

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



Determinación de la vida útil de la carne de cerdo protegida con un recubrimiento comestible elaborado a base de mucílago de chía (*salvia Hispánica L.*), a partir de parámetros fisicoquímicos

POR:

VIVIANA ALTUNAR ALTUNAR

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS.

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre, 2019.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Determinación de la vida útil de la carne de cerdo protegida con un recubrimiento comestible elaborado a base de mucilago de chía (*Salvia hispánica* L.), a partir de parámetros fisicoquímicos.


POR:

VIVIANA ALTUNAR ALTUNAR

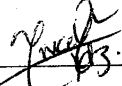
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS


Aprobado por el Comité de Asesoría:



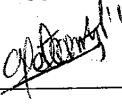
Dra. Dolores Gabriela Martínez Vázquez
Asesor Principal



Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez
Co-asesor



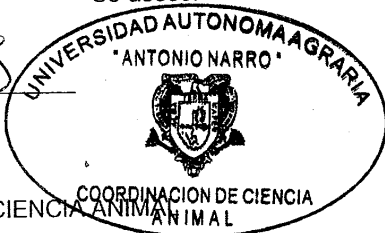
M.C. Sarahí del Carmen Rangel Ortega
Co-asesor



M.C. Alma Leticia Martínez Herrera
Co-asesor



Dr. José Guzmán Alanís
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Saltillo, Coahuila, México.

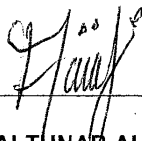
Diciembre, 2019

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

La suscrita **Viviana Altunar Altunar** alumna de la carrera Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos con matrícula 41146846 y autora de la siguiente tesis manifiesta que:

- 1.- Reconozco que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
- 2.- Las ideas, opiniones, datos e información publicadas por los otros autores y utilizadas en la presente tesis han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de la fuente original.
- 3.- Toda información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redactada según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el "copiado y pegado" de dicha información.
- 4.- Reconozco la responsabilidad sobre los derechos del autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.
- 5.- Entiendo que la función y alcance de mi comité de asesoría está circunscrito a la orientación de guía respecto a la metodología de la investigación realizada para la presente tesis, así como del análisis e interpretación de mis resultados obtenidos, y por lo tanto eximo de toda responsabilidad relacionada al plagio académico a mi comité de asesoría y acepto que cualquier responsabilidad respecto es únicamente mía.

Atentamente



VIVIANA ALTUNAR ALTUNAR

Tesista

DEDICATORIAS.

Este gran logro se lo dedico a mis padres y a mis hermanos:

Sr. Dionicio Altunar Altunar, Sra. Virginia Altunar López, Yaquelin Altunar, Wendi Berenice y Jhancarlo Marioni, por su apoyo y amor incondicional que me brindan en todo Momento.

AGRADECIMIENTO.

A mí padre, DIONICIO ALTUNAR ALTUNAR, porque sin su exigencia, su responsabilidad, sin su amor, sus consejos y sobre todo su apoyo incondicional; yo no hubiese llegado hasta en donde estoy en estos momentos. Gracias padre por ayudarme a alcanzar mis sueños, mis anhelos, mis metas, mis objetivos y por estar siempre presente. Porque eres mi motor de vida y por ti he logrado todo y lo seguiré haciendo ¡MUCHAS GRACIAS, PADRE!

A mí madre, VIRGINIA ALTUNAR LOPEZ, porque sin su amor, su apoyo, su comprensión, sus cuidados, sus consejos, su amistad y su compañía yo no sería nadie. A ella le agradezco mi vida entera ¡MUCHAS GRACIAS, MADRE!

A mis hermanos, YAQUELIN, WENDI Y JHANCARLO, por todo el amor, el cariño, la confianza y el apoyo incondicional que me han brindado todo este tiempo. Porque hemos compartido juntos excelentes y maravillosos momentos ¡MIS MÁS SINCEROS AGRADECIMIENTOS MIS QUERIDOS HERMANOS!

A mí familia, abuelos(as), tíos(as) primos(as), a toda mi familia por depositar su confianza y su respeto en mí. ¡GRACIAS!

A mis amigos(as), por su grandiosa amistad, confianza, respeto y apoyo que me brindaron todo este tiempo, porque ellos también son parte de mi familia; son como mis hermanos. ¡GRACIAS!

A MI ALMA TERRA MATER (UAAAN) por ser el principal forjador de mi educación, por permitirme ser parte de los hermanos buitres. ¡MUCHISIMAS GRACIAS!

A mis profesores, que me brindaron su apoyo, su sabiduría y sobre todo su tiempo durante mi estancia en la UAAAN.

A mi asesora, La Dra. DOLORES GABRIELA MARTÍNEZ VÁZQUEZ, por brindarme su apoyo incondicional, su tiempo, sabiduría, comprensión en el transcurso de este proyecto de investigación. Gracias por depositar su confianza en mí. ¡MUCHISIMAS GRACIAS!

A mis co-asesoras, DRA. ANA VERÓNICA CHARLES RODRÍGUEZ, M.C SARAHÍ DEL CARMEN RANGEL ORTEGA Y M.C.ALMA LETICIA MARTÍNEZ HERRERA, por su apoyo incondicional, comprensión, asesoría y sobre todo su tiempo brindado. ¡MUCHISIMAS GRACIAS!

“Nadie está solo en sus atribulaciones, siempre hay alguien más pensando, alegrándose, o sufriendo de la misma manera, y eso nos da fuerza para afrontar mejor el desafío que tenemos ante nosotros.”

Paulo Coelho

INDICE GENERAL

RESUMEN	9
CAPITULO I	10

1.-INTRODUCCIÓN	10
1.1.-JUSTIFICACIÓN.....	12
1.2.-HIPÓTESIS.....	13
1.3.-OBJETIVOS.....	13
1.3.1.-OBJETIVOS GENERALES.....	13
1.3.2.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
CAPITULO II	13
2.-REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
2.1.-CARNE	13
2.2.-CARNE DE CERDO	14
2.3.-GENERALIDADES DE LA CARNE DE CERDO.....	14
2.3.1.-COLOR.....	15
2.3.2.-MARMOLEO.....	15
2.3.2.1.-CARACTERÍSTICAS DEL MARMOLEO	16
2.3.3.-POTENCIAL DE HIDROGENO (PH)	16
2.4.-PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE LA CARNE DE CERDO.....	18
2.5.-PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA CARNE.....	18
2.6.-VIDA ÚTIL.....	19
2.7.-RECUBRIMIENTO COMESTIBLE	20
2.7.1.-DEFINICIÓN	20
2.7.2.-COMPONENTES DE LOS RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES.....	20
2.7.2.1.- BIOPOLÍMEROS	21
2.7.2.2.-PLASTIFICANTES.....	22
2.7.3.-MÉTODOS DE APLICACIÓN.....	23
2.7.3.1.-APLICACIÓN POR INMERSIÓN	23
2.7.3.2.-APLICACIÓN POR ASPERSIÓN.....	23
2.8.-CHIA (<i>SALVIA HISPÁNICA</i> L.)	23
2.8.1.-DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA	25
2.8.2.-SEMILLA.....	25
2.8.2.1.-PROPIEDADES DE LA SEMILLA DE CHÍA	26
2.8.3.-MUCÍLAGO DE CHÍA	27
CAPITULO III	28

3.-MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1.-MATERIALES	28
3.2.-METODOLOGÍA	29
3.2.1.-ETAPA 1. OBTENCIÓN DE LA CARNE DE CERDO	30
3.2.2.-ETAPA 2. EXTRACCIÓN DE MUCÍLAGO DE CHÍA	30
3.2.3.-ETAPA 3. PREPARACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE (RC)31	
3.2.4.-ETAPA 4. APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO SOBRE LA CARNE DE CERDO	33
3.2.5.-ETAPA 5. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	34
3.2.5.1.-COLOR	34
3.2.5.2.-DETERMINACIÓN DE POTENCIAL DE HIDROGENO(PH)	35
3.2.5.3.-CONCENTRACIÓN DE MIOGLOBINA.....	36
3.2.5.4.-ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	37
3.2.5.4.1 SIEMBRA Y CONTEO DE MICROORGANISMOS.....	37
CAPITULO IV	38
4.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1.-APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE.	38
4.2.-COLOR	38
4.3.-POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)	44
4.4.-CONTENIDO DE MIOGLOBINA	47
4.5.-ANALISIS MICROBIOLÓGICO	50
CAPITULO V	52
5.-CONCLUSIONES	52
CAPITULO VI	53
6.-BIBLIOGRAFIA	53
CAPITULO VII	57
7.-ANEXOS	57
7.1.-ANEXO 1.ELABORACION DE BUEFFER FOSFATO A UN PH DE 6.8.....	57
7.2 ANEXO 2. PREPARACIÓN DE AGAR NUTRITIVO	59
7.3. ANEXO 3. PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE TONALIDADES DE COLOR (L, A*, B*) EN EL SOFTWARE (COREL DRAW GRAPHIC SUITE, PHOTO-PAINT, 2019).	60
7.4.-ANEXO 4.CONCENTRACION DE DATOS.” ANÁLISIS DE COLOR (L, a*, b*)”	64

7.5.-ANEXO 5.CONCENTRACION DE DATOS” ANÁLISIS DE POTENCIAL DE HIDROGENO (PH)”	67
7.6.-ANEXO 6.CONCENTRACION DE DATOS “ANALISIS DE CONCENTRACION DE MIOGLOBINA”	69
7.7.-ANEXO 7 .CONCENTRACION DE DATOS “ANALISIS MICROBIOLÓGICO”	74

RESUMEN

Este trabajo de investigación se basó en la formulación de un recubrimiento comestible elaborado a base de mucílago de chía, aplicado en carne de cerdo con la finalidad de evaluar su efecto en la vida de anaquel, así como los diversos beneficios que conlleva la utilización de los recubrimientos comestibles. Los parámetros de calidad monitoreados en este estudio en carne de cerdo fueron la concentración de mioglobina, el color (L, a*, b*), el potencial de hidrógeno (pH) y el conteo de microorganismos presentes a lo largo de 19 días bajo condiciones de refrigeración (9°C). El análisis se realizó por triplicado en muestras protegidas con el recubrimiento de mucílago de chía colocado por aspersión y comparándolo con las propiedades en una muestra control (sin recubrimiento). Los resultados fueron analizados con el software PAST mediante el cálculo de medias y desviación estándar. Además, se aplicó la prueba de ANOVA de una vía, realizando la prueba de Tukey para determinar las posibles diferencias significativas entre los valores de cada parámetro en los diferentes tratamientos considerando el efecto de la presencia del recubrimiento. Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas al nivel $p < 0.05$.

Los resultados obtenidos mostraron que la aplicación del recubrimiento comestible a base de Mucílago de "Chía" no mostró cambios relevantes en el color, por lo tanto el recubrimiento no alteró sus propiedades organolépticas en cuanto a apariencia se refiere. En cuanto al análisis químico que se realizó que en este caso de la concentración de mioglobina nos arrojó un resultado favorable debido a que el recubrimiento que se le aplicó ayudó a que la presencia de la mioglobina permaneciera de forma estable. La mioglobina es el pigmento más importante desde el punto de vista del procesamiento de la carne. La relación de la tonalidad de la carne con su calidad está relacionada con el complejo formado por la mioglobina; adicionalmente el recubrimiento aplicado en la carne de cerdo contribuyó a inhibir la proliferación de microorganismos.

Con los datos recaudados y analizados se recomienda la utilización de este recubrimiento a base de mucilago de "Chía" en carnes, especialmente en la carne

de cerdo porque efectivamente nos ayuda a alargar la vida útil de este producto dada la inhibición de microorganismos de la carne de cerdo. Cabe mencionar que no altera las propiedades organolépticas, factor importante para que el consumidor adquiera este producto

Palabras clave: Carne de cerdo, recubrimiento comestible, chía (*Salvia hispánica L.*), vida de anaquel, parámetros fisicoquímicos.

CAPITULO I

1.-INTRODUCCIÓN

Los consumidores día a día exigen que los alimentos frescos y mínimamente procesados estén exentos de sustancias cuya procedencia sea a la síntesis química, y buscan aquellos enriquecidos con sustancias de origen natural que proporcionen beneficios para su salud y que mantengan las características nutritivas y sensoriales de los productos adquiridos. Por lo tanto, que actúen en beneficio de proporcionar una mayor vida útil a los alimentos (Ponce A.G, 2008).

