la quitina este recibe el nombre de quitosano y es quitano cuando logra el 100%. (Lárez,2008).

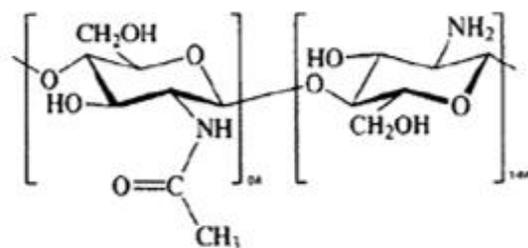
Figura 2. (a) Estructura química de la quitina (2-Acetilamina-2-desoxi-β-D-(+)-Glucopiranososa), (b) del quitano (2-amino-2-desoxi-β-D Glucopiranososa), (c) del quitosano parcialmente desacetilado (copolímero).



(a)



(b)



(c)

Rinaudo 2006. Quitina y quitosano: Propiedades y Aplicaciones.

1.4. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto que se obtendría al realizar la aplicación de un recubrimiento comestible a base de quitosano y aceite de orégano para evaluar características fisicoquímicas y microbiológicas en filetes de cerdo fresco almacenados en refrigeración?

1.5. Justificación del estudio

En cuanto a calidad estamos involucrando a diversos factores, estos sean internos o externos como presentación, composición, valor nutricional, aspectos sanitarios entre otros, influyendo en la aceptación o el rechazo del producto final por los consumidores.

El aspecto de la carne es considerado de gran importancia, ya que su apariencia es muy exigida, además de apetitosa y de buen paladar.

La refrigeración de la carne y sus derivados durante el proceso de comercialización siendo una etapa final antes del consumo, para esto se utiliza un método de conservación, ya que prolonga la vida útil de las carnes por un periodo más considerable de lo normal.

La carga microbiana, las condiciones de temperatura y humedad son considerados principales fuentes que influyen en la vida útil de la carne. Para lograr una buena calidad en la carne es necesario optimizar todas las variables que influyen en su conservación **(Sánchez Escalante et al.,2008)**.

Para poder lograr este cometido, se va a recurrir a la implementación de un recubrimiento comestible, logrando que los biopolímeros que son obtenidos de macromoléculas origen natural, como un sustituto polímeros sintéticos.

Estos recubrimientos han sido utilizados desde hace algún tiempo, su finalidad primordial en carnes y derivados, consiste en protegerlos de ataques microbiológicos y prevenir la pérdida de agua durante el almacenamiento, así como convertirse en una barrera ante la transferencia de masa, proteger a los ingredientes y mejorar la integridad mecánica de los productos envasados **(Alvarado et al.,2005)**.

Tanto las películas como los recubrimientos comestibles sirven como un vehículo para poder combinarse con cierto rango de aditivos que incluyen compuestos propiedades antimicrobianas, para poder lograr

una buena eficacia en cuanto a las películas y puedan asegurar la calidad del alimento **(Ramos et al.,2010)**.

La carne de cerdo, es un alimento en el cual encontramos valores nutritivos, pero a la vez cuenta con una duración corta, si no es conservada en una forma adecuada, evitando así cambios fisicoquímicos en donde se ve afectada la pérdida de color, aroma, la aceleración de pudrimiento; y microbiológicos.

La finalidad de este proyecto de investigación es prolongar vida anaquel de los filetes, aplicando recubrimientos comestibles, permitiendo una mayor duración que las técnicas de conservación convencionales.

1.6. Hipótesis

Utilizando las concentraciones de 2.0% y 2.5% de recubrimiento comestible de quitosano y aceite de orégano obtendremos en los filetes una mejor característica fisicoquímica y también en la parte microbiológica.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Evaluar cual es el efecto de la aplicación del recubrimiento comestible a base de quitosano y aceite de orégano (*Origanum vulgare*) sobre características fisicoquímicas y microbiológicas aplicadas en carne de cerdo fresco almacenados en refrigeración.

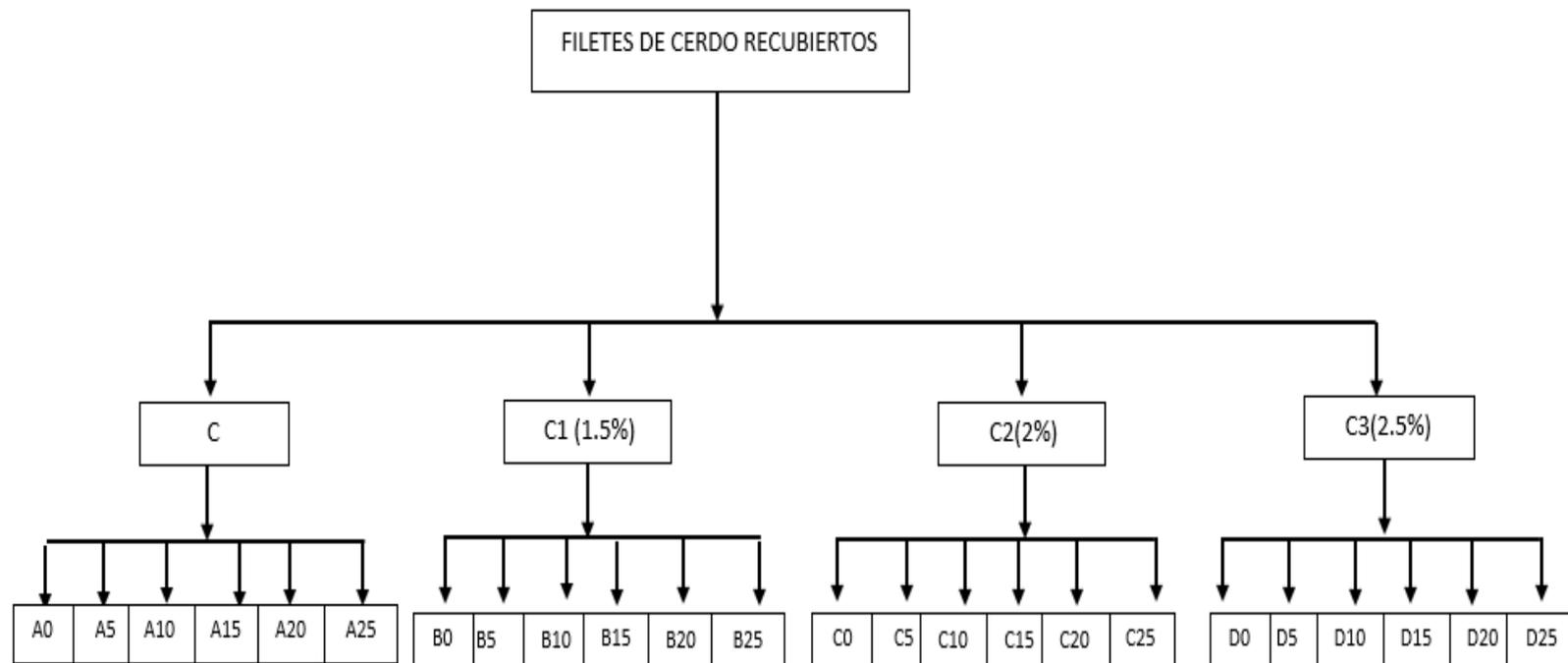
1.7.2. Objetivos específicos

1. Elaborar un R.C a base de quitosano y aceite de orégano (*Origanum vulgare*).
2. Evaluar las características fisicoquímicas de los filetes de cerdo fresco: pH, pérdida de peso, índice de peróxido.
3. Realizar un análisis microbiológico de los filetes de cerdo fresco: psicrófilos.

II. Método

2.1. Diseño de Investigación

Se trabajo con un modelo bifactorial (aceite de orégano y tiempo de almacenamiento refrigerado). para realizar la investigación de sus efectos sobre la variable dependiente (características fisicoquímicas y microbiológicas).



Determinaciones cada 5 días, durante 25 días de almacenamiento:

- Características Físicoquímicas {
- pH
 - Pérdida de peso
 - Índice de peróxido

Características Microbiológicas → • Determinación de Psicrófilos

Leyenda

C= muestra control

C1 = concentración 1 (1.3% quitosano y 0.2% aceite de orégano).

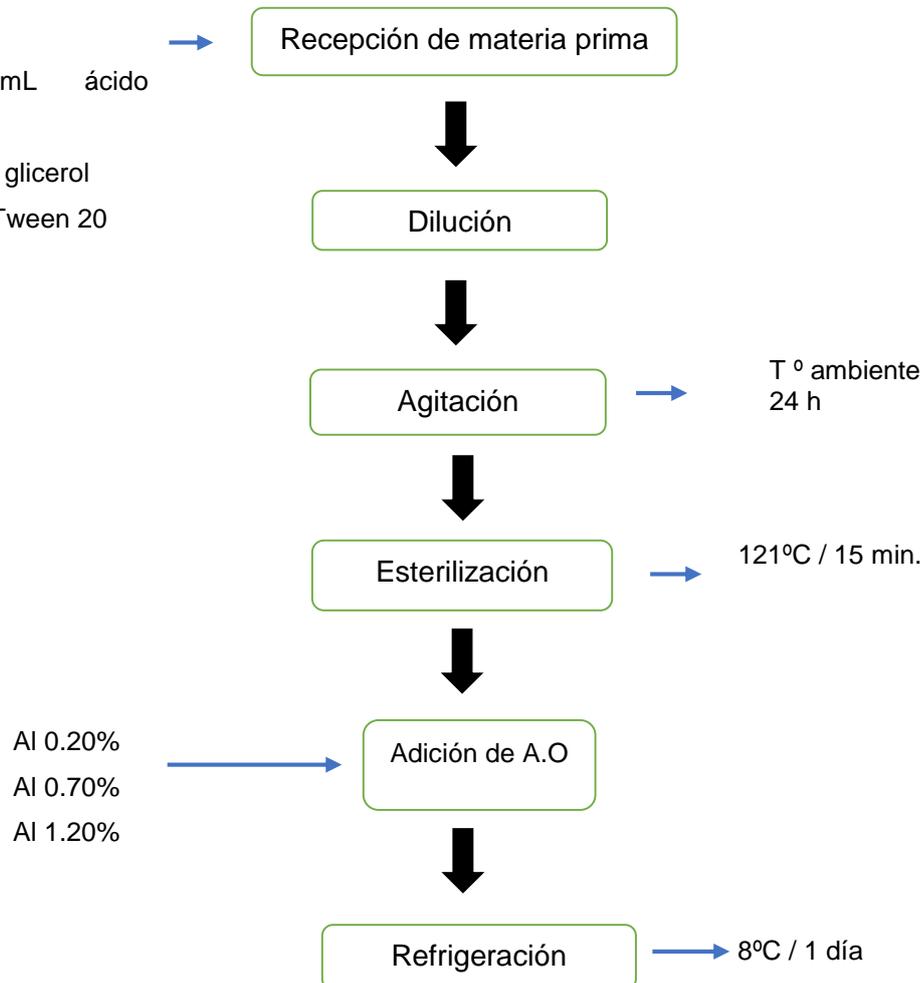
C2 = (1.3% quitosano y 0.7% aceite de orégano).

C3 = (1.3% quitosano y 1.2% A.E.O).

