



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**“EVALUACIÓN DE FILMS ACTIVOS DE QUITOSANO  
ENRIQUECIDOS CON *Bidens andicola* y *Rosmarinus officinalis*  
COMO ENVASE PRIMARIO PARA CARNE FRESCA DE  
POLLO”.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN:**

TIPO EXPERIMENTAL

Presentado para optar al grado académico de:

**BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO**

**AUTOR: JEAM EDUARDO ALVARADO MENDOZA**

**DIRECTORA: Ing. PAOLA FERNANDA ARGUELLO HERNÁNDEZ**

**Riobamba - Ecuador**

**2020**

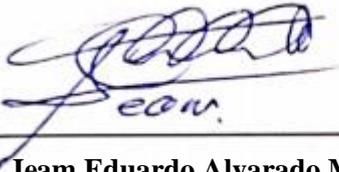
© 2020, **Jeam Eduardo Alvarado Mendoza**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Jeam Eduardo Alvarado Mendoza, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 18 de febrero de 2020



---

**Jeam Eduardo Alvarado Mendoza**

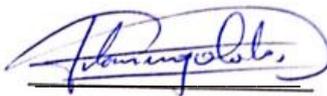
**171830585-5**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

El Tribunal de Trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Experimental, “EVALUACIÓN DE FILMS ACTIVOS DE QUITOSANO ENRIQUECIDOS CON *Bidens andicola* y *Rosmarinus officinalis* COMO ENVASE PRIMARIO PARA CARNE FRESCA DE POLLO” realizado por el señor **JEAM EDUARDO ALVARADO MENDOZA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dr. Carlos Pilamunga <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2020-02-18
Ing. Paola Arguello <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2020-02-18
BQF. Diego Vinueza, M.Sc. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2020-02-18

## **DEDICATORIA**

A mi familia que ha sido mi apoyo durante todo el proceso de estudios, a mi padre el cual me brindo su ejemplo para seguir adelante, mi madre que ha sido mi guía en los diferentes problemas de la vida, mi hermano el cual me ha acompañado en cada momento y a mi tío que confió en mí para lograr mis objetivos.

Jean

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por ser mi guía durante todos estos años de estudio, brindándome sabiduría e inteligencia para afrontar los problemas que se presentaban en cada uno de los niveles. Además de darme las fuerzas para no decaer y continuar hasta alcanzar los objetivos que me propuse al iniciar la carrera.

A mi familia por estar presente en cada decisión que tomé ayudándome con sus consejos y su apoyo incondicional, brindándome su cariño, sustento y apoyo cada día.

A mis amigos los cuales afrontaron cada una de las adversidades junto a mí con palabras de aliento para no decaer y siendo una gran compañía día a día en el aula de clases, además de que junto a ellos se crearon momentos grandiosos que quedaran grabados para siempre.

A mis profesores de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que compartieron sus conocimientos a fin de crear un profesional excelente y de calidad para que contribuya de manera adecuada con el desarrollo del país.

Jeam

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS. ....	xiii
RESUMEN.....	xv
SUMMARY ... ..	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS.....	3

## CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Empaques.....	4
1.1.1. <i>Empaques Naturales</i> .....	4
1.1.2. <i>Empaques Sintéticos</i> .....	5
1.2. Plásticos.....	5
1.2.1. <i>Definición</i> .....	5
1.2.2. <i>El problema del plástico</i> .....	6
1.2.3. <i>Plásticos biodegradables</i> .....	6
1.3. Quitina y Quitosano .....	7
1.3.1. <i>Características químicas</i> .....	7
1.3.2. <i>Obtención</i> .....	8
1.3.3. <i>Aplicaciones</i> .....	9
1.4. Films de Quitosano .....	9
1.4.1. <i>Actividad antimicrobiana</i> .....	10
1.4.1.1. <i>Empaques antimicrobianos</i> .....	12
1.5. <i>Bidens andicola</i> .....	13

1.5.1. Usos.....	13
1.5.2. Composición química y Actividad farmacológica .....	14
1.6. <i>Rosmarinus officinalis</i> .....	14
1.6.1. Usos .....	15
1.6.2. Composición química y Actividad farmacológica .....	15
1.7. Pollo.....	16
1.7.1. Carne de Pollo Definición. ....	16
1.7.2. Valor Nutritivo de la carne de pollo .....	16
1.7.3. Características Físico-Químicas .....	16
1.7.3.1. Peso.....	16
1.7.3.2. pH.....	16
1.7.3.3. Acidez.....	17
1.7.3.4. Capacidad de retención de agua (CRA) .....	17
1.7.3.5. Agua Libre .....	17
1.7.4. Control de calidad de carne de pollo .....	18
1.7.4.1. Calidad microbiológica.....	18
1.7.4.2. Calidad Sensorial.....	20
1.7.5. Técnicas de conservación de la carne de Pollo .....	22
1.7.5.1. Refrigeración .....	22
1.7.5.2. Envasado en atmósfera modificada (EAM) .....	23
1.7.5.3. Sistemas de envasado.....	23

## CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO. ....	25
2.1. Lugar de la investigación .....	25
2.2. Materiales, equipos y reactivos.. ....	25
2.2.1. Material vegetal .....	25
2.2.2. Reactivo Químico.....	25

2.2.3. <i>Materiales de laboratorio utilizados</i> .....	26
2.2.4. <i>Equipos</i> .....	27
2.2.5. <i>Reactivos</i> .....	27
2.3. <i>Técnicas y métodos</i> .....	28
2.3.1. <i>Preparación de la muestra</i> .....	28
2.3.1.1. <i>Preparación de extracto hidroalcohólico de Bidens andicola</i> .....	28
2.3.1.2. <i>Elaboración del film</i> .....	28
2.3.1.3. <i>Preparación de la carne fresca</i> .....	29
2.3.2. <i>Análisis de las muestras</i> .....	29
2.3.2.1. <i>Análisis sensorial</i> .....	29
2.3.2.2. <i>Determinación de pH</i> .....	30
2.3.2.3. <i>Determinación de parámetros de color</i> .....	30
2.3.2.4. <i>Análisis microbiológico</i> .....	30
2.3.3. <i>Análisis Estadístico</i> .....	32

### **CAPÍTULO III**

<b>3. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>34</b>
<b>3.1. Análisis sensorial</b> .....	<b>34</b>
<b>3.2. Determinación de pH</b> .....	<b>37</b>
<b>3.3. Determinación de parámetros de color</b> .....	<b>38</b>
<b>3.4. Determinación de Coliformes Totales</b> .....	<b>40</b>
<b>3.5. Determinación de Aerobios Mesófilos</b> .....	<b>42</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>44</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>45</b>

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1. Composición nutricional de la carne de pollo por cada 100 g.....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla 2-1. Apariencia de la carne de pollo .....</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 1-2. Descripción de los materiales de laboratorio utilizados .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 2-2. Equipos utilizados en la investigación .....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 3-2. Descripción de los reactivos utilizados.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 1-3. Análisis sensorial (olor) de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración. ....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 2-3. Análisis sensorial (color) de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración. ....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 3-3. Análisis sensorial (aparición) de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración. ....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 4-3. pH de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración.....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 5-3. Conteo de Coliformes Totales [<math>\text{Log}_{10}(\text{UFC/g})</math>] de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración. ....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 6-3. Conteo de Aerobios Mesófilos [<math>\text{Log}_{10}(\text{UFC/g})</math>] de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración. ....</b>	<b>42</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Estructura química de la quitina.....	7
Figura 2-1. Estructura química del quitosano .....	7
Figura 3-1. <i>Bidens andicola</i> .....	13
Figura 4-1. <i>Rosmarinus officinalis</i> .....	14
Figura 5-1. Proceso de obtención de carne de pollo.....	19

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico 1-3. Comparación de los valores de  $a^*$ (coordenada rojo-verde) de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración. .... 39**
- Gráfico 2-3. Comparación de los valores de  $b^*$ (coordenada amarillo-azul) de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración ..... 40**
- Gráfico 3-3. Comparación de los valores de  $L^*$ (luminosidad) de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración ..... 41**

## **ÍNDICE DE ANEXOS.**

**ANEXO A.** MATERIAL VEGETAL SECO (*Bidens andicola*).

**ANEXO B.** ADQUISICIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE ROMERO (*Rosmarinus officinalis*).

**ANEXO C.** CORTADO A LÁSER DE PIEZAS PARA MOLDES DE ACRÍLICO.

**ANEXO D.** PEGAMENTO ESPECIAL PARA ACRÍLICO.

**ANEXO E.** ARMADO DE MOLDES DE ACRÍLICO DE 25X18.

**ANEXO F.** PREPARACIÓN DEL EXTRACTO HIDROALCOHOLICO

**ANEXO G.** CONCENTRADO EXTRACTO HIDROALCOHOLICO DE *Bidens andicola* EN EL ROTAVAPOR.

**ANEXO H.** MEZCLADO DE LOS COMPONENTES DEL FILM.

**ANEXO I.** SONICADO DE LA MEZCLA

**ANEXO J.** SECADO DE LA MEZCLA EN MOLDES DE ACRÍLICO.

**ANEXO K.** FILM DE QUITOSANO

**ANEXO L.** MEDICIÓN DE PH.

**ANEXO M.** MEDICIÓN DE ACIDEZ.

**ANEXO N.** INTERFAZ DE LA APLICACIÓN “COLORIMETER” PARA MEDIR EL COLOR.

**ANEXO Ñ.** EMPACADO DE MUESTRAS DE CARNE DE POLLO

**ANEXO O.** HOMOGENIZADO DE LA MUESTRA DE CARNE DE POLLO

**ANEXO P.** ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN (4°C) DE LAS MUESTRAS DE CARNE DE POLLO.

**ANEXO Q.** PLACAS EN INCUBACIÓN A 35°C.

**ANEXO R.** DILUCIONES

**ANEXO S.** CRECIMIENTO BACTERIANO EN PLACAS PETRIFILM 3M™ PARA CONTEO DE AEROBIOS MESÓFILOS EN DILUIONES  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$

**ANEXO T.** CRECIMIENTO BACTERIANO EN PLACAS PETRIFILM 3M™ PARA CONTEO DE COLIFORMES Totales.

**ANEXO U.** INTERFAZ DE LA APLICACIÓN “APD COLONY

COUNTER LITE” PARA CONTEO DE COLONIAS EN PLACAS PETRIFILM.

**ANEXO V.** ANÁLISIS ANOVA DE UN FACTOR PARA LOS DATOS DEL ENSAYO DE PH AL DÍA 3 (GRÁFICO 1V), DÍA 6 (GRÁFICO 2V) DÍA 10 (GRÁFICO 3V).

**ANEXO W.** TEST DE TUKEY PARA LOS DATOS DEL ENSAYO DE PH AL DÍA 3 (GRÁFICO 1W), DÍA 6 (GRÁFICO 2W) DÍA 10 (GRÁFICO 3W).

**ANEXO X.** ANÁLISIS ANOVA DE UN FACTOR PARA LOS DATOS DEL CONTEO DE COLIFORMES TOTALES AL DÍA 3 (GRÁFICO 1X), DÍA 6 (GRÁFICO 2X).

**ANEXO Y.** TEST DE TUKEY PARA LOS DATOS DEL RECuento DE COLIFORMES TOTALES AL DÍA 3 (GRÁFICO 1Y), DÍA 6 (GRÁFICO 2Y).

**ANEXO Z.** ANÁLISIS ANOVA DE UN FACTOR PARA LOS DATOS DEL CONTEO DE AEROBIOS MESÓFILOS AL DÍA 3 (GRÁFICO 1Z), DÍA 6 (GRÁFICO 2Z).

**ANEXO AA.** TEST DE TUKEY PARA LOS DATOS DEL RECuento DE AEROBIOS MESÓFILOS AL DÍA 3 (GRÁFICO AA), DÍA 6 (GRÁFICO 2AA).

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad de conservación de muestras de pollo tratadas con films activos de Quitosano enriquecidos con extracto hidroalcohólico de *Bidens andicola* y aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* (Romero) en diferentes concentraciones y valorar que tratamiento posee las mejores características para alargar el tiempo de vida útil del pollo. Para el diseño experimental se utilizó una factorial de 3x3, en el cual cada film se elaboró con concentraciones variables de extracto hidroalcohólico de *Bidens andicola* (0%, 10% y 20%) y aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* (0%, 1% y 2%). Para estudiar los films se realizaron pruebas microbiológicas para recuento de coliformes totales y aerobios mesófilos basándose en el método de recuento en placas Petri Film de la compañía 3M, además de pruebas de detección de *Salmonella*. También se realizó mediciones pH, parámetros de color y análisis sensoriales durante los días 0, 3, 6 y 10 de almacenamiento en refrigeración a 4 grados centígrados más menos 2 grados centígrados, siendo el tratamiento de concentraciones de *Bidens andicola* 0% y *Rosmarinus officinalis* 2% el mejor empaque para aumentar el tiempo de vida útil del pollo, además se determinó que el pollo sin envase hasta el tercer día de almacenamiento en refrigeración poseía las características de calidad según lo establecido en la norma NTE INEN 2346.

**Palabras clave:** <BIOQUÍMICA Y FARMACIA>, <EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO (*Bidens andicola*)>, <QUITOSANO>, <ACEITE ESENCIAL (*Rosmarinus officinalis*)>, <POLLO (*Gallus gallus domesticus*)>, <MICROBIOLÓGICO>, <EMPAQUES>

REVISADO

06 FEB 2020

Ing. Jhonatan Parreño Uquillas, M.B.  
ANALISTA DE BIBLIOTECA



## SUMMARY

The objective of this study was to assess the capacity of the conservation of chicken samples treated with Chitosan active films enriched with hydroalcoholic extract of *Bidens andicola* and essential oil of *Rosmarinus officinalis* (Romero) in different concentrations and to value which treatment holds the best characteristics to extend the usage time of the chicken. For the experimental design, a factorial of 3 x 3 was used, in which every film was elaborated with varying concentrations of hydro alcoholic extracts of *Bidens andicola* (0%, 1%, and 2%) and essential oil of *Rosmarinus officinalis* (0%, 1%, and 2%). To study these films microbiological tests were performed for the recount of total coliforms and mesophilic acrobes based on the 3M Company Petri Film plate counting method, in addition to Salmonella detection tests. PH measurements, color parameters, and sensory analysis were also performed during days 0, 3, 6, 10 of refrigerated storage at 4 degrees Celsius plus-minus 2 degrees Celsius, being the treatment of concentrations of *Bidens andicola* 0% and *Rosmarinus officinalis* 2 % the best package to increase the shelf life of the chicken, it was also determined that the chicken without packaging until the third day of storage in refrigeration had the quality characteristics as established in the NTE INEN2346 technical standard norm.

**Keywords:** <BIOCHEMISTRY AND PHARMACY>, <HYDROALCOHOLIC EXTRACT (*Bidens andicola*)>, <CHITOSANE>, <ESSENTIAL OIL (*Rosmarinus officinalis*)>, <CHICKEN (*Gallus gallus domesticus*)>, <MICROBIOLOGICAL>, <PACKAGING>.



## INTRODUCCIÓN

Los empaques utilizados actualmente para la protección de productos alimenticios no brindan las condiciones necesarias para asegurar la calidad, seguridad e inocuidad que necesitan estos tipos de productos para ser consumidos. Actualmente en el mercado se cuentan con envases sintéticos que al ser elaborado por sustancias que no son naturales generan en el producto reacciones con los componentes del alimento además de no ser amigable para el medio ambiente, teniendo un gran impacto en la salud de las personas y su entorno (Cameán & Repetto, 2012: p.12).