En la actualidad existen tecnologías para prolongar la vida útil de alimentos frescos, mínimamente procesados y procesados. Entre estas tecnologías destaca el desarrollo y uso de recubrimientos comestibles, los cuales tienen la capacidad de controlar la transferencia de vapor de agua y gases como oxígeno y dióxido de carbono, entre otros controlar la tasa de crecimiento microbiano y conservar las características nutritivas y sensoriales de los alimentos. Dichos recubrimientos son elaborados con materiales polisacáridos, lípidos, proteínas o mezclas de estos compuestos, los cuales confieren características específicas a cada uno de los productos (A Velázquez Moreira, 2014).

Los alimentos de origen animal son ampliamente consumidos en todo el mundo por su alta disponibilidad de nutrimentos, pero debido a ello, pueden proporcionar un

ambiente adecuado para el crecimiento de microorganismos patógenos y degenerativos (Sánchez Ortega, 2014); además, la carne y los productos cárnicos son altamente susceptibles a la oxidación lipídica, lo que lleva a una rápida aparición y un sabor rancio. Ciertos recubrimientos comestibles a base de polisacáridos pueden proporcionar una protección eficaz contra la oxidación de lípidos y otros compuestos de los alimentos de origen animal (Baldwin, 2012). de tal forma el uso de recubrimientos comestibles es una tecnología prometedora para la conservación de carnes crudas y procesadas, gracias a su efecto de barrera (Sánchez Ortega, 2014).

Uno de los alimentos de origen animal de alto consumo es la carne de cerdo debido a que es la principal fuente de proteínas de la población mexicana, después el pollo, es la segunda carne más consumida en el país e ingrediente principal de muchos platillos (José Amo Flórez, 2018).

Investigaciones actuales han analizado diferentes tipos de plantas y semillas que gracias a sus cualidades puedan aportar una variedad de beneficios a los alimentos frescos o procesados. Una de esas semillas investigadas es la *salvia hispánica* mejor conocida como chía, que al someterla a un proceso de hidratación se genera un mucilago que otorga propiedades físicas y antimicrobianas para la elaboración de recubrimientos comestibles.

Para este proyecto de investigación se aplicó un recubrimiento comestible a base de mucilago de chía (*Salvia hispánica* L.) en la carne de puerco, para un posterior análisis físico, químico y microbiológico. Se realizó un muestreo por triplicado en 2 piernas y 2 brazuelos del mismo ejemplar, considerando uno de ellos como blanco (sin recubrimiento). Los parámetros que se evaluaron fueron la concentración de mioglobina, el color (L, a*, b*), el potencial de hidrógeno (pH) y el conteo de microorganismos presentes a lo largo de 19 días bajo condiciones de refrigeración (9°C).

1.1.-JUSTIFICACIÓN

En estos últimos años se ha observado que los consumidores tienden a otorgar mayor importancia a la calidad de los alimentos que consumen, interesándose no sólo por el valor nutritivo de los mismos sino por el grado de satisfacción y placer que los mismos le brindan. Es así que, en la actualidad, la elección de los alimentos se hace en función de su calidad o “grado de excelencia”, que comprende conceptos como valor nutritivo, aspecto, textura, aroma y sabor, siendo relevantes también su naturaleza, origen, sistemas y procesos de producción, carácter artesanal, método de preservación y aseguramiento de sus características específicas (Basso, 2009). México cuenta con una diversidad tan amplia de plantas con beneficios extraordinarios que aún no han sido explotados, entre ellas encontramos a la semilla de *Salvia hispánica* o también llamada Chía, que por sus cualidades antimicrobianas y sus aportes nutrimentales ha sido un tema de investigación en la producción de múltiples productos, entre ellos las películas comestibles y cubiertas comestibles que en su mayoría han sido utilizadas en productos vegetales, brindando muy buenos resultados. El desarrollo y caracterización de películas y recubrimientos comestibles ha atraído la atención de muchos investigadores debido a la gran variedad de aplicaciones que ofrecen en general a la industria alimentaria. Los recubrimientos dentro de la industria de los cárnicos han sido ampliamente estudiados porque mejoran la calidad de productos frescos, congelados y procesados, sin importar la fuente cárnica.

El estudio de este tipo de películas en productos cárnicos y otros alimentos demuestra la eficiencia de las nuevas tecnologías de conservación y se transforma en una herramienta para analizar la aplicabilidad que tienen algunos materiales.

1.2.-HIPÓTESIS

La aplicación del recubrimiento comestible a base de mucilago de chíá sobre la carne de cerdo aumentara la vida de anaquel de esta en términos de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

1.3.-OBJETIVOS

1.3.1.-OBJETIVO GENERAL

Analizar parámetros fisicoquímicos de la carne de cerdo protegida con un recubrimiento a base de mucílago de chíá, evaluados bajo condiciones de refrigeración.

1.3.2.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Aplicar el recubrimiento comestible en la carne de cerdo por el método de aspersión y determinar su efecto sobre la carne de cerdo a partir de parámetros fisicoquímicos tales como el color (L, a*, b*), contenido de mioglobina y el cambio de pH ocasionado por la formación de ácido láctico en la carne fresca; así como su estabilidad microbiológica.

CAPITULO II

2.-REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.-CARNE

La carne, es la estructura muscular estriada esquelética, acompañada o no de tejido conectivo, hueso y grasa, además de fibras nerviosas, vasos linfáticos y sanguíneos; provenientes de los animales para abasto, que no ha sido sometida a ningún proceso que modifique de modo irreversible sus características sensoriales y fisicoquímicas. (NORMA Oficial Mexicana NOM-194-SSA1-2004).

La carne es el producto pecuario de mayor valor. Posee proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así

como pequeñas cantidades de carbohidratos. Desde el punto de vista nutricional, la importancia de la carne deriva de sus proteínas de alta calidad, que contienen todos los aminoácidos esenciales, así como de sus minerales y vitaminas de elevada biodisponibilidad.

La carne puede ser obtenida en animales para abasto, a todo aquel que se destina al sacrificio y faenado como bovinos, ovinos, caprinos, porcinos, aves domésticas, equinos, lepóridos o cualquier otra especie silvestre no acuática destinada al consumo humano. (NORMA Oficial Mexicana NOM-194-SSA1-2004).

2.2.-CARNE DE CERDO

Es obtenida del animal de la especie porcina, macho castrado o hembra de cualquier raza o línea de cruzamiento, clínicamente sano, que es sometido a un proceso de engorda intensivo y destinado al sacrificio de acuerdo a lo señalado en la NOM-033-ZOO, con una edad comprendida entre los 5 meses y 6.5 meses, y que tengan entre los 90 kg a 110 kg de peso en pie. (NMX-FF-081-2003).

2.3.-GENERALIDADES DE LA CARNE DE CERDO

La carne de cerdo es altamente perecedera, su estabilidad depende de factores intrínsecos, como pH, actividad acuosa (Aw), composición y carga microbiana inicial; así como factores extrínsecos, como el empaque y la temperatura de almacenamiento, se constituye en la condición más importante en su deterioro (Malavc AM,2009). Factores como el manejo en la granja, la genética, la época del año, el manejo pre-sacrificio, el transporte y descarga en el matadero y el manejo de los cerdos, son puntos importantes que pueden influir en el nivel de respuesta de estrés de los animales y ser responsables del desarrollo de calidades de carne no aptas para su consumo (Malavc AM, 2009).

Existen varias características de la carne las cuales son consideradas para su aceptación o rechazo por parte del consumidor. A continuación, se describen algunas de ellos.

2.3.1.-COLOR

El color de la carne es el principal atributo por el que se guía el consumidor para comprar o no carne fresca. La química del color de la carne depende del contenido de dos hemoproteínas: la hemoglobina y la mioglobina, la primera se elimina durante el desangrado de los animales durante el proceso de matanza, mientras que la mioglobina es el pigmento más importante desde el punto de vista del procesamiento de la carne. La relación de la tonalidad de la carne con su calidad está relacionada con el complejo formado por la mioglobina, ya que cuando el oxígeno molecular se une a ella forma la oximioglobina. Si la mioglobina se oxida (pérdida de electrones) se forma entonces la metamioglobina. Cuando la carne se expone al aire ocurre la oxigenación y el consecuente enrojecimiento (oximioglobina). Debido a la tensión del oxígeno sobre el tejido la carne tiende a oxidarse, tomando entonces el color café característico (metamioglobina). (Alfonso Totosaus, 2004) (Figura 1).

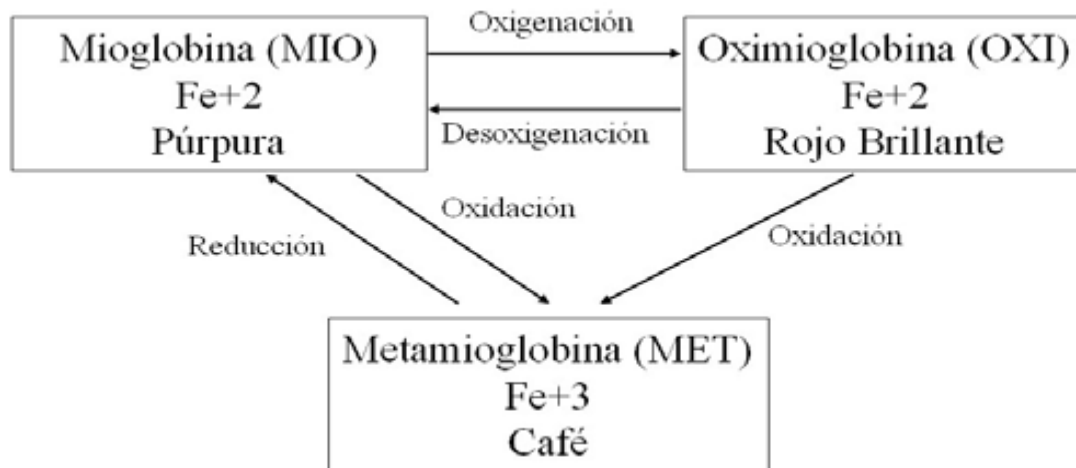


Figura.1. Estados de oxidación-reducción de la mioglobina. (Relación entre el contenido de mioglobina y oximioglobina con el color de carne fresca de res y pollo, Alfonso Totosaus, 2004).

2.3.2.-MARMOLEO

Este término se refiere a la infiltración de tejido adiposo entre las fibras del tejido músculo esquelético. Su evaluación se realiza en la superficie del músculo

gran dorsal, cortado a la altura de la décima costilla. Se distinguen los siguientes grados: nulo, trazas, ligero, moderado, abundante, y muy abundante.

Las características del marmoleo son el color, la consistencia, grasa dorsal, y firmeza. (Diego Brañada Varela, 2011)

2.3.2.1.-CARACTERÍSTICAS DEL MARMOLEO

Color: Su color varía del blanco puro al blanco cremoso, dependiendo de su localización anatómica y de otros factores como la alimentación, raza y edad. La cual se clasifica en: blanca, cremosa y amarillenta.

Consistencia: La grasa de cerdo debe ser sólida, sin mostrar apariencia aceitosa o de licuefacción.

Grasa dorsal: Es grasa que recubre la canal, localizada a lo largo de la línea dorsal o del lomo, desde las vértebras torácicas hasta las vértebras lumbares, también conocida como lardo.

Firmeza: Es la calidad de blandura de la carne, depende principalmente de la proporción y naturaleza del tejido conjuntivo, de la estructura de las fibras musculares, de sus haces y modificaciones enzimáticas en el proceso de maduración, pudiendo presentar tres tipos: Pálida, suave y exudativa (PSE).

- Intermedia, proveniente de carnes de animales sanos y jóvenes.
- Dura, Rígida o Fibrosa, se presenta en animales maduros y en aquellos sometidos a un inadecuado proceso de sacrificio.
- Firme y moderadamente seca

2.3.3-POTENCIAL DE HIDROGENO (PH)

La causa de mayor variación en la calidad de la carne porcina se debe principalmente a la velocidad y la magnitud de la caída del potencial hidrogeno (pH) muscular luego del sacrificio. La relación entre la susceptibilidad genética al estrés y la calidad de la carne es considerada como la principal causa de la condición PSE (carnes pálidas, blandas y exudativas). Esto se debe a una Glucólisis excesiva después de la muerte del animal, producción de ácido láctico y caída repentina del pH muscular.

Cuando los valores de pH caen precipitadamente luego del sacrificio a valores de 5,0 – 5,2 antes de la primera hora, y con una temperatura de la canal de 37°C, se obtienen las carnes PSE. Esto ocurre como resultado de la desnaturalización de las proteínas miofibrilares, lo que produce una reducción de la capacidad del músculo para retener agua.

