

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Tema: “Efecto de un recubrimiento comestible de almidón de papa “*Solanum tuberosum*” y aceite de orégano “*Origanum vulgare*” en la conservación de pechugas de pollo”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniera en Alimentos

AUTORA: Dana Ibeth Bello Romero

.

TUTORA: Liliana Chamorro Hernández, Msc.

Tulcán, 2022

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certifico que la estudiante Dana Ibeth Bello Romero con el número de cédula 1758927022 ha elaborado el trabajo de titulación: “Efecto de un recubrimiento comestible de almidón de papa *“Solanum tuberosum”* y aceite de orégano *“Origanum vulgare”* en la conservación de pechugas de pollo”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Firmado electrónicamente por:
**LILIANA MARGOTH
CHAMORRO HERNANDEZ**

.....
Chamorro Hernández Liliana Margot, Msc.

TUTOR

Tulcán, agosto de 2022

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniería en Alimentos. en la carrera de ingeniería en alimentos. de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Dana Ibeth Bello Romero. con cédula de identidad número 1758927022. declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



.....
Dana Ibeth Bello Romero

AUTOR(A)

Tulcán, agosto de 2022

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Dana Ibeth Bello Romero. declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Efecto de un recubrimiento comestible de almidón de papa “*Solanum tuberosum*” y aceite de orégano “*Origanum vulgare*” en la conservación de pechugas de pollo” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



Dana Ibeth Bello Romero

AUTORA

Tulcán, agosto de 2022

AGRADECIMIENTO

A mis abuelos que me han cuidado y me han dado todo su apoyo en este proceso de formación y a mi madre por brindarme su apoyo incondicional

A los docentes de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de la carrera de Ingeniería de Alimentos quienes con su dedicación a la enseñanza han logrado formar excelentes profesionales.

A mi tutora MSc. Liliana Margoth Chamorro por su paciencia y dedicación, le agradezco a Phd, Francisco Domínguez por el tiempo dedicado, durante todo este proceso, quien con su acompañamiento, conocimiento y colaboración permitieron la finalización de este trabajo

DEDICATORIA

A mis abuelos Carmela y Carlos, mi madre Roció, mis hermanas quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque siempre se puede salir adelante y a Jhosed por ser mi más grande motivación para no rendirme nunca.

ÍNDICE

I. PROBLEMA	16
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3. JUSTIFICACIÓN	17
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	18
1.4.1. Objetivo General	18
1.4.2. Objetivos Específicos	18
1.4.3. Preguntas de Investigación	19
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	20
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	20
2.2. MARCO TEÓRICO	21
2.2.1 Recubrimiento comestible.	21
2.2.1.1 Clasificación de recubrimientos comestibles.	22
2.2.1.1.1 <i>Hidrocoloides.</i>	22
2.2.1.1.2 <i>Lípidos</i>	22
2.2.1.1.3 <i>Compuestos</i>	22
2.2.1.2 Elementos que conforman recubrimientos comestibles	23
2.2.1.2.1 <i>Plastificantes</i>	23
2.2.1.2.2 <i>Polímeros</i>	24
2.2.1.2.3 <i>Disolvente</i>	25
2.2.1.3 Propiedades de los recubrimientos comestibles.	25
2.2.1.4 Características de formulación de recubrimientos comestibles	26
2.2.1.5 Aplicación de recubrimientos comestibles.	27
2.2.1.6 Recubrimientos comestibles en carnes.	28
2.2.2 Almidón.	28

2.2.2.1	Amilosa.	28
2.2.2.2	Amilopectina.	29
2.2.2.3	Almidón de papa.	30
2.2.2.3.1	Papa “ <i>Solanum tuberosum</i> ”.	30
2.2.2.4	Características y propiedades del almidón.	30
2.2.2.5	Almidón en la Industria Alimentaria.	31
2.2.2.6	Oxidación de almidón.	31
2.2.2.6.1	Grupos carbonilo y carboxilo.	32
2.2.3	Carne de Pollo.	32
2.2.3.1	Pechuga.	32
2.2.4	Análisis microbiológicos.	32
2.2.4.1	Parámetros a evaluar.	33
2.2.4.1.1	Aerobios mesófilos.	33
2.2.4.1.2	Salmonella.	33
2.2.4.2.3	Echerichia coli	33
2.2.4.2	Método de determinación microbiológico.	34
2.2.4.2.1	Placas Petri film.	34
2.2.5	Orégano “ <i>O. vulgare</i> ”	34
2.2.4.1	Aceite de orégano.	34
2.2.4.2	Carvacrol y Timol.	35
2.2.4.3	Influencia del aceite de orégano en la conservación de la carne	35
2.2.6	PH y su influencia en la conservación de carne.	35
2.2.6.1	Oxidación lipídica y enzimática	37
2.2.6.2	Métodos de medición de pH.	37
2.2.6.3	Influencia del pH alimentos con aplicación de recubrimientos comestibles	37
2.2.7	Análisis sensorial.	38
2.2.7.1	Jueces.	39

2.2.7.2	Condiciones de prueba.	39
2.2.7.3	Tipos de pruebas.	40
III.	METODOLOGÍA	42
3.1.	ENFOQUE METODOLÓGICO	42
3.1.1.	Enfoque	42
3.1.2.	Tipo de Investigación	42
3.2.	HIPÓTESIS	42
3.3.	DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	43
3.4.	MÉTODOS UTILIZADOS	44
3.4.1.	Análisis Estadístico.	44
3.4.2	Métodos.	45
3.4.2.1	Obtención de almidón.	45
3.4.2.2	Modificación del almidón.	46
3.4.2.2.1	Grupos carboxilos	47
3.4.2.2.2	Grupos carbonilos.	48
3.4.2.3	Elaboración y Aplicación de recubrimientos comestibles	49
3.4.2.4	Análisis microbiológicos.	50
3.4.2.5	Medición de pH.	51
3.4.2.6	Análisis Sensorial.	51
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
4.1.	RESULTADOS	52
4.1.1.	Obtención y modificación de almidón nativo.	52
4.1.1.2	Modificación de almidones	53
4.1.1.2.1	<i>Grupos carboxilo</i>	53
4.1.1.2.2	<i>Grupos carbonilos.</i>	54
4.1.2	Análisis microbiológicos	55
4.1.3	Medición de pH	58

4.1.4 Análisis sensorial.	59
4.1.4.1 Análisis estadístico para el atributo color.	59
4.1.4.2 Análisis estadístico para el atributo olor.	60
4.1.4.3 Análisis estadístico para el atributo sabor.	60
4.1.4.4 Análisis estadístico para el atributo textura	61
4.2. DISCUSIÓN	61
4.2.1 Obtención y modificación de almidón nativo.	61
4.2.2 Elaboración y aplicación de recubrimientos comestibles.	62
4.2.3 Análisis microbiológicos	63
4.2.4 Análisis de pH.	65
4.2.5 Análisis sensorial de los mejores tratamientos.	66
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1. CONCLUSIONES	68
5.2. RECOMENDACIONES	69
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
V. ANEXOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características de recubrimientos	21
Figura 2. Modelo de recubrimientos compuesto tipo laminada.	23
Figura 3. modelo de recubrimiento compuesto tipo emulsión.	23
Figura 4. Estructura química de la amilosa.	29
Figura 5. Estructura química de la amilopectina.	29
Figura 6. Diagrama de flujo de obtención de almidón	46
Figura 7. Diagrama oxidación de almidón nativo.	47
Figura 8. Diagrama de elaboración de recubrimiento comestible.....	49
Figura 9. Diagrama de elaboración de recubrimiento comestible.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables de recubrimientos de almidón oxidado de papa y aceite esencial de orégano	43
Tabla 2. Formulaciones de recubrimientos en concentraciones partir de 100 ml de solución.	45
Tabla 3. Escala hedónica y codificación de tratamientos.....	51
Tabla 4. Porcentaje del grado de sustitución de grupos carboxilo (GS) de oxidación.....	54
Tabla 5. porcentaje de carbonilos equivalentes al grado de sustitución (GS).....	55
Tabla 6. . Conteo de UFC analizando el parámetro de Aerobios mesófilos, E coli y Salmonella	56
Tabla 7. Análisis microbiológico de Mesófilos aerobios para determinar el tiempo de vida útil de los mejores tratamientos y tratamiento control.....	57
Tabla 8. pH de la carne de pollo durante 15 días con y sin recubrimiento.....	58
Tabla 9. Comparación de Tukey color	59
Tabla 10. Comparación de Tukey olor	60
Tabla 11. Comparación de Tukey sabor.....	60
Tabla 12. Comparación de Tukey textura	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Certificado o Acta del perfil de investigación	76
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	77
Anexo 3. Obtención de almidón.....	79
Anexo 4. modificación del almidón oxidado y determinación de grupos carbonilo y carboxilo	80
Anexo 5. . Elaboración y aplicación de recubrimientos comestible.....	81
Anexo 6. Análisis microbiológicos	81
Anexo 7. Análisis de pH por triplicado a lo largo de 15 días.....	84
Anexo 8. Análisis sensorial, encuesta	85

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de un recubrimiento comestible de almidón de papa "*S. tuberosum*" y aceite esencial de orégano "*O. vulgare*" en la conservación de la carne de pollo, aplicándose una metodología cuantitativa-experimental y un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB dando un total de 4 tratamientos y tratamiento testigo, se inició con la obtención de almidón de papa a partir, de 10 kg de materia prima y se modificó con hipoclorito de sodio a concentraciones de 0,25 % y 0,50% obteniendo dos tipos almidónes. Se evaluó el grado oxidación, el almidón oxidado con 0.50% de hipoclorito presentó mayor porcentaje de oxidación con carbonilos 0.0700 y carboxilos 0.1519. Las formulaciones se realizaron a partir de los almidónes A₁ - A₂, aceite de orégano O1 - O2 y agua destilada. Se hizo un análisis microbiológico en donde se evaluaron parámetros de *Aerobios mesófilos*, *Escherichia coli* y *Salmonella*, el tratamiento T₄ con almidón A₂ (0,50% de NaClO) y O2 (1% aceite de orégano) presentó un crecimiento de $1,0 \times 10^4$ UFC/g *Aerobios mesófilos* siendo el mejor para retardar el desarrollo de este tipo de microorganismos. Los tratamientos T₂ y T₄ presentan rangos de pH de 5.8 a 6.8 diferencia de T₅ que tiene rangos de 5.5 a 7.4 indicando que los recubrimientos sí representaron barrera para el deterioro, en el análisis sensorial se determinó que los mejores tratamientos fueron T₂ y T₄ ya que presentaron mejor puntuación en los atributos como color, olor, sabor y textura. Es posible extraer almidón por decantación y modificarlo químicamente con hipoclorito de sodio para formular recubrimientos comestibles, el almidón tipo A₂ junto con el aceite O₂ presentes en el tratamiento T₄ fue el mejor para hacer recubrimientos mostrando mejoras en la conservación de pechugas de pollo.

Palabras clave: recubrimiento comestible (RC), almidón, hipoclorito de sodio, aceite de orégano.

ABSTRACT

The aim of the research was to assess the effect of an edible coating of potato starch "*S. tuberosum*" and essential oil of oregano "*O. vulgare*" in the conservation of chicken meat. It was applied a quantitative-experimental methodology and a completely randomized design (DCA) with AxB factorial arrangement giving a total of 4 treatments and control treatment. First, it was obtained potato starch in total 10 kg of raw material having a total yield of 13.2% and modified with sodium hypochlorite at concentrations of A₁(0.25%) and A₂(0.50%). The degree of oxidation was evaluated, starch A₂ presented a higher percentage of oxidation with carbonyls 0.0700 and carboxyls 0.1519. The formulations were made from starches A₁-A₂, oregano oil O₁(0.5%)-O₂(1%) and distilled water. A microbiological analysis was done where parameters of aerobic mesophiles *E. coli* and *Salmonella* were evaluated. Treatment T₄ had a starch A₂ (0.50% NaClO) and O₂ (1% oregano oil) and showed a growth of 1.0×10^4 CFU/g Aerobic mesophiles being the best to retard the development of this type of microorganisms. Treatments T₁, T₂, T₃ and T₄ have pH ranges of 6.92 and 5.5, unlike T₅, which has ranges of 6.92 and 7.17 indicating that the RCs did represent a barrier to deterioration. In the sensory analysis, it was determined that the best treatments were T₂ and T₄ since they presented better scores in features such as color, smell, taste and texture. It is possible to extract starch by decantation and chemically modify it with sodium hypochlorite to formulate edible coatings, type A₂ starch together with O₂ oil present in the T₄ treatment was the best for making coatings, showing improvements in the conservation of chicken breast.

Keywords: edible coating (EC), starch, sodium hypochlorite, oregano oil

INTRODUCCIÓN

A través del tiempo y de los cambios necesarios de una moderna sociedad, las pérdidas y desperdicios de alimentos se ha incrementado según el Índice de desperdicio de alimentos 2021, publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en el mundo se desperdician 931 millones de toneladas de alimentos cada año de alimentos a nivel del consumidor.

Una de las principales razones de pérdida y desperdicio de alimentos es el deterioro que presentan, esto se caracteriza por cualquier cambio que sufran y que lo hace inaceptable para los consumidores desde el punto de vista sensorial. (Loyola, 2014)

Para combatir la pérdida y desperdicio de alimentos es importante el desarrollo de nuevas técnicas de conservación, las reducciones en el desperdicio de alimentos en la cadena de suministro y a nivel del consumidor son clave para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero además conduciría a un uso más eficiente de la tierra y una mejor gestión de los recursos hídricos (ONU, 2021).

La formulación de recubrimientos comestibles o RC a base de distintos materiales se representan mejoras en el método de conservación de la carne, ya que proporcionan calidad y seguridad de consumo, son una alternativa para otorgar resistencia y durabilidad ante los procesos de conservación, transporte y tratamientos de consumo, también, pueden preservar los aspectos sensoriales característicos de la carne Guzmán *et al.* (2014).

El bajo costo, la disponibilidad, la renovabilidad y la biodegradabilidad del almidón de papa, han hecho que este se convierta en un material importante para la diversidad de aplicaciones en la industria de alimentos. Las desventajas del almidón nativo en “condiciones normales” (temperatura, presión, pH, etc.) reducen su aplicación industrial dada la baja resistencia al esfuerzo de corte, alta retrogradación y sinéresis, pero esto, puede mejorarse mediante las modificaciones físicas, químicas y enzimáticas

La modificación química por oxidación, permite introducir grupos carbonilo y carboxilo dentro de las cadenas del almidón mediante agentes oxidantes, factores que afectan la oxidación con

hipoclorito incluyen pH, temperatura, concentración de hipoclorito, estructura molecular y origen del almidón. Las principales reacciones durante la oxidación con hipoclorito son el rompimiento de enlaces de cadenas poliméricas y la oxidación a grupos carbonilo y carboxilo. La actividad antimicrobiana del aceite esencial de orégano como agente antimicrobiano es de gran atractivo para la formulación de recubrimientos debido a sus componentes activos (carvacrol y timol) atacan a la pared y a la membrana celular, puntos esenciales para el desarrollo celular, por lo tanto, si uno es atacado o inactivado la velocidad de crecimiento del microorganismo se ve minimizada (Rodríguez, 2011).

Los recubrimientos comestibles basados en almidones muestran características y propiedades funcionales en la carne como resistencia a tratamientos térmicos que presentan durante la comercialización y transformación, además de conservar las características organolépticas y sensoriales. Estas características funcionales se deben aprovechar para mitigar la pérdida y desperdicio de alimentos (Delgado, 2018).

I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La pérdida y desperdicio de alimentos en el mundo se está convirtiendo en un problema de peso, según el Índice de desperdicio de alimentos 2021, publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en el mundo se desperdician 931 millones de toneladas de alimentos cada año de alimentos a nivel del consumidor.

Ecuador desperdicia 939.000 toneladas métricas de alimentos al año, es uno de los países que más desecha comida en América latina (FAO, 2019) la mayor parte del desperdicio de alimentos equivalente a un 61%, proviene de los hogares. Es decir, de las casas de cada uno de nosotros. Las pérdidas y el desperdicio de alimentos pueden ocurrir en todos los eslabones de la cadena alimentaria, las causas no son siempre las mismas y varían según el tipo de producto, la etapa de producción, el modo de almacenamiento, el transporte, el embalaje y los hábitos o la falta de conciencia de los consumidores.

La mala conservación de los alimentos influye en las pérdidas y desperdicio de los mismos, tiene un impacto negativo en el medio ambiente, muchos alimentos se desperdician a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde producción agrícola hasta el consumo final en los hogares, las mayores pérdidas de alimentos se dan en las primeras etapas de la cadena alimenticia, principalmente debido a problemas técnicos y de gestión para el almacenamiento, refrigeración y transporte; pero también, hay una gran cantidad de alimentos que se desperdician durante el consumo o que se tiran (Mena, 2021).

El alimento más perecedero es la carne, porque, tiene un nivel alto proteínas y grasas haciéndolo susceptible al deterioro por contaminación microbiana y oxidación lipídica, afectando la calidad del producto y como consecuencia el rechazo de los consumidores generando la pérdida de todos los recursos que intervinieron para producción de este alimento (Guzmán et al. 2015).