Entre los parámetros que se toman en cuenta para concluir que un empaque posee las condiciones óptimas para brindar las características necesarias para el alimento se encuentran el grado de inhibición microbiana, ralentizar el proceso de deterioro químico, lo cual contribuye al incremento de la vida útil en términos de calidad sensorial y microbiológica. Se enfatiza en la protección contra microorganismos dañinos para la salud y el poder para evitar su crecimiento ya que la Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs) es uno de los problemas de salud más importantes en el área alimenticia de interés para los organismos sanitarios del mundo. (OMS, 2017: p.1)

Las ETAs aparecen luego de ingerir determinado tipo de alimento contaminado que puede generar en el individuo diferentes síntomas como vómito, diarrea, náuseas y calambres abdominales entre los síntomas más comunes. A estas patologías también se las conoce como intoxicaciones alimentarias y son causadas especialmente cuando los productos alimenticios son contaminados con sustancias peligrosas como bacterias, virus, parásitos, tóxicos naturales o químicos. La reacción a los productos que se encuentran contaminados puede aparecer dentro de minutos en ocasiones y en otras pueden tardar hasta horas dependiendo del grado de afectación que posee el producto (Sánchez, et al., 2008: p.3).

En la industria alimentaria se busca métodos para mantener la estabilidad microbiología y fisicoquímica de los alimentos producidos diariamente en sus instalaciones además de asegurar que el cliente reciba una comestible seguro, nutritivo, que conserve intactas sus características sensoriales y que sea libre de microorganismos patógenos que causen problemas en su salud (Cameán & Repetto, 2012: p. 12).

Además, los consumidores están cada vez más preocupados por el medio ambiente, especialmente por el impacto del uso de plásticos, estos son el principal envase primario utilizado en los alimentos. La industria de alimentos en Ecuador también los usa, aún no se observa en los lugares de comercialización productos envasados con material biodegradable que adicionalmente

también alargue la vida útil del producto (Acosta, et al., 2007: p. 3).

Los productos de origen animal por su composición química presentan una vida útil relativamente corta, debido principalmente al deterioro microbiano, aun siendo elaborados en condiciones higiénicas adecuadas, seguido de la autooxidación lipídica, por tanto, para alcanzar la vida útil establecida es imprescindible la cadena de frío para estos alimentos frescos, sumado a otras condiciones, como el uso de un envase adecuado (Alvarado, et al., 2007: p. 12).

Se requiere que los materiales de envase y empaque posean las características adecuadas de inocuidad y sean barrera protectora contra contaminantes externos, para evitar que bacterias, virus, hongos, biotoxinas y contaminantes químicos alteren el producto, generando problemas de salud.

La inocuidad de los alimentos es un tema de gran interés en el mundo, ya que la mayor cantidad de ETA's se da por contaminación microbiana de cualquier tipo en algún punto del proceso de adecuación del producto para el consumo de los seres humanos. Las condiciones a las que se ven expuestos diariamente los alimentos además de la manipulación constante que atraviesan han hecho necesario que se estudien nuevos métodos de conservación y protección que aparte de mantener libre de contaminación microbiana, evite que se produzcan modificaciones fisicoquímicas de las sustancias que contienen brindando las condiciones de higiene, seguridad e inocuidad necesarias para la comercialización y para su consumo. Además de buscar técnicas innovadoras de protección, se busca también recubrimientos o empaques que sean amigables para el ambiente y que al mismo tiempo aumenten la vida útil de los productos (Cameán, et al., 2012: p. 1)

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General.**

- Evaluar films activos de quitosano enriquecidos con *Bidens andicola* y *Rosmarinus officinalis* como envase primario para carne fresca de pollo.

### **Objetivos Específicos.**

- Determinar las características físicoquímicas y microbiológicas de pollo fresco (día 0) que permita la comparación de los cambios a través del tiempo.
- Establecer el mejor tratamiento con base en los cambios físicoquímicos y microbiológicos de piezas de pollo envasadas con los films a estudiar a través del tiempo (3, 6 y 10 días).
- Definir la vida útil de piezas de pollo sin el uso de estos recubrimientos.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Empaques

Los empaques son materiales los cuales su más importante uso es la preservación protección de cientos de materiales, compuesto o productos, siendo los más utilizados en los campos de alimentación y materias primas debido a que poseen un alto riesgo de contaminación microbiana dado por su manipulación o por los factores ambientales que los rodean (Villada y Acosta, 2007: p.6).

En empaques de alimentos se los pueden encontrar como finas películas que se forman en la superficie del alimento cuya función específica es brindar una barrera de los elementos ambientales ayudando a su protección y extendiendo la vida útil del producto alimenticio. Los recubrimientos pueden ser suspensiones o emulsiones que luego de su aplicación son secadas formando películas sobre la superficie del comestible (Durango, et al., 2011: p.113).

Para su utilización en alimentos se utilizan films comestibles que son elaborados a partir de biopolímeros de proteínas, grasas o polisacáridos que son fuentes naturales y generan un resultado positivo para el ambiente ya que por lo general poseen características biodegradables y amigables para el ambiente, generando un bajo impacto ambiental.

##### *1.1.1. Empaques Naturales*

En la actualidad la utilización de materiales biodegradables como reemplazo de los plásticos sintéticos en la elaboración de empaques ha tenido auge ya que determinados materiales son amigables para el ambiente generando una menor cantidad de contaminación. Estos empaques poseen propiedades importantes como barreras tanto mecánicas como térmicas ayudando a evitar problemas futuros con el producto al cual generan protección (Villada y Acosta, 2007: p.6).

La elaboración de empaques a partir de productos orgánicos se da como respuesta a los problemas que generan los productos sintéticos al ecosistema ya que determinados productos son desechos que generan gran contaminación de playas y ríos que además de generar basura en gran cantidad afectan a la flora y fauna del lugar.

Dichos empaques fabricados a partir de polímeros naturales de diferentes orígenes entre los cuales podemos encontrar cuatro fuentes importantes:

- Animal (colágeno/gelatina)
- Marino (quitina/quitosano)
- Agrícola (lípidos, grasas e hidrocoloides: proteínas y polisacáridos)
- Microbiano (ácido poliláctico (PLA) y polihidroxicanoatos (PHA)) (Villada y Acosta, 2007: p.6).

### ***1.1.2. Empaques Sintéticos***

La gran mayoría de empaques de origen sintético se elaboran a partir del plástico es cuál es una sustancia de peso molecular elevado pero que su elaboración se produce como resultado de procesos de modificación de compuestos de bajo peso molecular, en su gran número son polímeros que se sintetizan de compuestos orgánicos (Frías, et. al., 2003: p.69)

Los plásticos se empezaron a utilizar antes del siglo XIX, aunque no se daba en gran cantidad hasta la revolución industrial dónde debido al aumento drástico de la población se incrementó su demanda. Se empezaron a sustituir productos naturales por los elaborados a partir de material sintético generando productos más baratos y versátiles lo que daba como resultado grandes ingresos a la industria (Villada y Acosta, 2007: p.7)

## **1.2. Plásticos**

### ***1.2.1. Definición***

La palabra plástico proviene del griego “*plastikós*” que significa, capaz de ser moldeado. Químicamente los plásticos son sustancias cuyo origen es de tipo orgánico, formado por cadenas de varios átomos de carbono unidas a hidrógeno. Es posible su transformación por medios de procesos que lo transforman a otros objetos, dichos métodos utilizan calor y presión para el desarrollo de las reacciones de transformación (Chinchayhuara y Quispe, 2018: p.16).

### ***1.2.2. El problema del plástico***

El plástico inició su producción masiva en el año de 1950 y durante estos años ha aumentado exponencialmente aproximadamente 1,5 millones de toneladas por año, alcanzando así en el año de 2013 una producción de 299 millones de plástico que se encuentra distribuido por todo el mundo (Sinchi, 2018: p.21).

El país que encabeza la producción de plástico a nivel mundial es China con un 24,8% del total con un 299 millones de toneladas, mientras que todo el continente europeo se encuentra en segundo lugar con el 20% que equivale a 57 millones de toneladas (Sinchi, 2018: p.21).

Según (Sinchi, 2018: p.21), los desechos plásticos generados por los diferentes países del mundo llegan a la gran parte de los océanos y mares, causando así un aumento de 8 millones de toneladas al año. Para el año 2020 se espera que la producción de plástico aumente en un 900% con respecto al año 1980 cuya producción se estima que fue de 500 millones de toneladas al año.

A nivel de Ecuador se producen 4.139.512 toneladas al año según datos del Ministerio del Ambiente (MAE) para el 2017. Este tipo de desecho al llegar a océanos causan en la vida marina problemas que van desde mutilación de miembros hasta la muerte causada por asfixia, atrapamiento o ingesta. Además reconfigura la distribución de ecosistemas ya que hay migración de la fauna marina hacía otras zonas (Sinchi, 2018: p.22).

Anualmente en el Ecuador aproximadamente mueren 100 mil animales del mar causado por los desperdicios de tipo plástico, entre las especies más afectadas se encuentran ballenas, delfines y tortugas, teniendo un gran impacto en el ambiente de nuestro país (Sinchi, 2018: p.22).

### ***1.2.3. Plásticos biodegradables***

El vocablo biodegradable se describe como la descomposición total de compuestos constituido por carbono en bióxido de carbono y agua (Nebel y Wright, 1999: p.513). Una sustancia es considerada biodegradable cuando puede ser fraccionado en sustancias más pequeñas que son inofensivas para los diferentes ecosistemas del mundo. Surgieron como respuesta al problema que enfrenta la humanidad con los plásticos y su impacto contra el medio ambiente (Fontes et al.; 2004: p.105).

La mayoría de compuestos biodegradables están creados a partir de polímeros naturales como lo son la celulosa, constituido de cadenas de glucosa. Este tipo de polisacáridos se lo encuentra naturalmente en plantas.

### 1.3. Quitina y Quitosano

La quitina (poli -(1,4)-2-acetamina-2-deoxi- $\beta$ -D-glucosa) es un polímero de origen natural que se lo puede encontrar distribuido abundantemente por todo el planeta; se encuentra abundantemente en crustáceos, insectos y hongos. Su derivado desacetilado es el quitosano (poli -(1,4)-2-amino-2-deoxi- $\beta$ -D-glucosa) cuyo uso en la industria se ha ido extendiendo por todo el planeta en diferentes aplicaciones en diferentes campos (Velásquez, 2003: p.93).

#### 1.3.1. Características químicas

Químicamente está constituida por unidades de N-acetil-D-glucosamida que se encuentran unidas por enlaces  $\beta$ -D (1,4). Entre sus características principales se encuentran su baja solubilidad y reactividad lo que lo hace una sustancia apropiada en la aplicación en la industria de alimentos ya que evita que las cubiertas añadidas a los productos no vayan a reaccionar con las sustancias del alimento o peor aún al estar en contacto con el agua (Mármol et al., 2011: p.55)

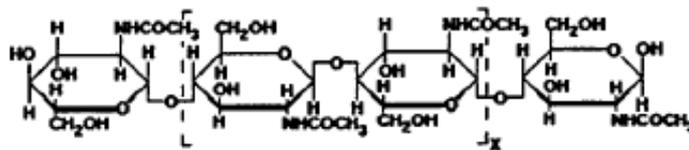


Figura 1-1. Estructura química de la quitina

Fuente: (Velásquez, 2003: p.93).

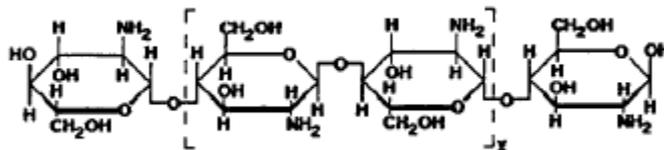


Figura 2-1. Estructura química del quitosano

Fuente: (Velásquez, 2003: p.93).

La quitina no es soluble en agua, disolventes orgánicos, bases y ácidos diluidos La desacetilación para formar el quitosano a partir de la quitina modifica algunas propiedades lo que lo hace que sea más soluble en sustancias acuosas en especial ácidos orgánicos e inorgánicos de pH menor a 6,5. Su reactividad es mayor que la de la quitina debido a los grupos amino que posee pueden ser acilados, reaccionar con alcoholes o con bases de Schiff (Velásquez, 2003: p.94)

El quitosano posee un porcentaje de nitrógeno mayor a 7% ya la distribución de los grupos aminos libres es de forma regular que poseen la capacidad de ser protonados dándole así un comportamiento de polication a la molécula. Gracias a esta característica posee la habilidad de unirse a moléculas negativas como lípidos, proteínas, colorantes, entre otras sustancias de carga

negativa. Además de su capacidad de enlazarse, esta característica le brinda habilidades de floculante, adherente y adsorbente ayudando de gran manera a poseer un campo amplio de aplicaciones en la industria (Rodríguez-Pedroso et al., 2009: p.308)

Las funciones que posee el quitosano están atribuidas a la presencia de grupos amino libres, esto se debe a que posee tres formas estructurales importantes en la molécula:

- Cristalina hidratada
- Cristalina no hidratada
- No cristalina o amorfa

### ***1.3.2. Obtención***

La quitina, sustancia precursora del quitosano se los obtienen del exoesqueleto de langostas, cangrejos y camarones que representan del 14% al 35% de los residuos del procesado. La materia prima para la generación de estos films es proveída prioritariamente de la industria procesadora de mariscos los cuales generan desechos que representan un 75% a 85% constituidos en su mayoría de conchas, cabezas y patas que al ambiente causarían un alto nivel de contaminación. Estos desechos pueden ser aprovechados por medio de su conversión en materiales de beneficio para la industria en especial de la alimenticia. (Mármol et al., 2011: p.56)

El método de laboratorio para la obtención de quitosano a partir de la quitina por medio de la desacetilación consiste en:

1. Obtención de exoesqueletos de langostas, cangrejos o camarones, estos últimos poseen la mayor cantidad de quitina en su composición.
2. Lavado exhaustivo de los exoesqueletos con abundante agua
3. Secado en estufa a 60-70°C hasta que se obtiene un peso constante.
4. Triturado y tamizado hasta la obtención de polvo con tamaños de partículas menores a 250  $\mu\text{m}$ .
5. Para el proceso de desmineralización se coloca el polvo en un matraz con solución de HCl 0.6N en relación 1:11 sólido-líquido a una temperatura de 30°C por 3 horas.
6. Desproteínización con solución de NaOH al 1% a temperatura de 28°C durante 24 horas con agitación constante.
7. La Quitina extraída se somete a desacetilación con ayuda de una solución de NaOH 50% en relación 1:4 sólido-líquido bajo las condiciones:
  - Primero 2 horas a 60°C

- Después 2 horas a 100°C (Cocoletzi et al., 2009: p.57-58)

8. El producto que se obtiene del proceso es el quitosano.

Cada uno de los pasos se lo realiza con lavado tenaz con agua destilada hasta obtener un pH neutro.

### ***1.3.3. Aplicaciones***

Gracias a sus características y propiedades como material no tóxico, biodegradable, antimicrobiano y biocompatible el quitosano ha tenido muchas aplicaciones en diferentes áreas de la industria ya que gracias a esta sustancia se han podido generar diferentes materiales activos (Lago et al., 2011: pp.321-323)

Las áreas en las cual el quitosano ha sido aplicado son el tratamiento de aguas y residuos, la agricultura, tejidos, textiles, cosméticos, nutrimentos, farmacia, medicina y en especial el área de los alimentos (Giraldo, 2015: p.13). Entre las aplicaciones más utilizadas tenemos:

- Industria farmacéutica es usado en sistemas de liberación controlada de medicamentos y vacunas.
- Tratamiento y purificación de sistemas de agua potable debido a su acción amigable con el medio ambiente, actúa como coagulante primario para aguas residuales de alta turbidez y alta alcalinidad, como agente floculante utilizado en la remoción de partículas coloidales sólidas y aceites, y para la captura de metales pesados y pesticidas en medio acuoso (Mármol et al. 2011: p.56).
- Recubrimiento de papel para mejorar la resistencia física de celulosa además de mejorar la calidad de la impresión cuando se usan tintas anicónicas.
- Los oligoelementos del quitosano son usados como reactivos analíticos en reacciones enzimáticas como sustratos para quinasas, quitosanasas y lisozimas (Giraldo, 2015: p.14).
- El área de la agricultura utiliza esta sustancia para el control de enfermedades y plagas que afectan a los cultivos, actuando sobre el organismo o inducir a la propia planta a defenderse. Al aplicarse en el suelo ayuda al crecimiento y actividad de organismos quitinolíticos.
- En la industria de alimentos y bebidas poseen usos muy variados, siendo utilizado como aditivo como espesantes, gelificantes o emulsificantes, también se lo utiliza como recubrimiento protector comestible para los diferentes productos además su aplicación en procesos industriales como la reparación de proteína de desechos ovoproductos para alimentación animal. En el sector de bebidas es usado como clarificante (Mármol et al. 2011: p.56).