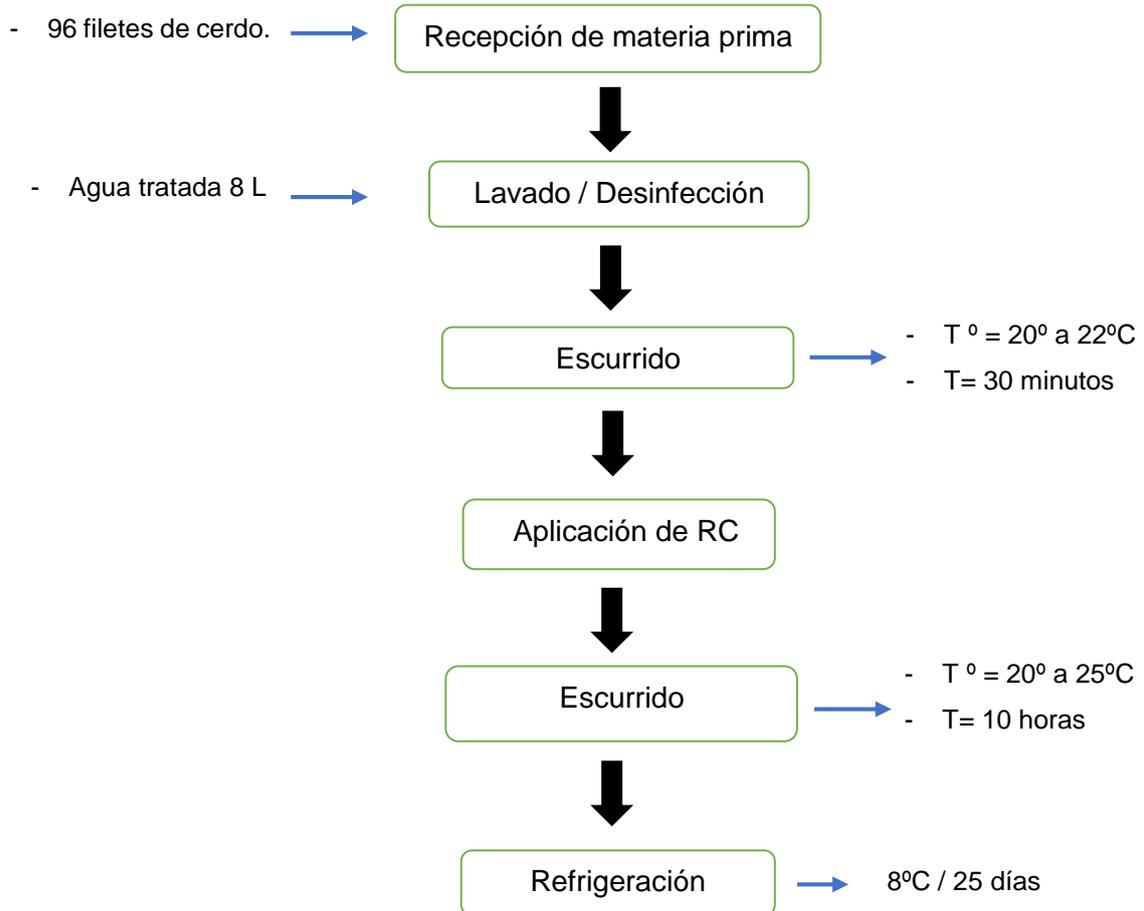
FLUJOGRAMA DE FILETES CERDO RECUBIERTOS CON QUITOSANO Y ACEITE DE ORÉGANO

ELABORACIÓN R.C DE QUITOSANO Y A. DE ORÉGANO

- 255 g de quitosano
- 37 mL de aceite de orégano
- 3900 mL ácido acético
- 120 g de glicerol
- 12 g de Tween 20



APLICACIÓN DEL R. C. DE QUITOSANO Y A. OREGANO EN FILETES DE CERDO



Descripción del Proceso de elaboración del Recubrimiento comestible de quitosano y aceite de orégano:

Recepción: Se procedió a pesar 255 gramos de quitosano, 120 gramos de glicerol, 3900 ml de ácido acético al 1%, de Tween 20 se adiciono 12 gramos, 35 ml de aceite de orégano.

Dilución: En esta parte se procedieron a diluir los ingredientes. Para la concentración 1.50% en donde se trabajó al 1.30% de quitosano, se usó 85 gramos de quitosano, 40 gramos de $C_3H_8O_3$ y se diluyeron en 1300 ml de ácido CH_3COOH en un vaso de precipitación de 1500 ml. Para las concentraciones 2.0% y 2.5% se trabajó de igual manera al 1.30% de quitosano en donde se usaron las mismas cantidades, lo único que variaron fueron las cantidades de aceite de orégano.

Agitación: Cada concentración disuelta paso por un proceso de movimiento por 24 horas entre 25°C a 30°C.

Esterilización: Después pasada la etapa de agitación se procedió a esterilizar las muestras de quitosano en matraces de 1000 ml, colocando cantidades de 650 ml con lo cual se evitó que se desparrame la muestra en el momento de esterilización.

Adición de aceite de orégano: El A.O. se adiciono en las cantidades de 0.20%, 0.70%, 1.20% para completar las concentraciones establecidas de 1.5%, 2.0%, 2.5%.

Para la concentración de 1.5% se adiciono el 0.20% de aceite orégano, lo cual resulto 5 ml de aceite que fueron mezclados con 4 gramos de Tween 20. Una vez mezclado el aceite con Tween 20 se procedió a combinar con la muestra de quitosano 1.30%.

Para el 0.70% se adiciono 12 ml de aceite de orégano que fueron combinados con 4 gramos de Tween 20, obteniendo una concentración de 2.0% de recubrimiento comestible.

Y por último para el 1.20% se adiciono 20 ml de aceite de orégano y se mezclaron con 4 gramos de Tween 20 para obtener la concentración final de recubrimiento comestible 2.5%.

Refrigeración: Se llevó el recubrimiento a una refrigeración de 8°C por un periodo de 24 horas.

Descripción del Proceso de la Aplicación del R.C. a base de quitosano y A.O. en filetes de cerdo.

Recepción: Se recibieron 96 filetes de cerdo, proveniente del supermercado Metro.

Lavado: Se lavaron 96 filetes de cerdo con agua tratada (8 litros) en una bandeja desinfectada por 15 minutos.

Escurrido: Se colocaron los filetes de cerdo en una bandeja de acero inoxidable para que puedan liberar en su totalidad el agua de lavado, este proceso se realizó por un periodo de 30 minutos a una temperatura ambiente.

Aplicación del RC: Después de realizar la mezcla de quitosano y el aceite de orégano, se realizó el recubrimiento en los filetes de cerdo por medio de inmersión.

Para cada muestra se realizaron 2 inmersiones por un minuto, luego se colocaron a escurrir por un periodo de 6 horas, a una temperatura ambiente.

Escurrido: Se colocaron los filetes de cerdo recubiertos en unos ganchos de acero inoxidable para que puedan secar al cien por ciento el recubrimiento, se dejó escurrir a 25°C por 10 horas.

Refrigeración: Se llevaron los filetes de cerdo ya recubiertos a refrigeración a una temperatura de 8°C por un periodo de 25 días, en los cuales se fueron analizando los parámetros fisicoquímicos y microbiológico.

2.2. Variables y Operacionalización

2.2.1. Variables

Variable Independiente

- Concentración 1.5%,2.0,2.5%.

Variable Dependiente

- P. de peso
- Índice de peróxidos
- pH
- En la característica microbiológica tenemos los psicrófilos.

2.2.2. Operacionalización de Variables

Tabla n°1. Operacionalización de las variables

	Variab	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Variable independiente	R.C a base de Qitosano y A.de Orégano	La finalidad del recubrimiento obtener un producto de calidad prolongando su vida útil.	Se elaboraron recubrimientos comestibles de qitosano y aceite de orégano a diferentes concentraciones: 1.5%, 2.0% y 2.5%	Concentraciones	Cuantitativa de razón
	pH	unidad de medida que nos sirve para establecer el grado de acidez o alcalinidad de una sustancia.	pH-metro BOECO mod. OHAUS ST20 (0-14 pH, +/- 0,05) (AOAC 981.12.)	Escalas del pH	Intervalo
Variable dependiente	P. peso	Reducción de la masa corporal tanto de un individuo como la de un animal.	Se evaluó a través, la pérdida de peso.	%PP	Cuantitativa de razón
	I. Peroxido	Fluido que oxida al NaClO y se evidencia en términos de miliequivalentes de oxígeno.	Se evaluó a través el método AOAC 965.33.	mEq	Cuantitativa
	Psicrófilos	Son organismos que pueden vivir a temperaturas por debajo de los 5°C.Se desarrollan mínimamente a T° -5 a +5°C. Entre 12 y 15°C son T° óptimas para desarrollarse.	Se evaluó a través, el NP 2307: 1987	UFC/ml	Cuantitativa

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Población y Muestra

Filetes de cerdo (*Sus scrofa domestica*) fueron adquiridos del supermercado METRO, ubicado en Trujillo, La Libertad. Al llevarse a cabo el desarrollo se aplicó un muestreo de tipo aleatorio, teniendo en cuenta el peso de los filetes.

2.4. Técnica y/o instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Validez y Confiabilidad

Para realizar este desarrollo y manejar los instrumentos de recolección de datos, se tuvo un control y supervisión de un asesor especialista en el tema. Esta metodología es basada en autores que se mencionan en los diferentes antecedentes. Con la finalidad de recolectar datos en cuanto las características fisicoquímicas y microbiológicas, durante un almacenamiento 8°C por 25 días. Se empleo la tabla nº 2. (Anexo 1)

❖ pH

Evaluaremos mediante equipo pH-metro BOECO mod. OHAUS ST20 (0-14 pH, +/- 0,05) con el cual se obtendrá una lectura directa (AOAC 981.12.) (Anexo 2)

❖ Peso

Se realizará la medición de peso según los días establecidos (Anexo 3)

❖ Índice de peróxido

Evaluaremos a través del método (AOAC 965.33). (Anexo4)

En recolección de datos para las características microbiológicas los filetes de cerdo recubiertos con quitosano y aceite de orégano durante 25 días almacenadas a 8°C método de refrigeración, se trabajará con la siguiente tabla 3 (Anexo 5)

❖ **Psicrófilos**

Se realizará el conteo de psicrófilos por medio del cultivo PCA (NP 2307:1987). (Anexo 6)

2.5. Métodos de Análisis de Datos

Análisis descriptivos: tabulación datos, por medio de cálculos de los promedios y porcentajes.

Análisis según hipótesis:

Diseño bifactorial (A.O y tiempo de almacenamiento refrigerado). En cuanto a las respuestas a las variables de P. de peso, índice de peróxidos, pH, y recuento de psicrófilos, realizamos el ANVA, en el caso de significativas diferencias ($p < 0.05$) se empleó la prueba Tukey la cual realizó una comparación de subgrupos y logró determinar cuál fue el mejor tratamiento. Se empleó un 95% de confianza en análisis estadísticos. Minitab versión 18.0. para el procesamiento de datos.

Aspectos Éticos

Para esta investigación se garantiza la confiabilidad y propiedad intelectual en autores que se reflejan en los antecedentes donde son citados para asegurar la veracidad y la responsabilidad del caso.