Ecuador produce toda la carne de pollo y huevos de mesa que consumen sus habitantes, en el año 2020 se produjeron en el Ecuador 494 mil toneladas de carne de pollo a partir de la cría de 263 millones de pollos de engorde, lo que quiere decir que en promedio un ecuatoriano consume 28 kg de pollo al año. El bajo costo de las aves de corral y el corto tiempo de preparación, hace

que sean consumidas regularmente, por tanto, las técnicas de conservación aplicadas deben ser efectivas y rentables (Conave, 2021).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La aplicación de un recubrimiento comestible con almidón oxidado de papa "*S. tuberosum*" y aceite de orégano "*O. vulgare*", tiene efecto en la conservación de pechugas de pollo?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Disminuir la pérdida y desperdicio de comida reduce la pobreza, el hambre y ayuda a combatir el cambio climático. Además, los efectos dañinos del cambio climático se reducirían, teniendo en cuenta que, a día de hoy, el desperdicio alimentario es responsable del 7% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y casi el 30% de la tierra agrícola del mundo se utiliza para producir alimentos que nunca serán consumidos, las reducciones en el desperdicio de alimentos en la cadena de suministro y a nivel del consumidor son clave para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (ONU, 2021).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO, 2022) manifiesta que "Una menor pérdida y desperdicio de alimentos conduciría a un uso más eficiente de la tierra y una mejor gestión de los recursos hídricos, lo que tendría un efecto positivo en los medios de vida y en la lucha contra el cambio climático" es importante crear nuevas tecnologías de conservación como por ejemplo recubrimientos comestibles para mitigar pérdidas por desperdicio.

El desarrollo de nuevas técnicas de conservación como la formulación de recubrimientos comestibles a base de distintos materiales representa mejoras en el método de conservación de la carne. La aplicación de agentes antimicrobianos naturales como los aceites esenciales en la formulación de recubrimientos comestibles en varios tipos de alimentos inhibe el crecimiento de microorganismos patógenos, además de conservar el producto fresco y mantiene la calidad (Guzmán et al., 2014).

Los recubrimientos comestibles basados en almidones muestran características y propiedades funcionales. El almidón representa un elemento potencial en la formación de recubrimientos comestibles por ser biodegradable y su obtención es económica, pero en su forma nativa o natural tiene falencias como la solubilidad y retrogradación que pueden ser superadas con una modificación estructural del almidón (Delgado, 2018).

El aceite esencial de Orégano presenta en su composición agentes antimicrobianos que son de gran atractivo para la formulación de recubrimientos debido a sus componentes activos (carvacrol y timol), atacan a la pared y a la membrana celular, puntos esenciales para el desarrollo celular, por lo tanto, si uno es atacado o inactivado la velocidad de crecimiento del microorganismo se reduce (Rodríguez, 2011).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de un recubrimiento comestible elaborado con almidón de papa "*S. tuberosum*" y aceite esencial de orégano "*O. vulgare*" en la conservación de la pechugas de pollo.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un análisis microbiológico de pechugas de pollo con y sin la aplicación de recubrimientos.
- Determinar el comportamiento de pH de las muestras con y sin recubrimiento comestible
- Hacer una evaluación sensorial de pechugas con y sin recubrimiento

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Cuál es la actividad microbiana que presentan las pechugas de pollo con la aplicación de recubrimientos y sin la aplicación de recubrimiento?

¿Cuál es su tiempo de vida útil?

¿Los grados de pH de los tratamientos se encuentran en los intervalos establecidos por la normativa?

¿Qué atributos sensoriales resaltan en las pechugas de pollo con la aplicación de los recubrimientos?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Gómez et al., (2015) la investigación realizada en Universidad Técnica de Ambato en donde estudiaron qué efecto tiene aplicar aceites esenciales de limón, albahaca y orégano en carne de cuy "*Cavia porcellus*" evaluando las características sensoriales y el tiempo de vida útil indicando que las concentraciones usadas para la formulación de recubrimientos fueron de 0.3 %, 0.4 % y 0.5 % de aceite esencial, determinado como mejor tratamiento el correspondiente a aceite esencial de Orégano en un 0.30 % de concentración obteniendo mantener un color, olor, sabor, aceptable y el tratamiento aceite esencial de orégano a 0.50 % fue el mejor en cuanto al análisis microbiológico y el tratamiento de aceite esencial de orégano a 0.30 % de concentración en análisis sensorial.

Mero et al., (2018) en su investigación realizada en Universidad Guayaquil fabricaron un recubrimiento comestible a partir de productos biodegradables aplicados en filetes refrigerados de tilapias indicando que, el uso de aceite esencial de romero por sus propiedades antioxidante y antimicrobiano es un buen componente para la fabricación del RC, se dispuso de 200 g almidón de yuca, glicerina líquida, 2000 ml de agua destilada y 17.25 ml de aceite esencial de romero. La mejor opción para aplicar recubrimientos comestibles en filetes de tilapia es por medio de inmersión y existen variaciones de pH en los filetes de tilapia con recubrimientos comestible con respecto a filetes sin recubrimiento

Djenane, Montañes, & Roncales (2015) en su investigación buscaba encontrara nuevas perspectivas para la conservación de la carne, indican que la aplicación de aceites esenciales en la industria alimentaria no necesita tecnologías avanzadas porque los aceites se disuelven en la estructura del alimento, también destacan la eficacia del aceite orégano en la preservación de las carnes, adicionándolas con el propósito de validar las propiedades anti microbianas asociadas a sus compuestos, tales como el timol y el carvacrol.

Silva et al., (2018) en su investigación estimaron el efecto de recubrimientos de almidón oxidado de yuca, proteína aislada de soya y aceite esencial de orégano aplicados en papaya "*Carica papaya*" indicaron que el uso de aceites esenciales permitió mejorar la apariencia de la fruta a la que se aplicó el recubrimiento. La formulación de recubrimientos fue con almidón

de yuca “*Manihot esculenta*”, oxidado enzimáticamente con aceite esencial de orégano 0.25% y 0.50%, el uso de almidón, por sí solo o combinado con aceite esencial de orégano 0.25% consigue disminuir la pérdida de peso, controlar la respiración al reducir el porcentaje de CO₂ y retardar las reacciones químicas, así como inhibir el desarrollo de microorganismos.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Recubrimiento comestible.

El termino recubrimiento comestible se emplea para referirse a formulaciones transparentes y comestibles que se aplican sobre las superficies de los alimentos, con el propósito de tener productos de calidad, en la figura 1 se indica las características que debe cumplir un recubrimiento comestible (Parzanese, 2011).

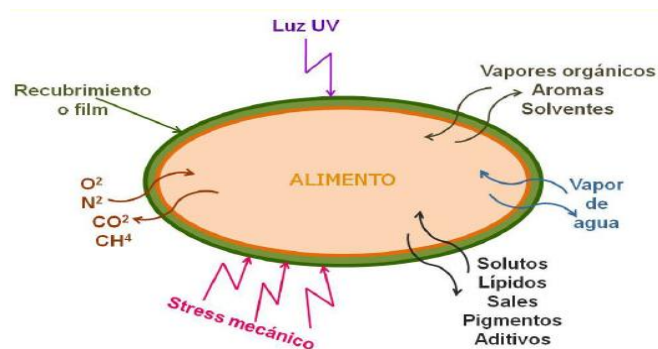


Figura 1. Características de recubrimientos

Fuente: Parzanese (2011)

Una particularidad de los recubrimientos comestibles es que se les puede agregar distintos ingredientes y aditivos que mejoran su eficiencia en la conservación, la textura, color y sabor de los alimentos (Parzanese, 2011).

2.2.1.1 Clasificación de recubrimientos comestibles.

2.2.1.1.1 *Hidrocoloides.*

Son polímeros hidrofóbicos de origen vegetal, animal o microbiano. Durante los últimos años se expandió el desarrollo de películas biodegradables utilizando hidrocoloides como materia prima, porque presentan excelentes propiedades mecánicas, así como de barrera frente al O₂, CO₂ y lípidos. La desventaja es que por ser hidrofóbicos permiten el transporte de humedad. Debido a que se denominan hidrocoloides a aquellas sustancias solubles o dispersables en agua, este término se aplica generalmente a sustancias compuestas por polisacáridos, aunque también algunas proteínas reciben esta clasificación. Entre los más utilizados para la formulación de films y recubrimientos se encuentran:

- Polisacáridos: almidones, celulosas, pectinas, etc.
- Proteínas: de origen animal como caseína, proteínas de suero lácteo o de origen vegetal como caseína, gluten, proteína de soja, etc.

2.2.1.1.2 *Lípidos*

Son hidrofóbicos y no poliméricos, presentando excelentes propiedades de barrera frente a la humedad. Dentro del grupo de lípidos aplicados a recubrimientos y films comestibles se pueden mencionar las ceras, resinas, ácidos grasos, monoglicéridos y diglicéridos. La característica negativa de estas sustancias es su escasa capacidad para formar films, es decir no poseen suficiente integridad estructural ni durabilidad. No obstante, se los utiliza principalmente como protección de frutas, aplicando una capa lipídica externa como suplemento a la cera natural que poseen los frutos, la cual es generalmente removida durante el lavado. Asimismo, se emplean como barrera entre los distintos compuestos de un alimento heterogéneo, como soporte de aditivos liposolubles y para dar brillo a productos de confitería (Loyola, 2014)

2.2.1.1.3 *Compuestos*

Como su nombre lo indica los films compuestos son formulados mediante la combinación de hidrocoloides y lípidos permitiendo aprovechar las ventajas funcionales que presenta cada uno, reduciendo las características desfavorables. Según la ubicación en el espacio de los lípidos

respecto a los hidrocoloides, los recubrimientos y películas compuestas pueden ser de dos tipos: (Rodríguez, 2011)

- Laminados: se configuran mediante la superposición de una capa lipídica sobre una de hidrocoloides, formando una bicapa. De esta manera se logra una distribución homogénea de los lípidos controlando de manera satisfactoria la transferencia de agua. En la figura 2 se indica la estructura de recubrimientos comestibles laminados.

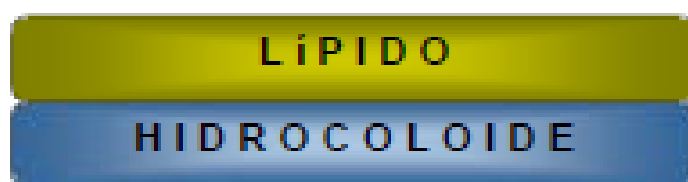


Figura 2. Modelo de recubrimientos compuesto tipo laminada.

Fuente: (Parzanese, 2011)

- Emulsiones: se trata de mezclas heterogéneas de lípidos dentro de una matriz de hidrocoloides, obtenidas por emulsión o micro emulsión. En la figura 3 se indica el modelo de recubrimiento compuesto tipo emulsión

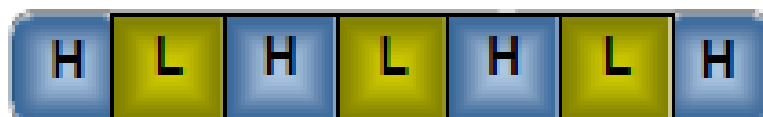


Figura 3. modelo de recubrimiento compuesto tipo emulsión.

Fuente: (Parzanese, 2011)

2.2.1.2 Elementos que conforman recubrimientos comestibles

Los recubrimientos comestibles están formados por tres componentes: el polímero, el disolvente y finalmente el plastificante

2.2.1.2.1 Plastificantes

Dentro de los agentes plastificantes utilizados más frecuentemente se encuentran: glicerol, polietilenglicol, sorbitol, aceites, ácidos grasos, ceras, etc., siendo el glicerol uno de los más

utilizados demostró que los recubrimientos a base de proteína de soja sólo podían manipularse si se agregaba como mínimo 17 g de glicerol por 100 g de materia seca. Generalmente se requieren plastificantes como el glicerol en las formulaciones a base de polisacáridos y de proteínas, para aumentar la flexibilidad de los recubrimientos, al aumentar el volumen libre o la movilidad molecular de los polímeros, reduciendo los enlaces de hidrógeno internos entre las cadenas de polímeros y aumentando el espacio intermolecular (Delgado, 2018).

Agentes plastificantes como alcoholes polihídricos, ceras y aceites se utilizan para mejorar la flexibilidad y elongación del material de las sustancias poliméricas. La adición de surfactantes y emulsificantes reduce la actividad de agua superficial y la velocidad de pérdida de humedad de los alimentos recubiertos. Se pueden agregar también agentes de liberación controlada y lubricantes para prevenir que los alimentos recubiertos se hagan pegajosos; además de los plastificantes, se emplean antioxidantes, antimicrobianos, y reafirmantes de la textura con el fin de mejorar las propiedades de las coberturas. Se ha demostrado que algunos aditivos actúan más efectivamente en alimentos cuando son aplicados formando parte del recubrimiento comestible que cuando son aplicados en soluciones acuosas mediante dispersión o inmersión, ya que las coberturas pueden mantener los aditivos en la superficie del alimento durante más tiempo (Rodríguez, 2011).

2.2.1.2.2 Polímeros

La celulosa es un polisacárido compuesto por unidades de D-glucosa que son altamente permeables al vapor de agua. Constituye uno de los recubrimientos más empleados en productos frescos ya que posee formas solubles no iónicas, tales como la metilcelulosa (MC), y formas aniónicas, como la carboximetilcelulosa (CMC) que le confieren excelentes propiedades mecánicas y funcionales. (Delgado, 2018)

Las pectinas son un importante constituyente de la pared celular de muchas plantas. Comercialmente las pectinas son extraídas del bagazo de manzanas o de la piel de frutos cítricos. Las pectinas de bajo grado de metoxilación se emplean normalmente en la elaboración de recubrimiento comestibles ya que son capaces de formar geles firmes en presencia de iones de calcio, los cuales establecen puentes estables con los grupos carboxilos de la pectina

El quitosano (CH) es uno de los polisacáridos más utilizados, el mismo se obtiene del exoesqueleto de crustáceos, alas de algunos insectos, paredes celulares de hongos, algas y otros, mediante la desacetilación parcial de la quitina, ofrece un amplio potencial que puede ser aplicado a la industria alimentaria debido a sus propiedades fisicoquímicas particulares, tales como biodegradabilidad y biocompatibilidad con los tejidos humanos. Este compuesto de origen biológico se ha convertido en los últimos años en el preferido debido a su capacidad para formar RC y PC, por no ser tóxico, su abundancia en la naturaleza y a sus propiedades antimicrobianas y antifúngicas que lo hacen ser de vital interés para la preservación de muchos alimentos (Hernández, 2016).

El alginato, un polisacárido derivado de algas marrones de origen marino, se encuentra formando parte de la pared celular de las algas, de forma análoga a la celulosa y pectina en la pared celular de las plantas terrestres. El ácido algínico es un polímero insoluble y de bajo peso molecular de los ácidos gulurónico (G) y manurónico (M), pero sus sales de metales alcalinos son solubles en agua y forman geles rápidamente en presencia de calcio, los cuales presentan buenas características para ser empleados como recubrimientos comestibles. Las propiedades gelificantes del alginato se deben a su capacidad de formar enlaces con iones diferentes como el calcio (Loyola, 2014).

El almidón es uno de los materiales crudos más comúnmente empleados en la agricultura ya que es económico, fácilmente disponible y relativamente fácil de manipular. La amilosa es el compuesto responsable de la formación de recubrimientos en el almidón y su uso para tal fin se ha extendido en los últimos años (Obregón et al.,2014).

2.2.1.2.3 *Disolvente*

La dilución formadora del hidrocoloide comestible se incorpora disolventes como disolvente: agua, etanol y ácido acético

2.2.1.3 Propiedades de los recubrimientos comestibles.

La principal funcionalidad que se requiere al momento de elaborar recubrimientos comestibles que cumplan como barrera frente a las distintas sustancias que interactúan con el alimento durante su almacenamiento y comercialización. Es por esto que se busca desarrollar

recubrimientos con capacidad de servir de empaque y método de conservación del alimento. Debido a que son considerados aditivos alimentarios y que es necesario que dispongan determinadas propiedades de barrera para la preservación de los productos, los recubrimientos comestibles deben presentar las siguientes características: (Hernández, 2016)

- Poseer propiedades nutricionales y organolépticas que sean compatibles con el alimento a recubrir.
- Presentar propiedades mecánicas asertivas para evitar pérdidas por roturas o quiebre del material.
- Ser estables frente a las distintas condiciones de almacenamiento. Poder adherirse fácilmente a la superficie de los alimentos a tratar.
- Responder a la reglamentación vigente (aditivos alimentarios).
- Requerir de tecnologías sencillas y de bajo costo para su fabricación y posterior aplicación.

Es importante destacar que las características funcionales de los RC son consecuencia directa de la materia prima utilizada para su fabricación, la cual debe ser obtenida de fuentes naturales para asegurar su biodegradabilidad.