### **1.4. Films de Quitosano**

El área alimenticia es una de la cuales más usos le da al quitosano por medio de la producción de películas que sirven como recubrimiento para sus productos. El quitosano, polisacárido soluble en agua es la sustancia adecuada para fabricar envases de alimentos gracias a sus propiedades mecánicas y de barrera. Estas propiedades generadas por los films tienen como fin extender la vida útil del producto, mejorar la integridad mecánica y las condiciones de manipulación durante todo el proceso de transporte (Mármol et al. 2011: p.57).

Los films de quitosano son películas comestibles y de material biodegradable lo que le permite tener la capacidad de generar una cobertura sobre el alimento. Dicho recubrimiento ayuda a controlar el intercambio entre el producto y el ambiente de la humedad, oxígeno, dióxido de carbono, aromas y lípidos, además de darle la posibilidad de añadir a la formulación ingredientes como antioxidantes, antimicrobianos y sabores. Como sustancia protectora le permite al alimento mejorar la integridad mecánica y permitir una manipulación libre sin afectar las características intrínsecas del producto (Pesantez y Torres, 2018: p.180-181)

Gracias a las propiedades que posee esta sustancia de formar puentes de hidrógeno inter e intramoleculares, su carácter policationico además de su viscosidad lo hacen un excelente material para producir los films. Esta capacidad de formación de películas le ayudó a ser una de las primeras aplicaciones que se realizaron. Uno de los métodos que se utilizan para la fabricación es el método de “casting” en el cual se añade el quitosano en agua acidificada (ácido clorhídrico o ácidos orgánicos como el acético, láctico y cítrico) y esta disolución se vierte sobre una superficie plana para que luego se deja evaporar el solvente utilizado siendo el método más adecuado para obtener una película de calidad (Santamaría, 2015: pp. 171-172).

Las características y la calidad de los films elaborados dependen en gran manera de la fuente del quitosano empleada en su producción, el solvente utilizado y la metodología utilizada para su fabricación (Cárcamo, 2005: p.29). Los diferentes tipos de películas elaboradas varían en resistencia, grosor, apariencia y aspectos organolépticos y que tienen relación directa entre la concentración quitosano y sustancia vegetal añadida a la formulación (Alfonso, 2011: p.23)

#### ***1.4.1. Actividad antimicrobiana***

Cada día es mayor el número de afecciones causadas por alimentos que se encuentran contaminados, causando en las personas que los consumen problemas graves como intoxicaciones y hasta la muerte. Debido a esta problemática se está buscando nuevas tecnologías que ayuden a

poder asegurar la calidad, higiene y calidad nutritiva de los productos a ser ingeridos, por medio del desarrollo de bioembalajes producidos a partir de polímeros de origen natural que además de poseer actividad inhibitoria de espectro amplio de los microorganismos también poseen características de biodegradabilidad, biocompatibilidad, toxicidad baja y capacidad de generar películas comestibles (Valenzuela y Arias, 2012: pp.35-36).

La creciente amenaza de posibles ETA's ha encaminado al ser humano a buscar compuestos que, a más de proteger a los alimentos de los factores ambientales, aumentar la vida de los alimentos y evitar cambios químicos en los diferentes productos puedan ayudar también a generar una barrera contra los microorganismos. Una de las respuestas a ese problema es la fabricación de películas elaboradas a partir de compuestos orgánicos comestibles como es el caso del quitosano, siendo este producto natural que no genera reacciones con el alimento brindando alimentos seguros, nutritivos y que generen a la salud efectos positivos (Valenzuela y Arias, 2012: pp.35-36).

La actividad antimicrobiana del quitosano se da debido a que presenta un grupo amino con carga positiva con pH 6.3. Dicho grupo reacciona con las cargas de tipo negativo que posee la pared celular de los microorganismos lo que conlleva a la lisis de las estructuras y la pérdida de los compuestos intracelulares. Otra característica del quitosano que le permite ofrecer una funcionalidad antimicrobiana es su propiedad quelante lo que le ayuda a unirse al microorganismo inhibiendo su producción de toxinas (Ayala, 2015: p.33).

Una de las muchas capacidades que posee este compuesto es la de inhibir enzimas, ya que al interactuar con el ADN formando el complejo Quitosano-ADN conlleva a la alteración de la síntesis de ARN mensajero. Según Ayala (2015, p.33), se ha reportado que el quitosano posee un amplio espectro de actividad antimicrobiana de tal manera que para hongos dicho compuesto suprime la esporulación y la producción de esporas, mientras que en las bacterias su acción es más compleja ya que es diferente la actividad en bacterias Gram positivas en comparación con Gram negativas. Entre las bacterias que más contaminan los alimentos antes de las cuales se ha demostrado el efecto antimicrobiano se encuentran las bacterias del tipo *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas spp*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* entre los más importantes (Valenzuela y Arias, 2012: pp.36).

Una de las actividades más utilizadas en la industria alimenticia es la de protección en frutas, ya que posee una excelente capacidad protectora contra hongos, mohos y levaduras. La actividad antifúngica de los recubrimientos se desarrolla debido a la capacidad del compuesto para modificar la atmósfera interna además de ser fungistático.

Como recubrimiento de frutas ayuda además de aumentar la vida útil postcosecha solucionando un grave problema en los productores de frutas del mundo los cuales en épocas pasadas afrontaban pérdidas significativas del producto por el corto tiempo de estabilidad de la cosecha. En ocasiones se suele añadir a las películas agentes antimicrobianos que ayudan a la estabilidad microbiológica de los diferentes alimentos, estas sustancias pueden ser:

- Agentes quelantes
- Bacteriocinas
- Benzoatos
- Propionatos
- Parabenos
- Sorbatos
- Agentes curantes
- Antimicrobianos de origen natural (aceites esenciales) (Avila-Sosa y López-Malo, 2017).

#### *1.4.1.1. Empaques antimicrobianos*

Según Sams (2011), los empaques antimicrobianos son aquellos que tienen la capacidad de inhibir el deterioro y el crecimiento de bacterias patógenas desde el propio empaque y evitar el desarrollo en el producto. Dichos empaques o recubrimientos cuentan con compuestos añadidos en su formulación funcionando como barrera contra microorganismos o siendo portadores de sustancias inhibitorias de crecimiento microbiano (Sams, 2001: p.89).

Diferentes estudios indican que entre las sustancias antimicrobianas utilizadas para la elaboración de los distintos recubrimientos los más usados son el ácido ascórbico, zeína de maíz, metilcelulosa e hidroximetilcelulosa, usados como recubrimiento para inhibición de crecimiento en la superficie del producto. El Alginato de Calcio se utilizó como vehículo para el ácido acético, mientras que para reducir el crecimiento de *Listeria monocytogenes* en la superficie de carnes (Sams, 2001: p.89).

En el mercado existen películas en los cuales se incorporan compuestos fenoxiclorados en los espacios intersticiales de la matriz polimérica. La mayoría de películas comerciales de envoltura y piel de vacío, utilizan el método de extrusión por calor. Las películas de soya y maíz se forman por extrusión por calor para que puedan transportar en el interior de su estructura sustancias antimicrobianas (Sams, 2001: p.90).

La creación de películas a partir de proteínas mediante el uso de extrusión de calor es una tecnología completamente nueva que permite que las proteínas actúen como portadores para administrar el antimicrobiano al producto alimenticio. En determinadas películas de proteína de soya y maíz se ocupan nisina y lisozima que en combinación con EDTA inhiben el crecimiento de cepas seleccionadas de Gram Positivas y Gram Negativas. Las formulaciones de nisina también se han utilizado en superficies de carne fresca de aves de corral, utilizando agar y alginato de calcio (Sams, 2001: p.90).

### 1.5. *Bidens andicola*



**Figura 3-1.** *Bidens andicola*

Fuente: (SIB, s.f.)

El *Bidens andicola* también conocido como Ñachak es una especie vegetal originaria de Sur América en especial de países como Perú, Venezuela, Bolivia, Ecuador, Chile, Brasil y Argentina. Se la observa como una hierba perenne de aproximadamente 60 cm de altura cuyos tallos se presentan de forma erecta. Sus hojas son recortadas y su crecimiento se da en la parte inferior del tallo. Posee flores amarillas que forman agrupaciones amarillas que se pueden observar entre los meses de enero a marzo. Produce frutos pequeños y secos, dichos frutos poseen de dos a tres cuernos que suelen adherirse a la piel o ropa al contacto (SIB, s.f.)

#### 1.5.1. Usos

El *Bidens andicola* es una planta medicinal que tradicionalmente es utilizada para tratar inflamaciones internas, escaldaduras, ictericia, golpes, contusiones, fiebre, ardor de estómago, resfrío, colerina y diarrea en los niños. También es utilizada como colorante para el teñido de lana.

Cuando se prepara una infusión de esta planta se utiliza en el tratamiento de afecciones de riñones

e hígado (PermaTree, 2016)

### **1.5.2. Composición química y Actividad farmacológica**

Entre las principales actividades farmacológicas que presenta la planta podemos observar propiedades antioxidantes, antimicrobiana, antiinflamatoria antiséptica, hepatoprotectora, hipoglucemiante y disminuye la presión arterial (Vinueza et al., 2017: pp. 160-161).

Específicamente está formado por Flavonoles 7-O-glicosidicos que tienen quercetina y quercetina 3-metil éter como aglicona, con cadenas de azúcar formadas por tres o cuatro azúcares, incluidas la beta-D-glucopiranososa, alfa-L-rhamnopyranose, y beta-D-xilopiranososa.

Estas características se observan gracias a la presencia de flavonoides, taninos, triterpenos y lactonas sesquiterpénicas. Además, posee compuestos como ácido silícico, ácido ascórbico, taninos, limonenos, timol, felandreno, sales de potasio, calcio y fósforo (Huarcaya et al., 2018: pp.11-12).

### **1.6. *Rosmarinus officinalis***



**Figura 4-1.** *Rosmarinus officinalis*

**Fuente:** (Ecosostenible, 2017).

El Romero es un arbusto nativo de regiones de Europa, Asia y África, en general zonas de tipo costeras del Mediterráneo en el cual existe monte bajo, matorrales o suelo rocoso, aunque también se puede desarrollar en climas cerca de los lagos alpinos o lugares montañosos pedregosos.

Las características especiales de esta planta es que su altura va desde 50 llegando a observarse ejemplares de hasta 500 cm de altura. Sus raíces son profundas y fibrosas, los tallos son leñosos de color marrón claro muy ramificado, aunque las ramas nuevas o recientes poseen un color gris verdoso. En cuanto a sus hojas, son persistentes lanceoladas cuya longitud es de 2-3 cm mientras que su ancho se encuentra en un rango de 1-3 mm su color es verde oscuro en la parte superior

mientras que es de color blanco en la parte inferior con presencia de pequeños pelos. Posee flores hermafroditas pequeñas que se unen en grupos que presentan superposición de las floraciones. Su floración se observa en los meses de marzo a octubre (Ecosostenible, 2017).

### **1.6.1. Usos**

El uso más antiguo del Romero es el de una planta medicinal en China era consumido a forma de té para tratar el dolor de cabeza, el cansancio e insomnio. En la segunda Guerra era utilizado para desinfectar el aire de hospitales o cualquier centro de atención médica. Es utilizado también como desinfectante gracias a sus poder desinfectante y aromatizante (Ecosostenible, 2017).

En la cocina se lo utiliza gracia a su aroma fuerte que se puede impregnar en los alimentos donde es utilizado. Los platos en los que más es utilizado son en platos salados cocinados, productos horneados, panes y algunos tipos de postres. Para sazonar es utilizado en carnes succulentas como el cordero, mientras que en pescado el plato que más usos le da es la sardina y la caballa (Orballo, 2017).

En la industria cosmética el Romero se lo utiliza como un exfoliante natural, antiinflamatorio, tónico y en ocasión como ingrediente energético, cicatrizante, citofláctico. Esas características la presentan gracias a la presencia de ácido Rosmarínico que le brinda además lo hace conveniente para pieles sensibles y con tendencia a sufrir de acné (Ecosostenible, 2017).

### **1.6.2. Composición química y Actividad farmacológica**

Se pueden encontrar cientos de sustancias presentes en el Romero, pero entre las principales son ácidos fenólicos, flavonoides, aceites esenciales, ácidos triterpénicos, y alcoholes triterpénicos. Es aceite esencial del Romero es la sustancia más utilizada y estudiada por lo que no brindan estas características. El tipo de aceite esencial depende del lugar en el cual la planta haya crecido, entre los principales tenemos  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, canfeno, ésteres terpénicos como el 1,8-cineol, alcanfor, linalol, verbinol, terpineol, carnosol, rosmanol, isorosmanol, 3-octanona, isobanilacetato y  $\beta$ -cariofileno; los ácidos vanílico, caféico, clorogénico, rosmarínico, carnósico, ursólico, oleanólico, butilínico, betulínico, betulina,  $\alpha$ -amirina,  $\beta$ -amirina, borneol, y acetato de bornilo (Avila-Sosa et al., 2011: pp.24-25).

Todas estas sustancias le proveen al Romero funciones farmacológicas como antimicrobiano, antifúngico, antibacterial y acaricida brindándole características importantes que lo hacen una

especie vegetal con diversas aplicaciones en diferentes campos de la industria (Celiktas et al., 2007: p.555).

## **1.7. Pollo**

### **1.7.1. Carne de Pollo Definición.**

Se define como carne de pollo a las partes del ave perteneciente a tejido muscular y órganos que se encuentran en un estado inocuo y apto para el consumo del ser humano (FAO, 2015)

### **1.7.2. Valor Nutritivo de la carne de pollo**

Según (FAO, 2015), la carne de pollo se encuentra compuesta por agua, proteínas, aminoácidos, minerales, grasas, ácidos grasos y cantidades pequeñas de hidratos de carbono.

**Tabla 1-1.** Composición nutricional de la carne de pollo por cada 100 g.

<b>Constituyente</b>	<b>Gramos</b>
Agua	75,0
Proteína	22,8
Grasas	0,9
Cenizas	1,2
kJ	439

Fuente:(FAO, 2015)

Realizado por: Jeam Alvarado, 2020

### **1.7.3. Características Físico-Químicas**

#### **1.7.3.1. Peso**

Según Gómez y Gómez (2013), se define como peso a “la cantidad de masa en kilogramos de producto”. En las aves el peso total está constituido por los pesos individuales de agua, tejido muscular, tejido conectivo, grasa y tejido óseo. El músculo lo constituye agua (75%) y proteína (20%) en su mayoría, mientras que en menor cantidad se encuentran grasa, carbohidratos y minerales (5%).

El peso puede variar después de ser sacrificado el animal, además depende del método de conservación, si la refrigeración se da por medio de corrientes de aire frío, el peso puede disminuir entre un 0,5 a 1,5% del peso inicial. Si la refrigeración se la realiza por inmersión en agua, se observará una hidratación aumentando el peso que puede ser hasta el 10% por ley (Gómez y Gómez, 2013: p.36).

#### **1.7.3.2. pH**

El Potencial Hidrógeno (pH), nos da una medida de la cantidad de iones hidrógeno en la solución cualquiera que sea esta. En la industria alimenticia este parámetro es importante ya que nos muestra la estabilidad del producto, debido a que está relacionado directamente a la proliferación microbiana de determinados microorganismos (Gómez y Gómez, 2013: p.36).