3. RESULTADOS

Filetes de cerdo y sus características fisicoquímicas.

Cuadro 1, se observa las características fisicoquímicas en cuanto a filetes de cerdo con tratamientos diferentes, durante sus 25 días de almacenamiento a 8°C.

Cuadro 1. Características fisicoquímicas de filete de cerdo recubierto con quitosano y aceite de orégano (*Origanum Vulgare*).

ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACION (DIAS)	Control			CONCENTRACION AL 1.5%			CONCENTRACION AL 2%			CONCENTRACION AL 2.5%		
	pH	I.P	P. P	pH	I.P	P. P	pH	I.P	P. P	pH	I.P	P. P
0	5.81	0	3.91	5.87	0	3.73	6.25	0	3.73	5.97	0	3.75
5	6.37	3.56	3.84	6.39	3.3	3.75	7	2.75	3.77	6.16	4.18	3.82
10	6.87	6.95	3.66	6.75	9.58	3.86	7.05	5.15	3.71	6.44	8.92	3.88
15	7.18	12.85	3.94	7.49	13.29	4	7.82	8.88	3.86	7.23	9.73	3.87
20	8.19	16.85	4.15	8.32	19.16	3.99	8.14	14.25	3.88	7.83	17.05	4.04
25	8.18	26.1	4.73	8.03	27.32	4.19	8.06	24.87	4.18	7.49	26.93	4.25

Leyenda

pH: pH

I.P: Índice de peróxido

PP: Pérdida de peso

Cuadro 2. Características microbiológicas de filetes de cerdo con quitosano y aceite de orégano (*Origanum Vulgare*).

En el siguiente cuadro 2, se muestran las características microbiológicas de los filetes de cerdo en sus diferentes concentraciones de tratamiento, durante sus 25 días de refrigeración a una temperatura de 8°C.

Días de almacenamiento en refrigeración	N° de repeticiones	Concentraciones			
		C	1.50%	2.0%	2.50%
		y1	y2	y3	y4
0	R1	20	0	0	0
	R2	24	0	0	0
	R3	28	0	0	0
5	R1	31	0	0	0
	R2	44	0	0	0
	R3	100	0	0	0
10	R1	250	0	0	0
	R2	450	0	0	0
	R3	1000	0	0	0
15	R1	1000	0	0	0
	R2	1000	0	0	0
	R3	1000	0	0	0
20	R1	1000	15	20	13
	R2	1000	24	26	19
	R3	1000	22	78	10
25	R4	1000	27	100	50
	R5	1000	100	100	70
	R6	1000	100	150	100

Efecto de la concentración de quitosano con aceite de orégano y el tiempo de almacenamiento sobre el pH.

Figura 3. Nos indica cómo reacciona el pH mientras transcurre en refrigeración, siendo notorio en el control y menor cambio en el tratamiento con 2.5% de aceite de orégano, los valores de pH se encontraron en el rango de 5.8 a 8.3

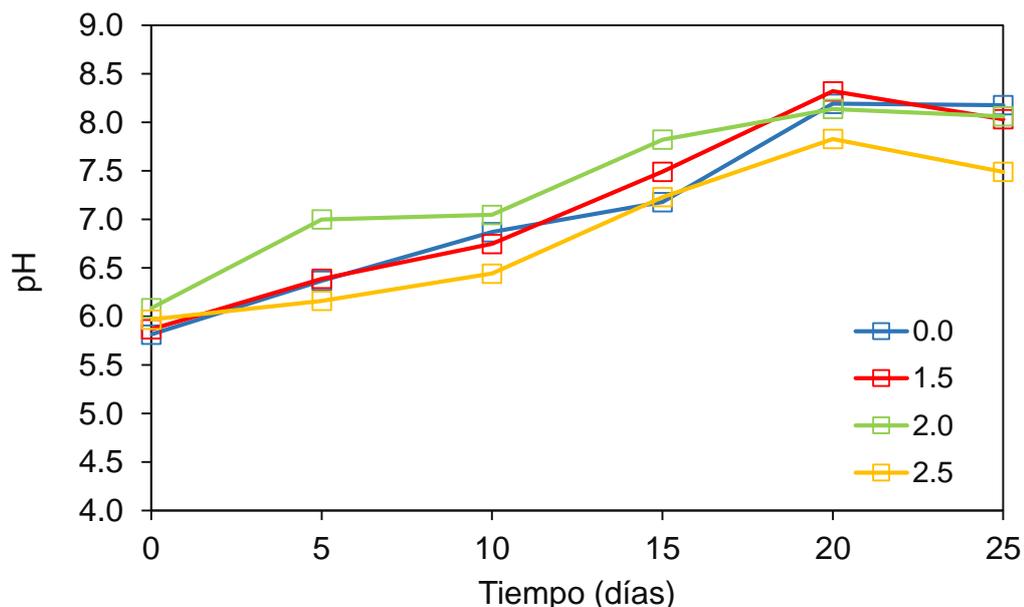


Figura 3. Concentración y tiempo de almacenamiento de pH

Fuente: Minitab versión 18.0.

En la tabla 2, se muestra el (ANVA) indica que la concentración de aceite, tiempo de almacenamiento refrigerado y la interacción aceite-tiempo presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el pH en filetes de cerdo.

Tabla 2. ANVA del experimento para el pH.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Aceite: A	3	3.101	1.034	13.710	0.000
Tiempo: T	5	59.296	11.859	157.300	0.000
A*T	15	2.127	0.142	1.880	0.040
Error	72	5.428	0.075		
Total	95	69.952			

Fuente: Minitab versión 18.0.

Tabla 3. Prueba de Comparaciones múltiples de Post hoc, Tukey para el pH

Aceite de orégano (%)	Tiempo (días)	pH	Agrupación								
1.5	20	8.32	A								
0.0	20	8.19	A	B							
0.0	25	8.18	A	B							
2.0	20	8.14	A	B							
2.0	25	8.06	A	B							
1.5	25	8.03	A	B							
2.5	20	7.83	A	B	C						
2.0	15	7.82	A	B	C						
1.5	15	7.49		B	C	D					
2.5	25	7.49		B	C	D					
2.5	15	7.23			C	D	E				
0.0	15	7.18			C	D	E				
2.0	10	7.05				D	E	F			
2.0	5	7.00				D	E	F			
0.0	10	6.87				D	E	F	G		
1.5	10	6.75					E	F	G	H	
2.5	10	6.44						F	G	H	I
1.5	5	6.39						F	G	H	I
0.0	5	6.37						F	G	H	I
2.5	5	6.16							G	H	I
2.0	0	6.09								H	I
2.5	0	5.97									I
1.5	0	5.87									I
0.0	0	5.81									I

Fuente: Minitab versión 18.0. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Se observa que en la tabla N° 3 las comparaciones de tukey en cuanto a los valores de las muestras recubiertas pH almacenadas en refrigeración, indica que existió una diferencia significativa en cuanto a la temperatura ($p < 0.05$), en la concentración de aceite y el tiempo de almacenamiento.

Efecto concentración quitosano con A.O. y el tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso.

Observamos que esta figura 4, nos refleja los datos que mientras los días de refrigeración el porcentaje pérdida de peso tiene la tendencia aumentar; teniendo como concentración el 2% en su último día de almacenamiento con el valor de 24.87%, a diferencia del control que presento una pérdida de peso 26.10%.

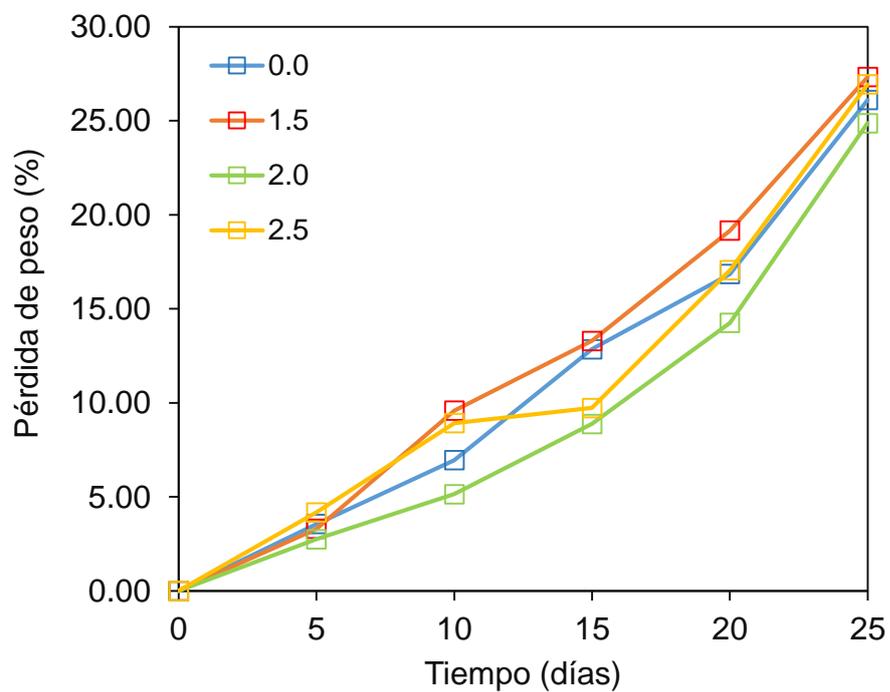


Figura 4. Concentración y tiempo de almacenamiento de la pérdida de peso
Fuente: Minitab versión 18.0.

En la tabla n°4, ANVA indica que la concentración de aceite de orégano, tiempo de almacenamiento refrigerado y la interacción aceite-tiempo presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la pérdida de peso filetes de cerdo.

Tabla n°4. ANVA del experimento para el porcentaje de peso, respecto al peso inicial.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Aceite: A	3	97.060	32.350	3.190	0.029
Tiempo: T	5	7320.440	1464.090	144.570	0.000
A*T	15	76.680	5.110	0.500	0.930
Error	72	729.170	10.130		
Total	95	8223.360			

Fuente: Minitab versión 18.0.

En esta tabla se puede apreciar que en los filetes de cerdo la pérdida de peso durante su tiempo de refrigeración se mostró una diferencia significativa de ($p < 0.05$), en la concentración de aceite de órgano y el tiempo de almacenamiento.

Tabla n°5. Prueba de Comparaciones múltiples de Post hoc, Tukey para la pérdida de peso

Aceite de orégano (%)	Tiempo (días)	Pérdida de peso (%)	Agrupación										
1.5	25	27.32	A										
2.5	25	26.93	A										
0.0	25	26.10	A										
2.0	25	24.87	A	B									
1.5	20	19.16	A	B	C								
2.5	20	17.05		B	C	D							
0.0	20	16.85		B	C	D							
2.0	20	14.25			C	D	E						
1.5	15	13.29			C	D	E	F					
0.0	15	12.85			C	D	E	F					
2.5	15	9.73				D	E	F	G				
1.5	10	9.58				D	E	F	G				
2.5	10	8.92				D	E	F	G				
2.0	15	8.88				D	E	F	G				
0.0	10	6.95					E	F	G	H			
2.0	10	5.15						F	G	H			
2.5	5	4.18							G	H			
0.0	5	3.56							G	H			
1.5	5	3.30							G	H			
2.0	5	2.75							G	H			
1.5	0	0.00								H			
0.0	0	0.00								H			
2.5	0	0.00								H			
2.0	0	0.00								H			

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente: Minitab versión 18.0.