2.2.1.4 Características de formulación de recubrimientos comestibles

La eficiencia en cuanto a conservación de un recubrimiento comestible. Se debe tener en cuenta las siguientes etapas de formulación:

- Identificar correctamente la técnica y obtención de recubrimiento (solvente, solidificación, gelificación, extrusión, coacervación).
- Aplicación de la matriz comestible sobre la superficie del producto.
- Formación del recubrimiento comestible sobre la matriz alimenticia.
- Estabilización de las capas mediante la correcta homogeneización, secado, calentamiento y enfriamiento o coagulación, lo que depende de la técnica que se aplicó y formulación.

Los recubrimientos están formados por tres componentes: el polímero, el disolvente y plastificante, uno de los métodos de elaboración es la solidificación que consiste en la mezcla de macromoléculas y plastificante. (Solano, Doblado & Beltrán, 2018)

2.2.1.5 Aplicación de recubrimientos comestibles.

En la actualidad se desarrollaron varios procedimientos para la correcta aplicación de las matrices comestibles sobre los alimentos. Como se mencionó anteriormente los recubrimientos comestibles se diferencian de las películas comestibles por el modo en que son aplicados. Las técnicas de inmersión o spray se utilizan para recubrimientos y el casting para películas: (Hernández, 2016)

Inmersión: consiste en la aplicación de las matrices comestibles sumergiendo el alimento en la solución filmogénica preparada. Se utiliza especialmente en aquellos alimentos cuya forma es irregular que requieren de una cobertura uniforme y gruesa. Es importante que el producto a tratar esté previamente lavado y seco, y que una vez retirado de la solución se deje drenar el excedente de solución para lograr un recubrimiento uniforme.

Por Eliminación del Disolvente: En este proceso se forma y se estabiliza una estructura molecular por interacciones físicas y químicas. La dilución formadora del hidrocoloide comestible se incorpora en un disolvente (agua, etanol, ácido acético) que contiene a los aditivos como, plastificantes, agentes de reticulación o solutos; paso seguido se elimina el disolvente, con lo que se forma una capa delgada que se seca y que finalmente se puede desprender (Martínez, 2019).

Por el método de “casting”: Una vez realizada la dilución de los componentes de la película, se realiza la evaporación del disolvente a temperatura y humedad controladas, provocando la formación de la película (Martínez, 2019)

2.2.1.6 Recubrimientos comestibles en carnes.

En la industria cárnica y pesquera la aplicación de recubrimientos comestibles se desarrolla con el fin de controlar o reducir la pérdida de humedad de los productos y como soporte para la adición de agentes antimicrobianos u otro tipo de aditivos. Los beneficios que brindan estos tratamientos en carnes y pescado son los siguientes: (Parzanese, 2011)

- Inhibir el crecimiento de bacterias patógenas que producen el deterioro.
- Ayudar a controlar la humedad del alimento, evitando pérdidas de textura, sabor, cambio de color y peso del producto.
- Mejorar la presentación o aspecto del producto.
- Evitar o disminuir la oxidación de los lípidos y la mioglobina.
- Mantener la humedad y disminuir la absorción de aceite o grasa durante la fritura de los productos cárnicos.

2.2.2 Almidón.

El almidón es una aleación de dos polisacáridos muy similares, la amilosa y la amilopectina; el primero es producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos α (1.4), que establece largas cadenas lineales con 200 a 2500 unidades y pesos moleculares hasta de un millón de unidades; es decir, la amilosa es una α -D- (1.4) – glucana, cuya unidad repetitiva es la α -maltosa. La amilosa se diferencia de la amilopectina en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular similar a la de un árbol; las ramas están adheridas al tronco central (semejante a la amilosa) por enlaces α -D-(1.6), localizadas cada 15-25 unidades lineales de glucosa (Badui, 2006).

2.2.2.1 Amilosa.

La amilosa se encuentra formada por moléculas de glucosa, se disuelve en agua muy fácilmente y es una molécula lineal y la constituyen muchos anillos de glucosa unidos entre ellos y no presentan ramificaciones.

El mismo tipo de unión conecta los monómeros de glucosa en el disacárido maltosa. Aunque no es verdaderamente soluble en agua, la amilosa forma micelas hidratadas en el agua, y puede

adoptar una estructura helicoidal bajo ciertas condiciones, en la figura 4 se observa su estructura química (Badui, 2006).

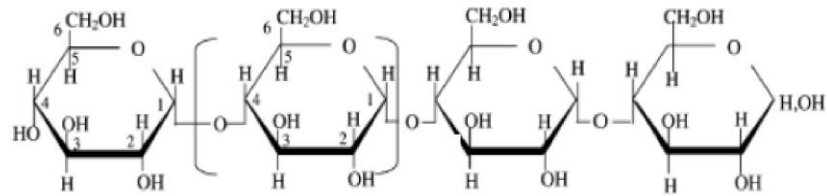


Figura 4. Estructura química de la amilosa.

Fuente: (Tester & Karkalas, 2002)

2.2.2.2 Amilopectina.

La amilopectina es una versión ramificada de la amilosa. Las ramas, o cadenas laterales poliméricas, están adheridas mediante enlaces glicosídicos α -(1 \rightarrow 6) a las cadenas lineales de residuos, unidos por enlaces glicosídicos α -(1 \rightarrow 4). La ramificación se presenta, en promedio, cada 25 residuos, y las cadenas laterales contienen unos 15 a 25 residuos de glucosa. Algunas de las mismas cadenas laterales están ramificadas. Las moléculas de amilopectina obtenidas de células vivas pueden contener de 300 a 6.000 residuos de glucosa en la figura 5 se observa su estructura química (Badui, 2006).

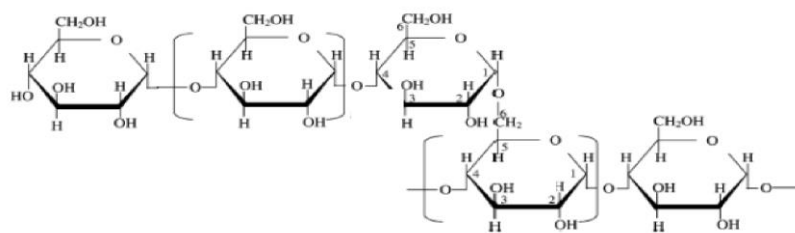


Figura 5. Estructura química de la amilopectina.

Fuente: (Tester y Karkalas, 2002)

2.2.2.3 Almidón de papa.

Se usa como ingrediente en las industrias alimentarias en donde otorga a los alimentos volumen y textura, su contenido en este tubérculo es de 10 y 15 % del total de su peso y presentan alto contenido en fósforo comparado con otros almidones como el maíz. El porcentaje de amilosa y amilopectina son importantes al momento de modificar almidones este tipo de almidón presenta un 70 % y 80% de amilopectina y de 30% a 20 % de amilosa. Este tubérculo es una fuente de obtención de polímeros naturales muy accesible en la región andina para uso y aplicación en las industrias alimentarias. (Pérez, 2015)

2.2.2.3.1 Papa “Solanum tuberosum”.

Es uno de los alimentos más importantes y consumidos, pero su origen es puramente americano es un tubérculo de la planta de la papa o patata es el cuarto cultivo alimenticio más importante en el mundo después del trigo, el maíz y el arroz. Su cultivo es frecuente en muchos países. Son una fuente de energía que nos aporta más vitaminas y minerales y menos calorías de los que se le atribuyen normalmente ochenta calorías por cien gramos si se hierven. La manera de preparar y consumir las patatas tiene mucho que ver con su aporte calórico. (Pénelo, 2018)

- Gracias a su elevado contenido en hidratos de carbono complejos son muy saciantes.
- Las patatas cocidas que se han dejado enfriar durante horas ayudan a regular el azúcar en sangre, y disminuyen las concentraciones de colesterol y triglicéridos.
- Ricas en fibra contra el estreñimiento, ya que ayudan a regular el tránsito intestinal.
- Las patatas hervidas, asadas o al vapor son eficaces en casos de gastritis, y acetona.
- Contienen fenólicos similares a los del brócoli, la espinaca o las coles de Bruselas y que protegen frente a las enfermedades cardiovasculares y respiratorias. Además, tienen componentes que fortalecen el sistema inmunológico. (Pénelo, 2018)

2.2.2.4 Características y propiedades del almidón.

Las características de los almidones están asociadas muy estrechamente relacionadas con la amilosa y amilopectina. El contenido de compuestos puede variar de acuerdo a la cosecha, la época, los suelos, la genética de la planta, entre otros. (Obregón et al.,2014).

Las propiedades y formación del almidón dependen de la fuente de origen. Es posible separarlo de diferentes alimentos, los recubrimientos comestibles a base de almidón son transparentes, desabridos e inodoros y no producen cambios en las características sensoriales y de apariencia de los alimentos, sin embargo, tiene poca resistencia a la humedad por ser sustancias hidrófilas y su rápida retrogradación. (Loyola, 2014)

2.2.2.5 Almidón en la Industria Alimentaria.

La mayoría de las industrias usan el almidón en sus procesos de fabricación, adaptando tecnologías que permitan aprovechar este elemento al máximo entre los usos comunes que se le da a este producto se encuentran: agente espesante, encapsulante, impartir sabor (Arzapalo et al., 2008).

2.2.2.6 Oxidación de almidón.

Los almidones que se usan en la industria de alimentos logran ser mejorados con modificaciones entre ellas la oxidación con temperaturas y tiempos supervisadas y elementos oxidantes económicos, se clasifica como blanqueado u oxidación según el tipo y cantidad de reactivo utilizado, el cambio que se percibe con mayor frecuencia es el olor, algunos reactivos usados para este tipo de modificación son el perclorato, peróxido de hidrógeno, permanganato de potasio, hipoclorito de sodio, entre otros (Arzapalo et al., 2008).

El hipoclorito de sodio es empleado para la producción de almidones oxidados, este proceso se debe aplicar en soluciones con una concentración de sólidos de 35 a 45 %, tratada bajo condiciones controladas de pH y temperatura agitación constante. Las temperaturas no deben presentar variaciones en los rangos establecidos de 21 a 38 °C todo el tiempo que dura la reacción, alrededor de 2 horas y el pH en el transcurso de la reacción es controlado con NaOH con el propósito de neutralizar las sustancias ácidas producidas, iniciando la reacción el pH debe ser ajustado de 8 a 10 con NaOH, porque en esos intervalos de pH se descompone el hipoclorito, esta reacción para con un pH entre 7 y 5, finalizado el almidón se debe separar de los reactivos oxidantes y catalizadores con filtración, igualmente se debe lavar eliminando partículas formadas en la reacción, entre estas están: productos de degradación de los

carbohidratos, cloruro de sodio y sulfato de sodio. En la oxidación influyen: concentración de NaOCl, origen de almidón y características propias de los gránulos. contenido de amilosa y amilopectina, distribución del peso molecular.

2.2.2.6.1 Grupos carbonilo y carboxilo.

La oxidación se lleva a cabo principalmente por dos reacciones.

Primera inicia cuando los grupos hidroxilo del almidón son oxidados a grupos carbonilo y después a grupos carboxilo.

Segunda es la degradación de las moléculas de almidón principalmente por la ruptura de los enlaces D-1,4 de las moléculas de amilosa y amilopectina. Por tanto, el contenido de carbonilos y carboxilos en el almidón oxidado, son indicadores del grado de oxidación

2.2.3 Carne de Pollo.

Tiene aportes nutricionales en la dieta de los consumidores como el potasio y calcio, además su consumo es masivo por ser económico y por su gran variedad de preparaciones. La pechuga es la parte más blanda y magra se diferencia de las otras partes por su color y textura, además es saludable por su bajo contenido de grasas por lo que su consumo se incrementa haciéndolo un producto muy comercializable. (Gómez & Martínez, 2016).

2.2.3.1 Pechuga.

La pechuga contribuye al crecimiento muscular porque tiene 24 gr de proteína, es esta cantidad que se eleva a 25 gr de proteína cuando consumes la pechuga con todo y piel. (Avinews, 2017) En cuanto a nutrientes, contiene pequeñas cantidades de vitaminas y minerales esenciales para nuestro organismo, en la pechuga con o sin piel se encuentra: hierro, vitamina c, vitaminas B y calcio.

2.2.4 Análisis microbiológicos.

El análisis microbiológico en la industria de alimentos constituye en una herramienta básica para el control de materias primas, procesos y productos y manipuladores, ya que permite

establecer el valor grado de contaminación biológica de estos, por esta razón el control microbiológico es parte fundamental en todo el proceso (Poveda & Alonso, 2008).

2.2.4.1 Parámetros a evaluar.

2.2.4.1.1 Aerobios mesófilos.

Los microorganismos aerobios mesófilos son el grupo más grande de indicadores de calidad de los alimentos. Se definen como un grupo heterogéneo de bacterias capaces de crecer en un rango de temperatura entre 15 – 45°C, con un óptimo de 35°C, siendo la mínima de 15 a 20 °C y la máxima de 45°C.

En productos terminados son empleados como indicadores de vida útil. El número de microorganismos aerobios mesófilos encontrados en un alimento ha sido uno de los indicadores microbiológicos de calidad más comúnmente utilizado (Márquez, 2014).

2.2.4.1.2 Salmonella.

La *Salmonella* causa más enfermedades transmitidas por los alimentos que cualquier otra bacteria. El pollo es una fuente importante de estas enfermedades. Entre las bacterias que pueden sobrevivir en los alimentos y que conservan una patogenicidad elevada está especialmente la familia Enterobacteriaceae en donde el género salmonella puede producir diferentes tipos de desarreglos gastrointestinales, infecciones e intoxicaciones, al igual que otras bacterias y virus, por lo que su presencia en alimentos y forrajes continúa siendo un problema mundial (Márquez, 2014).

2.2.4.2.3 Echerichia coli

La *Echerichia coli* es una bacteria que se encuentra en los intestinos de las personas y los animales, en el medio ambiente y, a veces, también en los alimentos y el agua sin tratar. La mayoría de los tipos de *Echerichia coli* son inofensivos y son parte de un tracto intestinal sano. Sin embargo, algunos causan enfermedades que a veces son graves, como diarrea, infecciones urinarias, enfermedades respiratorias e infecciones del torrente sanguíneo. Los tipos de *E. coli*

que pueden causar enfermedades se propagan a través del agua o los alimentos contaminados y del contacto con animales o personas (Márquez, 2014).

2.2.4.2 Método de determinación microbiológico.

2.2.4.2.1 Placas Petri film.

Método microbiológico que consiste en una familia de placas listas para usarse diseñadas para ofrecer ahorro de tiempo, incremento de productividad, fiabilidad y eficiencia. Su diseño tiene una película hidratante cubierta con nutrientes y agentes gelificantes. Proporciona resultados en tres pasos: inoculación, incubación y recuento.

2.2.5 Orégano “*O. vulgare*”

Es una especia usada en la preparación de diversos alimentos agregándole sabores olores agradables a cada plato también sus hojas se usan por sus características medicinales como: antiespasmódicas, diuréticas, tónicas y antisépticas.

En cuanto su poder antiséptico proviene de las familias de plantas labiadas, todas contienen compuestos activos propios antimicrobianos, su uso es tradicional y se remonta en la eboraria antigua de curación ofreciendo actualmente estos principios bioactivos en la incorporación de metodologías de conservación y una alternativa de uso de antisépticos estándar (Albado, P; Sáez, F & Gabriel, 2001).

2.2.4.1 Aceite de orégano.

El aceite de orégano es un antiséptico natural por qué desaparece virus, parásitos y hongos con tan solo poco producto sí que sí identificaron efectos secundarios o cepas patológicas originadas en mutaciones como lo que sucede con antibióticos de farmacias. Las propiedades antimicrobianas provienen del carvacrol, que es un fenol presente en la planta con concentraciones de 30 al 87 % dependiendo del estado de la planta. La obtención de aceite por destilación afecta la efectividad antiséptica del aceite porque interfiere en la sinergia natural en

la que intervienen otros compuestos por lo que es recomendable su extracción con métodos menos agresivos como el prensado. (Pénelo, 2018)

2.2.4.2 Carvacrol y Timol.

Estos compuestos actúan en la delgada membrana polar de la estructura celular de microorganismos provocando un desequilibrio e incrementando su permeabilidad, por lo que el desarrollo a nivel celular es poco probable. (Valero et al., 2008)

2.2.4.3 Influencia del aceite de orégano en la conservación de la carne

El aceite de orégano en las carnes presenta una reducción en el número de células bacterianas, lo que demuestra que puede usarse para proteger una matriz alimenticia, prolongando el periodo de latencia de las bacterias y prolongando por tanto su vida útil. (Hernández et al., 2014)

Un aspecto importante es que las propiedades intrínsecas de los alimentos (grasas, proteínas, pH, etc.), así como el entorno en que se mantienen (temperatura de almacenamiento, envasado, etc.) pueden influir en el efecto preventivo de los aceites esenciales. La temperatura de almacenamiento, la disminución de las concentraciones de O₂, el alto contenido de sal y el pH aumentan el efecto antimicrobiano de los aceites esenciales (Tongnuanchan et al., 2014).

Los aceites esenciales tienen varios modos de acción como antioxidantes, tales como la prevención de la iniciación de la cadena transportadora de electrones, la eliminación de los radicales libres, los agentes reductores, la terminación de los peróxidos, la prevención de la extracción continuada de hidrógeno, así como los extintores de formación de oxígeno único y la unión de catalizadores de iones metálicos de transición (Starliper et al., 2015).