En el animal vivo, el pH del músculo se encuentre aproximadamente entre 5.5 a 5.6.; cuando el animal muere, en el músculo se empieza a producir ácido láctico, como resultado del proceso de glucólisis. Como resultado el pH disminuye, llegando a alcanzar valores de hasta 5.4; obteniendo un producto que retiene mayor cantidad de agua ayudando a un mayor crecimiento de microorganismos. En pollo de engorde, la carne fresca presenta un pH de 5.96 hasta 6.18, consiguiendo una carne más oscura a diferencia de valores de pH más ácidos (Gómez y Gómez, 2013: p.37).

#### *1.7.3.3. Acidez*

El ácido láctico producido luego del sacrificio del animal es muy importante en la carne de pollo ya que este es el que le da la una buena coloración, sabor y la mantiene tierna, por tal razón, niveles bajos de ácido láctico pueden tener resultados negativos en la calidad del producto final. Para cuantificar la acidez se realiza por medio de métodos volumétricos como los son titulaciones ácido-base en presencia de un indicador como lo es la fenolftaleína (Gómez y Gómez, 2013: p.37).

#### *1.7.3.4. Capacidad de retención de agua (CRA)*

Según Gómez y Gómez (2013), se entiende como Capacidad de retención de agua a “la cantidad de agua que la carne es capaz de retener durante la aplicación de fuerzas externas”. Esta medida está ligado directamente a la jugosidad de la carne, el comportamiento durante el manejo y su preparación. Los parámetros de color, textura y firmeza se encuentran ligados a la CRA.

Durante los procesos de almacenamiento de la carne luego del sacrificio del animal, el alimento pierde agua en especial si es sometido a procesos de refrigeración, congelación o tratamientos con calor, lo que conlleva pérdidas para los productores ya que el costo está relacionado al peso del producto que se expende. El pH, la cantidad de grasa y el tiempo que ha transcurrido desde el deshuesado, tienen efecto sobre la CRA que es determinada por medio de compresión de la muestra de pollo durante un tiempo determinado, el agua que se obtiene luego de la compresión se la denomina agua libre (Gómez y Gómez, 2013: p.37).

#### *1.7.3.5. Agua Libre*

Este tipo de agua contenida en el pollo es fácilmente extraíble, por tal motivo es de gran importancia al momento del almacenamiento ya que se puede perder por evaporación o goteo ocasionando pérdidas a los productores. La medición del agua por goteo se la realiza para determinar en qué condiciones de almacenamiento son las más adecuadas en las que se tenga una menor pérdida de agua (Gómez y Gómez, 2013: p.37).

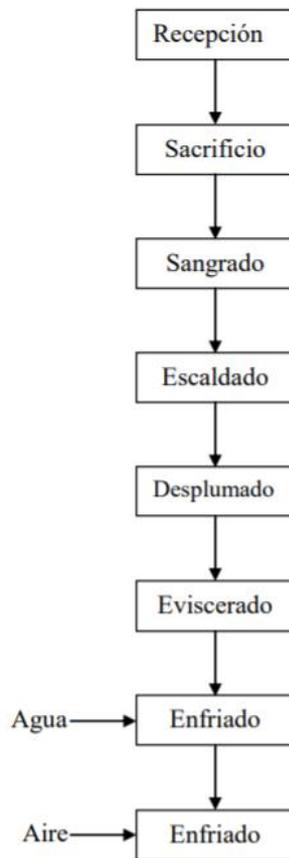
#### ***1.7.4. Control de calidad de carne de pollo***

##### *1.7.4.1. Calidad microbiológica*

La carne de pollo al ser una fuente rica de proteínas aproximadamente un 20 a 24%, vitaminas (B1, B2 y B3), fósforo, hierro y potasio, además de contar con una actividad de agua que va desde el 0,98 a 0,99; y un pH de 6,2 aproximadamente, la hace susceptible a contaminación microbiana ya que presenta las condiciones adecuadas para el crecimiento de bacterias (Auz, 2012: p.9).

La contaminación en este tipo de carne de ave es inevitable, y depende de la calidad microbiológica de la materia prima además de las prácticas de higiene que se apliquen durante el proceso de manipulación, el tiempo y la temperatura de almacenamiento los cuales tienen afectación directa en la carga microbiana del producto final. Los microorganismos que afectan la carne de ave se pueden dividir en dos grandes grupos, los que causan enfermedades en el ser humano o patógenos y los que alteran la calidad sensorial y nutricional del pollo, que se los denomina microorganismo alterantes (Pérez, 2015: p.21).

El pollo vivo puede contener una gran cantidad de microorganismos los cuales se encuentran distribuidos por todo el animal en especial las plumas, patas e intestinos; los cuales pueden contaminar el producto al momento del sacrificio o en las etapas continuas a este. Para la obtención de carne de pollo se atraviesan diferentes etapas las cuales se encuentran descritas en la Figura 5-1.



**Figura 5-1.** Proceso de obtención de carne de pollo  
 Fuente: (Auz, 2012: p.10)

En cada etapa del proceso de obtención puede existir un aumento o disminución de la carga microbiana todo esto depende de las condiciones que se encuentre en dicho momento. Entre las etapas que más contaminación puede existir vale destacar el desplumado debido a que se puede formar un aerosol que ocasiona una contaminación cruzada que afecta el proceso aumentando significativamente la cantidad de bacterias en el producto final (Auz, 2012: p.11).

En la etapa de escaldado la cual facilita el desplumado de los pollos, puede existir un punto crítico de contaminación ya que en el hay presencia de polvo de plumas, heces fecales de las patas, y contenido del tracto intestinal, el cual es vertido en el agua usada para esta etapa. Durante este punto los poros de la piel se encuentran abiertos por lo cual el agua es recogida por el producto lo que explica la presencia de bacterias como *Clostridium*, *Micrococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, entre otras (Pérez, 2015: p.25).

Otra etapa crítica desde el punto de vista microbiológico es el eviscerado ya que en él se encuentra en contacto con bacterias fecales que contaminan la piel del pollo llegando elevar significativamente la carga microbiana. De acuerdo a Auz, (2012), lavar el producto luego del

proceso de evisceración disminuye en un 20% el total de bacterias, además si es sometido a un enfriamiento posterior se podría alcanzar hasta una eliminación del 90% de bacterias en la carne de pollo final.

El enfriamiento con agua dentro del proceso de obtención de carne de pollo puede además utilizar productos de desinfección como agua con cloro a 20 hasta 50 ppm, mientras que un enfriamiento con aire a 0°C reduce el crecimiento de microorganismo (Auz, 2012: p.11).

Para evaluar la seguridad, las condiciones de higiene durante el procesamiento y el mantenimiento de las aves, se utilizan microorganismos entre los cuales se encuentran: mesófilos, psicrófilos, coliformes, *Escherichia coli* y estafilococos coagulasa positivos (Pérez, 2015: p.21). Los microorganismos patógenos que preocupan al ser humano en la producción de carne de pollo y derivados debido a su facilidad de transmisión *Salmonella* y *Campylobacter*. La presencia de *Salmonella* es variable y depende de las condiciones en la que se encuentran las aves entrantes, el procesamiento, muestreo y el método de análisis a utilizar. Estos microorganismos indicadores sugieren posibles peligros microbiológicos además se los utiliza también para estimar el tiempo de vida útil de un alimento (Pérez, 2015: p.35).

El microorganismo psicrófilos son aquellos que crecen a temperaturas bajas y se los utiliza para indicar contaminación en alimentos en refrigeración los cuales se encuentran a temperaturas de entre 4-8°C. Según Pérez (2015), se pueden destacar en esta categoría microorganismos como *Alcaligenes*, *Shewanella*, *Bronchothrix*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Pectobacterium*, *Psychrobacter*, *Enterococcus*, *Pseudomonas* y *Moraxela*.

Las enterobacterias indican contaminación en alimentos procesados, y es más utilizado como indicador desde la etapa de tratamiento hasta la etapa de distribución al consumidor. Este tipo de microorganismo se encuentran a nivel intestinal en hombres y animales y son responsables de tox infecciones como la *Salmonella*, *Yersinia*, *Escherichia coli*, etc (Pérez, 2015: p.38).

#### 1.7.4.2. Calidad Sensorial

La calidad sensorial en los alimentos evalúa parámetros organolépticos importantes para su presentación al consumidor, entre los cuales tenemos color, sabor, olor, apariencia y textura del producto.

##### 1.7.4.2.1. Color

Es uno de los parámetros más importantes que el consumidor toma en cuenta al momento de adquirir la carne de pollo. Para medir el color se utilizan diferentes métodos entre los cuales se

encuentran:

- Químico: se valora la cantidad de pigmentos en el producto cárnico.
- Instrumental: con ayuda de un colorímetro que define al color como característica de tres dimensiones que son la claridad, tono y saturación.

Según Gómez y Gómez (2013), al momento de utilizar el colorímetro, se obtiene los diferentes parámetros de determinada manera, teniendo así: “L\*=claro (luminosidad), a\*=rojizo (coordenada rojo-verde) y b\*=amarillento (coordenada amarillo-azul)”.

La carne de aves en condiciones de normalidad posee un tono blanco azulado que puede llegar hasta amarillo, aunque pueden variar dependiendo de las características del animal como son la especie, el ejercicio, edad y alimentación (Gómez y Gómez 2013: p.32).

#### 1.7.4.2.2. Sabor y olor

El sabor se obtiene como efecto de una estimulación del olfato y el gusto al final de un proceso de degustación, la estimulación de estos sentidos se da por compuestos solubles en agua los cuales estimulan a receptores gustativos que se encuentran presentes en la boca. El olor es resultado de la estimulación de los receptores olfatorios por parte de los compuestos químicos volátiles que posee la carne de pollo (Gómez y Gómez, 2013: p.32).

Según Gómez y Gómez (2013), la carne de pollo al estar cruda muestra un sabor algo metálico con olor a suero a diferencia de la carne cocida en la cual se percibe un sabor intenso que es causado por la temperatura a la que es sometido el producto cárnico.

#### 1.7.4.2.3. Apariencia

La apariencia es medida por medio del sentido de la vista que junto con el color nos brindan una característica importante al momento de seleccionar determinado alimento como aceptable. La apariencia se puede ver afectada por diferentes causas en todo el proceso de obtención como lo son cortes de mala calidad, presencia de hemorragias o hematomas en la carne, arañazos, huesos fracturados o dislocados lo que da como resultado afectación en la química de la carne causando un mal aspecto de la misma (Gómez y Gómez, 2013: p.33).

**Tabla 2-1.** Apariencia de la carne de pollo

<b>APARIENCIA</b>	<b>Aceptable</b>	<b>No aceptable</b>
Color de la carne	Rojo/rosado	Marrón, gris, verde
Grasa de la carne	Blanco	Amarillo
Textura	Firme	Suave, blanda y seca
Goteo	Ninguno	Cualquier exudado

Fuente: (Gómez y Gómez, 2013)

Realizado por: Jeam Alvarado, 2020

#### 1.7.4.2.4. Terneza y Textura

Se encuentra ligado al espesor de las fibras de músculo y el tejido de tipo conectivo que se encuentra envolviendo a estas fibras. La textura se mide utilizando un instrumento que evalúa la fuerza necesaria que utiliza una cuchilla para cortar la carne. Además se analiza la cantidad de colágena que contiene el alimento cárnico, ya que entre mayor sea la cantidad de colágeno, mayor es la dureza de la carne (Gómez y Gómez, 2013: p.35).

### **1.7.5. Técnicas de conservación de la carne de Pollo**

La carne al ser un producto perecedero y con alta susceptibilidad a la contaminación microbiana, su estabilidad y seguridad dependen de factores como lo son la temperatura de almacenamiento, el recuento y tipo de microorganismo que contiene, el pH y el tipo de envasado que posee entre los más importantes. El fin que poseen los diferentes métodos de conservación debe ser ña disminución de los picos de producción, aumentar el rango de productos a ofrecer, ampliación de la distribución, disminución del producto devuelto por fallos y el aumento de periodo de venta (Pérez, 2015: p.41).

#### *1.7.5.1. Refrigeración*

La refrigeración es un método de conservación basado en la temperatura, ya que ayuda al retraso del desarrollo microbiano, aunque en ocasiones no es óptimo en microorganismo psicrófilos los cuales poseen tolerancia a temperaturas bajas. Los factores que inciden en este método son la temperatura de almacenamiento y el nivel de contaminación inicial del producto (Pérez, 2015: p.41).

Para que sea efectiva la refrigeración en la carne de pollo como método de conservación, la temperatura a la que se encuentra almacenada debe estar cerca del punto de congelación, si esta supera los 5°C da paso al desarrollo de diferentes especies bacterianas involucradas en el deterioro de la carne. Debido a la gran cantidad de especies bacterianas resistentes a las bajas temperaturas ha causado que la refrigeración sea insuficiente para la conservación de la carne de pollo.

### 1.7.5.2. Envasado en atmósfera modificada (EAM)

El EAM consiste en envasar el producto en una mezcla de gases diferente a la del aire convencional. Para este fin se utilizan gases como N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> en concentraciones que difieren del tipo de alimento que se vaya a conservar para así poner extender el tiempo de vida útil del producto. Para la carne de pollo se utilizan atmósferas que posean niveles de CO<sub>2</sub> mayores al 20%, en el cual se ha observado un aumento significativo del tiempo de consumo (Pérez, 2015: p.43).

Según Pérez (2015), en productos avícolas, la técnica de envasado tiene en cuenta cuatro componentes importantes que son el envase empleado, la mezcla de gases, los materiales de envase y los equipos de envasado; cada uno de los componentes deben ser determinados por el tipo de producto que se va a envasar.

Cada uno de los gases utilizados poseen diferentes propiedades, y son utilizados dependiendo de las necesidades del alimento, por ejemplo el CO<sub>2</sub> es un gas que posee alta solubilidad en agua además de ser bacteriostático y fungicida lo que ayuda a disminuir la velocidad del crecimiento de mohos y bacterias aeróbicas. Negativamente actúa sobre el color y la consistencia del producto ya que no es inerte (Pérez, 2015: p.43).

Se ha observado que en la carne de pollo el envasado en atmósferas modificadas, disminuye la velocidad de crecimiento de bacterias que alteran la calidad sensorial del producto, en especial de *Pseudomonas*, teniendo como resultado aumento de la vida útil de manera significativa. Las atmósferas sin oxígeno y contenido alto de dióxido de carbono, evita los cambios de color en la carne de pollo (Pérez, 2015: p.45).

Entre las ventajas del método EAM se encuentran la reducción de la contracción del alimento, disminución de las pérdidas por deterioro y recortes, aumento de la productividad, disminución de la necesidad de espacio y aumento de las volúmenes de equipamiento.

### 1.7.5.3. Sistemas de envasado

En la industria avícola se utilizan diferentes sistemas de envasado entre los cuales se encuentran el Flow pack, termosellado, termoformado y el retractilado.

El sistema Flow pack realiza un sellado inviolable, para esto se utilizan máquinas de tipo automático horizontales de alta producción. Estas máquinas utilizan una bobina de film para envolver el producto, además manejan tres soldaduras, una vertical y dos de tipo horizontal; para este sistema puede ser aplicado atmósferas modificadas si es necesario (Pérez, 2015: p.46).

Por otro lado el termosellado es un proceso por el cual los envases preelaborados y llenados con el producto son cerrados utilizando presión y calor a una película plástica utilizada a modo de tapa del envase. Para este método se utilizan al igual que le flow pack, máquinas automáticas de termosellado, además se pueden utilizar o no atmósferas modificadas (Pérez, 2015: p.46).