Efecto de la concentración de quitosano con aceite de orégano y el tiempo de almacenamiento sobre el índice de peróxido.

En la figura 5, nos enseña que al transcurrir los días de almacenamiento refrigerado el índice de peróxidos presentó tendencia a aumentar siendo más notorio en el control (4.73 meq-O₂/kg) y menor cambio en el tratamiento con 2.0% (4.18 meq-O₂/kg), al día 25 de almacenamiento.

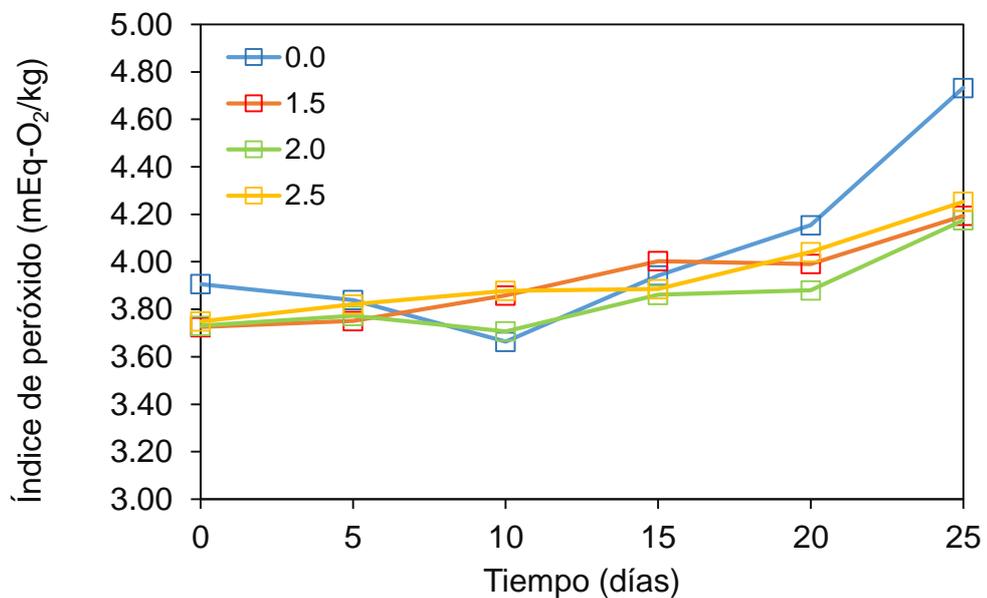


Figura 5. Concentración y tiempo de almacenamiento de índice de peróxido
Fuente: Minitab versión 18.0.

En la tabla n°6, ANVA indica que la concentración de aceite, tiempo de almacenamiento refrigerado y la interacción aceite-tiempo presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el índice de peróxidos filetes de cerdo.

Tabla n°6. ANVA del experimento para índice de peróxidos.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Aceite: A	3	0.423	0.141	4.700	0.005
Tiempo: T	5	3.826	0.765	25.490	0.000
A*T	15	0.869	0.058	1.930	0.034
Error	72	2.161	0.030		
Total	95	7.279			

Fuente: Minitab versión 18.0.

En la tabla n°7, se observa que existe una diferencia significativa de ($p < 0.05$) en cuanto al índice de peróxidos en los filetes almacenados en refrigeración, nos indica que la temperatura influye en la concentración de aceite y tiempo de almacenamiento.

Tabla n°7. Prueba de Comparaciones múltiples de Post hoc, Tukey para el índice de peróxidos

Aceite de orégano (%)	Tiempo (días)	Índice de peróxido (mEq-O ₂ /kg)	Agrupación					
0.0	25	4.73	A					
2.5	25	4.25	B					
1.5	25	4.19	B	C				
2.0	25	4.18	B	C	D			
0.0	20	4.15	B	C	D	E		
2.5	20	4.04	B	C	D	E	F	
1.5	15	4.00	B	C	D	E	F	
1.5	20	3.99	B	C	D	E	F	
0.0	15	3.94	B	C	D	E	F	
0.0	0	3.91	B	C	D	E	F	
2.5	15	3.88	B	C	D	E	F	
2.0	20	3.88	B	C	D	E	F	
2.5	10	3.88	B	C	D	E	F	
2.0	15	3.86	B	C	D	E	F	
1.5	10	3.86	B	C	D	E	F	
0.0	5	3.84	B	C	D	E	F	
2.5	5	3.82	B	C	D	E	F	
2.0	5	3.77		C	D	E	F	
1.5	5	3.75		C	D	E	F	
2.5	0	3.75		C	D	E	F	
2.0	0	3.73			D	E	F	
1.5	0	3.73			D	E	F	
2.0	10	3.71				E	F	
0.0	10	3.66					F	

Fuente: Minitab versión 18.0.

Efecto de la concentración de quitosano y aceite de orégano y el tiempo de almacenamiento en carga microbiológicas de psicrófilos.

En la figura 6, observa que al transcurrir los días de almacenamiento refrigerado el recuento de psicrófilos presentó tendencia a aumentar siendo más notorio en el control (1.0E+03 ufc/g) y menor recuento en el tratamiento con 2.5% (7.3E+01), al día 25 de almacenamiento.

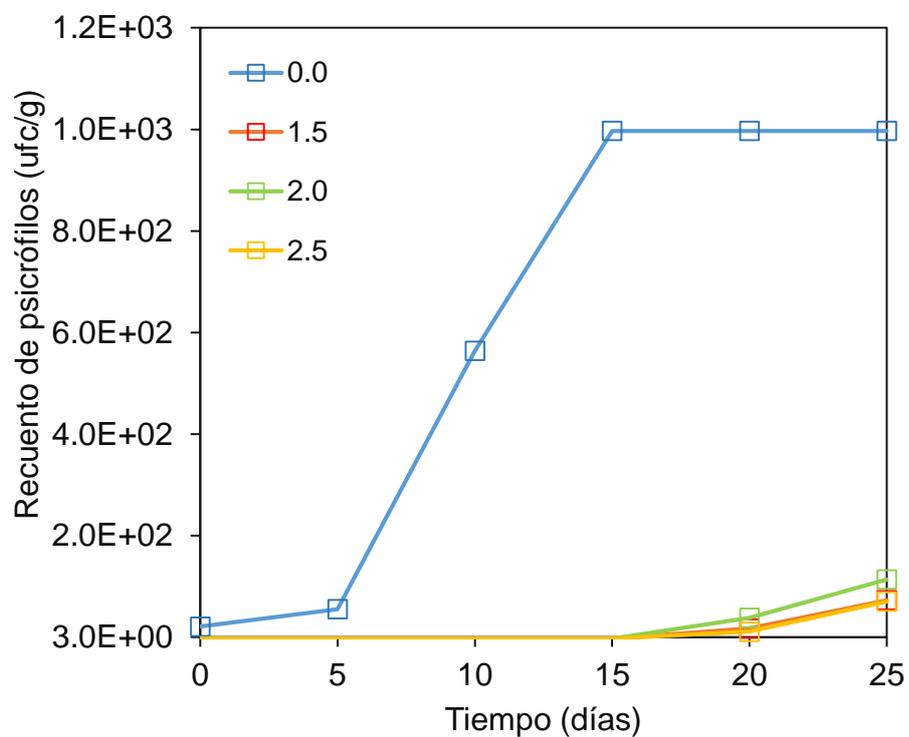


Figura 6. Concentración y tiempo de almacenamiento de la contaminación microbiológicas de psicrófilos.

Fuente: Minitab versión 18.0.

En la tabla n°8, se muestra el análisis de varianza (ANVA) indica que la concentración de aceite, tiempo de almacenamiento refrigerado y la interacción aceite-tiempo presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el recuento de psicrófilos en filetes de cerdo.

Tabla n°8. ANVA del experimento para la contaminación microbiológicas de psicrófilos

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Aceite: A	3	50.075	16.692	920.130	0.000
Tiempo: T	5	34.404	6.881	379.300	0.000
A*T	15	6.617	0.441	24.320	0.000
Error	48	0.871	0.018		
Total	71	91.966			

Fuente: Minitab versión 18.0.

En la tabla n°9, las comparaciones múltiples de Tukey en cuanto a la contaminación microbiológicas de psicrófilos de los filetes de cerdo, almacenados en refrigeración en donde la temperatura nos indica que existió una diferencia significativa de ($p < 0.05$), en la concentración de aceite y el tiempo de almacenamiento.

Tabla n°9. Prueba de Comparaciones múltiples de Duncan para la contaminación microbiológicas de psicrófilos

Aceite de orégano (%)	Tiempo (días)	Recuento de psicrófilos (ufc/g)	Agrupación						
0.0	25	1.0E+03	A						
0.0	15	1.0E+03	A						
0.0	20	1.0E+03	A						
0.0	10	5.7E+02	A						
2.0	25	1.2E+02	B						
1.5	25	7.6E+01	B	C					
2.5	25	7.3E+01	B	C					
0.0	5	5.8E+01	B	C	D				
2.0	20	4.1E+01		C	D	E			
0.0	0	2.4E+01			D	E			
1.5	20	2.0E+01			D	E			
2.5	20	1.4E+01				E			
2.0	15	0.0E+00							F
2.0	5	0.0E+00							F
2.5	0	0.0E+00							F
1.5	15	0.0E+00							F
2.0	0	0.0E+00							F
2.0	10	0.0E+00							F
2.5	5	0.0E+00							F
1.5	0	0.0E+00							F
2.5	10	0.0E+00							F
1.5	10	0.0E+00							F
1.5	5	0.0E+00							F
2.5	15	0.0E+00							F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente: Minitab versión 18.0.

4. DISCUSIONES

En la tabla n°2, según datos arrojados por ANVA la concentración A.O. (*Origanum vulgare*), tiempo de almacenamiento refrigerado y la interacción aceite-tiempo presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el pH en filetes de cerdo, conforme iba avanzando el tiempo de almacenamiento el pH iba aumentando en cada concentración elaborada de quitosano y aceite de orégano, incluyendo en la muestra control sin recubrimiento, Gandarillas (2016) mostro una similitud en cuanto a sus resultados en su elaboración de películas comestibles en piernas de cerdo landrace x York a base *Salvia Hispánica* con una proporción de 0.5:5 (p)/v) con un tiempo de 20 minutos a una agitación de 500 ppm y temperatura ambiente.; con el fin de evaluar la vida anaquel y los diversos beneficios que conlleva la utilización de recubrimientos comestibles y funciones contemplando como factores de análisis cantidad de nitrógeno y proteína, color (L, a, b), potencial de hidrogeno(pH), análisis de fibra(acida, neutra y cruda), espesor de la película y el conteo de microorganismo presentes.

El recubrimiento a base de *Salvia Hispánica* en cuanto a pH fue el más seguro, debido a que no se presentaron cambios bruscos en las propiedades del pH; como resultado de este recubrimiento se obtuvo un pH inicial de 4.69 y 6.23; en los controles sin recubrimiento resulto un pH con 5.54 y 5.98.