2.2.6 PH y su influencia en la conservación de carne.

Una vez faenado el animal el pH que presenta la carne es cercano a 7.0 es óptimo para el desarrollo de microorganismos, los valores de pH más idóneos para que no exista desarrollo microbiano son los valores de 5.5 combinado con bajas temperaturas son ideales para la conservación de la carne (Bautista, 2020). Las variaciones químicas que se dan en el

metabolismo *post mortem* afectan directamente al olor, color y sabor de la carne, la velocidad de descenso del pH influye en sus características fisiológicas, las variaciones de pH permiten o no el crecimiento microbiológico.

Dos grandes problemas de la calidad con los que se encuentra la industria cárnica son las carnes PSE (pálida, suave exudativa) y DFD (dura, firme, seca), los cuales se refieren a las características físicas presentes en los músculos de la canal cuando se evalúan y comparan con las características de la carne de buena calidad, también se toma en cuenta el valor óptimo del pH en momentos determinados, si la carne presenta un valor de pH inferior a 6 en los primeros 45 min post mortem se le denomina como carne PSE y si posee un pH igual o superior a 6 después de las 12-48 h *post mortem* se la conoce como carne DFD (Martínez, 2016).

La carne oscura, firme y seca (DFD) se produce por el estrés antes del sacrificio, provocando una disminución de reservas de glucógeno en los músculos, lo que lleva a que haya menos ácido láctico de lo normal al momento del sacrificio del animal y exista una elevación del pH, lo que ocasiona que la carne sea más susceptible a un deterioro generado por bacterias. Por otra parte, la carne DFD es una señal de lesión, estrés, enfermedad o fatiga antes del sacrificio (Martínez, 2016).

La carne (PSE) pálida, suave y exudativa, se da cuando el animal es sometido a condiciones estresantes en el manejo antes del sacrificio, está también puede ocasionar la mortalidad por estrés siendo una muerte aguda que puede ocurrir durante el transporte o encierro de los animales. La carne PSE se produce luego del sacrificio debido a una rápida disminución de pH, lo que provoca que la carne sea pálida y exude fluidos; haciéndola lucir poco apetitosa y no apta para el procesamiento (Armendáriz, 2020).

La carne seca, firme y negra (DFD con pH elevado) y el tejido adiposo se deterioran más rápidamente que la carne de pH normal debido a que los aminoácidos son degradados rápidamente. Aunque la mayoría de las bacterias prefieren un pH cercano a la neutralidad para el crecimiento, las bacterias lácticas toleran valores de pH inferiores a los de las bacterias gram-negativas que se encuentran comúnmente en las carnes, especialmente en condiciones de almacenamiento anaeróbico.

2.2.6.1 Oxidación lipídica y enzimática

La oxidación lipídica y enzimática constituyen un importante factor de deterioro de los alimentos que tiene un efecto dañino en los atributos de calidad de la carne. La oxidación lipídica puede originarse por auto oxidación, fotooxidación y mecanismos de oxidación enzimática. La tasa y extensión de la oxidación lipídica son afectadas por condiciones pre y post sacrificio tales como el estrés, el pH *post mortem* temprano, la temperatura de la canal, el acortamiento por frío, y tecnologías como la estimulación eléctrica.

La mioglobina es la principal proteína responsable del color de la carne; pertenece al grupo de las proteínas sarcoplásmicas, solubles en agua, por tanto, es razonable pensar que exista una interrelación entre la oxidación lipídica y de la mioglobina, Según Buiatría (2017), el efecto oxidante de mioglobina se da a un valor de pH de 7.4 pero no a un valor de 5.6.

2.2.6.2 Métodos de medición de pH.

- Colorimétricos Se trata de la utilización de un papel impregnado de una mezcla de indicadores cualitativos, para la determinación del pH se introduce el papel indicador en una solución el cual se torna de un color que debe ser evaluado con la una escala que va de 0 a 6 (Gonzáles, 2019).
- Electrométricos Para determinar de forma precisa el valor del pH se puede medir mediante la utilización de un potenciómetro o también denominado pH-metro, el cual es un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos, generalmente el primer electrodo es de cloruro de plata y el segundo electrodo es de vidrio siendo sensible al ion de hidrógeno (Gonzáles, 2019).

2.2.6.3 Influencia del pH alimentos con aplicación de recubrimientos comestibles

El óptimo para la elaboración de productos cárnicos, debe estar en el rango de 5.0 a 6.0 máximo 6.7 para q no forme un medio propicio para la formación nitrosaminas. Una caída rápida de pH *post-mortem* produce una carne pálida, blanda y exudativa (PSE), mientras una caída retardada causa una carne oscura, seca y firme (DFD). Capacidad de retención de agua: El descenso de pH provoca un encogimiento de la red de cadenas polipeptídicas que conllevan a una

disminución de la carne a retener agua. El poder de retención de agua está estrechamente ligado al pH. Considerando que este pequeño aumento en el pH podría deberse a la degradación de las proteínas y a la producción de aminas (Montaño, 2015).

2.2.7 Análisis sensorial.

El análisis sensorial es una disciplina científica empleada para analizar, medir e interpretar respuestas a las propiedades de los alimentos haciendo uso de los cinco sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y oído), los datos que se obtienen son una herramienta de gran valor ya que proporciona información en concordancia con la de los consumidores, puesto que ellos son los únicos que pueden indicar si un producto puede ser aceptado o rechazado (Gutiérrez, 2018).

Sentidos que intervienen en la evaluación sensorial:

- Vista: el color es la propiedad que se asocia con este sentido, aunque también se detectan otros atributos como la forma, la apariencia, la superficie y el tamaño. El color es el factor que determina si un alimento es aceptado o rechazado por parte del consumidor (Vera, 2015).
- Olfato: el sistema nasal es el órgano que nos permite percibir el olor de los alimentos, el olfato permite la percepción del gusto al masticar la comida donde se liberan aromas que van de la boca a la nariz (Sabido, 2017).
- Gusto: sentido situado en la lengua compuesta por papilas gustativas, las que se encuentran en la punta de la lengua perciben el dulzor de los alimentos, las de los costados detectan los sabores salados y ácidos, y las papilas caliciformes que se encuentran en la parte posterior de la lengua identifican el amargor de las sustancias (Vera, 2015).
- Tacto: se encuentra en las terminaciones nerviosas que están situadas debajo de la piel de todo el cuerpo, pueden percibir una variedad de sensaciones como la temperatura y la textura de los alimentos (Sabido, 2017).
- Oído: participa en la detección de la textura de los alimentos, el sonido se transmite por vibraciones producidas por la masticación las cuales suelen ser tomadas en cuenta en la evaluación de la textura (Sabido, 2017).

2.2.7.1 Jueces.

Personas que forman parte de las pruebas de evaluación sensorial deben ser previamente seleccionadas y entrenadas ya que de esto depende la eficacia de los resultados, para un análisis sensorial se debe determinar el número de jueces necesarios, explicarles la forma correcta de cómo llevar a cabo las evaluaciones y brindarles un entrenamiento (Camargo, 2017).

- Juez experto: persona que tiene experiencia en degustar un determinado tipo de alimento y que ha adquirido una gran sensibilidad para distinguir, diferenciar y evaluar características de una muestra (Aguádelo, 2018).
- Juez entrenado: persona que posee una habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial, sabor o textura en particular, además ha recibido preparación teórica y práctica sobre evaluación sensorial permitiendo identificar exactamente lo que se desea medir en una prueba (Quintana, Gómez, García, & Martínez, 2016).
- Juez seminternado: ha recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, quien posee suficiente habilidad y realiza con frecuencia pruebas sensoriales, generalmente solo participa en pruebas discriminativas simples las cuales no requieren de un conocimiento preciso de términos o escalas (Camargo, 2017).
- Juez consumidor Se trata de personas que no tienen conocimiento sobre pruebas sensoriales y no trabajan con alimentos, los jueces de este tipo deben participar solamente para pruebas afectivas y no para discriminativas o descriptivas, por lo general son personas tomadas al azar teniendo en cuenta que sean consumidores habituales del producto a evaluar (Vera, 2015).

2.2.7.2 Condiciones de prueba.

Requieren de un lugar específico para su ejecución, algunas de ellas como las cataciones realizadas por jueces tipo consumidor pueden llevarse a cabo en un ambiente acorde con el tipo de alimento a evaluar. Para la degustación se debe asignar a un 50 juez no más de cinco muestras al tiempo ya que puede provocar fatiga y hastío lo cual genera respuestas erróneas (Quintana et al., 2016).

2.2.7.3 Tipos de pruebas.

- **Afectivas:** el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando el grado de aceptación o rechazo, este tipo de pruebas presenta resultados variables lo que hace que sean difíciles de interpretar debido a que cada juez hace una apreciación completamente personal (Aguádelo, 2018).
- **Preferencia:** consiste en pedir la opinión del juez sobre la preferencia de las dos muestras que se le presentan, es indispensable incluir en la hoja de catación (Gutiérrez, 2018).
- **Medición del grado de satisfacción:** se utilizan escalas hedónicas que son instrumentos de medición de las sensaciones placenteras o desagradables generadas por un alimento, estas pueden ser verbales o gráficas, la elección del tipo de escala depende del número de muestras a evaluar puede ser de 3 a 9 puntos añadiendo diferentes grados de gusto o disgusto como por ejemplo me gusta, me gusta poco, me disgusta moderadamente, etc. (Aguádelo, 2018).
- **Discriminatorias:** no se necesita conocer la sensación subjetiva que produce un alimento, sino que se desea identificar si existe diferencia o no entre dos o más muestras. Para las pruebas discriminativas pueden emplearse jueces seminternados, sin embargo, cuando las pruebas son sencillas o hay múltiples comparaciones es recomendable que los 51 jueces sean entrenados para considerar diferencias en cuanto a algún atributo en particular (Quintana et al., 2016).
- **Ordenamiento:** son fáciles de efectuarse en ellas se presenta a los jueces tres o más muestras que se diferencian en alguna propiedad pidiendo que coloquen en orden creciente o decreciente dicha propiedad, aunque es preferible que ordenen de menor a mayor de acuerdo a la intensidad de la evaluación (Aguádelo, 2018).

- Descriptivas: se trata de evaluar las propiedades del alimento de la manera más objetiva posible, este tipo de pruebas confiere más información sobre el producto a diferencia de las otras pruebas, pero son más difíciles de realizar y la interpretación de resultados es más compleja (Gutiérrez, 2018).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La investigación se realizó con enfoque mixto; cuantitativo por que se obtuvieron datos de la experimentación tanto físicos como químicos, y cualitativo en la evaluación sensorial. Se manipularon datos para así comprobar la hipótesis, teniendo como base la medición numérica y el análisis estadístico, se obtuvo mayor visión sobre la aplicación de recubrimientos comestibles en la conservación de carne de pollo.

3.1.2. Tipo de Investigación

Experimental: De acuerdo al diseño, la investigación experimental se empleó dado que se fundamentó en el enfoque cuantitativo, por la recolección de datos a través de la experimentación y además se la utilizó para comprobar las hipótesis planteadas a continuación.

El trabajo de investigación se basó en la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón oxidado y aceite de orégano con el propósito de disminuir la pérdida y el desperdicio de este alimento. Para ello la investigación se enfocó en los aspectos principales: bibliografía y experimentación. Se manipularon las variables independientes, para así definir a partir de los resultados obtenidos, las formulaciones más adecuadas para la obtención del cubrimiento.

3.2. HIPÓTESIS

H₁: La aplicación de un recubrimiento comestible con almidón oxidado de papa “*S. tuberosum*” y aceite de orégano “*O. vulgare*” tiene influencia en la conservación de pechugas de pollo.

H₀: La aplicación de un recubrimiento comestible con almidón oxidado de papa “*S. tuberosum*” y aceite de orégano “*O. vulgare*” no tiene influencia en la conservación de pechugas de pollo.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

En la tabla 1 se muestra la operacionalización de variables, se mencionan los métodos e instrumentos que se usaron para formular y la evaluar el efecto de los recubrimientos en la conservación de pechugas de pollo.

Tabla 1. Operacionalización de variables de recubrimientos de almidón oxidado de papa y aceite esencial de orégano

Variab les	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Independiente				
Almidones Oxidados	Grado de oxidación	<ul style="list-style-type: none"> • 0.25% de NaOCl • 0.50% NaOCl 	Método usado por (Sulbarán, Matiz, & Baena, 2018)	NTE INEN-ISO 11213 Guía técnica para producción y análisis de almidón. FAO, (2007)
Aceite de orégano	Concentración de aceite	<ul style="list-style-type: none"> • 0,5% • 1.0% 	Método usado por Maté. Fernández., & Pan ,2011)	NTE INEN –CODEX 192:2013
Dependiente				
Análisis microbiológicos	Calidad microbiológica	<ul style="list-style-type: none"> • Salmonella • Escherichia coli. Aerobios mesófilos 	Placas Petri film	NTE INEN-ISO 2346
pH	Calidad de pH	pH	Potenciómetro	NTE INEN 766,
Análisis sensorial	Calidad sensorial	<ul style="list-style-type: none"> • Color, • Textura • Sabor • Olor 	Escala hedónica	Ficha de catación

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Análisis Estadístico.

En cuanto al análisis estadístico que determinará los mejores tratamientos con una prueba de TUKEY a un nivel de significancia de 0.05%. Se estudiará los datos obtenidos para cada parámetro comprobando las diferencias estadísticas significativas entre las valoraciones sensoriales de los consumidores, para ello se realizará un análisis de varianza ANOVA con un nivel de confianza de 95%. Los parámetros evaluados por el panel de 50 catadores serán color, olor, sabor y textura.

Características del experimento

- Tratamientos: 4 y 1 testigo
- Repeticiones: 3
- Unidades experimentales: 15

En la tabla 2, podemos apreciar los tratamientos de formulaciones de recubrimientos en una solución de 100 ml, aplicados en trozos de pechugas de pollo, los tratamientos se formularon a partir de 60 % de disolvente y 40 % solutos, las variaciones de cada tratamiento se verán reflejadas en los siguientes porcentajes:

- Solutos 40 %:
 - Polímero: almidón oxidado,
 - A₁ (almidón oxidado con 0.25 % de NaClO) = 39%
 - A₂ (almidón oxidado con 0.50% de NaClO) = 39.5 %
 - Plastificante: aceite de orégano,
 - O₁ (aceite de orégano) = 0.5 %
 - O₂ (aceite de orégano) = 1 %
- Disolvente 60 %:
 - Agua destilada, porcentaje constante

Tabla 2. Formulaciones de recubrimientos en concentraciones partir de 100 ml de solución.

		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Formulación recubrimientos	Almidones oxidados	A ₁	A ₁	A ₂	A ₂	Tratamiento control
	Aceite de orégano	O ₁	O ₂	O ₁	O ₂	
	Agua destilada	Constante				

3.4.2 Métodos.

3.4.2.1 Obtención de almidón.

Se obtuvo almidón nativo de papa “*Solanum tuberosum*”, con el proceso de decantación aplicada por (Rivera, 2014), consiste en lavar y desinfectar correctamente la papa, trocearla licuar, posteriormente se filtró en una malla fina, finalmente se hizo la decantación 4 veces, este proceso se basa fundamentalmente en la separación de componentes, los cuales presentan diferentes fases únicamente cuando haya una diferencia significativa entre las densidades de estas, el almidón obtenido se deja secar en estufa.

El rendimiento en porcentaje de almidón natural se obtuvo según la siguiente expresión propuesta por (Sommano et al., 2018)

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Almidón nativo seco (g)}}{\text{peso de materia prima (g)}} \times 100\% \quad \text{Ecu. 1}$$

En la figura 5. Se visualiza el proceso de obtención de almidón natural de papa “*Solanum tuberosum*” (variedad capiro).