El pH de las carnes PSE se estabiliza en un valor final de 5,5 – 5,7; por otra parte, cuando el pH se establece en valores elevados, se favorecen las proliferaciones bacterianas. A su vez, cuando la caída del pH es lenta, y esta se acelera a las 3-4 horas post mortem finalizando en valores iguales o menores a 5,5 se puede decir que estamos en presencia de las carnes ácidas.

Otro aspecto importante de la calidad de la carne en porcino es el color de la misma, que a su vez está influido por el pH. Se ha estudiado previamente la relación del pH inicial con el color de la carne a las 24 horas post mortem, encontrando que están fuertemente correlacionados (Duan et al., 2013).

Otro factor indicador de calidad en la carne es el olor. El producto debe tener un olor normal, que diferirá según la especie (p.ej., vacuno, cerdo, pollo), pero que variará sólo ligeramente de una especie a otra. Deberá evitarse la carne que desprenda cualquier tipo de olor rancio o extraño.

La jugosidad también es factor importante para la evaluación de la calidad de la carne. La jugosidad depende de la cantidad de agua retenida por un producto cárnico cocinado. La jugosidad incrementa el sabor, contribuye a la blandura de la carne haciendo que sea más fácil de masticar, y estimula la producción de saliva. La retención de agua y el contenido de lípidos determinan la jugosidad. El veteados y la grasa presente en los bordes ayudan a retener el agua. Las pérdidas de agua se deben a la evaporación y goteo. El envejecimiento post-mortem de la carne puede incrementar la retención de agua y, en consecuencia, aumentar la jugosidad. La Ternura también es parte de la calidad en la carne ya que está relacionada con diversos factores como la edad y el sexo del animal o la posición de los músculos. Un factor que incide positivamente en la ternura de la carne es el envejecimiento post-mortem. Las canales se envejecen almacenándolas a temperaturas de

refrigeración durante un cierto período de tiempo después de la matanza y el enfriamiento inicial.

Sin duda el sabor de la carne es el factor de calidad más criticada para el consumidor. El sabor y el aroma se conjugan para producir la sensación que el consumidor experimenta al comer. Esta sensación proviene del olor que penetra a través de la nariz y del gusto salado, dulce, agrio y amargo que se percibe en la boca. En el sabor de la carne incide el tipo de especie animal, dieta, método de cocción y método de preservación (p.ej., ahumado o curado). (Diego Brañada Varela, 2011)

2.4.-PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE LA CARNE DE CERDO

La carne roja de mayor consumo mundial es la carne de cerdo, cuya demanda en las últimas décadas ha experimentado un fuerte incremento. Ello se ha debido a los cambios en los patrones de consumo derivados del aumento de ingresos en los países en desarrollo con economías de rápido crecimiento.

Durante la última década, el consumo de carne de cerdo en México subió a una tasa de 3.1 por ciento anual y a la fecha cada mexicano come cada año un promedio de 19.6 kilos de esta carne (GCMA, 2019). Por su precio, la carne de cerdo es la segunda que más compra la población, sólo superada por el pollo. (GCMA, 2019).

Actualmente se tiene una producción nacional superior a los 1.4 millones de toneladas de carne de cerdo y, de mantener ese ritmo, alcanzará al menos dos millones de toneladas en 2022. De acuerdo con el Atlas Agroalimentario 2012-2018, elaborado por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

2.5.-PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA CARNE

La calidad de la carne se define generalmente en función de su calidad composicional (coeficiente magro-graso) y de factores de palatabilidad tales como su aspecto, olor, firmeza, jugosidad, ternura y sabor. La calidad nutritiva de la carne es objetiva, mientras que la calidad “como producto comestible”, tal y como es percibida por el consumidor, es altamente subjetiva.

A la hora de definir la calidad de la carne, las apreciaciones cambian según la perspectiva de los distintos eslabones de la cadena que va desde los productores hasta la mesa del consumidor. El productor considera cerdos de mayor calidad a los de mayor porcentaje de magro y mejor velocidad de crecimiento mientras que los consumidores, por ejemplo, valoran aspectos como las propiedades sensoriales, la apariencia física en el momento de compra, la calidad higiénica de la carne y la facilidad de preparación y uso. (Basso, 2009).

La calidad de la carne se encuentra relacionada con su composición nutritiva, factores organolépticos como aspecto y palatabilidad, y con la inocuidad del alimento. (Basso, 2009).

2.6.-VIDA ÚTIL

La vida útil de alimentos, como la carne fresca, puede definirse como el tiempo máximo en el que los mismos mantienen sus cualidades nutricionales, sensoriales, microbiológicas y de inocuidad alimentaria por encima de un nivel considerado como aceptable por los consumidores (Giannakourou M, Koutsoumanis K, Nychas G, Taoukis P.2001).

El crecimiento microbiano, es la principal causa del deterioro de la carne almacenada a temperaturas de refrigeración; el tipo y el número de microorganismos son factores importantes que inciden en la velocidad de alteración (Hedrick W, Parker M, Lee R.2001.). Cuando no hay un control adecuado de la temperatura, la humedad y otros factores ambientales, la carne es especialmente vulnerable a la supervivencia y proliferación de patógenos y microorganismos causantes de descomposición.

Las instalaciones y el equipo deberán ser adecuados para: enfriar, refrigerar y/o congelar la carne con arreglo a especificaciones escritas; almacenar la carne a temperaturas que permitan cumplir los requisitos de inocuidad, salubridad; y vigilar la temperatura, la humedad, la entrada de aire y otros factores ambientales de manera que se garantice la aplicación de los sistemas de control del proceso.

Respecto a la estabilidad, las carnes son alimentos muy perecibles. Esto se debe a su composición química y gran contenido de agua, que la convierten en un

excelente sustrato para una gran variedad de microorganismos incluyendo alterantes y patógenos (causantes de enfermedades). Por lo tanto, las carnes pueden sufrir oxidación de lípidos, generando olores y sabores rancios. La susceptibilidad a la oxidación depende de la especie, superficie en contacto con oxígeno.

2.7.-RECUBRIMIENTO COMESTIBLE

2.7.1.-DEFINICIÓN

Un recubrimiento comestible (RC) es definido como una sustancia aplicada en el exterior de los alimentos de manera que el producto final sea apto para el consumo. Estos recubrimientos deben ser legales, inocuos, aceptables sensorialmente y deben proporcionar un valor agregado al alimento (Baldwin, 2012). La función principal de los recubrimientos comestibles es proteger al producto de daños mecánicos, físicos, químicos y actividades microbiológicas que lo deterioren (Falguera, 2011).

El uso de RC no pretende reemplazar a los empaques de origen sintético los cuales están diseñados para proteger alimentos cuyo almacenamiento es prolongado. El propósito de los RC es actuar como un accesorio que mejore la calidad de un alimento, además de extender su vida de anaquel y la posible incorporación de sustancias que aumenten las propiedades funcionales del alimento (Ávila y López, 2008).

En la actualidad se habla de recubrimientos y películas comestibles de manera indistinta; sin embargo, estos dos no significan lo mismo ya que los recubrimientos comestibles deben formarse directamente sobre la superficie de los alimentos, mientras que las películas son preformadas y después aplicadas en el alimento (Ávila y López, 2008).

2.7.2.-COMPONENTES DE LOS RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES

Los recubrimientos comestibles están compuestos principalmente por biopolímeros tales como los polisacáridos, las proteínas (animales y vegetales) y los lípidos. Además, se pueden incorporar otros componentes que ayuden a mejorar las propiedades finales de los recubrimientos comestibles como plastificantes y/o

faciliten su obtención como surfactantes y emulsionantes (Sánchez-Gonzales, 2008). Los emulsificantes favorecen la dispersión del lípido en la matriz hidrocoloide y reducen la actividad de agua superficial. Adicionalmente, suelen incorporarse aditivos como antioxidantes, antimicrobianos, etc.

2.7.2.1.- BIOPOLÍMEROS

Los polisacáridos y las proteínas, son los biopolímeros más frecuentemente utilizados para la elaboración de los recubrimientos y películas comestibles ya que forman redes moleculares cohesionadas por una alta interacción entre sus moléculas, estas les confieren buenas propiedades mecánicas y de barrera a gases (O_2 y CO_2), por lo cual retardan respiración y envejecimiento de muchas frutas y hortalizas (Eric, 2009).

Los polisacáridos son los hidrocoloides más utilizados en la industria alimenticia, ya que forman parte de la mayoría de las formulaciones que actualmente existen en el mercado. Sin embargo; una desventaja que presentan es que son hidrónicos y por lo tanto, constituyen una pobre barrera a la pérdida de humedad. Los utilizados en la formación de recubrimientos comestibles son: las pectinas de alto y bajo metoxilo, la celulosa y sus derivados, el alginato, el quitosano, la dextrina, el carragenato, y la goma arábica, entre otros (Krochta y Mulder-Johnston, 1997). Los recubrimientos comestibles a base de polisacáridos son hidrofílicos y permiten la formación de enlaces de hidrógeno, que se pueden utilizar para la unión con aditivos. Debido a sus propiedades químicas, estos recubrimientos constituyen una barrera muy eficiente contra el oxígeno, pero deficiente contra la humedad. (Pascall y Lin, 2013).

Los recubrimientos a base de proteínas también son hidrofílicos y tienen una buena resistencia mecánica, por lo que pueden ser utilizados en frutas para reducir las lesiones durante su transporte; sin embargo, proporcionan una pobre barrera contra la humedad. La fabricación y el uso de recubrimientos de mezclas de materiales ayudan a minimizar las desventajas de los componentes individuales, mientras que hacen sinergia de sus propiedades funcionales y físicas (Pascall y Lin, 2013). Las

proteínas utilizadas para la elaboración de RC pueden ser de origen vegetal o animal.

Las fuentes principales de proteínas vegetales pueden ser las legumbres, cereales, semillas oleaginosas, raíces de vegetales, hojas verdes, frutos, etc. Cada una con características diferentes, biodisponibilidad y valor nutricional. Las frutas y vegetales generalmente tienen un bajo contenido de proteína, siendo los polisacáridos el componente mayoritario de las mismas. Mientras que las películas obtenidas a partir de proteína de origen animal se han usado para embutidos, ya que presentan una buena barrera a los gases y buenas propiedades mecánicas (Lacroix y Cooksey, 2005).

Por otro lado, los RC a base de lípidos proporcionan una buena barrera contra la humedad debido a su naturaleza hidrofóbica, pero presentan propiedades mecánicas deficientes.

Se ha registrado que los RC a base de lípidos, han tenido los mejores resultados en los recubrimientos de frutas, siendo así los más usados por la industria para la protección de las mismas, gracias a que les brinda cualidades tanto estéticas como funcionales (brinda el brillo: son una barrera para el vapor de agua, reducen su respiración y deshidratación). Los recubrimientos de lípidos tienen la desventaja de ser muy frágiles y friables, por lo que para su uso se combina con ceras de carnauba, cera de abeja, cera de candelilla entre otras, por su cualidad de soporte no lipídica (Pérez y col. 2008).

2.7.2.2.-PLASTIFICANTES

La incorporación del plastificante (moléculas pequeñas de bajo peso molecular) en la formulación del RC es con el objetivo de debilitar las interacciones moleculares del biopolímero incrementando así la flexibilidad y con ello se favorece la formación de una red estructural más homogénea, mejorando su funcionabilidad de los recubrimientos, haciéndolos menos frágiles. Por esta razón es importante determinar el tipo y concentración del plastificante a emplear ya que puede afectarse la función del RC en cuanto a la regulación de la transferencia de masa (Bósques y Vernon, 2005). Dentro de los agentes plastificantes más utilizados se encuentran: el glicerol, ácidos grasos, sorbitol, aceites, ceras y otros.

La efectividad de un plastificante depende de su peso molecular, es decir, los glicoles de bajo peso molecular son aptos para plastificar, mientras que los de alto peso molecular resultan deficientes para plastificar. En un estudio realizado por Texeira en 2009, se encontró que los pesos moleculares del glicerol y sorbitol son de 92 g/mol y 180 g/mol respectivamente, por lo que el glicerol resultó ser un adecuado plastificante con respecto del sorbitol (Enríquez, 2012). El glicerol contiene dentro de su estructura química dos grupos hidroxilos primarios y un secundario, esta característica le permite diferentes posibilidades de reacción, es por esto que tiene una variedad de aplicaciones como humectante, plastificante, emoliente, espesante, disolvente, lubricante, edulcorante, anticongelante, entre otras (Posada y Cardona, 2010).