Los resultados obtenidos mostraron que la película de “Chía” resulto brindar altos niveles de proteína vegetal en la carne de cerdo, ser rica en fibra, tener una resistencia a la manipulación, no mostro cambios relevantes en el color de la carne al ser aplicada y por último bajo los niveles de microorganismos logrando una reducción de tres ciclos logarítmicos.

En cuanto a la tabla n°3, de comparaciones múltiples de Post hoc, Tukey, nos indica que los 25 días de almacenamiento se puede evidenciar que hay una tendencia a aumentar el pH más notorio el control y menor cambio en el tratamiento con 2.5% de aceite de orégano

con valores de 6.0 a 7.50, mientras que en el control se encontraron datos de 5.3 a 8.2.

Ordoñez (1998), el pH depende del tipo de fibra que predomine en el musculo, las fibras de contracción o blancas tienen un pH aproximado de 5.5 mientras que los músculos con fibras de concentración o fibras rojas no baja de 6.3.

Terlouw (2005), nos habla de los diferentes cambios en el pH después del sacrificio debido a la degradación del glucógeno que pasa a ácido láctico por glucogenolisis y glicolisis en condiciones anaerobias.

Conforme con todo lo relacionado al tratamiento 2.5% cumple rangos de pH durante los 25 días de almacenamiento a una temperatura de 8°C, se corrobora en la figura 1 que el lapso de 25 días hay una parte decreciente en los valores del pH mientras esta en una etapa de refrigeración.

En cuanto al peso apreciamos en la tabla 4, que el análisis de varianza indica que la concentración de aceite y tiempo de almacenamiento refrigerado presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el porcentaje de pérdida de peso en filetes de cerdo, también se puede apreciar en la tabla 5 que al transcurrir los días de almacenamiento refrigerado el porcentaje de pérdida de peso presentó tendencia a aumentar, siendo menor en el tratamiento con 2.0% de aceite de orégano, siendo al último día de almacenamiento de 24.87%, además el control presentó 26.10%. Estrada en el 2011 mostro resultados similares al elaborar películas comestibles a base de colágeno y con incorporación de nisina al 2% que funciono de manera efectiva como inhibidor de Coliformes totales y fecales; con esta película comestible logro disminuir notablemente la pérdida de humedad con una concentración de 0.6% de cera de abeja que funciono como un agente hidrofóbico y ayudo a reducir un 11.87% de humedad en comparación de las muestras controles sin película. Las muestras que no contaban con película comestible obtuvieron un 34.57% de pérdida de humedad, y del grupo que estaban recubiertas con 0.6% de cera de abeja funcionaron mucho mejor con un 22.69%

actuando como una barrera ante la pérdida de humedad, ya que se redujo en un 11.87% la pérdida de peso, en comparación con la carne sin película comestible.

Aunque Estrada esperaba que las películas con mayores concentraciones de cera de abeja lograran disminuir en mayor medida la pérdida de humedad. Sin embargo, los resultados demostraron que el aumento de cera de abeja por encima del 0.6% hace que la película pierda eficiencia en la protección contra la pérdida de peso. Es por eso que Estrada decidió incluir en la experiencia muestras con concentraciones de 0.4% y 0.8% para lograr determinar en qué punto se perdía menos humedad y a raíz de que punto empezaba a aumentar. De tal manera se observó que el comportamiento que a partir de 0% a 0.6% de concentración de cera de abeja, la pérdida de humedad decrece, pero al aumentar las concentraciones este comportamiento de mayor pérdida de humedad aumenta rápidamente. A comparación del quitosano esta muestra propiedades fisicoquímicas que ayuda a reducir la pérdida de humedad y es un inductor de mecanismos de defensa (Larez,2008).

Con respecto al índice de peróxidos, ANVA indica que el % de concentración de aceite y tiempo de almacenamiento refrigerado presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el índice de peróxido en filetes de cerdo. En la tabla 7 los datos nos indican que de acuerdo a los días transcurridos de almacenamiento refrigerado el índice de peróxidos presentó tendencia a aumentar siendo más notorio en el control (4.73 meq-O₂/kg) y menor cambio en el tratamiento con 2.0% (4.18 meq-O₂/kg), al día 25 de almacenamiento.

Julieth Estrada al elaborar películas comestibles a base de colágeno y con incorporación de nisina al 2% en carne de cerdo; obtuvo resultados en cuanto al índice de peróxidos de las muestras con y sin películas se encontraron en un rango de 1.5 - 3.3 meq O₂/kg, lo cual indica que la grasa de la carne que contenían las muestras aún no se encontraba lo suficientemente oxidada o no se habían presentado en gran cantidad los primeros productos de la oxidación, que son los peróxidos. Esto fue

acompañado de las perfectas condiciones y características organolépticas de las muestras de carne, que permitieron concluir que después de 10 días de almacenamiento en refrigeración, la grasa de las muestras de carne con y sin películas no presentó niveles considerables de oxidación.

A pesar de ello las muestras de carne que contenían películas con un 0.2% y 0.3% de ácido ascórbico trabajando como antioxidante, fueron estadísticamente diferentes y de menor índice de peróxido de las muestras sin película y de las que contenían 0% antioxidante. Por ello las muestras con una concentración de 0.2% de antioxidante se logró un índice de peróxido de 2 meq O₂/kg y con muestras sin películas se obtuvo un índice de peróxido de 3.33 meqO₂/kg. Estrada indicó que si se extiende el tiempo de almacenamiento se podrían obtener buenos resultados con concentraciones de 0.2% y 0.3% de ácido ascórbico como antioxidante, siendo el 0.2% la concentración más ideal debido a que puede alcanzar el mismo efecto de contracción de 0.3% sin aumentar la acidez de la película.

En cuanto a la contaminación por psicrófilos, el análisis de varianza indica que la concentración de aceite, tiempo de almacenamiento refrigerado y la interacción aceite-tiempo presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el recuento de psicrófilos en filetes de cerdo. En cuanto a la prueba de Tukey indica que el menor recuento de psicrófilos ($7.3E+01$ y $7.6E+01$ ufc/g) se obtuvo con 2.5 y 1.5% de aceite de orégano, respectivamente (estadísticamente iguales al presentar la misma letra), a los 25 días de almacenamiento refrigerado.

Sánchez et al., en el 2015 determinó el efecto de un recubrimiento antimicrobiano comestible elaborado por almidón modificado, sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de carne fresca de cerdo inoculada con *L. monocytogenes* (10^5 ufc/cm²) o *B. thermosphacta* (10^6 ufc/cm²) almacenada en refrigeración. Se recubrieron con una suspensión filmogénica a base de almidón y una nanoemulsión de ácido oleico conteniendo una mezcla de nisina, arginato láurico y ácido láctico, cuyas concentraciones se obtuvieron

mediante un diseño simplex $k=3$, con 3 repeticiones y un total de 21 tratamientos. Las muestras (25 g) empacadas al vacío se almacenaron a 4°C y se monitorearon durante 30 días, para crecimiento microbiano en medios selectivos (por triplicado).

La carne tratada con el recubrimiento antimicrobiano mostró una menor población, con diferencias de 1-4 log UFC/g por debajo del control. Este efecto se mantuvo durante el estudio, aunque no se inhibieron completamente los microorganismos. A los 12 días la diferencia con respecto al control para *L. monocytogenes* fue de 2 log ufc/g, y de 5.5 log ufc/g para *B. thermosphacta*. A los 30 días, la diferencia para ambos microorganismos fue de 2 log ufc/g, observándose que el recubrimiento es efectivo en el control del microorganismo de prueba. El uso del recubrimiento a base de almidón modificado adicionado de la mezcla de antimicrobianos mostró efectividad contra ambas cepas, disminuyendo más eficientemente el crecimiento de *B. thermosphacta* que el de *L. monocytogenes*, sin alterar las características fisicoquímicas de la carne.

Estrada al elaborar películas comestibles a base de colágeno y con incorporación de nisina al 2% en carne de cerdo, sus resultados obtenidos indicaron un crecimiento de psicrófilos en muestras de carne sin película es creciente a medida que paso el tiempo obtuvo un conteo 28×10^4 UFC/g en el segundo día y en las siguientes fechas se obtuvo un conteo estimado de >12000 UFC/g, indicando que el crecimiento fue demasiado grande que no pudo ser contabilizado.

A diferencia de las muestras de carnes recubiertas al 1% de nisina fueron la que más protegieron a la carne contra el crecimiento de estos microorganismos. Según los resultados obtenidos se puede apreciar que al día 10 se obtuvo un conteo de 6×10^3 UFC/g, mientras que en la muestra de carne sin película era incontable. Para las otras muestras de películas con diferentes concentraciones de nisina se obtuvieron resultados favorables ya que hasta las películas al 0% de Nisina mostró buenos resultados en comparación a la muestra blanco. Puede concluirse entonces que la película comestible al 1% de Nisina, reduce

el crecimiento de microorganismos Psicrófilos en carnes sometidas a refrigeración.

5. CONCLUSION

- ✓ Se determinó que la concentración de 2.5% de quitosano y aceite de orégano (*Origanum Vulgare*) recubierto en filetes de cerdo almacenados por 25 días a una temperatura de 8°C, presento un menor pH (7.5) y una reducción de contaminación de psicrófilos ante el control.
- ✓ Se determinó que la concentración de 2.0% de quitosano y aceite de orégano (*Origanum Vulgare*) recubierto en filetes de cerdo almacenados por 25 días a una temperatura de 8°C, se logró obtener un menor índice de peróxidos 4.18 meq-O₂/kg y redujo la menor pérdida de peso 24.87%.
- ✓ De la misma manera, en cuanto a la preparación para el recubrimiento comestible con diferentes concentraciones de quitosano y A.O (*Origanum Vulgare*), glicerol como plastificante, Tween 80 como emulsificante y ácido acético como solvente.
- ✓ Los filetes recubiertos fueron almacenados en refrigeración a 8°C por 25 días.
- ✓ Por último, se evaluó la parte fisicoquímica: pH, pérdida de peso, índice de peróxidos; y microbiológicos: psicrófilos durante 25 días, cada 5 días.

6. RECOMENDACIÓN

- ✓ Para asegurar la investigación se recomienda analizar cada 3 días las características fisicoquímicas y microbiológicas.
- ✓ Se recomienda usar aceites y cubrirlas con película comestible.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALBADO, Emilia. Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de Orégano. Tesis (Ciencias Naturales). Universidad Nacional Federico Villareal, Perú, 2001.