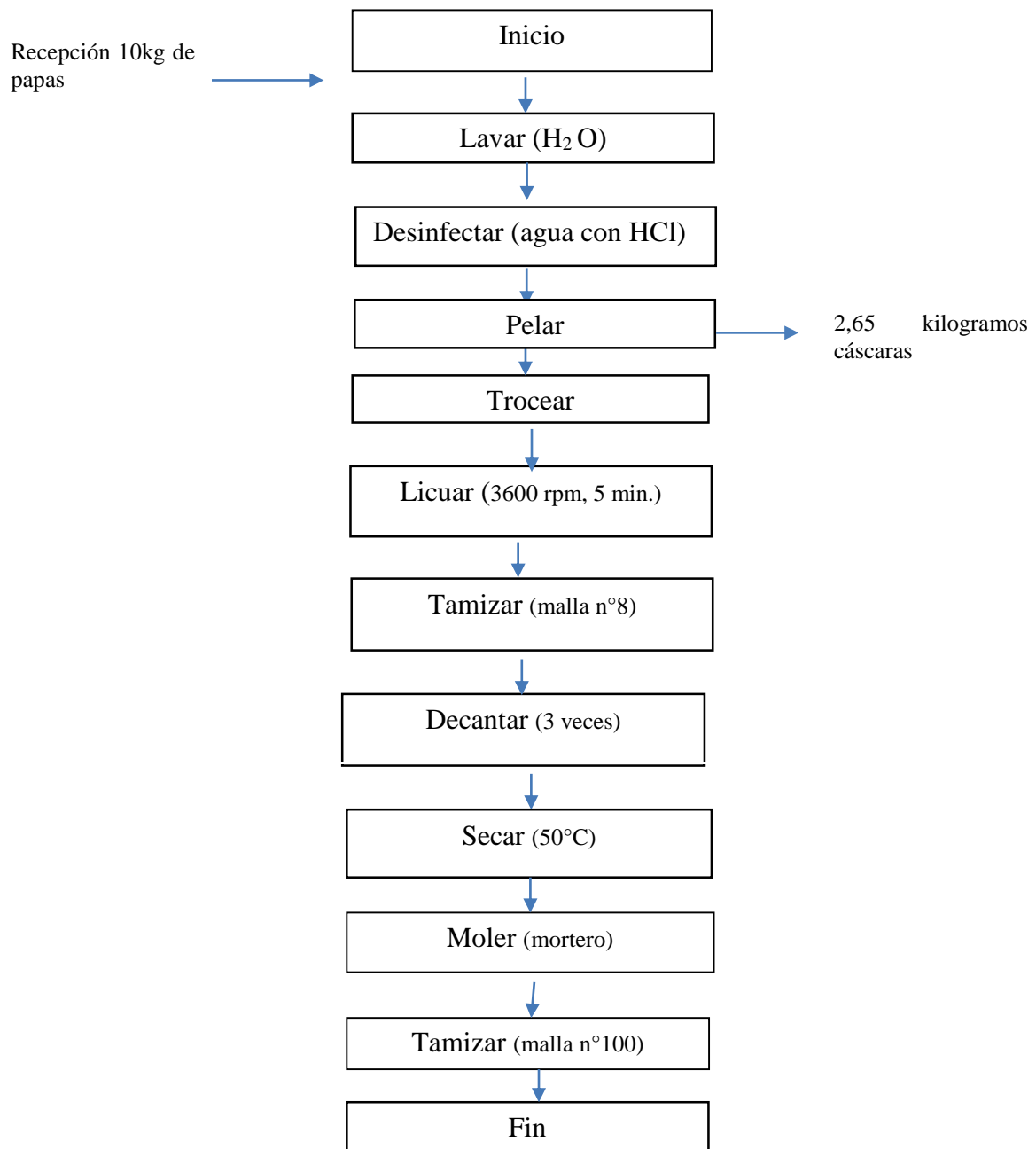


Figura 6. Diagrama de flujo de obtención de almidón

3.4.2.2 Modificación del almidón.

El proceso de oxidación de almidón se realizó de acuerdo con el método aplicado por (Sulbarán, Matiz & Baena, 2018). En la figura 6 se visualiza el diagrama de flujo para la modificación de almidón natural, donde, se debe preparar una pasta con 40% de sólidos para esto se dispersaran 200 g de almidón nativo, en 300 ml de agua destilada, la mezcla se agitó constantemente y calentándolo a 35°C se debe ajustar el pH a 9.5 con NaOH 2N y se agregara 100 ml gota a gota de una solución de hipoclorito de sodio al 0.25 y 0.50 de cloro activo v/v en un tiempo de

45 minutos manteniendo el pH dentro del intervalo 9.0 y 9.5 usando solución de H_2SO_4 1N, se debe dejar reaccionar 90 minutos, se debe ajustar nuevamente el pH para neutralizar las sustancias ácidas liberadas con NaOH 1N y finalmente se ajusta a un pH neutro con H_2SO_4 1N. La mezcla se retiró del calor y se llevó a decantación con la adición de un litro de agua destilada, finalizado el proceso de sedimentación se debe retirar el agua e iniciar un lavado con tres repeticiones o al menos hasta que el agua se torne cristalina agitando la mezcla para liberarla de las sustancias sobrantes de la reacción. El almidón oxidado se lleva a secado en una estufa a $50\text{ }^\circ\text{C}$ por 48 h, las muestras se deben moler y tamizar.

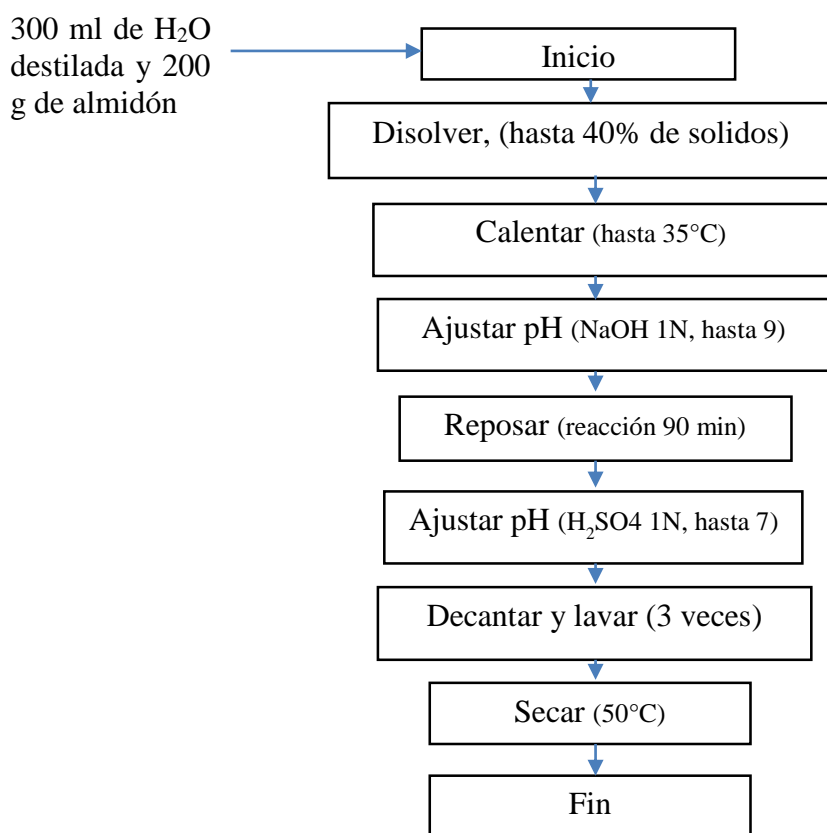


Figura 7. Diagrama oxidación de almidón nativo.

3.4.2.2.1 Grupos carboxilos

Se determina el grado de sustitución de grupos carboxilos presentes en el almidón oxidado con el método usado por (Sulbarán, Matiz & Baena, 2018). Se pesan 2 g de almidón oxidado en un vaso de 250 ml, se adicionan 25 ml de HCl 0.1N y se mezcla con un agitador magnético durante 30 minutos seguidamente se filtra con papel filtro y la pasta se transfiere a un Erlenmeyer de 500

ml el cual contiene 300 ml de agua destilada. Se calienta durante 15 minutos en un agitador magnético. Finalizado el tiempo se adicionan 150 ml de agua destilada a temperatura ambiente y se permite estabilizar a una temperatura entre 34 – 39°C. Finalmente se titula a pH a 8.3 con NaOH 0.01N, utilizando un pH metro.

$$\% \text{ carboxilos} = \frac{\text{muestra} - \text{blanco} * N \text{ NaOH} * 100 * 0.045}{\text{peso muestra seca}} \quad \text{Ec.2}$$

Donde

0.045 = miliequivalentes del grupo carboxilo

ml blanco = ml de NaOH 0.01N ocupados en la valoración ácido-base de almidón nativo

ml muestra = ml de NaOH 0.01 N ocupados en la valoración ácido-base de almidón oxidado

3.4.2.2.2 Grupos carbonilos.

Se determina el grado de sustitución de grupos carbonilos presentes en el almidón oxidado mediante el método de (Sulbarán, Matiz & Baena, 2018). Pesando 4g de almidón oxidado y nativo en un vaso de precipitado de 500 ml, se adicionan 100 ml de agua tipo destilada, la suspensión se gelatiniza en un baño de agua hirviendo a 70°C durante 20 minutos, después se enfría a 40°C, se ajusta el pH a 3.2 con HCl 0.1N y se agregan 15 ml de NH₂OH hidroxilamina que es un compuesto que procede de sustituye un átomo de Hidrógeno del amoníaco por un hidroxilo, luego se coloca en un baño de agua a 40°C con agitación lenta durante 4 horas, transcurrido el tiempo se titula a pH de 3.2 con HCl 0.1N.

$$\% \text{ carbonilos} = \frac{(\text{ml blanco} - \text{ml muestra}) * N \text{ HCl} * 0.028 * 100}{\text{gramos muestra}} \quad \text{Ecu.3}$$

Donde

0.028 = miliequivalentes del grupo carbonilo

ml blanco = ml de HCl 0.1 N gastados en la valoración ácido-base de almidón nativo

ml muestra = ml de HCl 0.1 N gastados en la valoración ácido-base de almidón oxidado

3.4.2.3 Elaboración y Aplicación de recubrimientos comestibles

En la figura 8 se indican los pasos de elaboración los recubrimientos comestibles aplicando el método usado por Mate y colaboradores en su investigación por el método organoléptico de productos cárnicos con RECUBRIMIENTOS a partir de compuestos antimicrobianos (2011). En la figura 7 es posible visualizar el diagrama de flujo del proceso donde se homogeniza las fases que componen los recubrimientos, iniciando con la preparación de una mezcla de 100 ml, con 60% agua destilada de la marca Nova laboratorios, 39 o 39.5 % de almidón oxidado y 1.0 % o 0,5% de aceite de orégano obtenido de la marca aroma lab, se hará una homogeneización de fases a una velocidad de 24000 rpm. durante 5 minutos posteriormente se filtró la mezcla.

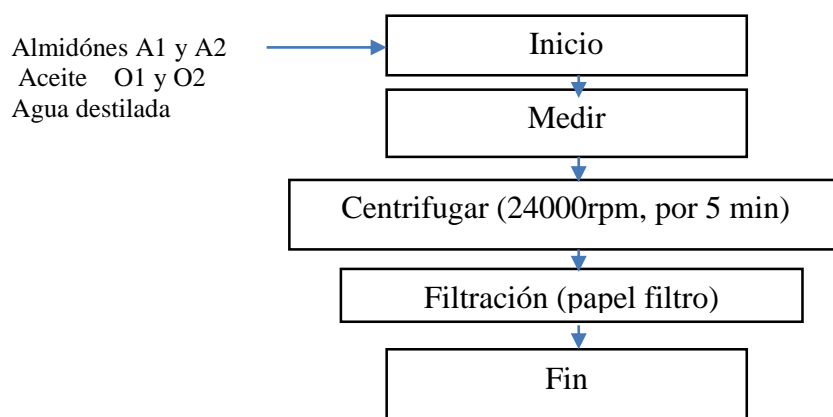


Figura 8. Diagrama de elaboración de recubrimiento comestible.

En la figura 9, representa el diagrama de proceso de aplicación de recubrimientos, en donde se trabajó sobre medallones homogéneos fileteados con 2 cm de grosor, y 5 cm de diámetro, en lugar de trabajar con las pechugas completas de pollos sacrificados el mismo día. Se introducen totalmente las pechugas de pollo en 100 ml del recubrimiento comestible durante 2 minutos, el exceso de recubrimiento se escurre durante un lapso de 30 segundos. Los recubrimientos se conformarán tras secarse en presencia de corrientes de aire frío, exponiendo cada pechuga de pollo 45 segundos. Se realizó un envasado en bandejas de poliestireno y papel film y almacenó en refrigeración a 4°C.

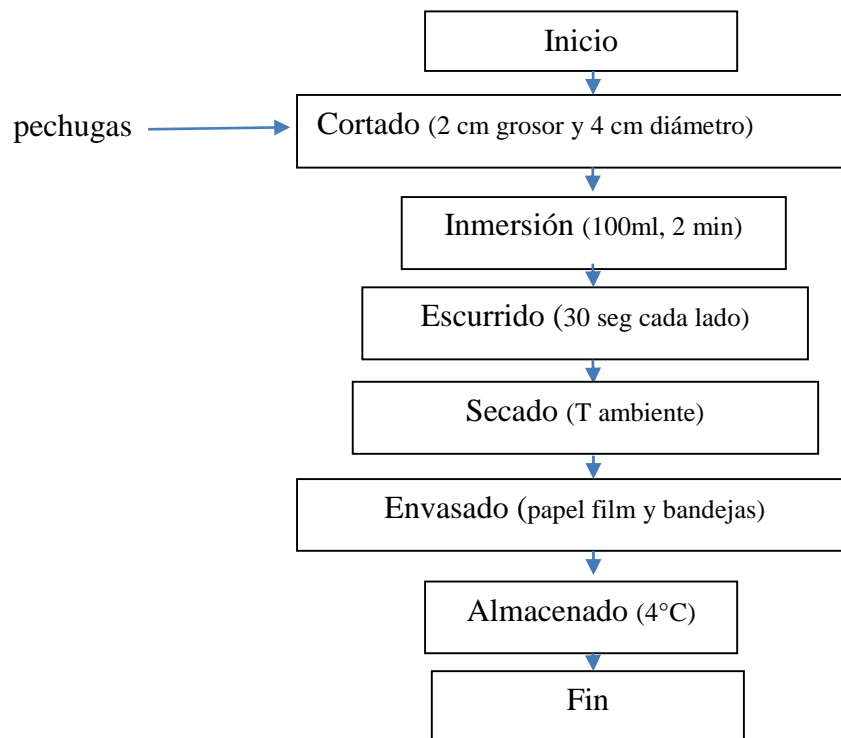


Figura 9. Diagrama de elaboración de recubrimiento comestible

3.4.2.4 Análisis microbiológicos.

Se usaron placas Petri film para el recuento de *Aerobios mesófilos*, *Escherichia coli*. y *Salmonella*, están conformadas principalmente por una cubierta rehidratante de nutrientes y agentes coagulantes que proporciona resultados con los siguientes procedimientos: inoculación, incubación y recuento. Esta alternativa de siembra sin que sea necesario preparar medios de cultivo y sin cajas petri ahorra tiempo. Este proceso se realizará de acuerdo a las normas NTE INEN 1529-7 de 2013 y NTE INEN 2346 de 2015.

En conteo de unidades formadoras de colonias, se hizo aplicando la ecuación 4 la cual expresa la relación del número de colonias por cada microorganismo por cada cinco diluciones se encuentran en el anexo 6.

$$\frac{UFC}{ml} = \frac{N^{\circ} \text{ de colonias por placa}}{\text{volumen sembrado} * \text{dilución}} \quad \text{Ec. 4}$$

3.4.2.5 Medición de pH.

La medición se realizó en homogeneizados de carne, de los cuales se toma 10 g y se le añade 10 ml de agua destilada para posteriormente homogeneizar durante 1 minuto, esperar de 10 minutos, posteriormente se pone el electrodo en los tratamientos y esperamos que la medida se tenga un equilibrio, se repite el proceso 3 veces; el electrodo se limpia con agua destilada y secado sin frotar para cada repetición. Este proceso se realizó fundamentándose en la norma NTE INEN 783 de 2010.

3.4.2.6 Análisis Sensorial.

Se realizó un análisis sensorial a todos los tratamientos para identificar el mejor tratamiento, para lo cual se usó una prueba afectiva para determinar la aceptabilidad del producto en donde fue aplicada a 50 jueces no entrenados debido a la emergencia sanitaria que se enfrenta actualmente se aplicó las pruebas a personas cercanas, de donde se obtuvo los resultados para el análisis sensorial. Para esto se utilizó la hoja de cata con una escala hedónica como se muestra en la siguiente tabla, evaluando las características físicas (color, olor, sabor, textura) del producto.

Tabla 3. Escala hedónica y codificación de tratamientos.

	Puntaje	Categoría		Código	Tratamiento
Escala hedónica	1	Me disgusta mucho	Codificación de tratamientos	662	T1
	2	Me disgusta		123	T2
	3	No me gusta ni me disgusta		210	T3
	4	Me gusta		323	T4
	5	Me gusta mucho		456	T5

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Previo al estudio del efecto de la aplicación de recubrimientos comestibles en pechugas de pollo, se realizó la obtención y oxidación del almidón nativo obteniendo los siguientes resultados.

4.1.1. Obtención y modificación de almidón nativo.

En el proceso de obtención de almidón se usaron 10 kg de papas de la variedad Capiro desinfectadas y limpias, las cuales fueron despojadas de su cáscara, se pesaron en la balanza kilométrica obteniendo un peso en base seca de 7.35 kilogramos. Posteriormente se trituraron en una licuadora industrial y se pasó a un recipiente plástico que tenía un volumen de 10 litros obteniendo un volumen de 7.07 litros (ver anexo 3). Una vez finalizado el proceso se obtuvieron 1.32 kilogramos de almidón nativo en base seca.

Para obtener el porcentaje de rendimiento de almidón nativo se aplicó la siguiente ecuación con los siguientes datos:

Peso papas con cáscara: 10 Kg

Peso almidón nativo: 1.32 Kg

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Almidón nativo seco (g)}}{\text{peso de materia prima (g)}} \times 100\% \quad \text{Ec.1}$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{1.32\text{kg}}{10\text{kg}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 13.2 \%$$

Una vez interpretados los resultados se puede afirmar que del procesamiento de 10 kilogramos de papa de la variedad capiro, el 26.5 % correspondió a cáscaras y residuos de papas, el 73.5% a pulpa en base seca de la cual se obtuvieron 13.2 % (ver cálculos en anexos 3).