El termoformado a diferencia del termosellado, ocupa dos bobinas de película plástica una superior y otra inferior cada una de diferente material, estos envases pueden ser de tipo flexible o rígido dependiendo de las necesidades. Con este tipo de sellado, el producto presentado es más vistoso, fácil de apilar y de agradable presentación, todo esto ayuda a que el proceso de empaque asegure calidad y eficiencia en cada punto hasta el consumidor final (Pérez, 2015: p.48).

Por último se encuentra el retractilado, es una de las técnicas que menos se utiliza en la industria de la carne en el cual se envuelve el producto alimenticio con una película plástica extensible a modo de envoltura. Este tipo de envasado es débil y propenso a rupturas durante el apilado o el transporte.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO.

#### 2.1. Lugar de la investigación

La preparación de los films se lo realizó en el Laboratorio de Productos Naturales de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

Los análisis microbiológicos desarrollados a las muestras preparadas se realizaron en el laboratorio de Investigación.

Los ensayos bromatológicos de acidez, pH y color se desarrollaron el en Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

#### 2.2. Materiales, equipos y reactivos.

##### 2.2.1. *Material vegetal*

El material vegetal utilizado fue de las partes aéreas del *Bidens andicola*, estas son flores, hojas y tallos. Fue secada a 40°C en estufa marca Memmert SNB400 por 24 horas para luego ser triturada en un molino marca Molino Arthur H. Thomas C.O, hasta obtener una partícula de aproximadamente 2 mm; con el fin de obtener el extracto necesario para la fabricación del film con las diferentes concentraciones a estudiar.

##### 2.2.2. *Reactivo Químico*

Para la elaboración de los films se utilizó quitosano con un grado de desacetilacion de  $\geq 95$  % de la empresa xi' an lukee bio-tech co., ltd. (China).

### 2.2.3. Materiales de laboratorio utilizados

**Tabla 1-2.** Descripción de los materiales de laboratorio utilizados

<b>OBTENCIÓN DEL EXTRACTO</b>
Frasco ámbar 1000 mL
Embudo
Trípode
Papel Filtro
Probeta 1000 mL
Vaso de precipitación 250 mL
Mangueras
Balón esmerilado 250 mL
<b>ELABORACIÓN DE FILMS</b>
Vaso de precipitación 1000 mL
Probeta 1000 mL
Papel Aluminio
Agitador de vidrio
Espátula de metal
Toallas de papel
Magneto para agitador magnético
<b>DETERMINACIÓN DE pH</b>
Matraz Erlenmeyer 250 mL
Vaso de precipitación 100 mL
Piseta
Probeta 50 mL
<b>DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TOTAL</b>
Matraz Erlenmeyer 250 mL
Vaso de precipitación 100 mL
Piseta
Probeta 50 mL
Bureta 50 mL
<b>DETERMINACIÓN DEL COLOR</b>
Papel aluminio
Papel toalla
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>
Matraz Erlenmeyer 250 mL
Tubo de ensayo
Puntas de micropipeta
Micropipeta
Gradilla
Papel toalla
Papel aluminio
Algodón
Gasa
Fundas ziploc
Pistilo
Rotulador
Cajas Petri de vidrio
Petrifilm para coliformes totales
Petrifilm para aerobios mesófilos

Realizado por: Jeam Alvarado, 2019

#### 2.2.4. Equipos

**Tabla 2-2.** Equipos utilizados en la investigación

ANÁLISIS	EQUIPOS
Obtención de extracto hidroalcohólico	Molino Arthur H. Thomas C.O Sonicador Marca Branson 3510
	Rotavapor Heidolph Estufa Memmert SNB400
Elaboración de films	Agitador magnético Thermo Scientific
	Secadora de cabello Oster
	Sonicador Marca Branson 3510
	Balanza RADWAG
Determinación de pH	Potenciómetro marca OAKTON Cronómetro
	Balanza marca RADWAG
Determinación de Acidez Total	Balanza RADWAG Cronómetro
Determinación del Color	Celular Huawei Mate 20 Lite
Análisis Microbiológico	Estufa marca MEMMERT
	Celular Huawei Mate 20 Lite
	Cámara de flujo laminar STREAMLINE
	Autoclave
	Balanza RADWAG Termohigrómetro Refrigerador

Realizado por: Jeam Alvarado, 2019

#### 2.2.5. Reactivos

**Tabla 3-2.** Descripción de los reactivos utilizados

ANÁLISIS	REACTIVOS
Obtención de extracto hidroalcohólico	Etanol al 70% Agua destilada.
Elaboración de films	Quitosano con un grado de desacetilacion de $\geq 95\%$ Acido acético glacial al 96% Glicerol Aceite esencial de Romero laboratorio "Doterra" Agua destilada Tween 80 Extracto Hidroalcohólico <i>Bidens andicola</i> (BAHE)
Determinación de pH	Agua destilada
Determinación de Acidez Total	Agua destilada Fenolftaleína Solución de NaOH 0.1 N
Determinación del Color	Ninguno
Análisis Microbiológico	Agua destilada Alcohol potable Preparación de agua de Peptona

Realizado por: Jeam Alvarado, 2019

## **2.3. Técnicas y métodos**

### **2.3.1. Preparación de la muestra**

#### *2.3.1.1. Preparación de extracto hidroalcohólico de *Bidens andicola**

El extracto hidroalcohólico se utilizó en la fabricación de los films con sus diferentes concentraciones. Para elaborar el extracto se basó en el procedimiento utilizado en el trabajo de titulación de Hernández (2018: p.45).

#### **Procedimiento**

Se pesó 100 g de material vegetal seco de partes aéreas de *Bidens andicola* y se maceró con 500 mL de etanol al 70%. Luego se llevó al sonicador por 30 minutos y se dejó en reposo por 72 h con agitación ocasional.

Luego de las 72h se filtró y se concentró el extracto en Rotavapor Heidolph hasta se eliminó por completo el solvente, obtenido así el extracto concentrado el cual se guardó en un lugar oscuro y seco hasta el momento de ser utilizado en la fabricación de los films en sus diferentes concentraciones.

#### *2.3.1.2. Elaboración del film*

Para elaborar el film se siguió la metodología utilizada por (Fernando et al., 2018, p.2), una solución de quitosano al 1,5% se preparó disolviendo en una solución de ácido acético glacial al 1% v/v a 60°C con 1,5 g de quitosano con agitación constante a 800 rpm por 24 h. El extracto hidroalcohólico de *Bidens andicola* fue añadido en concentraciones (0%, 10%, 30%) w/w en comparación con el quitosano.

Luego de que hayan transcurrido las 24h en agitación constante se añadió el glicerol en una proporción 30% w/w con el quitosano. El aceite esencial de Romero fue añadido en diferentes concentraciones (0%, 1%, 2%) v/v en relación a la mezcla total. Se utilizó tween 80 como tensoactivo, colocando 1 gota en la mezcla para ayudar a la homogenización de cada uno de los elementos de la mezcla. Se sometió a una última sesión de agitación y se sonicó por 15 minutos. Luego de sonicar se distribuyó 100 mL de la mezcla final en moldes de acrílico (18x25 cm<sup>2</sup>) para luego someterse a secado por 72 h a temperatura ambiente. Luego de transcurrido el tiempo, se separaron los films de los moldes y se comprobó que no existan imperfecciones en la película

como son burbujas rupturas, además que su espesor se encuentre en un rango de entre 40 a 70  $\mu\text{m}$ .

El experimento se realizó usando un factorial de (3x3) siendo los factores las concentraciones de extracto de *Bidens andicola* (0%, 20% y 30%) y las concentraciones de aceite esencial de Romero (0%, 1% y 2%). Los films obtenidos se almacenaron en bolsas ziploc protegido de la luz y en un lugar seco.

### 2.3.1.3. Preparación de la carne fresca

La carne de fresca de pollo fue obtenida en el mercado “La Condamine” de la ciudad de Riobamba, escogiendo específicamente la parte de la pechuga del animal debido al porcentaje mínimo de grasa en comparación con el resto del pollo. Cada pechuga fue cortada en pedazos de 30 g cada uno y envueltos con los films a estudiar, cada film fue cerrado con la ayuda de cinta de plástico en su parte superior.

Se preparó también muestras sin ningún recubrimiento alguno y con recubrimiento plástico como control. Para evitar la deshidratación de las muestras por parte del aire frío del refrigerador, cada uno de ellas fueron empacadas en envases de plástico y colocadas en refrigeración a  $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , controlando diariamente la temperatura de refrigeración.

Para los diferentes ensayos y pruebas a realizar se tomaron cada una de las muestras de manera aleatoria para los días 3,6 y 10 de almacenamiento. Para el día 0 se realizaron todas las pruebas esperadas a la muestra de pechuga recién obtenida. En cada etapa del estudio se movilizaron las muestras en contenedores a temperatura de refrigeración para evitar repercusiones en los resultados.

El tratamiento de “B30R0” (*Bidens andicola* 30% y *Rosmarinus officinalis* 0%), desde el momento del empaquetado del pollo en el día “0”, no presentó características para ser empaque debido a que existieron rupturas al momento de estar en contacto con la carne de pollo.

### 2.3.2. Análisis de las muestras

#### 2.3.2.1. Análisis sensorial

Para cada muestra con los diferentes tratamientos se colocaron 10 g de la muestra de pollo sobre un corte de papel aluminio. Se procedió a percibir el olor y observar la consistencia y color de las diferentes muestras. Se anotaron los resultados y compararon con las muestra en el día de compra.

#### 2.3.2.2. *Determinación de pH*

Se pesaron 10 g de muestra de pollo y se colocó en un Erlenmeyer de 250 mL, se añadieron 100 mL de agua destilada y se agitó por dos minutos, con ayuda del potenciómetro OAKTON, se procedió a medir el pH de la solución y se anotaron los resultados. Este procedimiento se realizó por duplicado para cada uno de las muestras con los diferentes films a estudiar.

#### 2.3.2.3. *Determinación de parámetros de color*

Se pesaron 10 g de la muestra y se colocaron sobre papel aluminio, para la medición del color se utilizó una celular marca Huawei Mate 20 Lite con una resolución de cámara de 20 megapíxeles. En el celular se corrió la aplicación “Colorimeter” disponible en la tienda digital de “Google Play”.

Para cada muestra se enfocó con un ángulo de 90°C y a luz natural los bordes de la muestra y se obtuvieron parámetros como Luminosidad (L\*), coordenada rojo-verde (a\*) y coordenada amarillo-azul (b\*). Este procedimiento se realizó por duplicado para cada uno de las muestras con los diferentes films a estudiar.

#### 2.3.2.4. *Análisis microbiológico*

Para los ensayos microbiológicos se analizaron cada una de las muestras pertenecientes a los diferentes films a estudiar. Se analizaron las muestras utilizando la técnica de sembrado en placas petrifilm las cuales son pruebas rápidas y con resultados más homogéneos y confiables. Se obtuvieron placas petrifilm para los ensayos de aerobios mesófilos y coliformes totales de la compañía 3M™ (SAG, 2009: p.11). Además se realizó determinación de presencia de *Salmonella* al pollo en el día de compra.

##### 2.3.2.4.1. Aeróbios Mesófilos

La determinación de aerobios mesófilos nos brinda información importante sobre la calidad sanitaria del proceso de empaquetado del producto cárnico (Pérez, 2015: p.35). Para ello se inició pesando 10 g de muestra de pollo y se disolvió en 90 mL de agua de peptona. Se realizaron diluciones de  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  para todas las muestras, pero al momento de sembrar se realizó de las tres últimas diluciones. Para el sembrado se tomó una placa petrifilm para conteo de aerobios mesófilos 3M™ y se la colocó en una superficie plana y nivelada, luego con ayuda de la

micropipeta, se tomó 1 mL de la dilución, se levantó la película semitransparente de la placa y se procedió a inocular, luego se cubrió con la película, después se liberó la película dejándola caer sobre la dilución evitando la formación de burbujas. Con ayuda de un objeto circular se esparció suavemente la dilución por toda la placa y finalmente se llevó a incubar a una temperatura de  $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 48 horas (SAG, 2009: p.12). Para el conteo de colonias se utilizó un celular Huawei Mate 20 Lite en el cual se corrió la aplicación “APD Colony Counter Lite” que se encuentra en la tienda digital de “Google Play”.

Cálculos:

Para los cálculos necesarios se seleccionaron las placas que oscilen entre 10-300 colonias. Se utilizó como guía para el conteo lo establecido en la norma ISO 7218 (SAG, 2009: p.11).

El número de microorganismos (N) presentes en la muestra analizada, se calculó como la media corregida de dos diluciones consecutivas utilizando la siguiente ecuación:

$$N = \frac{\Sigma C}{V \times 1,1 \times d}$$

Donde:

$\Sigma C$  = es la de las colonias contadas en las dos placas de las diluciones consecutivas, donde una de las dos contiene un mínimo de 10 colonias.

V= volumen de la dilución utilizado en cada placa, reportado en mL.

d= dilución que corresponde a la primera dilución que se seleccionó.

El resultado obtenido se reportó en UFC/g.

Este procedimiento se lo realizó para cada una de las muestras contenidas en los diferentes films a estudiar, los ensayos se realizaron por duplicado para cada muestra.

#### 2.3.2.4.2. Coliformes totales

Los coliformes totales nos muestran que existió algún tipo de contaminación al alimento procesado, en cualquier punto del proceso (Pérez, 2015: p.36). Para ello se inició pesando 10 g de muestra de pollo y se disolvió en 90 mL de agua de peptona. Se realizaron diluciones de  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  para todas las muestras, pero al momento de sembrar se realizó de las tres últimas diluciones. Para el sembrado se tomó una placa petrifilm para conteo de Coliformes Totales 3M™ y se la colocó en una superficie plana y nivelada, luego con ayuda de la micropipeta, se tomó 1

mL de la dilución, se levantó la película semitransparente de la placa y se procedió a inocular, luego se cubrió con la película, después se liberó la película dejándola caer sobre la dilución evitando la formación de burbujas. Con ayuda de un objeto circular se esparció suavemente la dilución por toda la esfera de gel que contiene la placa y finalmente se llevó a incubar a una temperatura de  $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 24 horas (SAG, 2011: p.18). Para el conteo de colonias se utilizó un celular Huawei Mate 20 Lite en el cual se corrió la aplicación “APD Colony Counter Lite” que se encuentra en la tienda digital de “Google Play”.

Cálculos:

Para los cálculos necesarios se seleccionaron las placas que oscilen entre 15 -150 colonias.

Las diluciones se realizaron por duplicado por tal motivo se promedió el número de colonias de cada placa de la misma dilución y se multiplicó por el inverso de la dilución y luego determinar el promedio del recuento bacteriano entre ambas diluciones consecutivas.

El resultado obtenido se reportó en UFC/ g.

#### 2.3.2.4.3. Determinación de presencia de *Salmonella*.

La prueba cualitativa de *Salmonella* nos indica si existe o no presencia de dicha bacteria en el alimento, lo que indicaría algún tipo de contaminación. La *Salmonella* es un bacteria patógena que no debe encontrarse en los alimentos de ningún tipo ya que conllevaría problemas gastrointestinales severos (Pérez 2015: p.36).

Para ello se inició pesando 10 g de muestra de pollo y se disolvió en 90 mL de agua de peptona. Luego se tomó 1 mL de la mezcla y se añadió en 9 mL de caldo tetratrionato el cual contenía reactivo de sal de Yodo, y se dejó en incubación por 24 horas a  $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Pasado el tiempo necesario se añadieron 100  $\mu\text{L}$  en agar S.S. en placa Petri y se dejó en incubación por 24 horas a  $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Para determinar si hay presencia de *Salmonella* se observaron el crecimiento de las colonias ya que dicha bacteria patógena decolora el medio y forma colonias negras. Si no se observó dichas características la prueba muestra ausencia de la bacteria (Pérez, 2015: p.36).