Alvanegra Elson., Pereira Cristiane., Bellato Carlos. *An approach to understanding the deacetylation degree of chitosan*. Carbohydrate polymers [en línea] Vol.80,2010: [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2017]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Juan_Giraldo9/publication/277302110_PROPIEDADES_OBTENCION_CARACTERIZACION_Y_APLICACIONES_DEL_QUITOSANO/links/55660fd208aeccd777359e7f/PROPIEDADES-OBTENCION-CARACTERIZACION-Y-APLICACIONES-DEL-QUITOSANO.pdf

Alvarado J., Arancibia M., Almeida A. *Permeabilidad al vapor de agua de películas biodegradables de quitosano obtenido de caparzones de camarón*. Revista Ciencia y Tecnología [en línea] 2005: [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2017]. Disponible en: http://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=20418&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=145632

Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M. *Los efectos biológicos de los aceites esenciales*. Toxicología química y alimentaria [en línea] Vol.46 no.2, febrero 2008: [Fecha de consulta: 30 de octubre de 2017]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17996351?report=abstract&format=text>

ISSN: 446-75

Beverly R., Janes M., Prinyawiwatkul W. *Películas comestibles de quitosano en rosbif listo para comer para el control de Listeria monocytogenes*. Centro Nacional De Información Biotecnológica [en línea] Vol.25 no.3, mayo 2008: [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2017]. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18355679?report=abstract&format=text>

ISSN:534-7

Bosquez Molina E., Ronquillo de Jesús E., Bautista S., Calvo J.R., Morales J. *Evaluación del efecto inhibitorio de los aceites esenciales contra Colletotrichum gloeosporioides y Rhizopus stolonifer en frutos de papaya almacenados y su posible aplicación en recubrimientos*. *Biología y Tecnología postcosecha* [en línea] Vol.57, agosto2010: [Fecha de consulta: 5 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301844136>

ISSN: 132–137

Bosquez Molina E., Ramos García M., Bautista Silvia., Barrera Laura., Irán Alía Irán., Estrada Marisa. *Compuestos Antimicrobianos Adicionados en Recubrimientos Comestibles para Uso en Productos Hortofrutícolas*. *Revista mexicana de fitopatología* [en línea] Vol.31, noviembre 2009: [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2017]. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018533092010000100005

Cagri A., Ustunol Z., Ryser E. *Películas y recubrimientos antimicrobianos comestibles*. *Revista de Protección de Alimentos* [en línea] Vol.67 no.4, abril 2004: [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2017]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15083740>

ISSN: 833-48

Campos Carmen A., Gerschenson Lía N., Flores Silvia K. *Desarrollo de películas comestibles y recubrimientos con actividad antimicrobiana*. *Tecnología de Alimentos y Bioprocesos* [en línea] Vol.4 no.6, agosto 2011: [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2017]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11947-010-0434-1>

Cortés Tinoco, Guillermo Felipe, Mora Flores, José Saturnino, García Mata, Roberto, Ramírez Valverde, Gustavo. *Estudio del consumo de la*

carne de cerdo en la zona metropolitana del Valle de México. Estudios sociales [en línea] Vol.20 no 40, julio-diciembre 2012: [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2017].

Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41723301013>

ISSN: 0188-4557

Daferera D., Ziogas B., Polissiou M. *Análisis GC-MS de aceites esenciales de algunas plantas aromáticas griegas y su fungitoxicidad en *Penicillium digitatum**. Diario de la química agrícola y alimentaria [en línea] Vol.48 no.6, junio 2000: [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2017]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10888587>

ISSN: 2576-81

Datta S., Janes M., Xue Q., Losso J., La Peyre J. *Control de *Listeria monocytogenes* y *Salmonella anatum* en la superficie del salmón ahumado recubierto con un revestimiento de alginato cálcico que contiene lisozima y nisina de ostra*. Centro Nacional De Información Biotecnológica [en línea] Vol.73 no.2, marzo 2008: [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2017]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18298738>

ISSN: M67-M71

De Ancos, Begoña, González Diana, Colina Clara, Sánchez Concepción. *Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama*. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha [en línea] Vol.16 no.1,2015 [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2017].

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81339864002>

ISSN:1665-0204

Dhall R. *Avances en recubrimientos comestibles para frutas y verduras frescas*. Centro Nacional De Información Biotecnológica [en línea] Vol.53 no.5,2013: [Fecha de consulta:16 de septiembre de 2017]. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23391012?report=abstract&format=text>

ISSN: 435-50

Dorman H., Deans S. *Agentes antimicrobianos de plantas: actividad antibacteriana de aceites volátiles de plantas*. Revista de Microbiología Aplicada [en línea] Vol.88 no.2, febrero 2000: [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2017]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10736000>

ISSN: 308-16

Dra. Zaritzky Noemí. *Películas biodegradables y recubrimientos comestibles a base de hidrocoloides: caracterización y aplicaciones*. Centro de Investigaciones y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA). UNLP –CONICET [en línea] 2007: [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2017]. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Tecnologia/tecnologia/Ficha_07_PeliculaComestible.pdf

ESTRADA Berrocal, Julieth. *Elaboración de una película comestible a base de colágeno incorporado con nisina como agente antimicrobiano para reducir la pérdida de humedad y oxidación de las grasas en filetes de carne de cerdo en refrigeración*. Tesis (Ingeniería de Alimentos). Universidad de Cartagena de Colombia, 2011.

FAO. 2007. Comité del Codex Alimentarius. [En línea] 2007. [Citado el: 9 de octubre de 2017.] http://www.lactodata.info/docs/lib/codex_produccion_alimentos_origen_animal.pdf

FERNÁNDEZ Idoya, Pan. *Desarrollo de películas y recubrimientos comestibles antimicrobianos para la mejora de la seguridad y calidad microbiológicas de productos cárnicos frescos*. Tesis (Tecnologías de Alimentos) Universidad Pública de Navarra, 2011.

GANDARILLAS Agilar, José. *Evaluación de películas comestibles de Salvia hispánica sobre microorganismos en carne de cerdo Landrace x*

York. Tesis (Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro De Mexico,2016.

García M., Martino M., Zaritzky N. *Adición de lípidos para mejorar las propiedades de barrera de películas y revestimientos de almidón comestibles*. Revista de Ciencia de los Alimentos [en línea] Vol.65 no.6,2000: [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2017].

Disponible en:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.470.555&rep=rep1&type=pdf>

ISSN: 941–947

Gontard R., Thibaut R., Cuq B., Guilbert S. *Influence of relative humidity and film composition on oxygen and carbon dioxide permeabilities of edible films*. Journal of Agricultural and Food Chemistry [en línea] Vol.44, no.4, abril,1996: [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2017].
Disponible en: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf9504327>

ISSN: 1064–1069

INDECOPI (Instituto nacional de defensa de la competencia y de la protección de la propiedad intelectual) 2001.Carne y Productos Cárnicos: Definición, requisitos y Clasificación de las carcasas y carnes de porcinos. Norma NTP 201.003.2 ed. Lima, Perú.

Jiang X., Lirong Chen., Wei Zhong. *A new linear potentiometric titration method for the determination of deacetylation degree of chitosan*. Carbohydrate polymers [en línea] Vol.54, no.4,2003: [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2017]. Disponible en: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier25659159-8469-337b-ae0d-ab498b7c6f4d>

ISSN: 0144-8617

JIRALDO, Juan. Propiedades, obtención, caracterización y aplicaciones del quitosano. Aéreas de interés investigativo: Operaciones unitarias con énfasis en sistemas agitados, agroquímicos, quitina y quitosano. RESEARCHGATE,2015.

Kester J., Fennema O. *Películas y revestimientos comestibles*. Tecnología de alimentos [en línea] Vol.40,1986: [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2017].

Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/612/61214206005.pdf>

Khor Eugene., Lee Yong. *Aplicaciones implantables de quitina y quitosano*. Biomateriales [en línea] Vol.24, no.13, junio,2003: [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2017]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12699672?report=abstract&format=text>

ISSN: 2339-49

Lárez Velásquez Cristóbal. *Algunas potencialidades de la quitina y el quitosano para usos relacionados con la agricultura en Latinoamérica*. Revista UDO Agrícola [en línea] Vol. 41 no.2, enero,2006: [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://www.bioline.org.br/pdf?cg08002>

Lárez Velásquez Cristóbal. *Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro*. Avances en química [en línea] Vol.1, No.2, 2008: [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/933/93310204.pdf>

LOPEZ Chipantas, Juan. *Aplicación de recubrimientos comestibles en carambola (*Averrhoa carambola* L.)*. Tesis (Ingeniería de Alimentos). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito-Ecuador,2012.

LOZANO, Elvira. *El orégano: propiedades, Composición, y actividad biológica de sus componentes*. Tesis (Ciencias Naturales). Universidad Autónoma de Queretano, México,2004.

MARM. [En línea]. [Citado el: 15 de octubre de 2017.]. Disponible en: <http://www.infocarne.com/cerdo/>

Martínez Martín., Granados Diódoro.; López Georgina.; Borja De la Rosa, Amparo; Rodríguez Gabriel. *Ecología, aprovechamiento y comercialización del orégano (*Lippia graveolens* H.B. K.) en Mapimí, Durango*. Revista Chapingo: Ciencias Forestales y del Ambiente [en línea] Vol. 19, no 2, mayo-agosto, 2013: [Fecha de consulta: 9 de

octubre de 2017]. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/pdf/629/62927563010.pdf>

ISSN: 2007-3828

MAS SANCHEZ, Henry. Elaboración de una pasta cárnica untable de cecina de cerdo con recubrimiento comestible. Tesis (Ingeniería de Alimentos). Universidad Nacional del Callao, 2015.

Meza A. Desarrollo de películas o recubrimientos comestibles con potencial para el recubrimiento de frutas frescas. Tesis (Biotecnología). Universidad autónoma metropolitana Iztapalapa, Mexico, 2006

Mohammad Kassai. *Calculation of Mark-Houwink-Sakurada (MHS) equation viscometric constants for chitosan in any solvent-temperature system using experimental reported viscometric constants data.* Carbohydrate polymers [en línea] Vol.68, no.3, abril, 2007: [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2017]. Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861706005728>

Monterde A., Salvador A., Cuquerella J., Jávega J. *Aplicación de sustancias naturales en la postcosecha de cítricos.* Revista Levante Agrícola [en línea] Vol. 361, 2002: [Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2017]. Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/331/M21336.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

NAPAN Ortega Ana., SAYURI Pérez Wong. Elaboración De Un Plan Haccp para la línea de cortes de carne de cerdo refrigerados en la empresa pecuaria Gutiérrez S.A.C. Tesis (industrias alimentarias). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú, 2017

Ortuño M. *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes.* Revista Ainaya [en línea] Vol. 5, 2006: [Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2017]. Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/331/M21336.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pastor C., Vargas M., González C. *Recubrimientos comestibles: Aplicación a frutas y hortalizas*. Alimentación, Equipos y Tecnología [en línea] Vol.197 no.24,2005: [Fecha de consulta:25 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/331/M21336.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ISSN: 0212-1689

Pérez Gago M., Krochta J. *Efecto de la temperatura de secado sobre la permeabilidad al vapor de agua y las propiedades mecánicas de películas de emulsión de proteína y lípidos de suero*. Ciencia y Tecnología de Alimentos [en línea] Vol.48 no.7, julio 2000: [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2017]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10898606?report=abstract&format=text>

ISSN:2687-92

Pérez Gago M., Serra M., Alonso M., Mateos M., Del Rio M. *Efecto de la base de proteína de suero e hidroxipropil metilcelulosa revestimientos compuestos comestibles en cambio de color de manzanas recién cortadas*. Biología y Tecnología postcosecha [en línea] Vol.36, 2005: [Fecha de consulta: 23 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://ucanr.edu/datastoreFiles/608-825.pdf>

Pérez Gago M., Serra M., Del Rio M. *Cambio de color de las manzanas recién cortadas cubiertas con proteína de suero de leche revestimientos comestibles concentrados*. Biología y Tecnología postcosecha [en línea] Vol.36, 2006: [Fecha de consulta: 23 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://ucanr.edu/datastoreFiles/608-823.pdf>

Pontigo Suárez A., Trejo Márquez M., Lira Vargas A. *Desarrollo De Un Recubrimiento Con Efecto Antifúngico Y Antibacterial A Base De Aceite Esencial De Orégano Para Conservación De Papaya 'Maradol'*. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha [en línea] Vol.16 no.1,2015: [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81339864008>

ISSN: 1665-0204

Ponce Alejandra., Roura Sara., Del Valle C., Moreira, M. *Actividades antimicrobianas y antioxidantes de recubrimientos comestibles enriquecidos con extractos de plantas naturales: estudios in vitro e in vivo*. *Biología y Tecnología postcosecha* [en línea] Vol. 49, 2008: [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://ucanr.edu/datastoreFiles/608-368.pdf>

ISSN: 294–300

Plotto A., Roberts R., Roberts D. *Evaluación de aceites esenciales de plantas como control natural de la enfermedad postcosecha del tomate (Lycopersicon esculentum)*. *Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas* [en línea] 2003: [Fecha de consulta: 5 de octubre de 2017]. Disponible en: http://www.actahort.org/books/628/628_93.htm

ISSN: 737–745.