4.1.1.2 Modificación de almidones

Una vez oxidado el almidón se hizo un análisis de carboxilos y carbonilos con el propósito de determinar el grado de oxidación que presentan los almidones oxidados con 0,25 % y 0,50 % de NaOCl definir su efecto en la elaboración de recubrimientos.

4.1.1.2.1 Grupos carboxilo

Para determinar el grado de oxidación en los grupos carboxilos se aplica la ecuación 2, con los datos obtenidos en el proceso de titulación con HCl 0.1N descrito en la metodología capítulo III, ver anexo 4.

$$\% \text{ carboxilos} = \frac{\text{muestra} - \text{blanco} * N \text{ NaOH} * 100 * 0.045}{\text{peso muestra seca}} \quad \text{Ec.2}$$

Grupos carboxilos almidón A1 con 0.25 % de hipoclorito de sodio

Datos

ml muestra: 13.9 ml

ml blanco = 10.9 ml

normalidad NaOH = 0.01N

peso muestra seca = 2 g

$$\% \text{ carboxilos a } 0.25\% \text{ NaOCl} = \frac{(13.9 \text{ ml} - 10.9 \text{ ml}) * 0.01N * 100 * 0.045}{2g}$$

$$\% \text{ carboxilos a } 0.25\% \text{ NaOCl} = 0.0697$$

Grupos carboxilos almidón A2 con 0.50 % de hipoclorito de sodio

Datos

ml muestra: 17.6 ml

ml blanco = 10.9 ml

normalidad NaOH = 0.01N

peso muestra seca = 2 g

$$\% \text{ carboxilos a } 0.50\% \text{ NaOCl} = \frac{(17.6 \text{ ml} - 10.9 \text{ ml}) * 0.01N * 100 * 0.045}{2g}$$

$$\% \text{ carboxilos a } 0.50\% \text{ NaOCl} = 0.1599$$

En la tabla 4 se puede observar el grado de sustitución en los grupos carboxilos que presentaron los almidones A₁ y A₂.

Tabla 4. Porcentaje del grado de sustitución de grupos carboxilo (GS) de oxidación

Almidón	NaOCl (% de cloro activo)	% Carboxilos (GS)
Nativo	---	0.0000
A ₂	0.50	0.1519
A ₁	0.25	0.0697

El análisis de grupos carboxilos estableció que los grupos OH de las moléculas de almidón tipo A₂ oxidadas por grupos carboxilo (COOH) tiene un nivel más alto de sustitución que el almidón tipo A₁ y por ende el almidón tipo A₂ presenta más estabilidad que el almidón A₁ para la formulación de recubrimientos comestibles.

4.1.1.2.2 Grupos carbonilos.

Para determinar el grado de oxidación en los grupos carbonilos se aplica la ecuación 3, con los datos obtenidos en el proceso de titulación con HCl 0.1N descrito en la metodología capítulo III, ver anexo 4.

$$\%carbonilos = \frac{(ml\ blanco - ml\ muestra) * N\ HCl * 0.028 * 100}{gramos\ muestra} \quad Ec.3$$

Grupos carbonilos almidón A1 con 0.25 % de hipoclorito de sodio

Datos

ml muestra: 8.9 ml

ml muestra blanco: 9.3 ml

normalidad: HCl 0.1 N

peso muestra: 4 g

$$\%carbonilos = \frac{(9.3\ ml - 8.9\ ml) * 0.1N\ HCl * 0.028 * 100}{4g}$$

$$\%carbonilos = 0.030$$

Grupos carbonilos almidón A2 con 0.50% de hipoclorito de sodio

Datos

ml muestra: 8.4 ml

ml muestra blanco: 9.3 ml

normalidad: HCl 0.1 N

peso muestra: 4 g

$$\% \text{carbonilos } 0.50\% \text{ NaOCl} = \frac{(9.3\text{ml} - 8.4\text{ml}) * 0.1\text{N HCl} * 0.028 * 100}{4\text{g}}$$

$$\% \text{carbonilos} = 0.07$$

En la tabla 5 se encuentran los resultados de los cálculos desarrollados con la ecuación 3, obteniendo el porcentaje de carbonilos equivalentes al grado de sustitución (GS) ver anexo 4.

Tabla 5. porcentaje de carbonilos equivalentes al grado de sustitución (GS)

Almidón	NaOCl (% de cloro activo)	% Carbonilos (GS)
Nativo	--	0.000
Oxidado	0.50	0.0700
	0.25	0.0307

El porcentaje de sustitución de carbonilos del almidón A₁ fue mucho menor del almidón A₂, esto debido a que el porcentaje de NaOCl fue inferior, por tanto, el almidón tipo A₂ presentó en los grupos OH de sus moléculas un porcentaje mayor de moléculas oxidadas a grupos carbonilo (C=O) que el tipo de almidón A₁.

4.1.2 Análisis microbiológicos

El análisis microbiológico se realizó después de 48 horas, porque es el tiempo necesario para la incubación de microorganismos. La concentración de UFC presentes en cada placa Petri film se calculó mediante el producto entre el número de colonias de placa dividido por la dilución de la suspensión multiplicada por el volumen de la siembra como se indica en la ecuación 4, (ver anexo 6)

$$\frac{UFC}{ml} = \frac{N^{\circ} \text{ de colonias por placa}}{\text{volumen sembrado} * \text{dilución}} \quad \text{Ecu. 4}$$

El análisis microbiológico se realizó de acuerdo a la norma NTE INEN 2346, haciendo 5 diluciones para cada análisis. En la tabla número 6 se establece el conteo de aerobios mesófilos.

Tabla 6. . Conteo de UFC analizando el parámetro de Aerobios mesófilos, E coli y Salmonella

Parámetro analizado en (UFC/ml)				
	Aerobios mesófilos	Echerichia. coli	Salmonella	
	T ₁	1.8x10 ⁴	<10	AUSENCIA
	T ₂	1.7x10 ⁴	<10	AUSENCIA
Tratamientos	T ₃	1.9x10 ⁴	<10	AUSENCIA
	T ₄	1.0x10 ⁴	<10	AUSENCIA
	T ₅	2.2x10 ⁵	<10	AUSENCIA

En el análisis de *Aerobios mesófilos* se identificó un crecimiento de microorganismos superior en el tratamiento T₅, debido a que se trataba del tratamiento control seguido por el tratamiento T₃ que contenía en su formulación almidón A₂ y aceite de orégano de tipo O₁ siendo un porcentaje de aceite bajo por lo que se expresa en la baja efectividad de este recubrimiento. Por otro lado, el tratamiento T₄ presentó un crecimiento de 1.0x10⁴ UFC/ml siendo el resultado con menor cantidad de unidades formadoras de colonias de *Aerobios mesófilos* demostrando que los compuestos activos del aceite de orégano como son el carvacrol y el timol actúan en la pared celular de estos microorganismos retardando su desarrollo a nivel celular. Este tratamiento con formulaciones de almidón A₂ y aceite de orégano tipo O₂ brinda mayor efectividad en la conservación de este tipo de carne.

En el análisis de *Escherichia coli*, todos los tratamientos mostraron unidades formadoras de colonias menores a 10 UFC/g siendo criterios no aceptables para su interpretación, demostrando que a pesar de que existen microorganismos viables en las muestras. En el análisis de *Salmonella* permitió identificar que no existían microorganismos viables que permitan el desarrollo de colonias de este microorganismo a pesar de dar un tiempo de incubación de 48 horas posiblemente porque la carne procedía de un establecimiento con altos estándares de calidad, porque el tiempo de incubación fue el necesario para el desarrollo del microorganismo, pero no se pudo evaluar la eficiencia del recubrimiento ante este microorganismo porque todos los tratamientos presentaron las mismas características de desarrollo microbiano.

En la tabla 7 se determinó el tiempo de vida útil de los mejores tratamientos y al tratamiento testigo, mediante un análisis microbiológico de mesófilos aerobios, ver anexo 6.

Tabla 7. Análisis microbiológico de Mesófilos aerobios para determinar el tiempo de vida útil de los mejores tratamientos y tratamiento control.

Días	Tratamiento	Mesófilos aerobios
		UFC/ml
1	Testigo	1.6×10^2
	T2	0
	T4	0
2	Testigo	2.4×10^2
	T2	0
	T4	0
3	Testigo	2.9×10^2
	T2	<10
	T4	<10
4	Testigo	3.1×10^2
	T2	<10
	T4	<10
7	Testigo	3.2×10^2
	T2	<10
	T4	<10
8	Testigo	3.3×10^2
	T2	<10
	T4	<10
10	Testigo	3.3×10^2
	T2	<10
	T4	<10
11	Testigo	3.3×10^2
	T2	<10
	T4	<10
14	Testigo	3.3×10^2
	T2	<10
	T4	<10

4.1.3 Medición de pH

En la tabla 8 se muestran los datos obtenidos a lo largo de 15 días en la medición de pH, la cual se hizo con el método electrométrico descrito en el capítulo III metodología, con tres repeticiones para los mejores tratamientos y el tratamiento testigo ver anexo 7.

Tabla 8. pH de la carne de pollo durante 15 días con y sin recubrimiento.

Día	Tratamientos	pH
1	Testigo	5.593
	T ₂	5.829
	T ₄	5.273
2	Testigo	6.008
	T ₂	6.296
	T ₄	5.968
3	Testigo	6.020
	T ₂	6.049
	T ₄	6.003
4	Testigo	6.476
	T ₂	5.891
	T ₄	6.058
7	Testigo	6.684
	T ₂	6.146
	T ₄	5.923
8	Testigo	6.704
	T ₂	6.761
	T ₄	6.037
10	Testigo	6.967
	T ₂	6.364
	T ₄	6.371
11	Testigo	7.121
	T ₂	6.383
	T ₄	6.419
12	Testigo	7.283
	T ₂	6.442
	T ₄	6.463
14	Testigo	7.399
	T ₂	6.696

	T4	6.812
15	Testigo	7.404
	T2	6.809
	T4	6.794

4.1.4 Análisis sensorial.

A continuación se muestran los resultados estadísticos del análisis sensorial de los diferentes tratamientos, en donde se evaluaron atributos como color, olor, sabor y textura de pechuga de pollo mediante un análisis estadístico de varianza ANOVA y prueba comparativa de Tukey con 95 % de confianza con p valor (0.05), cuyo fin fue indicar si existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para los atributos de color, olor, sabor y textura; así mismo, determinar el mejor tratamiento.

4.1.4.1 Análisis estadístico para el atributo color.

En la tabla 9, se observa que los resultados del análisis estadístico acerca del atributo de color se obtuvo un p valor <0.0001 al compararlo con el nivel de significancia $\alpha 0.05$ indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos. Los tratamientos T₂, T₄ son estadísticamente diferentes de T₃ al no compartir el mismo rango (A), (B) y (C), sin embargo, los tratamientos T₁ y T₅ son estadísticamente iguales al compartir el mismo rango (B) y (C) y en cuanto al nivel de preferencia el tratamiento T₂ obtuvo una media alta de 3.68 que equivale a (Me gusta) mientras que, el T₃ tuvo una media baja de 2.94 que equivale a (Me disgusta).

Tabla 9. Comparación de Tukey color

Tratamiento	Medias	N	Agrupación		P valor
T ₂	3.68	50	A		<0.0001
T ₄	3.46	50	A	B	
T ₁	3.24	50		B C	
T ₅	3.24	50		B C	
T ₃	2.94	50		C	

Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos de acuerdo con la prueba de Tukey (p <0,05)

4.1.4.2 Análisis estadístico para el atributo olor.

En la tabla 10, se observa que en los valores del análisis estadístico con relación al atributo olor se obtuvo un p valor < 0.0001 , al compararlo con el nivel de significancia $\alpha 0.05$ muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos, Los tratamientos difieren entre sí debido a que se usaron diferentes porcentajes de aceite de orégano que fue fácilmente detectable por el aroma que le confiere y la concentración de almidón oxidado en las pechugas de pollo. Estos factores influyen en el cambio del olor característico de la misma, sin embargo, en el tratamiento testigo no se observó ningún cambio. Respecto al nivel de preferencia el tratamiento T₂ obtuvo una media más alta de 3.96 correspondiente a (Me gusta) y el tratamiento T₁ mostró una media baja de 2.92 equivalente a (No me gusta ni me disgusta).

Tabla 10. Comparación de Tukey olor

Tratamiento	Medias	N	Agrupación		P valor
T ₂	3.96	50	A		<0.0001
T ₄	3.72	50	A	B	
T ₅	3.44	50		B C	
T ₃	3.22	50		C D	
T ₁	2.92	50		D	

Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos de acuerdo con la prueba de Tukey (p <0.05)

4.1.4.3 Análisis estadístico para el atributo sabor.

En la tabla 11, se observa que en los datos del análisis estadístico del atributo sabor los tratamientos difieren entre sí debido a que se usaron diferentes porcentajes de aceite de orégano y almidón oxidado en las pechugas de pollo alteró el sabor característico de la misma por el contrario el tratamiento T₅ no se observó ningún cambio. Con relación al nivel de preferencia el tratamiento T₂ obtuvo una media más alta de 4.22 equivalente a (Me gusta) y el tratamiento T₃ tuvo una media baja de 3.04 correspondiente a (No me gusta ni me disgusta).

Tabla 11. Comparación de Tukey sabor.

Tratamiento	Medias	N	Agrupación		P valor
T ₂	4.22	50	A		<0,0001
T ₄	3.96	50	A	B	

T ₅	3.68	50	B	C
T ₁	3.32	50		C D
T ₃	3.04	50		D

Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos de acuerdo con la prueba de Tukey (p <0.05)

4.1.4.4 Análisis estadístico para el atributo textura

En la tabla 12 se observa que en los datos del análisis estadístico en cuanto al atributo textura se obtuvo un p valor <0.0001 al compararlo con el nivel de significancia α 0.05 indica la existencia de una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos. Los tratamientos T₂, T₄, T₅ y T₃ son estadísticamente diferentes al no compartir el mismo rango (A), (B) y (C), sin embargo, los tratamientos T₃ y T₁ son estadísticamente iguales al compartir el mismo rango (C). En cuanto al nivel de preferencia fue el tratamiento T₂ con una media alta de 4.26 correspondiente a (Me gusta) y el tratamiento T₁ obtuvo una media baja de 2.94 (No me gusta ni me disgusta).

Tabla 12. Comparación de Tukey textura

Tratamiento	Medias	N	Agrupación	P valor
T ₂	4.26	50	A	<0.0001
T ₄	3.78	50	B	
T ₅	3.54	50	B C	
T ₃	3.16	50	C	
T ₁	3.12	50	C	

Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos de acuerdo con la prueba de Tukey (p <0.05)

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1 Obtención y modificación de almidón nativo.

Se logró obtener un rendimiento neto de 13.2 % después de aplicar la ecuación 1, el cual es un valor inferior al obtenido por (Pedraza & Arenas, 2017) quienes identificaron las características del proceso de modificación de almidón de papa de la variedad capiro por oxidación, obtuvieron un rendimiento neto de almidón nativo de 18.52%. A pesar de usar la misma variedad de papa

el rendimiento de almidón es menor, probablemente por los equipos usados, el estado y forma de la materia prima.

La oxidación se hizo en una dilución con 40 % de sólidos usando agua destilada y almidón nativo. Las reacciones que se presentan principalmente en la oxidación de almidón con hipoclorito de sodio son el quiebre de enlaces de cadenas poliméricas y por ende se da lugar a la oxidación a grupos carbonilo y carboxilo. El (GS) representa el grado de oxidación o el número de grupos hidroxilos sustituidos dentro de la estructura del almidón, los resultados de (GS) para los tratamientos T₁ y T₂ fueron de 0.0307% carbonilos y de carboxilos de 0.0697%, en los tratamientos T₃ y T₄ carbonilos 0.0700% y carboxilos 0.1519%, resultados que se asemejan a lo reportado por (Galván & Salcedo, 2020) en donde evaluaron las consecuencias de aplicar diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio a diferentes tiempos de reacción, reportando a 0.50% de concentración de NaOCl un grado de sustitución (GS) de 0.012% de carbonilos y 0.680 de carboxilos, concluyendo que uno de los efectos de la oxidación con hipoclorito está relacionado con la concentración de cloro, a mayor concentración los almidones presentaran mayor grado de oxidación.

La guía técnica de producción y análisis aplicado en almidón de yuca propuesta por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura FAO, (2007) establece un máximo grado de sustitución (GS) de 3% por tratarse de un material empleado en alimentos. En la presente investigación se presentó un grado máximo de sustitución de 0.1519 en carboxilos presentes en los tratamientos T₃ y T₄ correspondientes a la reacción de 0.50% con NaOCl, los resultados muestran que todos los almidones se sustituyeron de manera muy similar, siendo unos valores muy por debajo de lo permitido, el grado de oxidación depende del pH, la concentración del reactivo y la presencia del catalizador, el proceso de oxidación tomó aproximadamente 90 minutos.