2.7.3.-MÉTODOS DE APLICACIÓN

En la aplicación de recubrimientos comestibles se consideran dos métodos de mayor utilidad como son por inmersión y por aspersion, los cuales se describen a continuación:

2.7.3.1.-APLICACIÓN POR INMERSIÓN

Este método es uno de los más utilizados en la industria alimenticia con frutas, vegetales y productos cárnicos, ya que brinda una capa más uniforme en el alimento sin importar la irregularidad de la superficie. El proceso consiste en sumergir el producto por 30 segundos en el contenedor del recubrimiento, esta técnica es la que arrojó mejores resultados (García, 2009).

2.7.3.2.-APLICACIÓN POR ASPERSIÓN

Uno de los métodos convencionales y usados generalmente en muchos de los casos es la aspersion. Debido a la alta presión con la que sale el recubrimiento se genera un menor gasto de solución formadora de la cubierta, es utilizada para recubrimientos uniformes (García, 2009).

2.8.-CHIA (*SALVIA HISPÁNICA L.*)

“Chía” o “Chan” es un vocablo náhuatl que agrupa varias especies botánicas de los géneros *Salvia*, *Hyptis*, *Amaranthus* y *Chenopodium*; su cultivo y utilización fueron

considerados por Kirchoff (1960) como un elemento esencial de la cultura mesoamericana. Debido a que su denominación es en lengua indígena y a que existen descripciones precisas de sus formas de uso, es probable que el conocimiento y la domesticación de estas plantas se remonte a una etapa previa a la época prehispánica (Gillet, 1981).

Salvia hispánica L. conocida comúnmente como chía, es una especie anual nativa de Centroamérica, de zonas montañosas del oeste y centro de México, así como de Guatemala (Di Sapia et al., 2012). Se encuentra naturalmente en áreas de bosques de encino o pino-encino y se distribuye en ambientes semicálidos y templados del Eje Neovolcánico Transversal de las Sierras Madre Occidental y del sur de Chiapas, en altitudes que oscilan entre 1 400 y 2 200 m donde se ubica el centro de diversidad genética y fenotípica de chía silvestre y domesticada (Hernández y Miranda, 2008). Históricamente, esta especie se ha cultivado en ambientes tropicales como subtropicales, en regiones libres de heladas y con heladas (Capitani, 2013), específicamente en las áreas montañosas de la vertiente del océano pacífico (Beltrán y Romero, 2003). En la época prehispánica fue una planta importante y sus semillas, su harina o su aceite fueron apreciados por sus usos medicinales, alimenticios, artísticos y religiosos (Cahill, 2003).

La información con la que se contaba sobre la chía es que es una fuente natural que poseía ácidos grasos, antioxidantes y fibra dietética lo que acrecentó las expectativas en torno a su cultivo; en virtud a lo anterior, su uso como alimento comenzó a expandirse fuera de México (Orona Tamayo Y Cols, 2017). Por lo tanto se considera un alimento funcional que ha ganado una enorme atención en todo el mundo en los últimos años debido a la ola de cambios del estilo de vida saludable. La *Salvia hispánica*, que antes era el principal cultivo alimenticio de los pueblos indígenas de México y Guatemala en la antigüedad, ahora es ampliamente cultivada y comercializada por su contenido de ácidos grasos, omega 3 alfa linolénico y propiedades antioxidantes.

2.8.1.-DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

La chía (*Salvia hispánica* L). Es una planta herbácea anual, de 1 a 1.5 m de altura, con tallos ramificados de sección cuadrangular y hueco, con pubescencias cortas y blancas; hojas opuestas con bordes aserrados de 80 a 100 mm de longitud y de 40 a 60 mm de ancho, con diferentes grados de pubescencia. Las flores son hermafroditas, azules o blancas, frutos muy comúnmente indehiscentes (Capitani, 2013) en grupos de cuatro clusas monospermas ovales de 1.5 a 2 mm de longitud y 1 a 1.2 mm de diámetro; son suaves y brillantes, de color pardo grisáceo con manchas irregulares castaño oscuro, en su mayoría y en menor proporción blanquecinas (Di Sapia, 2012), el peso de 1 000 semillas varía entre 0.94 y 1.29 g (Bueno, 2010).

Se define como una planta autógama, con más altos niveles de polinización cruzada en chía cultivada, que en chía silvestre, los insectos son los responsables de la polinización cruzada, obteniendo mayores rendimientos cuando existe la presencia de abejas en la zona de cultivo (Cahill, 2004). La propagación más usada en la chía es por medio de semilla (Ayerza y Coates, 2006).

A continuación, se muestra una figura con la plántula y la inflorescencia de la chía (*salvia hispánica* L.)(figura 2).



Figura 2.Plantula(izquierda) e inflorescencia de *Salvia Hispanica* L . (centro y derecha) (Xingú López, 2017)

2.7.2.-SEMILLA

La Chía, semilla procedente del fruto (aquenio indehiscente) de la planta con el nombre *Salvia hispánica* de la familia Lameaceae. Es una semilla diminuta con forma ovalada de textura lisa que oscila un tamaño entre 2mm de largo y 1,5mm de

ancho, su color puede variar desde la negra, parda, moteada, café oscuro o claro, blanco o gris. Existen dos tipos Chía la de Flor azul que son su mayoría y las que comúnmente se conocen y la de flor blanca que tienen la particularidad de dar semillas completamente blancas, pero ambas tienen los mismos nutrientes y las mismas características. En la siguiente figura se muestra una imagen de la semilla de chia.(figura 3).



Figura 3. semilla de chia(Xingú López, 2017)

2.14.2.1.-PROPIEDADES DE LA SEMILLA DE CHÍA

cuadro 1.Energía y composición centesimal correspondiente a diversos granos.

Grano	Energía kcal/100g	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Fibra	Cenizas
				%		
Arroz ¹	358	6,5	0,5	79,1	2,8	0,5
Cebada ¹	354	12,5	2,3	73,5	17,3	2,3
Avena ¹	389	16,9	6,9	66,3	10,6	1,7
Trigo ¹	339	13,7	2,5	71,1	12,2	1,8
Maíz ¹	365	9,4	4,7	74,3	3,3	1,2
Chía ^{2,3}	550	19-23	30-35	9-41	18-30	4-6

United States Department of Agriculture (2002), 2.ayerza y coates (2004); Diario oficial de la unión europea (2009).

Como se observa en esta tabla la semilla de chía tiene como componentes proteínas, lípidos, carbohidratos y fibras, además de contener un 33% de aceite, el

cual presenta el mayor porcentaje de ácido α -linolénico conocido hasta el momento (62 - 64%) y diversas fuentes de ácidos grasos como el omega 3 (Ayerza, 1995)

2.14.3.-MUCÍLAGO DE CHÍA

Se le llama mucílago al polisacárido heterogéneo que está constituido por distintos azúcares y en general contiene ácido urónico. Se caracterizan por formar disoluciones coloidales viscosas o geles en agua. Este es muy parecido a una goma, por lo que suele clasificarse como tal. Su diferencia radica en el origen de cada uno; los mucílagos son propios de las plantas, mientras que las gomas son el resultado generalmente de membranas celulares y la exudación.

El mucílago de chía, carbohidrato complejo de alto peso molecular (Lin y Daniel, 1994), es un componente importante de la semilla por su potencial importancia fisiológica. Este mucílago emerge de la semilla cuando entra en contacto con agua, constituyendo un hidrocoloide con potencial uso como agente espesantes en la industria de alimentos y farmacéutica. El mucílago, integrante de la fibra dietética es fibra soluble en contacto con agua forma un retículo donde ésta queda atrapada, dando lugar a soluciones de gran viscosidad. Dada la capacidad de la fibra dietética soluble de formar geles, tiene la propiedad de retardar la evacuación gástrica, lo que a su vez hace más eficiente la digestión y absorción de los alimentos, generando una mayor sensación de saciedad (Tiwarly y col., 1997). Dentro de este grupo se encuentran gomas, mucílagos, algunas pectinas, ciertos tipos de hemicelulosas y polisacáridos solubles.(figura 4).



Figura 4. Chía hidratada en agua (Ayerza, 1995)

CAPITULO III

3.-MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Alimentos II del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

3.1.-MATERIALES

Para la elaboración del recubrimiento comestible se utilizaron 4 componentes: agua destilada, cloruro de calcio (CaCl_2), glicerol y mucílago de chía (*Salvia hispánica* L. variedad morada).

También la carne de cerdo fue una materia prima. Esta materia prima es específicamente de la raza Landrace x York (ver figura 5) de la granja porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.



Figura 5. Cerdo de la raza Landrax x York de la granja porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

3.2.-METODOLOGÍA

La fase experimental del proyecto se realizó en 5 etapas, que consistieron en: la obtención de la carne de cerdo, extracción de mucílago de chíá, formulación del recubrimiento comestible, aplicación del recubrimiento comestible en la carne de cerdo y la evaluación de los parámetros fisicoquímicos de la carne (figura 6).



Figura 6. Fase experimental

3.2.1.-ETAPA 1. OBTENCIÓN DE LA CARNE DE CERDO

Se sacrificó un cerdo de la raza Landrace x York de la granja porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, bajo condiciones humanitarias. Con la finalidad de utilizar los dos brazuelos y las dos piernas de cerdo para la realización de un análisis fisicoquímico de la carne, posterior a la aplicación del recubrimiento a base de mucílago de chíá, utilizando una de las piezas como blanco (sin recubrimiento).la carne post mortem fue almacenada para su maduración por 24 h a una temperatura de 4° C.

3.2.2.-ETAPA 2. EXTRACCIÓN DE MUCÍLAGO DE CHÍA

Se hidrató la semilla de chíá con agua destilada en una proporción de 1:10(p/v) durante 2 horas a una temperatura de 37° C con agitación manual constante, pasado este tiempo se molió la solución en una licuadora de la marca OSTERIZER modelo 6663-13 durante 1 segundo, para finalmente separar la semilla del mucílago con una centrifuga de la marca VELAB modelo pro-24H durante 20 minutos a 5000 rpm.(figura 7).

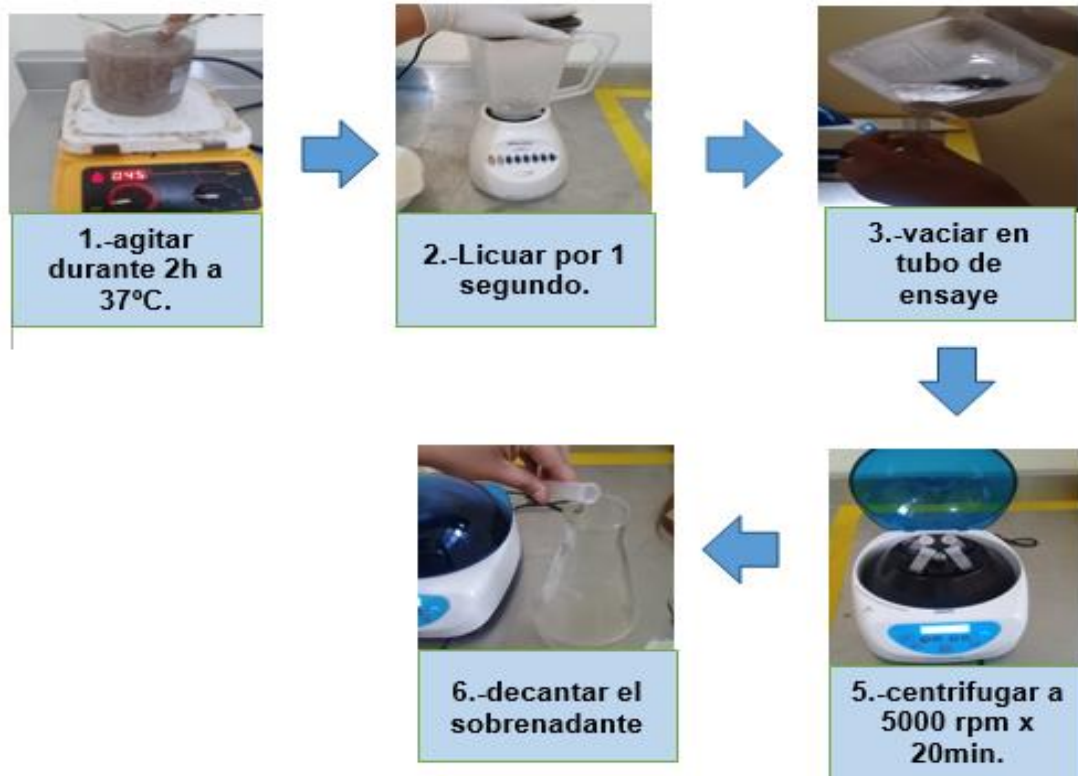


Figura 7. Procedimiento para la extracción de mucílago de chíá

3.2.3.-ETAPA 3. PREPARACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE (RC)

Para la elaboración del recubrimiento comestible se utilizaron los siguientes componentes: agua destilada (ml), cloruro de calcio (CaCl_2) al 0.2 %, glicerol (1%) y mucílago de chíá (*Salvia hispánica* variedad morada) al 30 %, de acuerdo a la formulación propuesta por Gandarillas-Aguilar(2016), que se muestra en el cuadro 2.

cuadro 2. Formulación de recubrimiento comestible (Gandarillas-Aguilar.2016).