Pranoto Y., Rakshit S., Salokhe M. *Mejora de la actividad antimicrobiana de las películas de quitosano mediante la incorporación de aceite de ajo, sorbato de potasio y nisina*. *Ciencia y tecnología de los alimentos* [en línea] Vol. 38, 2005: [Fecha de consulta: 11 de noviembre de 2017]. Disponible en: https://www.academia.edu/8662762/Enhancing_antimicrobial_activity_of_chitosan_films_by_incorporating_garlic_oil_potassium_sorbate_and_nisin

ISSN: 859–865.

Ramos García M., Bautista Baños S., Barrera Necha L., Bosquez Molina E., Alia Tejacal I., Estrada Carrillo M. *Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortofrutícolas*. *Revista Mexicana de Fitopatología* [en línea] Vol.28 No. 1, 2010 [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2017]. Disponible en: <https://www.scienceopen.com/document?vid=c60bea85-4ab1-4454-bc7a-bd478636ed3f>

Ranvindra R., Krovvidi Kameswara, Khan A. *Solubility parameter of chitin and chitosan*. Carbohydrate polymers [en línea] Vol.36, no.1, noviembre,1998: [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2017]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28917906?report=abstract&format=text>

ISSN: 121-127

Raybaudi Massilia R., Mosqueda J., Martín O. *Recubrimiento comestible a base de alginato como transportador de antimicrobianos para mejorar la vida útil y la seguridad del melón recién cortado*. Revista Internacional de Microbiología de Alimentos postcosecha [en línea] Vol.121 no.3, noviembre 2007: [Fecha de consulta: 5 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://europepmc.org/abstract/med/18164505>

ISSN: 313-327

Ravi Kumar M. Nano y micropartículas como dispositivos de administración controlada de fármacos. Revista De Farmacia Y Ciencias Farmacéuticas [en línea] Vol.3, No.2, mayo ,2006: [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2017]. Disponible en:

ISSN:234-58

Ribeiro C., Vicente A., Teixeira J., Miranda C. *Optimización de la composición de recubrimiento comestible para retrasar la senescencia de la fruta de fresa*. Biología y Tecnología postcosecha [en línea] Vol.44,2007: [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300761252>

ISSN: 0925-5214

Rinaudo M. *Quitina y quitosano: Propiedades y Aplicaciones*. Progreso en Ciencia de Polímeros [en línea] Vol. 31, No. 7, 2006: [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2006.06.001> RONQUILLO, E. Evaluación del potencial antimicrobiano de películas comestibles con

aceites esenciales in vitro e in situ. Tesis (Ciencias). Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa, Iztapalapa, D. F., México,2007.

ROJAS Graü, María. Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: Una nueva estrategia de conservación Tesis (Ingeniería Agraria). Universidad de Lleida, España,2006.

Sánchez Escalante A., Torrescano Urrutia G., Camoun Arriola J., González Méndez N., Hernández Watanabe. *Sistemas combinados de conservación para prolongar la vida útil de carne y productos cárnicos*. Revista Nacameh [en línea] Vol. 2 no. 2, 2008: [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2017].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?Codigo=3664833>

ISSN: 2007-0373

SÁNCHEZ Ortega, Irais et al. Efecto de un Recubrimiento Antimicrobiano Comestible en la Calidad de Carne Fresca de Cerdo Inoculado con *Listeria Monocytogenes* y *Brochothrix Thermosphacta* Almacenada en Refrigeración. En: Actas del congreso internacional mexicana, (Guadalajara 21-26 de junio de 2015).

Silva-Weiss E., Sobral P, Gómez M., Bifani V. *Aditivos naturales en películas y recubrimientos bioactivos comestibles: funcionalidad y aplicaciones en alimentos*. Revisión De Ingeniería De Alimentos [en línea] Vol.5 no.4, diciembre 2013: [Fecha de consulta:16 de septiembre de 2017]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12393-013-9072-5>

Sosa Cantero D., Trejo Márquez M. Aplicación de recubrimientos comestibles adicionados con aceite esencial de orégano en pepino (*Cucumis Sativus L.*). Tesis (Tecnologías de Alimentos) Universidad Nacional Autónoma de México,2016.

Tanada Palmu P., Grosso C. *Efecto de las películas y los recubrimientos a base de gluten de trigo comestible sobre la calidad de la fresa refrigerada (Fragaria ananassa)*. *Biología y Tecnología postcosecha* [en línea] Vol.36, 2005: [Fecha de consulta: 23 de octubre de 2017]. Disponible en: https://www.academia.edu/28595943/Effect_of_edible_wheat_gluten_based_films_and_coatings_on_refrigerated_strawberry_Fragaria_ananassa_quality

ISSN: 199–208

Tapia M., Rojas M., Carmona A., Rodríguez F., Soliva R., Martín O. *Optimización de formulaciones de revestimiento comestible a base de alginato y gellan para piñas recién cortadas*. *Revista Internacional de Investigación de Alimentos* [en línea] Vol.19 no.1, 2012: [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2017]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/235907029_Optimization_of_alginate_and_gellan-based_edible_coating_formulations_for_fresh-cut_pineapples

ISSN: 279-285

Tirado J., Paredes D., Velázquez G., Torres J. *Crecimiento microbiano en productos cárnicos refrigerados*. *Revista Ciencia y Tecnología Alimentaria* [en línea] Vol.5 no. 1, diciembre 2005; [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2017]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72450110>

ISSN: 1135-8122

Valencia Chamorro S., Palou L., Del Río MA., Pérez M. *Películas y recubrimientos comestibles antimicrobianos para frutas frescas y mínimamente procesadas y verduras*. *Centro Nacional De Información Biotecnológica* [en línea] Vol.51 no.9, octubre-noviembre 2011: [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2017]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21888536?report=abstract&format=text>

ISSN: 872-900

Vargas M., Pastor C., Chiralt A., Clements D., Gonzales C. *Avances recientes en recubrimientos comestibles para frutas frescas y mínimamente procesadas*. Centro Nacional De Información Biotecnológica [en línea] Vol.48 no.6, junio 2008: [Fecha de consulta:16 de septiembre de 2017]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18568856?report=abstract&format=text>

ISSN: 496-511

Vargas María., Albors A., Chiralt A., González C. 2006. *Calidad de las fresas almacenadas en frío afectadas por los recubrimientos comestibles de ácido quitosano-oleico*. Biología y Tecnología postcosecha [en línea] Vol. 41 no.2, agosto,2006: [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521406001074>

ISSN: 164-171

VILLARINO Marín, Antonio. Carne de cerdo y alimentación saludable. Tesis (Nutrición). Universidad Complutense de Madrid, España, 2004.

Viña S., Mugridge A., Garcia M., Ferreyra R., Martino M., Chaves A., Zaritzky N. *Effects of polyvinylchloride films and edible starch coatings on quality aspects of refrigerated Brussels sprouts*. Food Chemistry [en línea] 2007: [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2017].

Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092010000100005

Anexos

ANEXO 1. Características fisicoquímicas de filete de cerdo recubierto con quitosano y aceite de orégano (*Origanum Vulgare*) por 25 días en refrigeración 8°C.

ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACION (DIAS)	Control			CONCENTRACION AL 1.5%			CONCENTRACION AL 2%			CONCENTRACION AL 2.5%		
	pH	I.P	P. P	pH	I.P	P. P	pH	I.P	P. P	pH	I.P	P. P
0												
5												
10												
15												
20												
25												

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2. Determinación de pH de los filetes de cerdo fresco mediante el método AOAC 981.12.

Se evaluó por una lectura directa con pH-metro BOECO mod. OHAUS ST20 (0-14 pH, +/- 0,05) (AOAC 981.12.).

- Se cortó y peso 10g del filete de cerdo.
- Se añadió 100 mL de agua destilada y se procedió a licuar por un minuto.
- Se filtró la muestra y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 250.
- Se colocó el electrodo.
- Se apuntó el pH indicado.

ANEXO 3. Determinación del peso de los filetes de cerdo

- Se pesó muestras de filete de cerdo con recubrimiento comestible de quitosano y aceite de orégano y el control, desde el día 0 (peso inicial).
- Se pesaron las muestras cada 5 días hasta completar los 25 días.
- Se calculó el % de pérdida de peso.

ANEXO 4. Determinación de índice de peróxidos de filetes de cerdo mediante el método AOAC 965.33.

- Se pesó 15 g. del filete de cerdo y se colocó en un vaso de la licuadora.
- Se molió junto con 300 mL de agua destilada.

- Se filtro la muestra para eliminar algun tejido conectivo.
- En un matraz de 500 mL se coloco lo filtrado y se aforo con agua destilada.
- Se coloco 50 mL de esta solucion en un matraz Erlenmeyer de 200 mL.
- Se añadio 150 mL de agua destilada.
- Se titulo con NaOH 0.1 N, usando fenolftaleína como indicador.
- Se anotó lo gastado.

$$I.P = \frac{(V_1 - V_0) \times N \times 100}{m}$$

Leyenda:

V1 = Gasto de NaOH

V2 = Gasto en blanco

N = Normalidad

m = Peso de la muestra

ANEXO 5. Características microbiológicas de filetes de cerdo con quitosano y aceite de orégano (*Origanum Vulgare*) por 25 días en refrigeración 8°C.

Días de almacenamiento en refrigeración	N° de repeticiones	Concentraciones			
		C	1.50%	2.0%	2.50%
		y1	y2	y3	y4
0	R1				
	R2				
	R3				
5	R1				
	R2				
	R3				
10	R1				
	R2				
	R3				
15	R1				
	R2				
	R3				
20	R1				
	R2				
	R3				
25	R4				
	R5				
	R6				

ANEXO 6. Determinación de las UFC/ml de los filetes de cerdo mediante NP 2307:1987

- Se pesó 20g del filete de cerdo.
- Se unifico la muestra en 90 mL por 30s en agua destilada esterilizada.
- Se sirvió el medio de cultivo Plate Count Agar (PCA).
- Se agregó 1.0 mL de la muestra.
- Se incubo a 8°C por 10 días.