4.2.2 Elaboración y aplicación de recubrimientos comestibles.

La elaboración y aplicación de recubrimientos comestibles se hizo por inmersión y la homogeneización de fases se realizó a 24000 rpm en dos tiempos dos y cuatro minutos ver anexo 6, debido a que tardó más en homogeneizar, este proceso de centrifugación tardó el doble del establecido por (Ramírez, 2011). El cual elaboró soluciones formadoras de recubrimientos antimicrobianos con aceite esencial de orégano y proteínas aisladas en donde hizo la

homogeneización de fases en solo dos minutos con la misma velocidad, se puede decir que la diferencia en el tiempo de homogeneización de cada solución se establece por los componentes que se usan. La filtración se realizó con un embudo y una malla número 100, pero a pesar de ser una malla fina en la solución final se observaron una mínima cantidad de grumos pequeños, por lo que se recomienda usar papel filtro o que se prolongue un poco más el tiempo de centrifugación para que ya no se observe dicha irregularidad en la elaboración de recubrimiento, se obtuvieron cuatro recubrimientos de color blanquecino brillante y homogéneos en los tratamientos T₃ y T₄ se podía percibir pobremente el olor de hipoclorito de sodio.

La aplicación del recubrimiento comestible a la carne cruda color rosado pálido le otorgó un color más blanco, esto debido al blanqueamiento del almidón provocado por la oxidación, la película comestible tomó un color blanco transparente y brillante debido a la adición del aceite esencial, a pesar de solo tener 0.5 y 1 % de este compuesto se podía apreciar el olor del orégano en el recubrimiento.

Se usaron en total 25 pechugas de pollo con un peso aproximado de 550g cada una, en la aplicación de los recubrimientos se usaron 100 ml de una suspensión que contenía (0.5 y 1.0 %) de aceite de orégano, (39 y 39.5%) de almidón oxidado en base seca y 60% de agua destilada por cada 5 medallones para asegurar una inmersión exitosa de los recubrimientos se dio un tiempo de inmersión de 2 minutos. Las formulaciones juegan un papel importante para obtener recubrimientos con características adecuadas, (Gómez, 2020) manifiesta que las concentraciones por encima de 0.06 % de aceites esenciales reducen el desarrollo de microorganismos aerobios, pero concentraciones superiores a 5 % afectan las características del alimento como el sabor y olor, la formulación que se aplicó en la presente investigación se basó en lo manifestado por el mencionado autor encontrando que una concentración de 0.5 y 1 % de aceite esencial fue la más idónea para este tipo de carne, resultado que es confirmado más adelante con la evaluación sensorial aplicada.

4.2.3 Análisis microbiológicos

La norma NTE INEN 2346 establece un mínimo de 1.0×10^6 y un máximo 1.0×10^7 UFC para aerobios mesófilos. En el análisis microbiológico, el tratamiento con menor unidades de crecimiento de microorganismos visibles fue el T₄, con 1.0×10^4 UFC, seguido del tratamiento

T₂ con 1.7×10^4 UFC. Por otro lado, los tratamientos que mostraron un mayor crecimiento microbiano fueron el tratamiento T₅ que corresponde al tratamiento de control con 2.2×10^4 UFC seguido del tratamiento T₃. Todos los tratamientos cumplen con los parámetros establecidos en la norma.

En el análisis de *Escherichia coli* la norma NTE INEN 2346 establece un mínimo de 1.0×10^2 y un máximo de 1.0×10^2 encontrando que este parámetro microbiológico también cumple con lo establecido en la norma ya que en los resultados todas las muestras tenían un crecimiento menor a 10 UFC.

Los resultados se pueden asociar con la investigación de (Hilvay, 2015) estudió las características que brindan recubrimientos comestibles a base aceites esenciales de orégano y almidón oxidado de yuca en la aplicación de carne de cuy en donde obtuvo un recuento microbiano de aerobios mesófilos de 1.5×10^5 UFC, en lo que respecta al recuento de *Escherichia coli* obtuvo un resultado menor a 10 UFC/g, un recuento inferior a los parámetros máximos dados por la norma.

La carga microbiológica entre los diferentes tipos de carne suele variar debido a su origen y al manejo *post mortem* que se le aplica. Comparando con el tratamiento control T₅, los tratamientos con recubrimiento comestible mostraron un crecimiento menor de aerobios mesófilos. En cuanto a el análisis de *Salmonella* los tratamientos reflejaron AUSENCIA de UFC. Este parámetro obedece a los valores establecidos en la norma NTE INEN 2346, indicando que la carne se encuentra apta para el consumo humano.

Tiempo de vida útil

Se determinó que el tratamiento testigo tuvo una vida útil de 2 a 7 días, debido a que hasta en este periodo de tiempo en la tabla 7 se presentó un crecimiento correspondiente a la fase exponencial, a diferencia de los días 8 al 15 se observó que los microorganismos presentaron un crecimiento estacionario de 3.3×10^2 UFC/ml. Según menciona (Moreno, 2005) el recuento de microorganismos aerobios mesófilos, en condiciones establecidas, estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos. Refleja la calidad sanitaria de los productos analizados, indicando además de las condiciones higiénicas de la materia prima, la forma como fueron manipulados durante su elaboración. Un recuento bajo de aerobios mesófilos no implica o no

asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas, de la misma manera un recuento elevado no significa presencia de flora patógena. en alimentos perecederos manipulados correctamente pueden desarrollar recuentos elevados y perder calidad si son almacenados por un período de tiempo prolongado. En este caso, el recuento no se encontraría elevado por la condición de higiene del producto, sino por la vida útil del mismo.

Los tratamientos a los que se les aplico el recubrimiento no presentaron crecimiento de UFC en los días 1 y 2. De los días 3 al 15 ambas muestras presentaron un crecimiento < 10 UFC/ml, esto debido al efecto antimicrobiano de sus principios activos carvacrol y timol. Según menciona (Sanrango, 2020) en su investigación en donde evaluó en efecto del aceite de orégano como bioconservador en carne de pollo, indicando que el tratamiento control a lo largo de 12 días presento un crecimiento de 3.8×10^2 UFC/ml y a la carne que se aplicó concentraciones de aceite de orégano del 1%, presento un crecimiento < 10 UFC/ml, por lo que establece el efecto del aceite de orégano como inhibidor natural en la conservación y vida útil de la carne de pollo.

Se determino la vida útil de los tratamientos T₂ y T₄ evaluado el crecimiento microbiológico y observando las muestras refrigeradas usadas en la evaluación de pH ya que en el día 12 las muestras presentaron un olor desagrade por lo que deduce que la carne ya presentaba degradación en sus tejidos por lo que se establece una vida útil de 10 días para ambos tratamientos.

4.2.4 Análisis de pH.

El análisis de pH se realizó por 15 días a los tratamientos T₂, T₄ y un tratamiento testigo, en el día 1 las muestras presentaron un rango de pH de 5.2 a 5.8 siendo un pH normal. Según menciona (Moreno, 2005) el animal (pollo de carne) es sacrificado y se desencadenan una serie de acontecimientos que finalizarán con la instauración del *rigor mortis* y posterior maduración de la carne. La interrupción del riego sanguíneo y, por tanto, del aporte de oxígeno al músculo. A su vez el músculo trata de mantener su temperatura y la contracción muscular normal consumiendo ATP. Anaerobiosis y obtención de ATP vía glucólisis, descenso del pH por acumulación de ácido láctico. El valor normal de pH “vivo” es cercano a la neutralidad de 7.0 a 7.2, en las primeras horas desciende a cifras de 6.15 (pechuga), llegando a valores finales de: 5.70 (pechuga) a las 24 horas *post-mortem*.

A partir del día 2 hasta el 4 los valores de pH de todas las muestras presentan un rango de pH de 5.968 hasta 6.176 siendo valores estables y con un rango normal teóricamente, en el día 7 hasta el día 15 hay aumento de pH del tratamiento testigo de 6.6. hasta 7.4 indicando que incumplía con el parámetro establecido en la norma NTE INEN 783 la cual establece que el pH de la carne debe estar en rangos menores o iguales a 7.1.

En el día 7 hasta el 15 los tratamientos T₂ y T₄ hay un aumento de pH con un rango de 6.364 a 6.804. a pesar de que los tratamientos presentaron grados de pH menores a 7 en el día 15 no significo que presentaban mejor conservación ya que en el día 12 todas las muestras presentaron mal olor indicando su deterioro. Según indica (Portillo, Gómez y Martínez, 2016) el final de la vida útil es una consecuencia directa del crecimiento microbiano y/o la oxidación lipídica de las grasas. Por tanto, la vida comercial o fecha de caducidad de un producto no será sino la combinación de su pH final, crecimiento microbiano y la oxidación lipídica.

4.2.5 Análisis sensorial de los mejores tratamientos.

De acuerdo al análisis sensorial se determinó que los mejores tratamientos T₂ (39 % almidón oxidado + 0.5 % aceite de orégano + 60 % de agua destilada) y T₄ (39.5 % almidón oxidado + 0.5 % aceite de orégano + 60 % de agua destilada).

El color permite determinar el estado de los productos, al adicionar los recubrimientos comestibles en la carne, los tratamientos mantuvieron una misma coloración blanquecina, según (Bautista, 2020) menciona que la inclusión de almidón oxidado puede mantener una misma coloración uniforme en la carne, al someter las muestras al proceso de cocción (plancha) presentaron una tendencia hacia el color dorado característico de los alimentos pasados por la plancha, sin embargo al comparar con la muestra control esta presenta una coloración más opaca, la cual fue percibida de manera visual por los catadores mediante la evaluación sensorial.

Respecto al olor de las muestras se percibió el aceite de orégano contrastando con el olor del almidón oxidado de papa obteniendo así mayor aceptabilidad en los tratamientos T₂ y T₄ ya que presentan la concentración más alta de aceite de orégano, además esto explica la menor preferencia de T₅ (sin aceite de orégano). Según indica Hong (citado en Méndez, 2020) indica que además de inhibir los microorganismos estas manifestaciones son evidencias para indicar que el aceite de orégano mejora el aroma de la carne a la plancha por efecto de sus compuestos fenólicos predominantes (carvacrol y timol). Por otra parte, según Barbut (2020) menciona que durante el proceso de cocción (a la plancha) existen cambios en el aumento de concentración

de azúcares reductores y aminos ácidos libres estos cambios influyen en el olor de la carne durante los procesos de cocción, por lo que se puede afirmar que el proceso de cocción contribuyo a aumentar el olor del elemento que más sobresalió en las muestras en este caso fue el órgano.

Con relación al sabor en las muestras con recubrimiento resalto la mezcla de sabores entre el orégano, almidón de papa oxidado y del pollo cocido. Según menciona Barbut (2020) el sabor es el aspecto más importante que influye en la aceptabilidad del alimento. Por medio de la técnica a la plancha se desarrolla una cantidad significativa del sabor de las pechugas de pollo a través de reacciones complejas entre los compuestos naturales presentes en la carne cruda.

Las muestras de pechugas de pollo con adición de almidón de papa oxidado ayudan a reducir la dureza una de las características del atributo de textura. Según menciona Perdomo (2018) se debe a que la modificación permite mantener una textura deseable a pesar de las tensiones durante el proceso térmico, lo que permite expandir su rango de utilidad como aglutinante para mantener la jugosidad obteniendo reducción en la dureza de la carne teniendo un efecto positivo en la retención de jugos reduciendo así la dureza y aumentando el rendimiento de la carne.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El almidón oxidado con 0,50% de NaClO, tiene un grado de oxidación mayor que almidón oxidado con 0,25% de NaClO, por tanto, presenta mejor estabilidad en la formulación de recubrimientos porque existe en su estructura mayor introducción de grupos carbonilos y carboxilos en las unidades de glucosa, dentro de la matriz polimérica, por tanto, se disminuye la retrogradación.
- Los resultados del recuento microbiológico de pechugas de pollo con y sin recubrimientos muestran que son aptos para el consumo humano porque cumplen con los parámetros establecidos en la norma NTE INEN 2346. El T₄ presentó mayor efectividad para retardar el crecimiento de *aerobios mesófilos*, seguido del tratamiento T₂, porque ambos tratamientos presentaban la concentración más alta de aceite de orégano, ambos tratamientos tienen un tiempo de vida útil de 10 días.
- En el día 1 los tratamientos mostraron un pH normal de 5.2 a 5.8. A partir del día 7 hasta el 15 los tratamientos T₂ y T₄, mostraron rangos de pH menores a 7 indicando que los recubrimientos sí representaron barrera para el deterioro de las pechugas de pollo, a diferencia de T₅ que tiene rangos de 6.684 y 7.404 un valor que no cumple con el parámetro establecido en la norma NTE INEN 783.
- En el análisis organoléptico realizado mediante el análisis de varianza se determinó que los mejores tratamientos fueron T₂ (39 % almidón oxidado + 1 % aceite de orégano + 60 % agua destilada) y T₄ (39.5 % almidón oxidado + 0.5 % aceite de orégano + 60 % agua destilada) ya que presentaron mejor puntuación en los atributos como color, olor, sabor

y textura en las muestras de pechugas de pollo conservadas con un recubrimiento comestible a base de almidón de papa oxidado.

- El mejor tratamiento para elaborar recubrimientos comestibles fue el tratamiento T₄ (39.5 % almidón oxidado tipo A₂ + 1 % aceite de orégano + 60 % agua destilada), esto debido a que presentó los mejores resultados en los análisis microbiológicos, comportamiento de pH y en cuanto a análisis sensorial fue el segundo mejor tratamiento.

5.2. RECOMENDACIONES

- Seleccionar de manera exhaustiva la papa, en cuanto a tamaño, para obtener un mayor rendimiento a la hora de obtener el almidón.
- Se sugiere para futuros estudios que se realicen sobre este tema, se amplíe la cantidad de materia prima utilizada y aumentar el muestreo para obtener un mejor mecanismo del recubrimiento comestible.
- En el proceso de oxidación se sugiere hacer los lavados necesarios hasta que el olor de la suspensión se torna neutro, el olor del hipoclorito de sodio puede afectar la percepción de los recubrimientos negativamente.
- Se recomienda cuando se obtenga almidón en el proceso de decantación hacer más de tres lavados en él para obtener un almidón con mayor pureza.
- En la homogeneización de fases es mejor realizarla en dos tiempos, en el primero colocar el agua destilada ya diluida con el almidón en los tubos con tapa y poner el aceite con una pipeta gota a gota a lo largo de las dos fases de centrifugación.
- En la oxidación de almidón es importante no subir rápidamente las temperaturas debido a que el almidón tiende a aglutinarse y cocinar rápidamente.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, R. (2014). La mala conservación de la carne puede causar incluso la muerte Opinión, *Diario de circulación nacional*.
- Agudelo, I. (2018). *Propuesta para la implementación del laboratorio de análisis sensorial para liberación de jarabes terminados y bebidas no alcohólicas en el área de calidad de una empresa multinacional de consumo masivo*. Bogotá. Colombia: Universidad Libre de Colombia. Facultad de Ingenierías. Especialización en Gerencia en Calidad de Productos y Servicios. Tesis de grado.
- Albado, P; Sáez, F & Grabiél, S. (2001). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial del *Origanum vulgare* (Orégano). *Revista electrónica Scielo*.
- Armendáriz, J. (2020). *Procesos de preelaboración y conservación en cocina*. Madrid. España: Paraninfo S. A.
- Arzapalo, D; Huamán, K; Quispe, S & Espinosa, C. (2015). Extracción y caracterización del almidón de tres variedades quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) negra collana, pasankalla roja y blanca Junín. *Revista de la sociedad química del Perú*. Vol. 81 (1).
- Avinews. (2017). Agentes virales inmunosupresores: *Revista técnica de avicultura* 22-32
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. Ciudad de México: Pearson, Educación.

- Buitria, L. (2017). *Vida útil de la carne: influencia del envasado y sistema de producción*. Managua. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Tesis de grado.
- Camargo, C. (2017). *Conformación de un tipo de jueces expertos en entrenamiento para el funcionamiento de un panel de evaluación sensorial*. Bucaramanga. Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD. Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería. Programa de Tecnología de Alimentos. Tesis de grado.
- Cabeza, E. (2013). *Aplicación de la Microbiología Predictiva para la determinación de la vida útil de los alimentos*. Pamplona. Colombia. Tesis de grado.
- Conave, (2022). *Corporación nacional de avicultores del Ecuador*. Estadísticas del Sector Avícola, Recuperado de: <https://www.conave.org/conave-presenta-las-estadisticas-del-sectoravicola/#:~:text=Ecuador%20product%20toda%20la%20carne,kg%20de%20pollo%20al%20a%C3%B1o>.
- Codex. (2008). Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias: *Comisión del Codex alimentarius*.
- Djenane, Montañés, & Roncalés. (2015). *Producción Animal y Ciencia de los Alimentos*. Nuevas perspectivas para la conservación de la carne. Zaragoza, España.
- Gómez, A. (2020). *Recubrimiento comestible enriquecido con aceites esenciales de Orégano (*Origanum vulgare*), Clavo (*Syzygium aromaticum*) y Tomillo (*Thymus vulgaris*) para prolongar la vida de anaquel de la fresa*. Tabasco. México: Instituto tecnológico superior de la región sierra. Tesis de grado.
- González, C. (2019). *Evaluación del uso de gramola y pasto elefante como complemento en la ración balanceada en la fase de crecimiento- engorde en cuyes de raza*. Lambayeque.