Concentración del mucílago (%)	Agua (ml)	CaCl ₂ (%)	Glicerol (%)	Volumen (ml)
25	75	0.2	1.0	100
30	70	0.2	1.0	100
35	65	0.2	1.0	100
40	60	0.2	1.0	100

Para la preparación del recubrimiento se disuelve primero el CaCl₂ (0.2g) en 70 ml de agua destilada, posteriormente se adiciona el mucílago de chia (30 ml) y se agita constantemente hasta que se homogeniza, finalmente se adiciona el plastificante que es el glicerol (1 ml) para un volumen de 100 ml (figura 8).

Elaboración del recubrimiento comestible (100 ml)

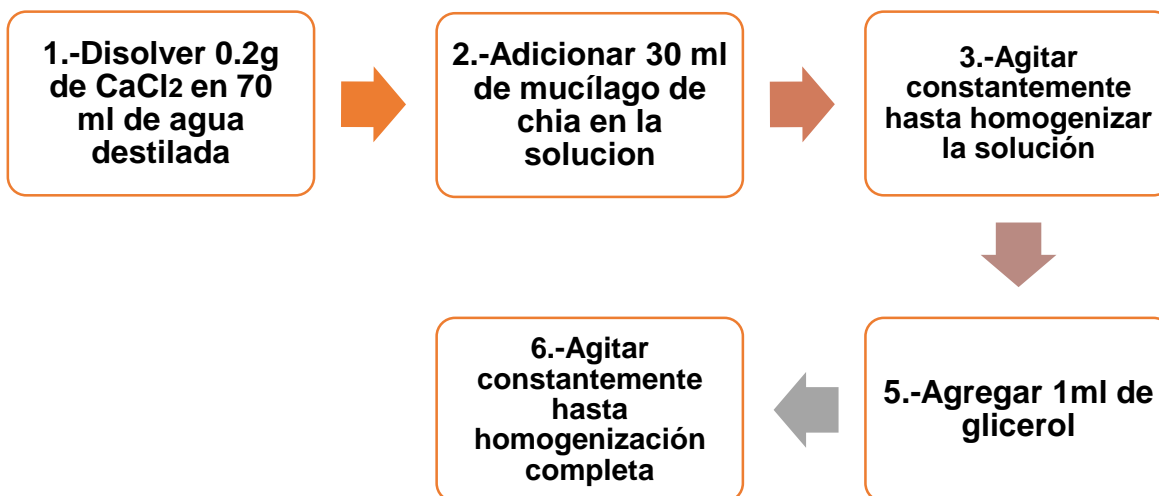


Figura 8. Elaboración del recubrimiento comestible

3.2.4.-ETAPA 4. APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO SOBRE LA CARNE DE CERDO

La aplicación del recubrimiento se realizó por el método de aspersión (con un atomizador), para evitar la contaminación cruzada. El recubrimiento fue rociado cubriendo toda la superficie de forma horizontal y luego de forma vertical, asegurándose de cubrir toda la superficie sin dejar ningún espacio libre de recubrimiento (figura 9).

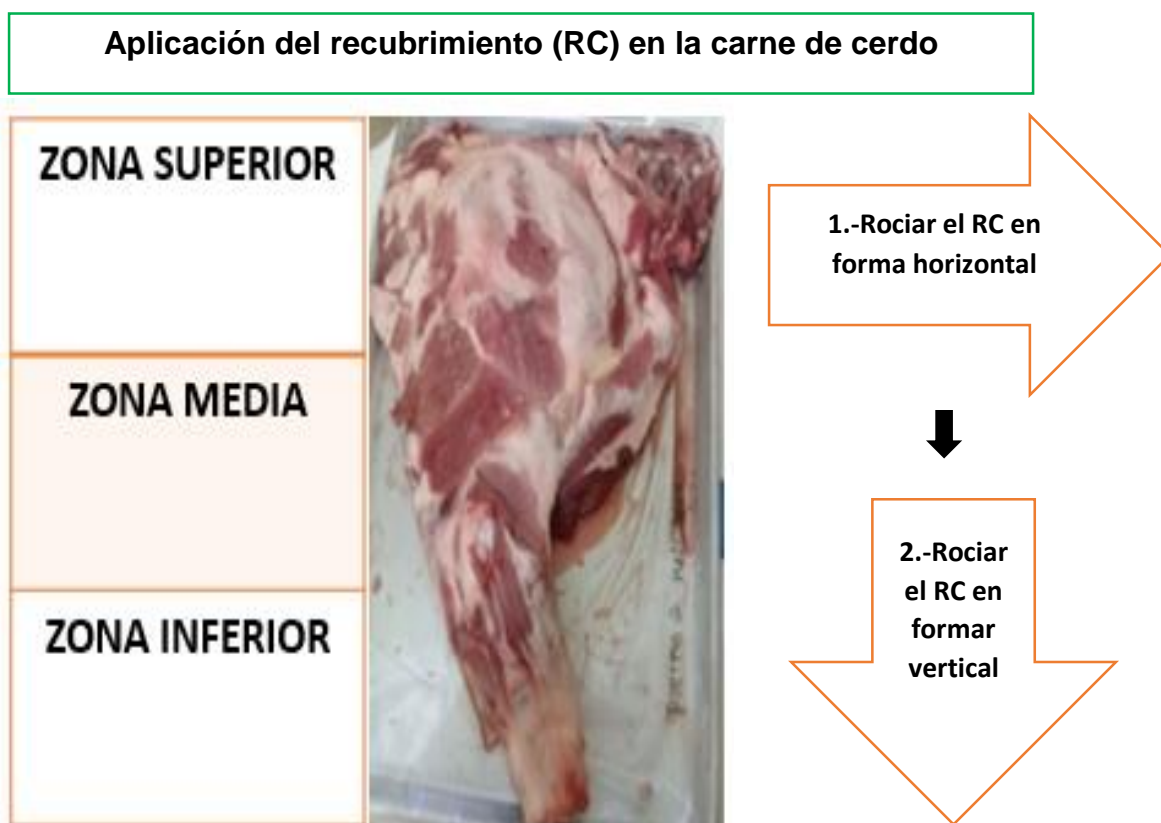


Figura 9. Aplicación del recubrimiento comestible en la carne de cerdo.

En primer lugar se realizó la aspersión de forma horizontal donde se asperjaron 49.6 ml de mucilago aproximadamente, en 62 rocios y en la aspersión de forma vertical

se gasto 20 ml de mucilago en 25 rocios; en total se gasto 69.6 ml aproximadamente durante la prueba,este gasto es para una sola pieza (pierna);esto quiere decir que para las tres piernas que fueron tratadas se gasto un total de 208 ml de recubrimiento.

3.2.5.-ETAPA 5. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

3.2.5.1.-COLOR

La medición del color en la carne se realizó, a través de la evaluación de la luminosidad (L), grado de rojo o verde (a^*) y grado de amarillo o azul (b^*), con un colorímetro (KONICA MINOLTA modelo CR-400).las lecturas se realizaron tomando 3 muestras en las diferentes zonas de las piernas zona, superior (zs), zona media (zm) y zona inferior (zi), este procedimiento se realizo en cada una de las piernas identificadas como pierna control, pierna 1, pierna 2 y pierna 3. Se tomó la lectura acercando el colorímetro en la superficie de la carne,oprimiendo el boton on/off , registrando la lectura mostrada en la pantalla(figura 10).



1.-Acercar el colorímetro en la superficie de la carne, enseguida tomar lectura.

Figura 10. Procedimiento para la determinación de color (L, a^*, b^*).

3.2.5.2.-DETERMINACIÓN DE POTENCIAL DE HIDROGENO(pH)

Se monitoreó el pH con la ayuda de un potenciómetro (HANNA INSTRUMENTS modelo H198127), Tomando 3 muestras en las diferentes zonas de las piernas, zona superior (zs), zona media (zm) y zona inferior (zi), este procedimiento se realizó en cada una de las piernas identificadas como pierna control, pierna 1, pierna 2 y pierna 3.

Para la determinación del pH, se homogenizaron 2.5 g de muestra en 25 ml de agua destilada, usando para ello una licuadora (Osterizer modelo 6663-13); después de este procedimiento se filtró la muestra con la ayuda de un embudo y papel filtro, posteriormente se tomó la lectura directamente del líquido filtrado con la ayuda del potenciómetro (HANNA modelo H198127) (figura 11).



Figura 11. Procedimiento para la determinación de pH

3.2.5.3.-CONCENTRACIÓN DE MIOGLOBINA

Para la determinación del contenido de mioglobina se usó el método propuesta por Van Laack en 1996. Se homogeneizaron con una licuadora (Osterizer modelo 6663-13) 2.5 g de carne de cerdo en 25 mL de buffer fosfato de sodio 0.04 M, con un pH de 6.8, después se filtró la muestra con papel filtro. Se tomaron 5 mL del filtrado, se centrifugaron por 30 minutos a 5000 rpm (VELAB modelo pro-24H), posteriormente el sobrenadante se filtró con papel filtro Whatman No 1 (Trout.1989). Finalmente se determinó la absorbancia a 525 y 730 nm con un espectrofotómetro (BIOBASE/BK1000 Modelo UPC17J0090) (figura 12).

Una vez obtenidos los resultados se aplicó una fórmula para la determinación de la concentración de mioglobina (mg/g) donde se asumió su masa molecular de 17 500 Dalton, y el coeficiente de extinción molar de 7600 M/cm-1, tal como se indica en la

siguiente fórmula: $(A_{525} - 1,73 A_{730}) \times \left\{ \left[\frac{(\text{Peso muestra} \times \% \text{Humedad})}{100} + 25 \right] / \text{Peso muestra} \right\} \times (17500/7600)$. Para la aplicación de esta fórmula se requirió la determinación de humedad de las muestras, que en el caso del presente trabajo fue determinada con la ayuda del termo-balanza (Precisa Gravimetrics modelo S/N 4100525).

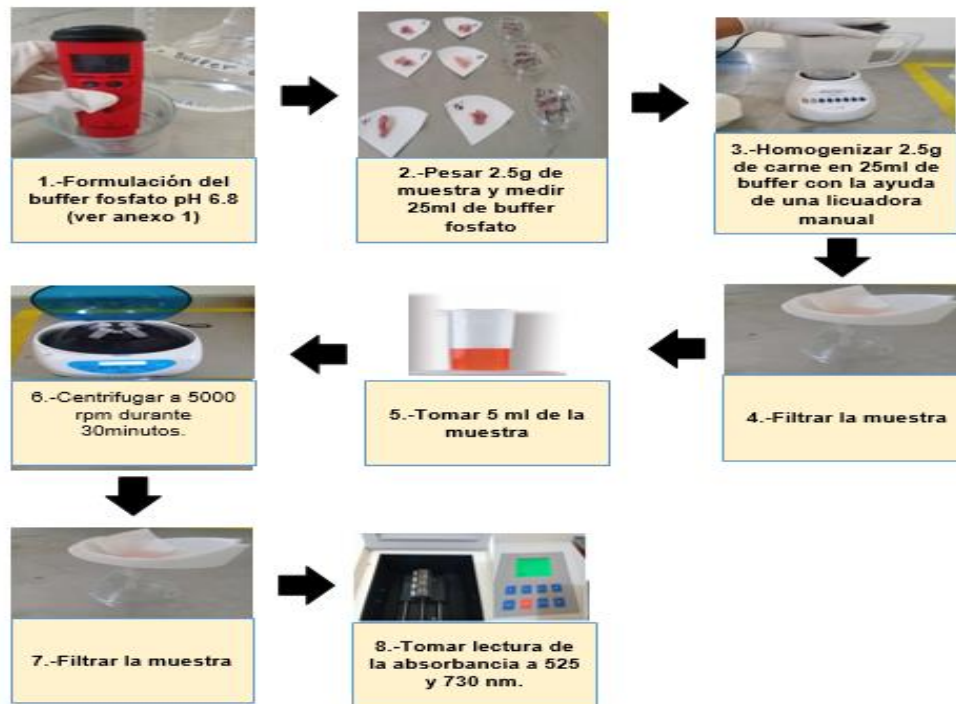


Figura 12. Concentración de Mioglobina

3.2.5.4.-ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

3.2.5.4.1 SIEMBRA Y CONTEO DE MICROORGANISMOS.

Se realizó determinación de microorganismos mesófilos aerobios se prepararon diluciones seriadas hasta la dilución 10^{-10} utilizando agua peptonada y 10 gr de cada muestra posteriormente se sembraron por el método de vaciado en placas con agar nutritivo, lo anterior se realizó por duplicado. Las placas se incubaron a 37°C y se realizó una cuenta total en placa a las 72 horas. La temperatura es un factor importante para la proliferación de microorganismos, como es el caso de una temperatura de 37°C que nos indica que es una temperatura en donde proliferan con más facilidad los microorganismos mesófilos.