#### 2.3.3. Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA), y las diferencias significativas entre los valores medios fueron procesados por la prueba de Tukey, utilizando una significancia de  $p < 0,05$ . Los datos se procesaron en el software estadístico para ciencias sociales (SPSS), versión 23, IBM.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1. Análisis sensorial

El análisis sensorial es un examen en el cual se inspeccionan las propiedades organolépticas de los alimentos utilizando los sentidos humanos. Este análisis muestra las condiciones en las que el alimento es percibido por parte del consumidor para aceptar o rechazar el producto. El análisis productos alimenticios es medido e interpretado por la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2007)

La tabla 1-3 muestra los resultados de la evaluación sensorial del parámetro sensorial que es el resultado de la estimulación de los receptores olfatorios por parte de los compuestos químicos volátiles que posee la carne de pollo (Gómez y Gómez, 2013: p.32).

**Tabla 1-3.** Análisis sensorial (olor) de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración.

DÍAS TRATAMIENTOS	0	3	6	10
POLLO SIN ENVASE	Pollo fresco-característico	Almacenamiento refrigeración-característico	Olor a Descomposición	Olor a Descomposición
BLANCO	Pollo fresco-característico	Almacenamiento refrigeración-característico	Almacenamiento refrigeración-característico	Olor a Descomposición
FILM PLASTICO	Pollo fresco-característico	Almacenamiento refrigeración-característico	Olor a Descomposición	Olor a Descomposición
B10R0	Pollo fresco-característico	Almacenamiento refrigeración-característico	Almacenamiento refrigeración-característico	Olor a Descomposición
B0R1	Pollo fresco-característico	Aroma a romero	Aroma a romero	Olor a Descomposición
B10R1	Pollo fresco-característico	Aroma a romero	Aroma a romero	Olor a Descomposición
B30R1	Pollo fresco-característico	Aroma a romero	Aroma a romero	Olor a Descomposición
B0R2	Pollo fresco-característico	Aroma a romero intenso	Aroma a romero intenso	Olor a Descomposición y romero
B10R2	Pollo fresco-característico	Aroma a romero intenso	Aroma a romero intenso	Olor a Descomposición y romero
B30R2	Pollo fresco-característico	Aroma a romero intenso	Aroma a romero intenso	Olor a Descomposición y romero

Realizado por: Jeam Alvarado, 2020

El día de compra (día 0) el pollo mostró un olor característico a pollo fresco, este no se encontraba en refrigeración en el lugar de expendio. A los tres días de almacenamiento las muestras: POLLO SIN ENVASE, “BLANCO”, “FILM PLÁSTICO” y “B10R0”, presentaron olor característico a pollo refrigerado, mientras que las muestras en cuyos envases contenían porcentajes de aceite esencial de romero presentaron olor característico de esta planta, volviéndose más intenso en aquellos tratamientos con concentración máxima de aceite (2%).

Para el sexto día de almacenamiento, los tratamientos “POLLO SIN ENVASE” y “FILM PLÁSTICO” poseían olor a descomposición producidos por la acción de las bacterias que se han desarrollado en la superficie del producto, cuyas enzimas degradan las proteínas y la grasa (Gómez y Gómez; 2013: p.15). Al igual que en el tercer día las muestras que contenían aceite de romero, acogieron el olor característico de la planta sin emisión de olor a alteración.

En el último día de almacenamiento, todas las muestras presentaban olor a descomposición con menos intensidad las que estaban recubiertos con las películas que contenían romero.

**Tabla 2-3.** Análisis sensorial (color) de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración.

DÍAS \ TRATAMIENTOS	0	3	6	10
POLLO SIN ENVASE	Blanquecino-rosáceo	Blanquecino-rosáceo	Blanquecino-verdoso	Blanquecino
BLANCO	Blanquecino-rosáceo	Blanquecino-rosáceo	Blanquecino-verdoso	Blanquecino
FILM PLASTICO	Blanquecino-rosáceo	Blanquecino-rosáceo	Blanquecino-verdoso	Blanquecino
B10R0	Blanquecino-rosáceo	Amarillento	Café-verdoso	Café-verdoso
B0R1	Blanquecino-rosáceo	Blanquecino	Blanquecino-pálido	Blanquecino-verdoso
B10R1	Blanquecino-rosáceo	Blanquecino-amarillento	Café-verdoso	Café-verdoso
B30R1	Blanquecino-rosáceo	Blanquecino-café	Café-verdoso	Café-verdoso
B0R2	Blanquecino-rosáceo	Blanquecino	Blanquecino-pálido	Blanquecino-verdoso
B10R2	Blanquecino-rosáceo	Blanquecino-amarillento	Café-verdoso	Café-verdoso
B30R2	Blanquecino-rosáceo	Blanquecino-café	Café-verdoso	Café-verdoso

Realizado por: Jeam Alvarado, 2020

En la tabla 2-3 se observa las coloraciones de las muestras durante los 3, 6 y 10 días de almacenamiento. El color de las muestras en el día de compra fue un tono blanquecino-rosáceo, el cual es propio de la carne de pollo fresca, aunque puede variar dependiendo del origen del animal y su alimentación (Gómez y Gómez 2013: p.26).

Al tercer día de almacenamiento, las muestras cuyos tratamientos contenían las diferentes

concentraciones de extracto de *Bidens andicola*, tomaron cierta totalidad verdosa en la superficie, debido al color propio de esta sustancia. La muestra de pollo sin empaque, el pollo con empaque plástico y el blanco, no tomaron coloración alguna y presentaron la coloración característica del pollo, mientras que las muestras que contenían aceite esencial de romero en sus diferentes concentraciones se tomaron tonalidades pálidas en comparación con los otros tratamientos.

Para el sexto día de almacenamiento las muestras con los tratamientos “POLLO SIN ENVASE”, “BLANCO” y “FILM PLÁSTICO” se tornaron blanquecinos verdosos debido al inicio de la etapa de putrefacción. Las muestras con diferentes concentraciones de extracto tomaron coloración café verdosa, mientras que las muestras con aceite esencial fueron blanquecinas.

En el último día de almacenamiento, la coloración de las muestras sin envoltura fue semejante al día seis.

**Tabla 3-3.** Análisis sensorial (apariencia) de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración.

<b>DÍAS</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>				
POLLO SIN ENVASE	Fresca-homogénea	Homogénea	Blanda con presencia de exudado	Blanda con presencia de exudado
BLANCO	Fresca-homogénea	Homogénea	Homogénea	Blanda con presencia de exudado
FILM PLASTICO	Fresca-homogénea	Homogénea	Blanda con presencia de exudado	Blanda con presencia de exudado
B10R0	Fresca-homogénea	Homogénea	Homogénea	Blanda con presencia de exudado
B0R1	Fresca-homogénea	Homogénea	Homogénea	Blanda con presencia de exudado
B10R1	Fresca-homogénea	Homogénea	Homogénea	Blanda con presencia de exudado
B30R1	Fresca-homogénea	Homogénea	Homogénea	Blanda con presencia de exudado
B0R2	Fresca-homogénea	Homogénea	Homogénea	Blanda con presencia de exudado
B10R2	Fresca-homogénea	Homogénea	Homogénea	Blanda con presencia de exudado
B30R2	Fresca-homogénea	Homogénea	Homogénea	Blanda con presencia de exudado

Realizado por: Jeam Alvarado, 2020

En la tabla 3-3 se observa el aspecto de las muestras con los diferentes tratamientos aplicados durante los 3, 6 y 10 días de almacenamiento. El día de compra el pollo presentó una apariencia fresca y homogénea en toda su superficie, la cual se mantuvo hasta el tercer día de almacenamiento. Al sexto día de almacenamiento en los tratamientos " POLLO SIN ENVASE" y "FILM PLÁSTICO" se observó una apariencia blanda en la cual existía exudado que desprendía la muestra. Las otras muestras poseían un aspecto homogéneo.

Para el décimo día de almacenamiento todas las muestras presentaban aspecto blando con presencia de exudado. El descenso en la capacidad de retención de agua causada por la

desnaturalización de proteínas en el interior de la carne causa el exudado blanquecino el cual es rico en vitaminas, sales minerales y aminoácidos (Gomez, Gomez y Martínez, 2016: p.69).

Otros estudios sobre películas a base de quitosano demostraron que dicho polímero posee la capacidad antimicrobiana, antioxidante, coagulante, además de disminuir una gran cantidad de reacciones que causan efecto sobre la calidad del alimento, a fin de tener mejores propiedades organolépticas haciéndolo más apetecible para el consumidor final (Valenzuela y Arias, 2012: p.41).

### 3.2. Determinación de pH

El pH es un parámetro de mucha importancia al medir la calidad de un producto alimenticio, en especial si se trata de productos cárnicos ya que este regula las reacciones de tipo enzimáticas y se relaciona directamente con el crecimiento de microorganismo a través de todo el proceso de producción de alimentos. Controlar dicho parámetro ayuda a asegurar un producto de calidad ya que se encuentra asociado con otros parámetros como: color, terneza, capacidad de retención de agua, jugosidad y estabilidad microbiana (Pires, de Souza y Fernando, 2018: p.146).

En el animal vivo, el pH del músculo se encuentre aproximadamente en 7.2, cuando el animal muere, en el músculo se empieza a producir ácido láctico, como efecto de la respiración anaerobia (Gómez y Gómez, 2013: p.35). Como resultado el pH disminuye, llegando a alcanzar valores de hasta 5.4.(Gómez y Gómez, 2013: p.37).

**Tabla 4-3.** pH de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración.

DÍAS \ TRATAMIENTOS	0	3	6	10
POLLO SIN ENVASE	6,01±0,01 <sup>a</sup>	6,25±0,03 <sup>b</sup>	6,30±0,02 <sup>a</sup>	7,48±0,10 <sup>g</sup>
BLANCO	6,01±0,01 <sup>a</sup>	6,29 ±0,01 <sup>b</sup>	6,31± 0,00 <sup>abcd</sup>	6,35±0,04 <sup>ab</sup>
FILM PLASTICO	6,01±0,01 <sup>a</sup>	6,24±0,01 <sup>ab</sup>	6,44± 0,02 <sup>f</sup>	6,95±0,0 <sup>f</sup>
B10R0	6,01±0,01 <sup>a</sup>	6,33±0,02 <sup>ab</sup>	6,31±0,02 <sup>abc</sup>	6,71±0,04 <sup>e</sup>
B0R1	6,01±0,01 <sup>a</sup>	6,31± 0,01 <sup>b</sup>	6,37±0,02 <sup>cdef</sup>	6,50±0,01 <sup>c</sup>
B10R1	6,01±0,01 <sup>a</sup>	6,33± 0,02 <sup>b</sup>	6,42± 0,02 <sup>ef</sup>	6,52±0,03 <sup>cd</sup>
B30R1	6,01±0,01 <sup>a</sup>	6,29±0,02 <sup>b</sup>	6,37±0,02 <sup>bcd</sup>	6,50±0,0 <sup>c</sup>
B0R2	6,01±0,01 <sup>a</sup>	6,15 ±0,02 <sup>a</sup>	6,28±0,01 <sup>a</sup>	6,34±0,02 <sup>a</sup>
B10R2	6,01±0,01 <sup>a</sup>	6,26± 0,02 <sup>b</sup>	6,30± 0,01 <sup>ab</sup>	6,43± 0,03 <sup>bc</sup>
B30R2	6,01±0,01 <sup>a</sup>	6,26± 0,01 <sup>b</sup>	6,38±0,02 <sup>def</sup>	6,60± 0,04 <sup>d</sup>

\*Letras diferentes en la misma columna indica diferencias significativas (p< 0,05).

Realizado por: Jeam Alvarado, 2020

En la tabla 4-3 se muestran los valores de pH durante los 3,6 y 10 días de almacenamiento de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos aplicados.

La carne de pollo al día de compra (0) tenía un pH de 6,01, al tercer día aumentó el pH ( $p < 0,05$ ) a un valor de 6,25 lo que ayuda al crecimiento de bacterias (Pires, de Souza y Fernando, 2018: p.146), sin embargo la carne de pollo envuelta con el tratamiento “BOR2”, con valor de pH de 6,15 fue el más bajo al tercer día de almacenamiento en comparación con la muestra control (Pollo sin envase) ( $p < 0,05$ ), esto demuestra que su efectividad para preservar el producto es significativamente mayor a las de los otros tratamientos.

La capacidad de conservación se da gracias a la propiedad antimicrobiana del Quitosano y del aceite esencial de Romero, ya que el aumento de la carga microbiana es directamente proporcional al pH, es decir mayor contaminación microbiana el pH aumentará (Pires, de Souza y Fernando, 2018: p.146). Para el sexto día de almacenamiento la carne de pollo sin envoltura continuaba con el proceso de deterioro, alcanzando un pH de 6,30, siendo el tratamiento “BOR2” el valor de pH más bajo en comparación con los otros tratamientos mencionados, mientras que el tratamiento con “FILM PLÁSTICO” fue el pH más alto de todos con un valor de 6,44.

En el décimo día de almacenamiento ya con el análisis sensorial se observó que las muestras de pollo poseían un exudado blanquecino que despedía olor a degradación, lo que demostraba el grado de descomposición de la carne, alcanzando así la muestra sin envoltura el mayor valor de pH (7,48), siendo diferente significativamente al resto de los tratamientos ( $p < 0,05$ ) mientras que el empaque “BOR2” obtuvo el valor de pH de 6,34, siendo el pH más bajo de todos.

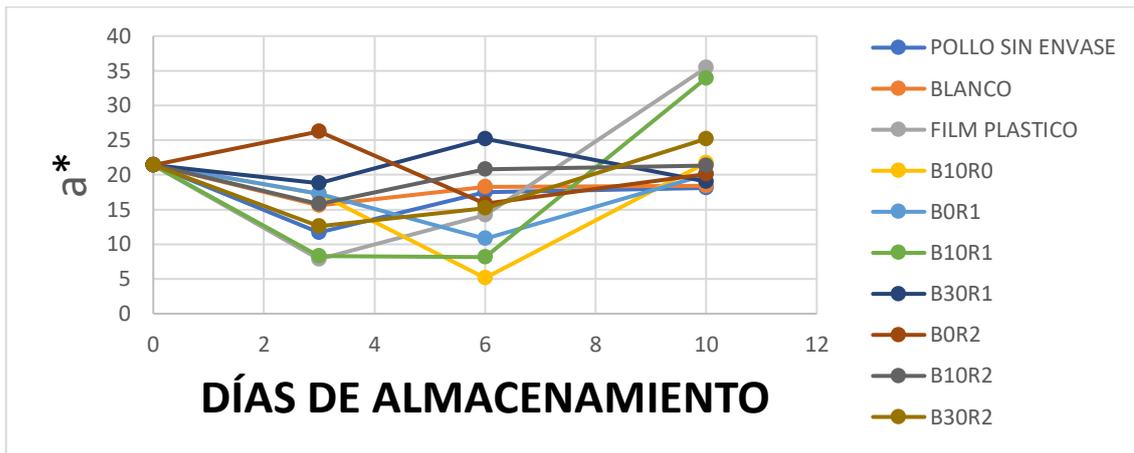
Resultados similares fueron hallados en estudios de films de quitosano / montmorillonita como recubrimiento de carne de pollo, según Pires, et al. (2018), lograron resultados positivos en el aumento de la vida útil del producto, sin embargo, los tratamientos en los que se añadieron aceites esenciales no tuvieron el mismo resultado, observando un marcada reducción de procesos oxidativos en el producto, pero estos no mostraron diferencias significativas a la hora de extender el tiempo de vida útil de la carne de pollo.

### **3.3. Determinación de parámetros de color**

El color es uno de los parámetros que el consumidor toma en cuenta al momento de adquirir la carne de pollo (Gómez y Gómez, 2013: p.40). El color rosado brillante en la carne de pollo es la más deseada por el consumidor ya que indica frescura, de lo contrario si el producto presenta una coloración diferente a esta a menudo es rechazado (Pires, de Souza y Fernando, 2018: p 144).