- Perú: Universidad Nacional " Pedro Ruiz Gallo". Facultad de medicina veterinaria.
Tesis de grado.
- Gutiérrez, C. (2018). *Evaluación Sensorial y Características Fisicoquímicas de Carne de Conejo alimentado con Romero (Rosmarinus officinalis L) y Tomillo (Thymus vulgaris)*. Amecameca. México: Universidad Autónoma del Estado de México. Tesis de grado
- Guzmán, Acevedo & Estrada, (2014, 4 de junio). *Elaboración de una Película Comestible a Base de Colágeno Incorporado con Nisina como Agente Antimicrobiano*. Cartagena Colombia: Universidad de Cartagena. Tesis de grado
- Horton et al. (2008). *Principios de bioquímica*. México: Pearson education.
- Hernández, et al (2014). Use of essential oils and extracts from spices in meat protection. *J Food Sci Technol. Journal of food science and technology*, N|51(5), 957–963.
- Loyola, N. (2014, 8 de agosto). Evaluación del contenido de almidón en papas (Solanum Tuberosum). *Revista Scielo.org volumen 28, N° 2 41- 52*
- Martínez, & Mora, (2010). Conocimientos y opiniones sobre la carne de pollo de dos comunidades rural urbana de Costa Rica. *Revista Costa Rica salud pública. Vol 19(1)*
- Martínez et al, (23 de septiembre de 2019). Propiedades fisicoquímicas, funcionales y estructurales de almidones nativos y acetilados obtenidos a partir de papa. *Revista Scielo org 85-3*
- Martínez, J. (3 de Julio de 2016). *Todocarne*. Recuperado de Todocarne: <https://todocarne.es/carnes-tipo-pse-y-dfd-causas-y-consecuencias/>
- Martínez, C. (1 de septiembre de 2020). *Todocarne*. Recuperado de Todocarne: <https://todocarne.es/la-textura-y-el-flavor-de->

- Silbarán, A., Matiz, G., & Baena, Y. (2018). Acetilación del almidón de millo (*Pennisetum glaucum*) y evaluación de su aplicación como posible excipiente. *Revista Colombiana, Ciencias químico-farmacéuticas*.
- Solano, Doblado y Beltrán (2018). *Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados*. México: Instituto Politécnico Nacional. Artículo de revisión.
- Starliper, C., Kelota, H., Noyes, A., Schill, W., Henson, F. Dittman, D. (2015). An investigation of the bactericidal activity of selected essential oils to *Aeromonas* spp. *Journal of Advanced Research*; 6: 89 -97.
- Tobar, L. (2014). *Propuesta de industrialización y comercialización de almidón de papa, para la colaboración de productores agropecuarios del Carchi cantón Montúfar* Quito, Ecuador: Tesis de grado
- Verá, A. (2015). *Entrenamiento de un Panel de Evaluación Sensorial, para el Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile*. Santiago. Chile: Universidad De Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Ingeniería en Alimentos. Tesis de grado

V. ANEXOS

Anexo 1 Certificado o Acta del perfil de investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
ACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERIA EN TURISMO Y ECOTURISMO



ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR:

NOMBRE Dana Ibeth Bello Romero
NIVEL/PARALELO: 0

CÉDULA DE IDENTIFICACIÓN: 1758927022
PERIODO ACADÉMICO: 0

TEMA DEL TIC: Efecto de un recubrimiento comestible de almidón de papa "Solanum tuberosum" y aceite de orégano "Origanum vulgare" en la conservación de pechuga de pollo

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSC. RIVAS CARLOS ALBERTO
DOCENTE TUTOR: MSC. CHAMORRO HERNÁNDEZ LILIANA
DOCENTE: MSC. ANCHUNDIA MIGUEL ANGEL

De acuerdo al artículo 32: Una vez entregados los documentos; y, cumplidos los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director/a de Carrera designará el Tribunal, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS 4 **AULA:** 103

FECHA: jueves, 31 de marzo de 2022

HORA: 09H30

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 4,80

2) Trabajo escrito 2,50

Nota final de PRE DEFENSA 7,30

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el jueves, 31 de marzo de 2022

MSC. RIVAS CARLOS ALBERTO
PRESIDENTE

MSC. CHAMORRO HERNÁNDEZ LILIANA
DOCENTE TUTOR

MSC. ANCHUNDIA MIGUEL ANGEL
DOCENTE

Adj.: Observaciones y recomendaciones



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL
DEL CARCHI**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Dana Ibeth Bello Romero				
DATE: 06 de abril de 2022				
TOPIC: "Efecto de un recubrimiento comestible de almidón de papa "Solanium tuberosum" y aceite de orégano "Origanum vulgare".				
REMARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic <input checked="" type="checkbox"/>	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic <input type="checkbox"/>	Use basic and simplistic words related to the topic <input type="checkbox"/>	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs. <input checked="" type="checkbox"/>	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>	Some progression of ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>	Inadequate ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text <input checked="" type="checkbox"/>	The message has been communicated appropriately and identify the type of text <input type="checkbox"/>	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing <input type="checkbox"/>	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Good flow of ideas and events <input checked="" type="checkbox"/>	Average flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Poor flow of ideas and events <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement <input type="checkbox"/>	Minor errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>	Some errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>	Lots of errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Dana Ibeth Bello Romero

Fecha de recepción del abstract: 04 de abril de 2022

Fecha de entrega del informe: 06 de abril de 2022

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



firmado electrónicamente por:
EDISON BOANERGES
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñañiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Obtención de almidón



Figura 1, troceado de papa



Figura 2, licuado de papa en trozos



Figura 3, decantación de almidón nativo

Ecuación 1. Rendimiento de almidón nativo.

Peso papas con cáscara: 10 Kg

Peso papas sin cáscara: 7.35 Kg

Peso almidón nativo: 1.32 Kg

Porcentaje de pulpa en base húmeda

$$7.07 \text{ kg} * 100 = 70.7\%$$

Porcentaje de cáscaras y residuos de papa

$$10 \text{ kg} - 7,35\text{kg} = 2.65 \text{ kg}$$

$$\% \text{cáscaras y residuos} = 2.65 \text{ kg} * 100$$

$$\% \text{cáscaras y residuos} = 26.5 \%$$

Porcentaje de celulosa

$$7.35\text{kg} - 1.32\text{kg} = 6.03\text{kg}$$

$$\% \text{celulosa} = 5.69 \text{ kg} * 100$$

$$\% \text{celulosa} = 60,3 \%$$

Rendimiento almidón nativo

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{Almidón nativo seco (g)}}{\text{peso de materia prima (g)}} \times 100\%$$

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{1.32\text{kg}}{10\text{kg}} \times 100\%$$

% Rendimiento = 13.2 %

Anexo 4. modificación del almidón oxidado y determinación de grupos carbonilo y carboxilo



Figura 4, mezcla de almidón y NaOH 0,1 N



Figura 5, control de pH



Figura 6, almidón oxidado con 50 % NaOCl en base seca

Anexo 5. . Elaboración y aplicación de recubrimientos comestible



Figura 7 y 8, Homogenización de fases de formulaciones de recubrimientos comestibles



Figura 9 y 10, aplicaciones y empaque de recubrimientos comestibles en pechuga de pollo

Anexo 6. Análisis microbiológicos

Ecuación 4. Conteo de colonias de mesófilos aerobios, después de 24 h

$$\frac{UFC}{ml} = \frac{N^{\circ} \text{ de colonias por placa}}{\text{volumen sembrado} * \text{dilucion}}$$

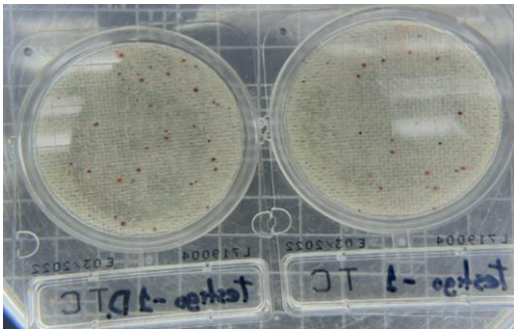
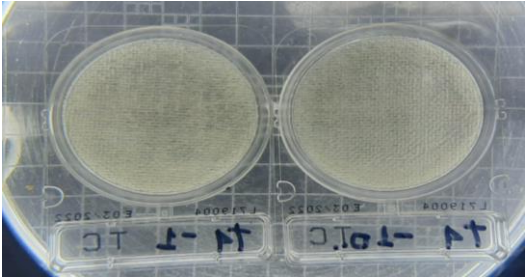
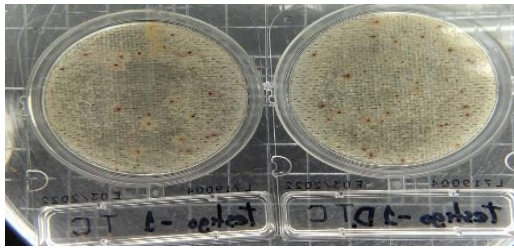
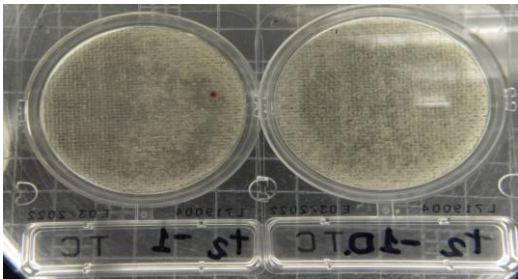
$$\frac{UFC}{ml} = \frac{(19 + 33 + 9 + 6)}{1(2 + 0.1 + 2)10^{-1}}$$

$$\frac{UFC}{ml} = \frac{67}{0.041}$$

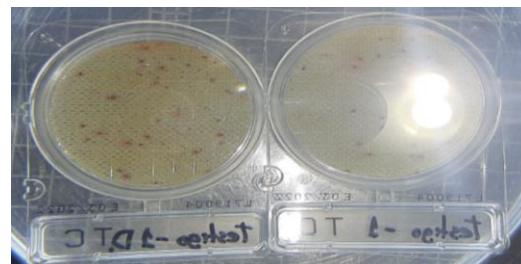
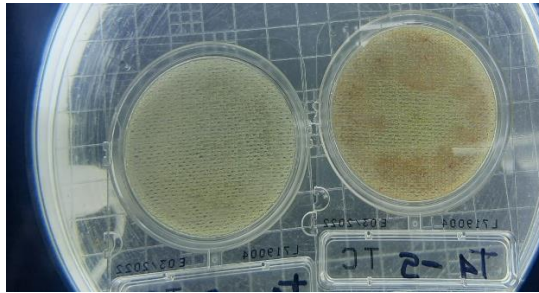
$$\frac{UFC}{ml} = 163.411$$

$$1,6 \times 10^2 \text{ UFC/ml}$$

Tabla 1, Conteo de UFC, cultivo de aerobios mesófilos a lo largo de 14 días

Recuento de UFC, siembra de Aerobios mesófilos					
Dia	Tratamientos	Diluciones			Crecimiento en dilución -1, Testigo día 2
		10 ⁻¹	10 ⁻³	10 ⁻⁵	
1	Testigo	19	9	1	
	Duplicado	33	6	0	
	T2	0	0	0	
	Duplicado	0	0	0	
	T4	0	0	0	
	Duplicado	0	0	1	
2	Testigo	26	13	1	Crecimiento en dilución -1, T4 día 2 
	Duplicado	48	12	0	
	T2	0	0	0	
	Duplicado	0	0	0	
	T4	0	0	0	
	Duplicado	0	0	1	
3	Testigo	38	17	1	Crecimiento en dilución -1, Testigo día 3 
	Duplicado	49	16	1	
	T2	0	1	0	
	Duplicado	1	0	0	
	T4	0	0	3	
	Duplicado	0	2	0	
4	Testigo	42	18	1	Crecimiento dilución -1, T2 día 5 
	Duplicado	49	17	1	
	T2	1	1	1	
	Duplicado	0	0	0	
	T4	0	0	4	
	Duplicado	0	4	0	

	Testigo	44	18	1	
	Duplicado	50	20	1	
7	T2	1	1	1	
	Duplicado	0	0	0	Crecimiento dilución -5 y duplicado, T2 día 8
	T4	0	0	0	
	Duplicado	0	1	4	
	Testigo	44	18	1	
	Duplicado	50	21	1	
8	T2	1	1	1	
	Duplicado	0	0	0	
	T4	0	0	15	Crecimiento dilución -5 y duplicado, T4 día 8
	Duplicado	0	4	10	
	Testigo	44	18	1	
	Duplicado	50	21	1	
10	T2	1	1	1	
	Duplicado	0	0	0	
	T4	0	0	0	
	Duplicado	0	4	0	
	Testigo	44	18	1	
	Duplicado	50	21	1	
	T2	1	1	1	
	Duplicado	0	0	0	
	T4	0	0	0	
	Duplicado	0	4	0	
	Testigo	44	18	1	Crecimiento dilución -1 y duplicado, Testigo día 14
	Duplicado	50	21	1	
11	T2	1	1	1	
	Duplicado	0	0	0	
	T4	0	0	0	
	Duplicado	0	4	0	
	Testigo	44	18	1	Crecimiento dilución -1 y duplicado, T4 día 14
	Duplicado	50	21	1	
14	T2	1	1	1	
	Duplicado	0	0	0	



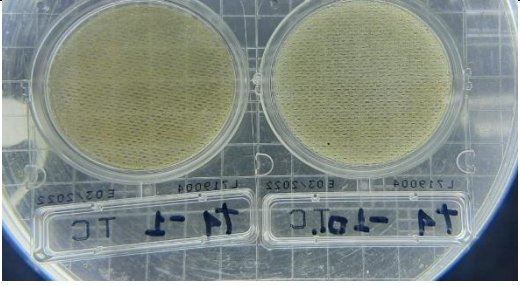
T4	0	0	0	
Duplicado	0	4	0	



Figura 11, preparación de muestra madre



Figura 12, muestras de tratamientos 1,2,3,4 y 5 usadas para siembra



Figura 13, siembra de cultivo en Petri film

Anexo 7. Análisis de pH por triplicado a lo largo de 15 días

Tabla 2, análisis de pH a lo largo de 15 días

Días	tratamientos	Primera repetición	Segunda repetición	Tercera repetición	Promedio
1	Testigo	5.020	5.917	5.844	5.593
	T2	5.602	5.948	5.938	5.829
	T4	5.090	5.350	5.380	5.273
2	Testigo	6.038	6.089	6.078	6.068
	T2	6.032	6.076	6.027	6.296

	T4	5.956	5.984	5.966	5.968
	Testigo	6.037	6.009	6.009	6.020
3	T2	6.069	6.046	6.034	6.049
	T4	6.057	5.998	5.955	6.003
	Testigo	6.259	6.289	6.882	6.476
4	T2	5.859	5.934	5.882	5.891
	T4	5.929	6.146	6.100	6.058
	Testigo	6.618	6.750	6.685	6.684
7	T2	6.151	6.154	6.134	6.146
	T4	5.958	5.973	5.840	5.923
	Testigo	6.740	6.707	6.665	6.704
8	T2	6.749	6.742	6.792	6.761
	T4	6.037	6.020	6.054	6.037
	testigo	6.929	7.030	6.943	6.967
10	T2	6.481	6.344	6.268	6.364
	T4	6.490	6.364	6.259	6.371
	Testigo	7.143	7.190	7.030	7.121
11	T2	6.356	6.392	6.401	6.383
	T4	6.324	6.435	6.498	6.419
	Testigo	7.230	7.229	7.391	7.283
12	T2	6.402	6.432	6.494	6.442
	T4	6.398	6.501	6.490	6.463
	Testigo	7.398	7.401	7.399	7.399
14	T2	6.690	6.697	6.701	6.696
	T4	6.709	6.998	6.732	6.812
	Testigo	7.401	7.398	7.415	7.404
15	T4	6.798	6.831	6.799	6.809
	T2	6.801	6.789	6.792	6.794

Anexo 8. Análisis sensorial, encuesta



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS
AMBIENTALES
CARRERA DE ALIMENTOS

Test de evaluación sensorial para trabajo de titulación denominado: “Efecto de un recubrimiento comestible de almidón de papa “*Solanum tuberosum*” y aceite de orégano “*Origanum vulgare*” en la conservación de pechugas de pollo”
Prueba de aceptabilidad

Género.....

Edad.....

INSTRUCCIONES

A continuación, se muestran cuatro muestras de recubrimiento comestible aplicada en carne de pollo como conservante. Califique los atributos (color, olor, sabor y textura) de cada muestra codificada de acuerdo a su agrado. Por favor después de degustar cada tratamiento tomar agua para limpiar su paladar.

Coloque la valoración que más le parezca sabiendo que:

Puntaje	Categoría
1	me disgusta mucho
2	me disgusta
3	no me gusta ni me disgusta
4	me gusta
5	me gusta mucho

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
662				
123				
210				
323				
456				

De acuerdo a la evaluación realizada escriba el código de la muestra que más le agrado