El agar nutritivo (ver preparación en el Anexo 2) es un medio de cultivo usado normalmente como rutina para todo tipo de bacterias. Es muy útil porque permanece sólido incluso a relativamente altas temperaturas. Además, el crecimiento bacteriano en este agar lo hace en la superficie, por lo que se distinguen mejor las colonias pequeñas.

CAPITULO IV

4.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.-APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE.

Se aplicó un recubrimiento comestible a base de mucilago de Chía en la carne de cerdo por el método de aspersion, se realizaron tres repeticiones (pierna 1, pierna 2, pierna 3) y una muestra control a las 24 horas después del sacrificio del animal. Uno de los problemas observados durante la aplicación del RC por aspersion fue la viscosidad del mismo, sin embargo, fue necesaria una agitación manual y constante de éste antes de cada aplicación.

4.2.-COLOR

El color de la carne fresca es el principal atributo que influye en la decisión de adquirirla, dado que el consumidor asocia el color con el grado de frescura y calidad (Brewer, 2002). Los colores pueden tener diferente intensidad, pudiendo ser colores muy intensos o muy débiles en términos de saturación de color, la luminosidad (L) nos indica que tan claro u oscuro es un color y adquiere valores entre 100 (blanco) y 0 (negro); mientras que los valores de a^* y b^* , no presentan límites, aunque sí valores positivos o negativos. La escala de a^* varían desde los valores positivos (rojo +) a los negativos (verde -); mientras que la escala de b^* varían del amarillo (+)

al azul (-), tal como se muestra en la Figura 13.

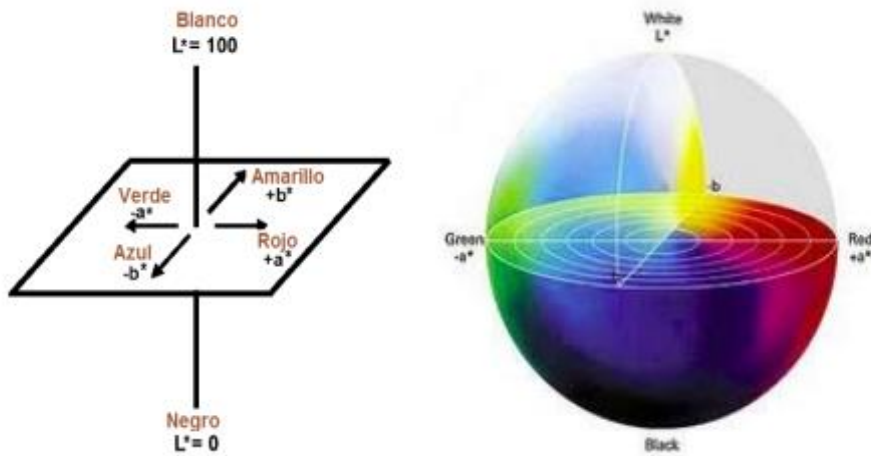





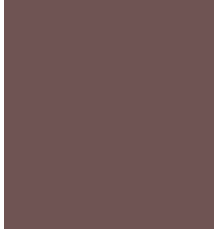




Figura 13. Escala de color (L , a^* , b^*).

En este trabajo de investigación se analizó el color de las cuatro piezas de carne con la finalidad de observar cambios entre la muestra testigo (sin recubrimiento) y las piezas recubiertas con el mucílago de chíá, lo anterior fue monitoreado durante 19 días en las piezas mantenidas en refrigeración a 9°C . Los valores de L , a^* y b^* obtenidos fueron analizados mediante el software (Corel Draw Graphic Suite, Photo-paint, 2019) para obtener como resultado las diferentes tonalidades de las piezas y las cuales se muestran a continuación en el cuadro 3

Las tonalidades que se muestran en el cuadro fueron obtenidas de datos tomados del cuadro 8 y 9 (ver anexo 4).

Cuadro 3.comparaciones de tonalidades de color(L,a*,b*) de la zona superior de la muestra(piernas)entre la muestra control y la muestra tratada(corel DRAW graphic suite,photo-paint,2019).



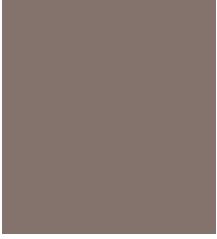



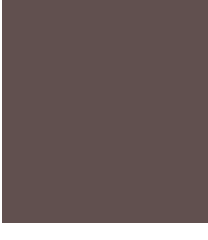
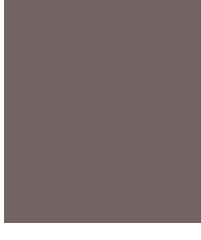
DIA	CONTROL	RC
1		
4		
7		
16		

Las tonalidades de color de la zona superior, obtenidas con el software antes mencionado, no presentan un cambio significativo apreciable, lo que indica que el recubrimiento no afectó el color de la carne comparada con la muestra testigo,

manteniendose la tonalidad a lo largo del experimento. Lo mismo ocurre en las zonas media e inferior de las muestras (control vs tratadas).






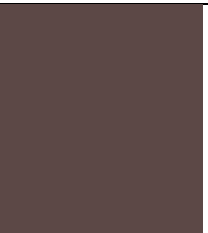


Las siguientes tonalidades que se mostraran son de la zona media de la muestra, fueron datos tomados de la tabla 10 y 11 (ver anexo 4)

Cuadro 4 Comparaciones de tonalidades de color(L,a*,b*) de la zona media de la muestra(pierna),muestra testigo y muestra tratada.(corel draw graphic suite,photo-paint, 2019).

DIA	CONTROL	RC
1		
4		
7		
16		

Las siguientes tonalidades que se mostraran son de la zona inferior de la muestra, se obtuvieron gracias a la ayuda del software ya mencionado anteriormente, son datos tomados del cuadro 12 y 13 (ver anexo 4)

Cuadro 5. Comparaciones de tonalidades de color(L,a*,b*) de la zona inferior de la muestra, muestra testigo y muestra tratada.(corel draw graphic suite,photo-paint, 2019).

DIA	CONTROL	RC
1		
4		
7		
16		

De acuerdo al software utilizado en este análisis, se observa que al igual que en la zona superior, tanto la zona media como la zona inferior, no se aprecia una diferencia entre las tonalidades de la muestra control y la muestra tratada; este

resultado indica que la presencia del recubrimiento comestible en las muestras no interfieren de manera significativa en el color de la carne, lo que resulta favorable al pasar desapercibido por el consumidor, ya que en caso contrario podría ser una causa de rechazo por parte de éste. Por otro lado, el color rosa grisáceo mostrado en las difernetes tonalidades de la carne es debido a la presencia de tejido adiposo, éste es un tejido conjuntivo especializado en el almacenamiento de lípidos. Este tejido está presente en todos los mamíferos. Su capacidad de almacenar lípidos depende de sus células, los adipocitos, que pueden contener en su citoplasma grandes gotas de grasa. Hay dos tipos de tejido adiposo: el formado por grasa blanca y el formado por grasa parda. El color blanco (en ocasiones amarillento) o pardo se refiere al color de la grasa en su estado fresco, ambos tipos de grasa tienen características particulares, tal como se muestra en la Figura 14.

Caraterísticas	Grasa blanca	Grasa parda
Localización principal	Sucutánea, abdominal, inguinal, perirrenal, retroperitoneal, gonadal, en torno a órganos, otros lugares de modo disperso	Interescapular (bebés), axilar, perineal, paravertebral, cervical, dispersa en arterias y alrededor de órganos
Color	Blanca, amarillenta, marfil	Marrón, rojo variable a rosada
Vascularización	Vascularizada	Muy vascularizada
Inervación	Sistema nervioso simpático y parasimpático (inervación media)	Sistema nervioso simpático (muy inervada)
Organización tisular	Muy empaquetada en lóbulos pequeños	Organización lobular
Adipocito	Esférico, oval, 25 a 200 μm , unilocular con una sola gota de grasa, núcleo aplanado, semilunar y excéntrico, citoplasma muy delgado, mitocondrias escasas, cantidad normal de retículo endoplasmático.	Poligonal, 15-60 μm , multilocular con muchas gotas de grasa, núcleo redondeado a ovalado, citoplasma abundante, abundantes mitocondrias, poco retículo endoplasmático.
Presencia de células inmunes	Abundantes	Escasas

Figura 14. Principales diferencias entre grasa blanca y grasa parda(Frühbeck y col. 2009)

De acuerdo a lo anterior se asume que el tejido adiposo presente en las piezas de la carne de cerdo podría contener los dos tipos de grasa, solo que la grasa parda

es la que finalmente se encontró más adherida al tejido muscular, lo cual le confirió la tonalidad rosa grisásea.

4.3.-POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

El pH es uno de los principales parámetros a considerar para verificar la calidad de la carne, porque afecta varias de sus cualidades (color, capacidad de retención de agua, etc.). El pH es definido como el logaritmo negativo de la concentración de protones. Tiene una escala entre 0 y 14. Un valor de pH por debajo de 7 es considerado como ácido, y por encima de un valor de 7 se considera alcalino o también denominado básico.

El pH del músculo de animales sanos y vivos es de alrededor de 7.04 (Johnson, 1994). Este valor se disminuye tras la muerte del animal, principalmente, debido a la degradación del glucógeno a ácido láctico, una reacción en la que el músculo trata de producir energía en ausencia de oxígeno. Esta reacción, depende de manera importante de la actividad de una serie de enzimas que son sensibles a la temperatura, por lo que es relevante considerar la temperatura del músculo al momento de hacer la medición del pH. El tiempo que pase entre la muerte de un animal y el momento en que se hace la medición de pH, es un factor relevante, ya que la acumulación del ácido láctico normalmente continúa hasta cerca de 24 h posteriores a la muerte.

La variación en los valores de pH, se da por un sin número de factores, algunos de ellos son intrínsecos al animal (genética, metabolismo, susceptibilidad al estrés, etc.), pero normalmente los factores más relevantes tienen que ver con el ambiente en que se manejó el animal y su canal durante las 24 h previas y posteriores al faenado. Previo al faenado, el manejo es un factor clave, ya que un exceso de estrés provocará la sobreproducción de adrenalina, que tiende a promover la degradación de glucógeno y por ende, favorece la caída abrupta del pH (acidificación).

Una caída lenta del pH *post-mortem*, es ocasionada cuando las reservas de glucógeno en el animal son escasas, por ejemplo, cuando ha habido un estrés crónico durante un transporte largo, con tiempos de dietado (ayuno) muy prolongados, que en cerdos equivalen a más de 24 h de lo que además se exagera con temperaturas ambientales frías y malos manejos (estrés) antes del faenado. Todo lo anterior, tiende a reducir las reservas musculares de glucógeno, por lo que se presentará un menor contenido de ácido láctico en el músculo, ocasionando un pH final elevado a las 24 h *post-mortem* (6.0 hasta 6.8), en comparación con el pH de una carne normal (5.4 a 5.9).(Diego Braña Verela, 2011).

En el análisis del pH de la carne de cerdo se puede observar que tanto las piezas que estaban protegidas con el RC como aquella que fue utilizada como control, presentaron un comportamiento semejante, es decir ambas partieron de valores entre 5.6 y 5.9, los cuales son considerados adecuado para carnes normales (sin estrés); posterior a las 24 h post mortem el potencial de hidrógeno se fue elevando desde 6.0 hasta 6.3. De esta manera se asume que la presencia del recubrimiento no interviene en el aumento paulatino del pH, ya que éste se debe a la reducción de las reservas musculares de glucógeno, presentándose un menor contenido de ácido láctico en el músculo. Las figuras 18 a la 20 muestran la variación del pH de la carne ubicada en las 3 zonas en las que se dividieron las piezas en estudio, durante los 19 días que fueron analizadas.