La teoría del color oponente que nos refiere que dos colores no pueden ser rojo y verde al mismo tiempo o amarillo y azul en el mismo tiempo, es la que modela el espacio de color  $L^*a^*b^*$  (Konica Minolta, 2014), “a\*” nos muestra las coordenadas rojo/verde, en el cual “+a\*” se refiere al color

rojo, mientras que “-a\*” indica coordenadas de verde.

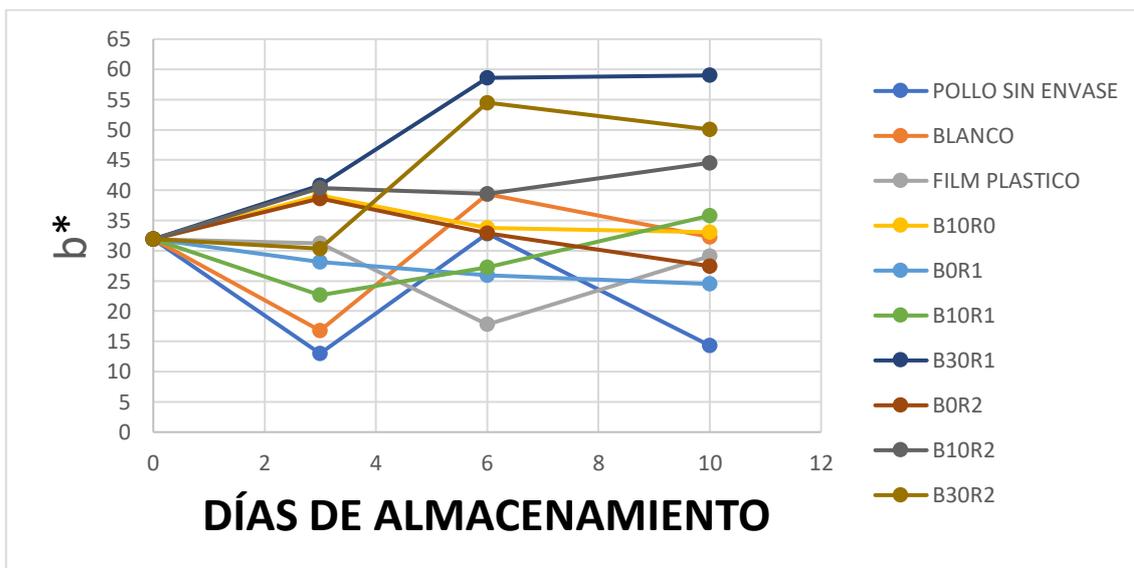


**Gráfico 1-3.** Comparación de los valores de a\*(coordenada rojo-verde) de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración.

Realizado por: Jeam Alvarado, 2020

La figura 1-3 se muestra los valores de a\* de cada uno de los tratamientos estudiados durante los días 3, 6, y 10 de almacenamiento, observándose que el tratamiento “BLANCO” posee un menor porcentaje de variación durante los días de determinación.

El parámetro de “b\*” nos muestra las coordenadas amarillo/azul y verde, en el cual “+b\*” se refiere al color amarillo, mientras que “-b\*” indica coordenadas azul (Konica Minolta, 2014).



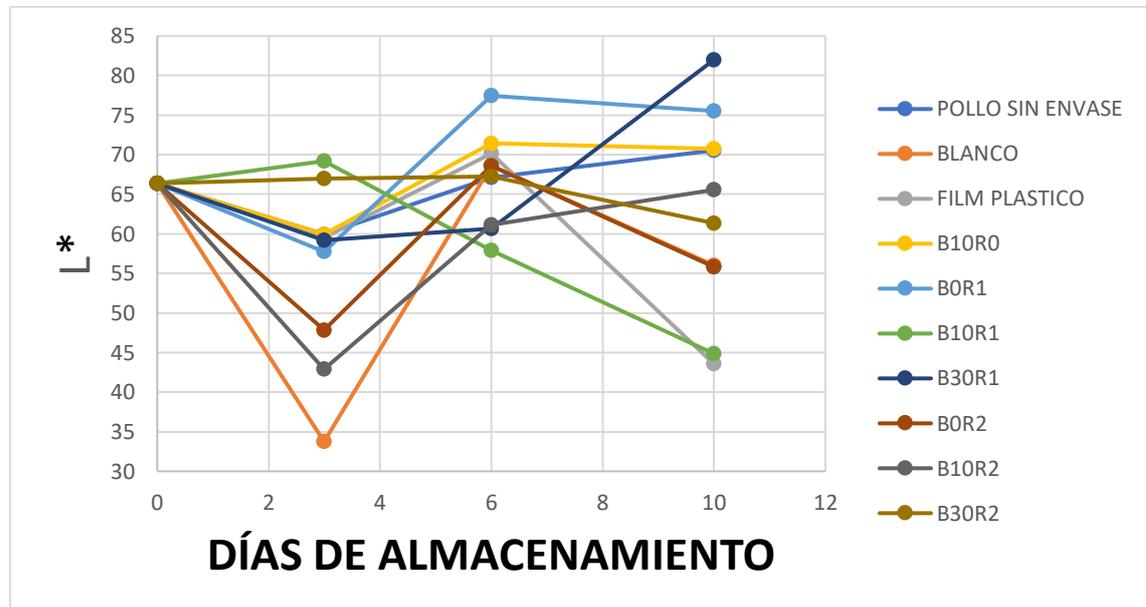
**Gráfico. 2-3.** Comparación de los valores de b\*(coordenada amarillo-azul) de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración.

Realizado por: Jeam Alvarado, 2020

En la figura 2-3 se puede observar los valores de b\* de las muestras analizadas con los diferentes tratamientos a estudiar durante los días 3, 6, y 10 de almacenamiento, observándose que el tratamiento “BOR1” posee un menor porcentaje de variación durante los días de determinación.

La diferencia marcada que poseen los tratamientos en los cuales existen porcentajes de extracto de *Bidens andicola* el cual gracias a su color característico era transmitido a las muestras empacadas, como lo explica la tabla 2-3 que indica el análisis sensorial de color.

El parámetro de “L\*” nos muestra la luminosidad de las muestras (Konica Minolta, 2014).



**Gráfico 3-3.** Comparación de los valores de L\*(luminosidad) de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración.

Realizado por: Jean Alvarado, 2020

La figura 3-3 nos muestra los valores de L\* de los tratamientos a estudiar durante los días 3, 6, y 10 de almacenamiento, observando que la variación de la luminosidad de las muestras es constante, por motivo de cambios en la iluminación al momento de las determinaciones.

### 3.3. Determinación de Coliformes Totales

El recuento de Coliformes Totales indica si existió contaminación en el alimento procesados, y es más utilizado como indicador desde la etapa de tratamiento hasta la etapa de distribución al consumidor (Pérez, 2015: p.21).

**Tabla 5-3.** Conteo de Coliformes Totales [ $\text{Log}_{10}(\text{UFC/g})$ ] de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración.

<b>DÍAS</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>				
POLLO SIN ENVASE	3,93±0,05 <sup>a</sup>	4,05±0,03 <sup>bc</sup>	7,11±0,06 <sup>e</sup>	MNPC
BLANCO	3,93±0,05 <sup>a</sup>	3,84±0,04 <sup>abc</sup>	6,18±0,00 <sup>c</sup>	MNPC
FILM PLASTICO	3,93±0,05 <sup>a</sup>	3,96±0,20 <sup>abc</sup>	7,18±0,00 <sup>e</sup>	MNPC
B10R0	3,93±0,05 <sup>a</sup>	4,19±0,01 <sup>c</sup>	6,51±0,06 <sup>d</sup>	MNPC
B0R1	3,93±0,05 <sup>a</sup>	4,09±0,01 <sup>bc</sup>	4,29±0,03 <sup>a</sup>	MNPC
B10R1	3,93±0,05 <sup>a</sup>	4,05±0,02 <sup>bc</sup>	4,65±0,02 <sup>b</sup>	MNPC
B30R1	3,93±0,05 <sup>a</sup>	4,08±0,01 <sup>bc</sup>	4,75±0,01 <sup>b</sup>	MNPC
B0R2	3,93±0,05 <sup>a</sup>	3,90±0,0 <sup>abc</sup>	4,39±0,05 <sup>a</sup>	MNPC
B10R2	3,93±0,05 <sup>a</sup>	3,81±0,02 <sup>ab</sup>	4,17±0,06 <sup>a</sup>	MNPC
B30R2	3,93±0,05 <sup>a</sup>	3,65±0,02 <sup>a</sup>	4,34±0,06 <sup>a</sup>	MNPC

\*Letras diferentes en la misma columna indica diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Realizado por: Jeam Alvarado, 2020

En la tabla 5-3 se muestra el recuento de coliformes totales expresado como  $\text{Log}_{10}$  (UFC/g) durante los días 0, 3, 6 y 10 de almacenamiento de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos a estudiar. La carne de pollo al día de compra (0) tenía un recuento de coliformes totales de 3,93, aumentando en el tercer día a 4,05, El tratamiento “B30R2” con recuento de 3,65 tuvo diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) con la muestra control (pollo sin envoltura), siendo el de menor valor de coliformes totales de todos los tratamientos al tercer día.

Para el sexto día la carne sin envoltura (muestra control) continuaba el proceso de deterioro aumentando su recuento a 7,11 y se pudo observar que los tratamientos “BLANCO”, “B10R0”, “B0R1”, “B10R1”, “B30R1”, “B0R2”, “B10R2” y “B30R2”, con conteos de 6,18; 6,51; 4,29; 4,65; 4,75; 4,39; 4,17 y 4,34  $\text{Log}_{10}(\text{UFC/g})$  respectivamente, presentaron diferencias significativas con la muestra control ( $p < 0,05$ ). El tratamiento “B10R2” presentó el menor valor de coliformes totales de todos los tratamientos para el sexto día. Los tratamientos “B0R1”, “B0R2”, “B10R2” y “B30R2” no presentaron diferencias significativas entre ellos por lo que se puede decir que son iguales.

El día 10 de análisis todas las muestras presentaron olor desagradable y visualmente denotaban un exudado blanquecino propio del proceso de descomposición, además el recuento de coliformes totales sobrepasó los límites del método utilizado ya que se obtuvieron placas con colonias muy numerosas para contar (MNPC), basándose en lo establecido en la NTE INEN 2346, los límites aceptados de coliformes totales son de  $1,0 \times 10^7$  UFC/g que expresado en  $\text{Log}_{10}(1,0 \times 10^7 \text{ UFC/g})$  es igual a 7, siendo el pollo sin envase apto para el consumo humano solamente hasta el tercer día de almacenamiento a 4°C. Pires, et al. (2018), en su estudio indicó que el mejor tratamiento en conservación de la carne ante los coliformes totales fue aquel elaborado con quitosano

montmorillonita de calcio y aceite esencial de jengibre, teniendo un conteo de  $2,17 \text{ Log}_{10} (1,0 \times 10^7 \text{ UFC/g})$  al tercer día.

### 3.5. Determinación de Aerobios Mesófilos

El recuento de aerobios mesófilos refleja la calidad sanitaria del proceso de elaboración del producto alimenticio, por tal razón recuentos de mesófilos altos indican algún tipo de alteración en el alimento (Pérez, 2015: p.21).

**Tabla 6-3.** Conteo de Aerobios Mesófilos [ $\text{Log}_{10}(\text{UFC/g})$ ] de las muestras de pollo con los diferentes tratamientos de empaques de quitosano a través de los días de refrigeración.

<b>DÍAS</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>				
POLLO SIN ENVASE	5,16±0,02 <sup>a</sup>	5,97±0,01 <sup>c</sup>	8,43±0,00 <sup>e</sup>	MNPC
BLANCO	5,16±0,02 <sup>a</sup>	5,36±0,03 <sup>a</sup>	5,18±0,02 <sup>a</sup>	MNPC
FILM PLASTICO	5,16±0,02 <sup>a</sup>	6,22±0,00 <sup>d</sup>	8,43±0,00 <sup>e</sup>	MNPC
B10R0	5,16±0,02 <sup>a</sup>	6,36±0,01 <sup>e</sup>	8,43±0,00 <sup>e</sup>	MNPC
B0R1	5,16±0,02 <sup>a</sup>	5,97±0,04 <sup>c</sup>	5,90±0,08 <sup>b</sup>	MNPC
B10R1	5,16±0,02 <sup>a</sup>	6,28±0,02 <sup>de</sup>	6,61±0,03 <sup>c</sup>	MNPC
B30R1	5,16±0,02 <sup>a</sup>	6,03±0,01 <sup>c</sup>	7,00±0,01 <sup>d</sup>	MNPC
B0R2	5,16±0,02 <sup>a</sup>	5,55±0,01 <sup>b</sup>	6,53±0,03 <sup>c</sup>	MNPC
B10R2	5,16±0,02 <sup>a</sup>	5,59±0,04 <sup>b</sup>	5,98±0,05 <sup>b</sup>	MNPC
B30R2	5,16±0,02 <sup>a</sup>	5,39±0,02 <sup>a</sup>	6,97±0,05 <sup>d</sup>	MNPC

\*Letras diferentes en la misma columna indica diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Realizado por: Jeam Alvarado, 2020

En la tabla 6-3 se observa el recuento de aerobios mesófilos expresado como  $\text{Log}_{10}(\text{UFC/g})$  durante los días 0, 3, 6 y 10 de almacenamiento, teniendo que la carne sin envase en el día de compra (0) tenía un recuento de aerobios mesófilos de 5,16, aumentando al tercer día, a 5,97, con lo que se puede notar que los tratamientos “BLANCO”, “FILM PLÁSTICO”, “B10R0”, “B0R1”, “B10R1”, “B0R2”, “B10R2” y “B30R2” con conteos de 5,36; 6,22; 6,36; 5,97; 6,28; 5,55; 5,59; y 5,39  $\text{Log}_{10}(\text{UFC/g})$  respectivamente, tuvieron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con la muestra control (pollo sin envoltura), siendo el “BLANCO” el de menor valor al tercer día.

Para el sexto día, la carne sin envoltura continuaba el proceso de deterioro aumentando su recuento a 8,43, observando que los tratamientos “BLANCO”, “B0R1”, “B10R1”, “B30R1”, “B0R2”, “B10R2” y “B30R2”, con conteos de 5,18; 5,90; 6,61; 7,00; 6,53; 5,98 y 6,97  $\text{Log}_{10}(\text{UFC/g})$  respectivamente, tuvieron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con la muestra control (pollo sin envoltura), siendo el “BLANCO” aquel que tuvo el valor de todos los tratamiento, dicho tratamiento fue el mejor durante los seis días de almacenamiento ante aerobios mesófilos.

El día 10 de análisis, las muestras presentaron olor desagradable y visualmente se denotaba un exudado blanquecino propio del proceso de descomposición, además el conteo de aerobios mesófilos fue excesivamente alto, encontrando placas muy numerosas para contar (MNPC), lo que sobrepasaba los límites del método utilizado. Según la NTE INEN 2346 (2010), los límites aceptados de aerobios mesófilos son de  $1,0 \times 10^7$  UFC/g que expresado en  $\text{Log}_{10}(1,0 \times 10^7 \text{ UFC/g})$  es igual a 7, por tal motivo el pollo sin envoltura solamente cumple con este parámetro hasta el tercer día de almacenamiento. En el estudio de Pires, et al. (2018), se observó que los films elaborados con quitosano y aceite esencial de jengibre tuvo el recuento más bajo de aeróbios mesófilos [ $6,70 \text{ Log}_{10}(1,0 \times 10^7 \text{ UFC/g})$ ] al tercer, aún cumplía con el límite especificado en la NTE INEN 2346.