ANEXO 7. Resultados de las características fisicoquímicas.

Almacenamiento en refrigeración	N° de repeticiones	Control			Concentraciones								
		C			1.50%			2.00%			2.50%		
		pH	I.P	P. P	pH	I.P	P. P	pH	I.P	P. P	pH	I.P	P. P
Día 0	M1	5.83	120	3.75	5.91	128	3.59	5.58	126	3.65	5.72	124	3.82
	M2	5.75	118	3.98	5.78	126	3.67	6.09	124	3.73	6.05	127	3.70
	M3	5.81	117	4.03	5.83	121	3.92	5.94	121	3.90	6.09	128	3.70
	M4	5.86	120	3.86	5.95	130	3.72	6.73	132	3.64	6.01	125	3.77
Día 5	M1	6.5	116	3.99	6.43	125	3.85	6.92	124	3.80	6.13	120	3.89
	M2	6.34	117	3.69	6.65	123	3.74	7.01	120	3.83	5.99	123	3.73
	M3	6.48	114	3.81	6.49	127	3.57	7.09	119	3.80	6.32	124	3.69
	M4	6.15	111	3.86	5.98	120	3.84	6.98	126	3.67	6.2	116	3.97
Día 10	M1	6.89	113	3.63	6.71	118	3.81	7.11	121	3.69	6.31	115	3.90
	M2	6.65	111	3.64	6.85	115	3.88	6.89	118	3.76	6.25	111	3.99
	M3	7.04	108	3.70	6.83	109	4.06	7.23	115	3.83	6.15	119	3.77
	M4	6.9	110	3.68	6.6	121	3.69	6.96	123	3.54	7.06	114	3.85
Día 15	M1	6.5	107	3.83	7.05	113	4.09	7.89	114	3.79	6.72	112	3.89
	M2	7.15	105	3.88	7.11	110	4.01	7.66	112	3.99	6.82	115	3.90
	M3	7.37	100	4.11	7.68	104	4.22	8.04	115	3.80	7.38	117	3.76
	M4	7.69	102	3.95	8.13	117	3.69	7.7	117	3.86	8	111	3.98
Día 20	M1	8.19	100	3.92	8.36	103	4.06	8.11	111	3.78	7.38	109	3.89
	M2	8.14	98	3.97	8.47	101	4.20	8.22	109	3.98	7.89	104	4.15
	M3	8.25	96	4.27	7.94	98	4.10	8.29	104	3.93	8.01	107	3.79
	M4	8.19	101	4.46	8.51	112	3.61	7.93	107	3.82	8.03	98	4.33
Día 25	M1	8.1	95	4.32	7.96	95	4.13	7.85	98	4.08	7.47	100	4.01
	M2	8.37	90	4.89	8.08	97	3.93	8.39	100	3.87	7.54	94	4.10
	M3	8	85	4.79	7.93	89	4.35	8.01	94	4.14	7.5	85	4.42
	M4	8.24	81	4.94	8.16	91	4.37	8	85	4.61	7.45	89	4.48

Anexo 8. Resultados de las características microbiológicas.

Días de almacenamiento en refrigeración	N° de repeticiones	Concentraciones			
		C	1.50%	2.00%	2.50%
		y1	y2	y3	y4
0	R1	23	1	1	1
	R2	19	1	1	1
	R3	15	1	1	1
	R4	26	1	1	1
5	R1	22	1	1	1
	R2	27	1	1	1
	R3	19	1	1	1
	R4	30	1	1	1
10	R1	32	1	1	1
	R2	28	1	1	1
	R3	39	1	1	1
	R4	31	1	1	1
15	R1	41	1	1	1
	R2	34	1	1	1
	R3	55	1	1	1
	R4	78	1	1	1
20	R1	180	1	1	1
	R2	259	1	1	1
	R3	329	1	1	1
	R4	698	1	1	1
25	R1	982	19	19	13
	R2	1001	10	26	24

	R3	1298	13	15	25
	R4	1316	15	27	27

ANEXO 9. Imágenes de investigación



Recepción de filetes de cerdo.



Recepción de insumos del recubrimiento.



Elaboración de recubrimiento comestible.



Aplicación de recubrimiento comestible.



Validación de pH.



Preparación para índice de peróxidos.



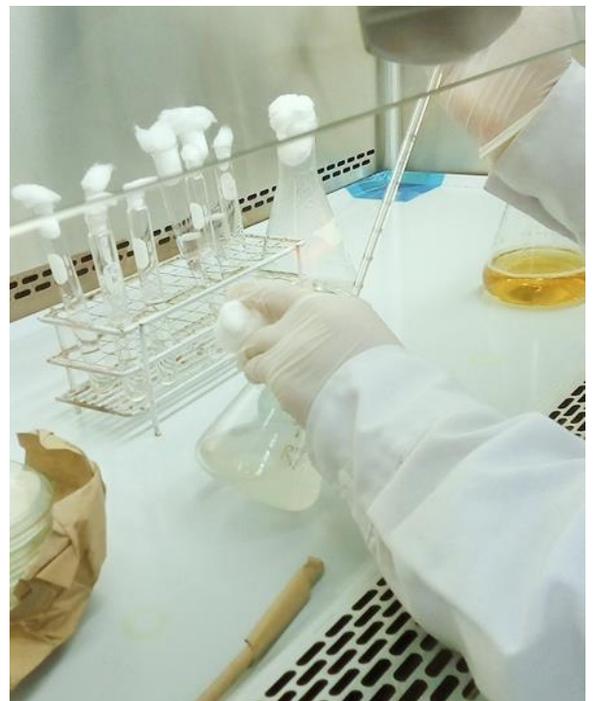
Titulación.



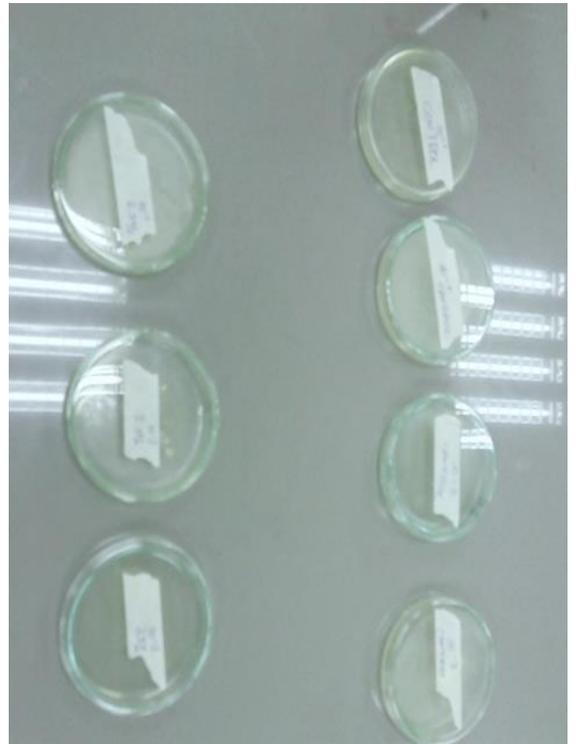
Esterilización de material.



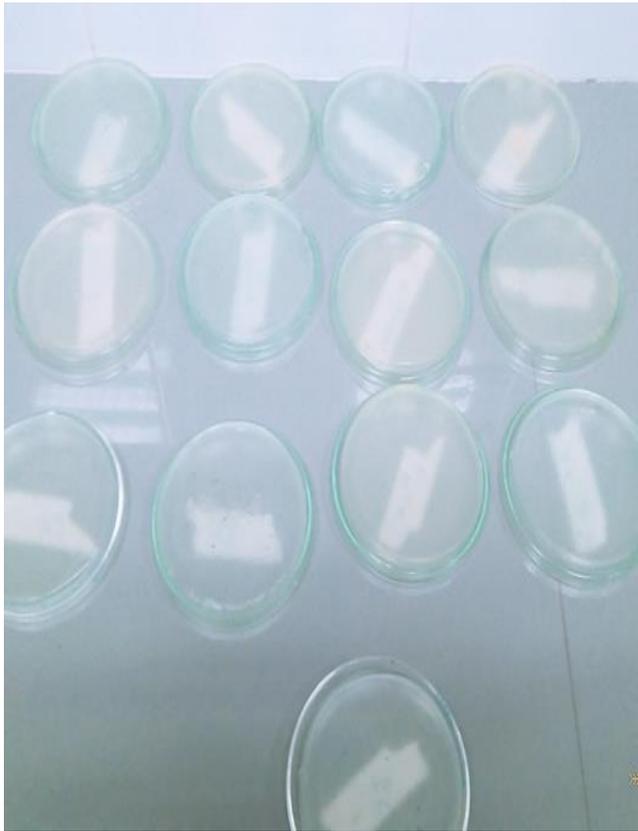
Esterilización de agar PCA.



Siembra.



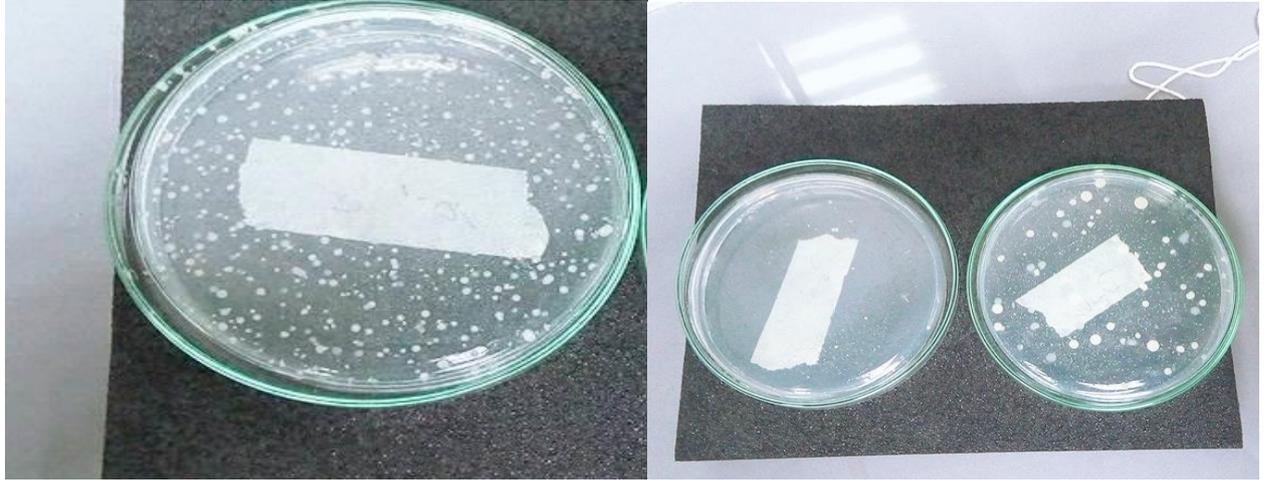
Día 0 recuento de psicrófilos.



Día 5 recuento de psicrófilos



Día 10 recuento de psicrófilos



Día 15 recuento de psicrófilos



Día 20 recuento de psicrófilos



Día 25 recuento de psicrófilos