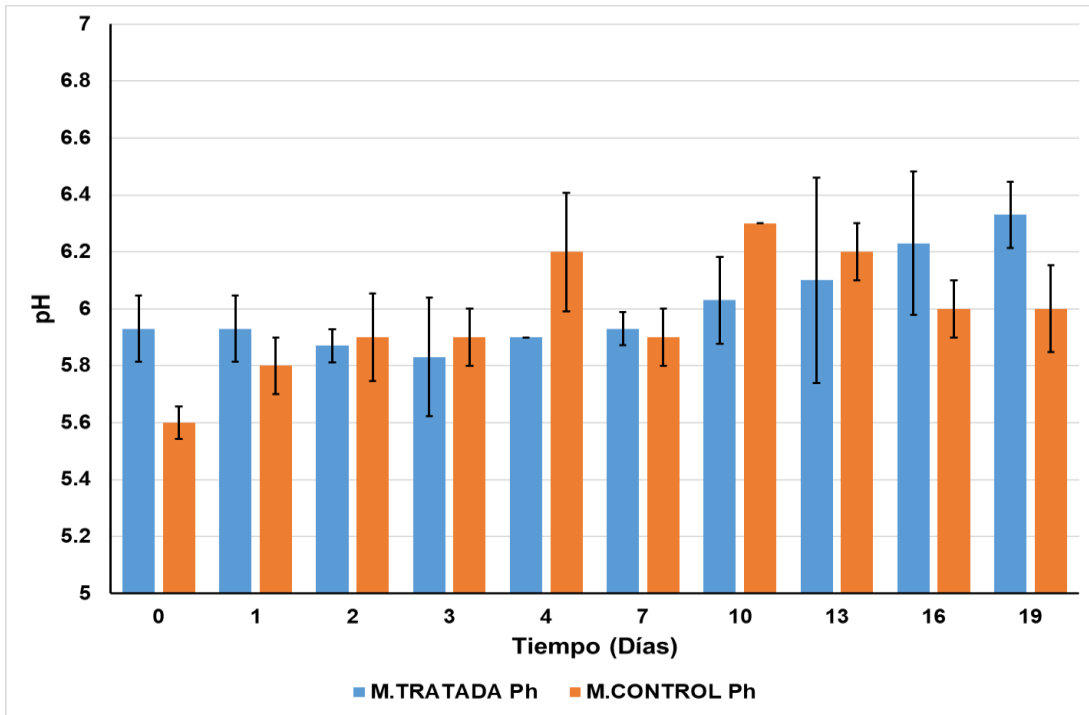


Figura 15. Gráfico de la variación del pH en la zona superior de la muestra.

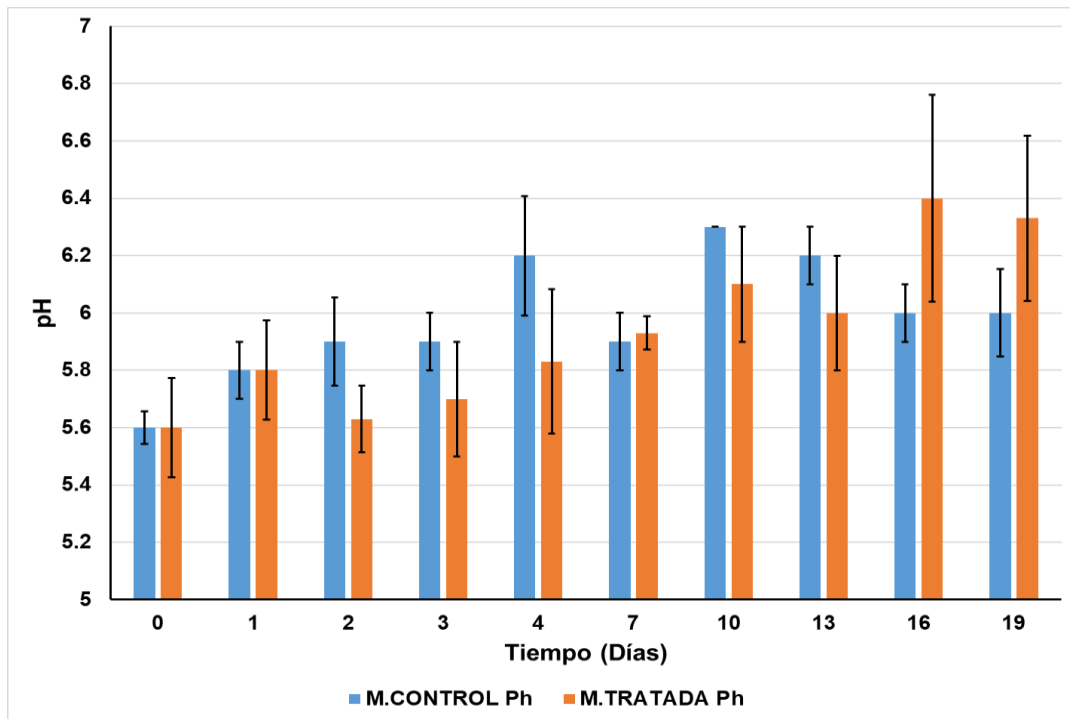


Figura 16. Gráfico de la variación del pH en la zona media de la muestra.

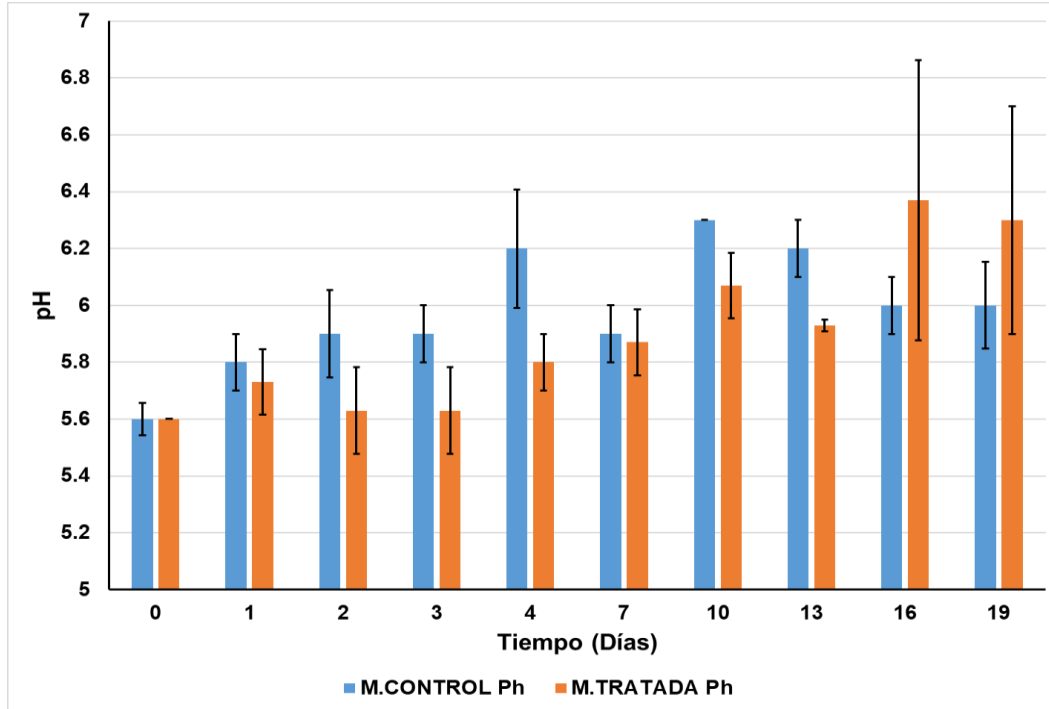


Figura 17. Gráfico de la variación del pH en la zona inferior de la muestra.

4.-CONTENIDO DE MIOGLOBINA

Desde el punto de vista del procesamiento de la carne, el pigmento más importante es la mioglobina, dado que la hemoglobina se elimina durante el desangrado de los animales en el proceso de matanza (Guerrero, 2006). El contenido de la mioglobina fue monitoreado a lo largo de 19 días observándose el comportamiento mostrado en las figuras 18 a la 20.

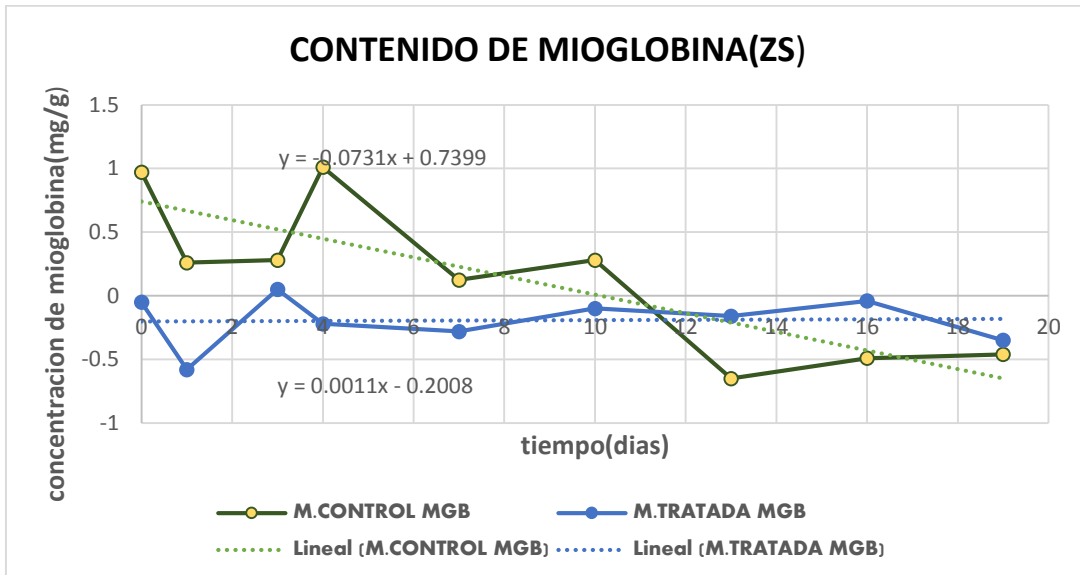


Figura 18. Gráfico de concentración de mioglobina en la zona superior(zs) de la muestra.

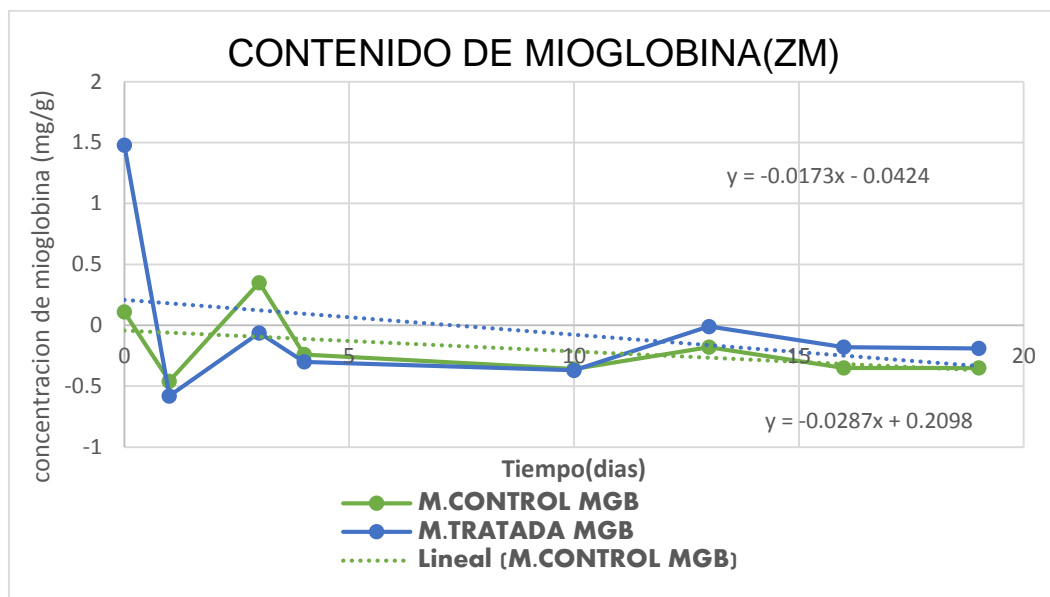


Figura 19. Gráfico de concentración de mioglobina en la zona media(zm) de la muestra.