## CONCLUSIONES.

- El pollo en el día de compra (día 0) presentó un valor de pH de 6,01 y valores de 24,45; 31,90; 66,35 para los parámetros de a\*, b\* y L\* respectivamente, en cuanto a microorganismos los conteos de coliformes totales fue de 3,93 Log<sub>10</sub>(UFC/g) y aerobios mesófilos de 5,16 Log<sub>10</sub>(UFC/g), encontrándose dichos valores dentro de los límites inferiores y superiores para carne fresca de pollo según la norma NTE INEN 2346, indicando que al día de compra el producto cumplía con los requisitos de la norma pertinente.
- Con base en las determinaciones de pH, color y los recuentos de aerobios mesófilos y coliformes totales realizados en los días 0, 3, 6 y 10 de almacenamiento, se evaluó las diferentes muestras de pollo tratadas con los films a estudiar concluyendo que el tratamiento que presentó los mejores resultados en la mayor parte análisis de los diferentes parámetros fue aquel de concentraciones de *Bidens andicola* 0% y *Rosmarinus officinalis* 2%, el cual poseía valores más cercanos a los obtenidos por el pollo en el día de compra.
- Con base en lo descrito en la norma NTE INEN 2346 para los valores máximos y mínimos de pH y recuento de aerobios mesófilos y coliformes totales, se concluye que el pollo sin envase poseen los requerimientos de calidad necesarios para el consumo hasta el tercer día de almacenamiento a 4°C.

## **RECOMENDACIONES**

- Aplicar el film que tuvo los mejores resultados como medio de separación en productos que lo requieren, ejemplo lonchas de queso.
- Utilizar diferentes sustancias añadidas que mejoren las propiedades de conservación de cada envase.
- Mejorar las propiedades de plasticidad en los films para poder usarlos con sellados al vacío o de calor.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

**ALFONSO, Christian.** Caracterización de películas comestibles de quitosano y la afectación de las propiedades por aplicación de aceites esenciales. [en línea], Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 2011. [Consulta: 2019-11-23], Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/11054416.pdf>.

**ARIAS, J.** Potenciales aplicaciones de películas de quitosano en alimentos de origen animal: una revisión. Avances en Ciencias Veterinarias [en línea], 2012, 27(1). [Consulta: 17 noviembre 2019]. ISSN 0719-5273. Disponible en: <https://avancesveterinaria.uchile.cl/index.php/ACV/article/view/21997>

**AUZ, L.** Predicción del crecimiento de *Salmonella spp.* en muslos de pollo expuestos a temperatura ambiente y de refrigeración. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito. 2012. [Consulta: 2019-11-23]. Disponible en: [http://192.188.51.77/bitstream/123456789/4932/1/47747\\_1.pdf](http://192.188.51.77/bitstream/123456789/4932/1/47747_1.pdf).

**AVILA-SOSA, R. & LÓPEZ-MALO, A.** “Aplicación de sustancias antimicrobianas a películas y recubrimientos comestibles”. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos [en línea], 2017, (México), pp. 4-13. [Consulta: 17 noviembre 2019]. Disponible en: <https://tsia.udlap.mx/aplicacion-de-sustancias-antimicrobianas-a-peliculas-y-recubrimientos-comestibles/>.

**AVILA-SOSA, R, et al.** “Romero (*Rosmarinus officinalis L.*): una revisión de sus usos no culinarios”. Ciencia y Mar [en línea], 2011, (México), 15(43), pp. 23-36. [Consulta: 20 noviembre 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Addi\\_Navarro/publication/273319161\\_Romero\\_una\\_revisi%00n\\_de\\_sus\\_usos\\_no\\_culinarios/links/54fe05b80cf2672e223e9db4/Romero-una-revision-de-sus-usos-no-culinarios.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Addi_Navarro/publication/273319161_Romero_una_revisi%00n_de_sus_usos_no_culinarios/links/54fe05b80cf2672e223e9db4/Romero-una-revision-de-sus-usos-no-culinarios.pdf)

**AYALA, G.** “Efecto antimicrobiano del quitosano: una revisión de la literatura”. Scientia Agroalimentaria [en línea], 2015, (Colombia) 2, pp. 32-38. Consulta: 20 noviembre 2019]. ISSN 2339-4684. Disponible en: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/scientiaagro/article/view/743/579>

**SIB.** *Bidens andicola* [blog]. Argentina, s.f. [Consulta: 17 noviembre 2019]. Disponible en: <https://sib.gob.ar/especies/bidens-andicola>.

**CÁRCAMO, Carla.** Preparación de films de complejo polielectrolito quitosano - alginato y comparación de sus propiedades mecánicas y biológicas con films de quitosano. [en línea] Universidad de Chile, Santiago de Chile. 2005. Disponible en: [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2005/carcamo\\_c/sources/carcamo\\_c.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2005/carcamo_c/sources/carcamo_c.pdf).

**CELIK TAS, O, et al.** “Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations”. *Food Chemistry* [en línea], 2007, 100(2), pp. 553-559. [Consulta: 17 noviembre 2019]. ISSN 0308-8146. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881460500899X>

**CHINCHAYHUARA, R. & QUISPE, R.** Elaboración de bioplásticos con residuos orgánicos a base de cáscara de plátano y mango para reducir la contaminación por el uso de plásticos sintéticos en Trujillo. [en línea]. Universidad César Vallejo, Trujillo. 2018. [Consulta: 20 noviembre 2019]. Disponible en: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/57696869/PDF-TESINA-I-.pdf>

**COCOLETZI, H, et al.** Obtención y caracterización de quitosano a partir de exoesqueletos de camarón. *Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Superficies y Materiales* [en línea], 2009, (México) 22(3), pp. 4. [Consulta: 20 noviembre 2019]. Disponible en: [http://smcsyv.fis.cinvestav.mx/supyvac/22\\_3/SV2235709.pdf](http://smcsyv.fis.cinvestav.mx/supyvac/22_3/SV2235709.pdf)

**DURANGO, Alba, et al.** Filmes y revestimientos comestibles como empaques activos biodegradables en la conservación de alimentos. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea], 2011, 9(1), pp. 112-118. [Consulta: 22 noviembre 2019] ISSN 1692-3561. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v9n1/v9n1a14.pdf>

**ECOSOSTENIBLE,** *Rosmarinus officinalis: Sistemática, Etimología, Habitat, Descripciones.* [en línea]. 2017. [Consulta: 17 noviembre 2019]. Disponible en: <http://antropocene.it/es/2017/05/20/rosmarinus-officinalis/>

**FAO-División de Producción y Sanidad Animal.** *Composición de la carne* [en línea]. 2015. [Consulta: 6 enero 2020]. Disponible en: [http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr\\_composition.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html).

**FONTES, J, et al.** *Química sustentable* Primera. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral Santa Fe-Argentina, 2004. [Consulta: 22 noviembre 2019]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=DkQnfw1MuyUC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>.

**FRÍAS, A, et al.** La situación de los envases de plástico en México. *Gaceta Ecológica* [en línea], 2003, (México), (69), pp. 67-82. [Consulta: 2 de enero 2020]. ISSN 1405-2849. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906905>

**GIRALDO, J.** *Propiedades, obtención, caracterización y aplicaciones del quitosano* [en línea], 2015. [Consulta: 20 diciembre 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Juan\\_Giraldo\\_Pedraza/publication/277302110\\_PROPIEDADES\\_OBTENCION\\_CARACTERIZACION\\_Y\\_APLICACIONES\\_DEL\\_QUITOSANO/links/55660fd208aeccd777359e7f/PROPIEDADES-OBTENCION-CARACTERIZACION-Y-APLICACIONES-DEL-QUITOSANO.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Juan_Giraldo_Pedraza/publication/277302110_PROPIEDADES_OBTENCION_CARACTERIZACION_Y_APLICACIONES_DEL_QUITOSANO/links/55660fd208aeccd777359e7f/PROPIEDADES-OBTENCION-CARACTERIZACION-Y-APLICACIONES-DEL-QUITOSANO.pdf)

**GÓMEZ, M. & GÓMEZ, N.** Evaluación de la calidad de carne de pollo (*Pectoralis major* y *Pectoralis minor*) que se expende en la ciudad de San Juan de Pasto (Nariño) [en línea]. San Juan de Pasto. 2013. [Consulta: 2 de noviembre 2019]. Disponible en: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89692.pdf>.

**GÓMEZ, M, et al.** Evaluación de las características organolépticas, físicas y químicas de pechuga de pollo, en San Juan de Pasto (Nariño). *Veterinaria y Zootecnia* [en línea], 2016, (Colombia), 10(2), pp. 62-71. [Consulta: 3 de enero 2019]. ISSN 01204114, 20115415. Disponible en: <http://200.21.104.25/vetzootec/index.php/component/content/article?id=215>

**HUARCAYA, Br, et al.** Actividad analgésica y antiinflamatoria del extracto etanólico de las flores de *Bidens andicola* H.B.K. “quiúquo” [en línea] Lima. 2018. [Consulta: 24 de diciembre

2019]. Disponible en: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1461/TITULO%20%20Huarcaya%20Huarcaya%2c%20Liliana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**KONICA MINOLTA.** Entendiendo El Espacio de Color CIE L\*A\*B\*. Konica Minolta Color, Light, and Display Measuring Instruments [en línea], 2014, [Consulta: 7 febrero 2020]. Disponible en: <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>.

**LAGO, M, et al.** Compilation of analytical methods to characterize and determine chitosan, and main applications of the polymer in food active packaging. *CyTA - Journal of Food* [en línea], 2011, 9(4), pp. 319-328. [Consulta: 24 de diciembre 2019]. ISSN 1947-6337, 1947-6345. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19476337.2011.603844>

**MÁRMOL, Z, et al.** Quitina y Quitosano polímeros amigables. Una revisión de sus aplicaciones. *Revista Tecnocientífica URU* [en línea], 2011, (1), pp. 53-58. [Consulta: 2 octubre 2019]. ISSN 2244 - 775X. Disponible en: [https://www.academia.edu/30629151/Quitina\\_y\\_Quitosano\\_pol%C3%ADmeros\\_amigables.\\_Una\\_revisi%C3%B3n\\_de\\_sus\\_aplicaciones](https://www.academia.edu/30629151/Quitina_y_Quitosano_pol%C3%ADmeros_amigables._Una_revisi%C3%B3n_de_sus_aplicaciones)

**NEBEL, B. & WRIGHT, R.** *Ciencias ambientales: ecología y desarrollo sostenible*. [en línea]. Sexta. México: Pearson Educación, 1999. [Consulta: 24 de diciembre 2019]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=sy0dCa8xC5MC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>.

**ORBALLO.** *La planta de romero llena de usos culinarios y medicinales*. [en línea]. 2017. [Consulta: 17 noviembre 2019]. Disponible en: <https://orballo.eu/recetas-con-romero/>.

**PÉREZ, I.** Calidad y seguridad microbiológica de la carne de pollo: con especial referencia a la incidencia de *Salmonella*, *Campylobacter* y *Listeria Monocytogenes* en las distintas etapas de la producción y procesado [en línea]. Universidad de La Rioja. Logroño. España. 2015. [Consulta: 17 noviembre 2019]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=46794>

**PERMATREE.** *Bidens andicola* planta medicinal de Ecuador. [en línea]. 2016. [Consulta: 17 noviembre 2019]. Disponible en: <https://permatree.wordpress.com/2016/06/18/bidens-andicolal/>

**PESANTEZ, F. & TORRES, M.** Obtención del quitosano provenientes del cangrejo rojo combinado con almidón de banano para formar filmes. *Conference Proceedings* [en línea], 2018, 2(2), pp. 179-187. [Consulta: 17 noviembre 2019]. ISSN 2588-056X. Disponible en: <http://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/328>

**PIRES, J, et al.** Chitosan/montmorillonite bionanocomposites incorporated with rosemary and ginger essential oil as packaging for fresh poultry meat. . *Food Packaging and Shelf Life* [en línea], 2018, (17), pp. 142-149. [Consulta: 17 noviembre 2019]. ISSN 22142894. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214289417304283>

**RODRÍGUEZ-PEDROSO, A, et al.** Chemical-structural properties and biological activity of chitosan on phytopathogenic microorganisms. *Revista Chapingo Serie Horticultura* [en línea], 2009, 15(3), pp. 307-317. [Consulta: 17 noviembre 2019]. ISSN 1027152X, 20074034. Disponible en: [http://www.chapingo.mx/revistas/horticultura/contenido.php?id\\_articulo=549?id\\_revistas=1](http://www.chapingo.mx/revistas/horticultura/contenido.php?id_articulo=549?id_revistas=1)

**SAG.** *Instructivo técnico para el recuento de microorganismo aerobios mesófilos mediante técnica petrifilm afnor 3M 01/01-09/89* [en línea]. 2009. [Consulta: 2 de enero 2020]. Disponible en: [http://www.sag.cl/sites/default/files/instructivo\\_tecnico\\_para\\_el\\_recuento\\_aerobios\\_mesofilos\\_petrifilm\\_afnor.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/instructivo_tecnico_para_el_recuento_aerobios_mesofilos_petrifilm_afnor.pdf)

**SAG.** *Instructivo técnico para el muestreo y diagnóstico de Escherichia coli en productos hortofrutícolas de exportación* [en línea]. 2011. [Consulta: 3 febrero 2020]. Disponible en: [http://www.sag.cl/sites/default/files/instructivo\\_tecnico\\_para\\_el\\_muestreo\\_y\\_diagnostico\\_de\\_escherichia\\_coli\\_en\\_productos\\_hortofruticolas\\_de\\_exportacion.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/instructivo_tecnico_para_el_muestreo_y_diagnostico_de_escherichia_coli_en_productos_hortofruticolas_de_exportacion.pdf).

**SAMS, A.** *Poultry meat processing* [en línea]. Boca Ratón, 2001. [Consulta: 3 febrero 2020]. ISBN 978-0-8493-0120-9. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books/about/Poultry\\_Meat\\_Processing.html?id=afczcgAACAAJ&r](https://books.google.com.ec/books/about/Poultry_Meat_Processing.html?id=afczcgAACAAJ&r)

edir\_esc=y

**SANTAMARÍA, S.** Nuevos derivados de quitosano funcionalizados en el grupo amino, de alto valor añadido [en línea] Universidad de Sevilla, Sevilla, España. 2015. [Consulta: 17 noviembre 2019]. Disponible en: <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/27127/Tesis%20Sorel%20Jatunov%20Santamar%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**SINCHI, J.** Experimentación de los plásticos HDPE y PP reciclados como materia prima para la generación de mobiliario [en línea] Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador. 2018. [Consulta: 17 noviembre 2019]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8136>.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO.** *Análisis sensorial de alimentos* [en línea]. 2007. [Consulta: 3 febrero 2020]. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/m1.html>.

**VALENZUELA, C. & ARIAS, J.** Potenciales aplicaciones de películas de quitosano en alimentos de origen animal: una revisión. *Avances en Ciencias Veterinarias* [en línea], 2012, 27(1). [Consulta: 17 noviembre 2019]. ISSN 0719-5273. Disponible en: <https://avancesveterinaria.uchile.cl/index.php/ACV/article/view/21997>

**VELÁSQUEZ, C.** Algunos usos del quitosano en sistemas acuosos. *Revista Iberoamericana de Polímeros* [en línea], 2003, 4(2), pp. 91-109. [Consulta: 17 noviembre 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/235791932\\_ALGUNOS\\_USOS\\_DEL\\_QUITOSANO\\_EN\\_SISTEMAS\\_ACUOSOS](https://www.researchgate.net/publication/235791932_ALGUNOS_USOS_DEL_QUITOSANO_EN_SISTEMAS_ACUOSOS)

**VILLADA, H.** Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables. *Temas agrarios* [en línea], 2007, 2(2), pp. 5-13. [Consulta: 17 noviembre 2019]. Disponible en: <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/652>

**VINUEZA, D,** et al. Assesment of anti-inflammatory activity and cytotoxicity of freeze dried hydroalcoholic extract of *Bidens andicola* on isolated neutrophils. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* [en línea], 2017, 10(6), pp. 160-163. [Consulta: 17 noviembre 2019]. ISSN 2455-3891, 0974-2441. Disponible en: <https://innovareacademics.in/journals/index.php/ajpcr/article/view/17574>