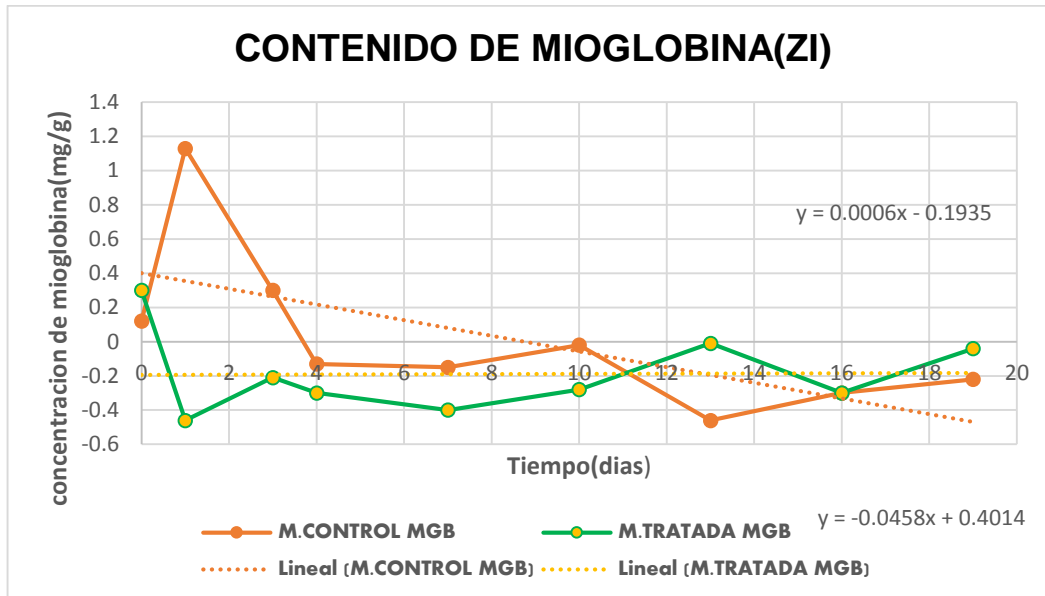


Figura 20. Gráfico de concentración de mioglobina en la zona inferior(zi) de la muestra.

Para cada uno de los gráficos, se realizó el ajuste de los datos a un modelo lineal, donde la pendiente representa la velocidad de cambio del contenido de mioglobina respecto del tiempo. Para la Muestra Control se observa que hay una disminución del contenido de mioglobina (-0.0731 mg/g día) en tanto que para la zona superior de la muestra tratada se podría considerar que permanece más estable según el valor de la pendiente (0.0011 mg/g día). En tanto, que la zona media de la muestra tratada mostró un decremento del contenido de mioglobina equivalente al la muestra problema (-0.0287 mg/g día). Finalmente, para la zona inferior de la muestra tratada se puede considerar que el contenido de mioglobina permanece estable de acuerdo al valor de la pendiente (0.0006 mg/g día), respecto al comportamiento mostrado en la pieza control, cuya zona inferior presentó un decremento de mioglobina de 0.0458 mg/g día. Con lo anterior, se puede asumir que el recubrimiento tiene un efecto positivo en la vida útil de la carne, funcionando como una barrera protectora que retrasa el contacto del oxígeno con la mioglobina, evitando con eso su degradación, y por consiguiente el cambio de coloración de la carne durante su almacenamiento.

4.5.-ANALISIS MICROBIOLÓGICO

La contaminación de alimentos por microorganismos es un problema con el que se ha tenido que luchar a lo largo del tiempo. Por esta razón se ha preferido la incorporación de agente antimicrobiano como es el caso de los aceites esenciales (anís, cardamomo y tomillo) en películas, cubiertas o empaques, los cuales se han probado en varios productos alimenticios como carne y productos de panadería, inhibiendo el desarrollo de hongos, bacterias y levaduras (Cagri, 2004). En este trabajo no se incluyó la presencia de ningún agente microbiano ya que se pretendía determinar si existía algún grado de inhibición microbiana únicamente por la presencia del recubrimiento en estudio.

Se realizó un estudio microbiológico general tanto de la muestra control como las piezas tratadas y se pudo observar que en el tiempo 0 en la muestra con recubrimiento y control; en el tiempo 1 hay una diferencia de 3 ciclos log, lo que indica que el RC de chía actúa como una barrera protectora que evita la proliferación microbiana (Ver figura 24). Cabe mencionar que cuando aumentando el pH de una muestra de carne, se favorece el crecimiento microbiano a lo largo del tiempo; sin embargo, a pesar de presentar un comportamiento semejante del pH en ambas muestras (control y tratadas) como se mencionó en la sección 4.3, la proliferación del microorganismos es mayor en la muestra control.

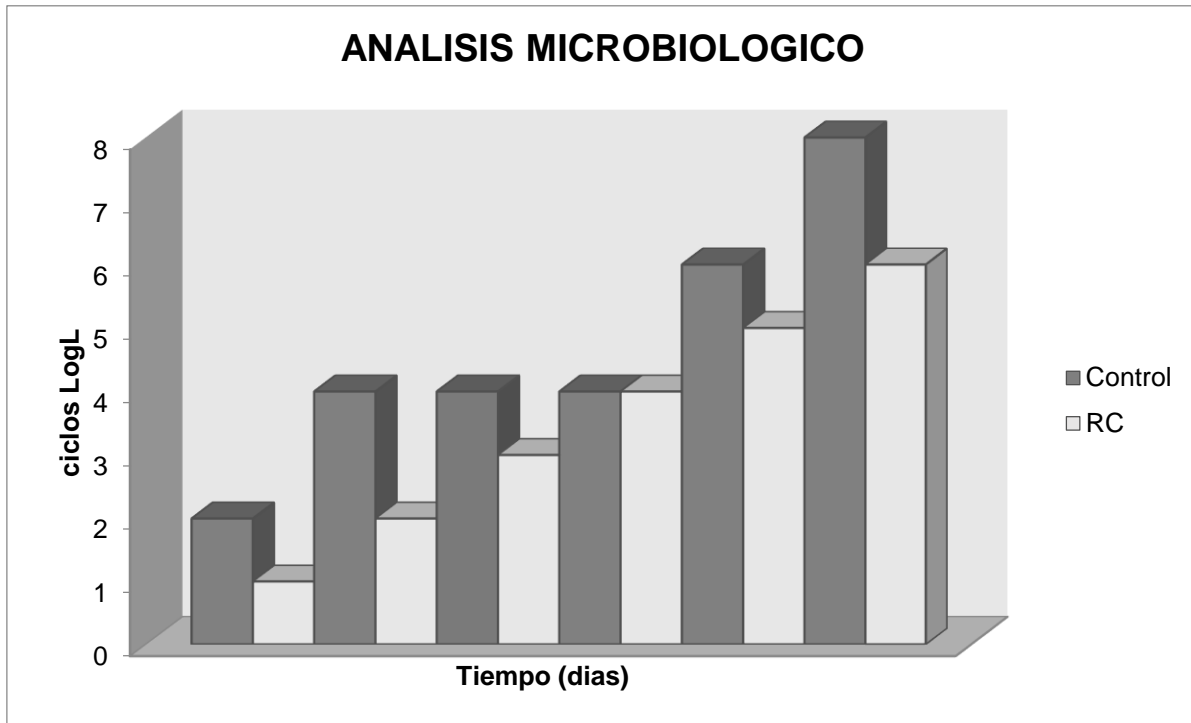


Figura 21. Gráfico del crecimiento de microorganismos en las muestras control y muestra tratada.

En la figura 21 se logra apreciar claramente que en la muestra control hubo un mayor crecimiento de microorganismos respecto a la muestra tratada, lo cual indica que el recubrimiento comestible a base de mucílago de chíá retarda el crecimiento de microorganismos en la carne de puerco. Además, de acuerdo a este gráfico, se pudo apreciar que después de 10 días la carne de cerdo ya no es posible consumirla porque muestra cantidades incontables de microorganismo. De acuerdo a la NOM-213-SSA1-2002, Productos y servicios, productos cárnicos procesados, los límites máximos de mesófilos aerobios en carne de cerdo crudo no aplica, como se menciona en la siguiente tabla, debido a que se recomienda que se someta a un proceso de cocción, freído o asado antes de su consumo.

Cuadro 6. Límites Máximos de microorganismos permitidos (NOM-213-SSA1-2002, Productos y servicios. Productos cárnicos procesados).

Producto	Mesofilos aerobios(UFC/g)	Coliformes fecales(NMP/g)	Salmonella spp en 25 g	Trichinella spiralis	cisticercos
Cocidos	10,000 ¹ 60,000 ²	<3	AUSENTE	N.A	N.A
Crudos	N.A	N.A	AUSENTE	Ausente ³	N.A
Curados	N.A	<3	AUSENTE	N.A	N.A

CAPITULO V

5.-CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación donde fue aplicado un recubrimiento a base de mucilago de chíá a la carne de cerdo para evaluar su comportamiento fisicoquímico llegando a las siguientes conclusiones:

- 1.-El mucílago de chíá de la variedad morada es adecuado para formular recubrimientos comestibles aplicados en carnes asegurando sus propiedades organolépticas y no interviniendo en su aspecto sensorial visual (apariciencia), es decir, el color y la luminosidad son semejantes tanto para la muestra control como la tratada.
- 2.-El recubrimiento comestible a base de mucilago de chíá actúa como barrera para el oxígeno, evitando la degradación de la mioglobina, pigmento más importante que le da la coloración a la carne durante su procesamiento.
3. Además el mencionado recubrimiento no interviene en el cambio natural de pH de la carne (de ácido a alcalino), proceso que podría favorecer el crecimiento microbiano; sin embargo, el RC retarda la proliferación de microorganismos mesófilos en condiciones de refrigeración.

CAPITULO VI

6.-BIBLIOGRAFIA

Alfonso Totosaus, 2004. Estados de oxidación-reducción de la mioglobina. (Relación entre el contenido de mioglobina y oximioglobina con el color de carne fresca de res y pollo.

Ávila R., López A., 2008, Aplicación de sustancias antimicrobianas a películas y recubrimientos comestibles, Temas selectos de ingeniería de alimentos, Puebla, México, Vol. 2, N° 2, pp.5-7

ANDRADE, J.; ACOSTA, D.; BUCHELI, M.; LUNA, G.C.: "Elaboración y evaluación de un recubrimiento comestible para la conservación postcosecha del tomate de árbol cyphomandra betacea cav. sendt/preparation and evaluation of an edible coating for tomato tree cyphomandra betacea cav. sendt post-harvest conse", [en línea] Revista de Ciencias Agrícolas, 30 (2), 2014. Disponible en: <http://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/1675> [Consulta: 17 de noviembre de 2014]

Baldwin, E.Hagenmaier,R. Y Bai,J.(2012).Edible Coatings And Films To Improve Food Quality.Boca Raton:Crc Press.

Bósques E., Vernon E.J., 2005 ,Efecto de plastificantes y calcio en la permeabilidad al vapor de agua de películas en base a goma de mezquite y cera de candelilla, Revista mexicana de ingeniería química, México, D.F., Vol. 4, N° 2, pp. 157-162

Diego brañada varela,ericka ramirez rodriguez,maria de la salud rubio lozano,armida sanchez Escalante,entre otros.manual de análisis de calidad en muestras de carne,centro nacional de investigación disciplinaria en fisiología y mejoramiento animal,ajuchitlan,colon,queretaro octubre de 2011.

Duan, Y.; Huang, L.; Xie, J.; Yang, K.; Yuan, F.; Bruce, H.L.; Plastow, G.S.; Ma, J.; Huang, L. (2013). Effect of temperature and pH on postmortem color development of porcine *M. longissimus dorsi* and *M. semimembranosus*. *Journal of the Science and Food Agriculture* 93, 1206–1210.

Enríquez M., Velasco R., Ortiz V., 2012, Composición y procesamiento de películas biodegradables basadas en almidón, *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, Cauca, Colombia, Vol. 10, N°1, pp.182-192 FAO, 2000, Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales (papaya, piña, plátano, cítricos), <http://www.fao.org/3/a-ac304s.pdf>, pp1-9, 28 Octubre 2016

Falguera, V., Quintero, J. P., Jiménez, A., Muñoz, J. A. e Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 292-30.

Frühbeck, G., Sesma, P., Burrell, M.A. (2009). PRDM16. The interconvertible adipo-myocyte switch. *Trends in cell biology*. 19:141-146.

Giannakourou M, Koutsoumanis K, Nychas G, Taoukis P. Development and assessment of an intelligent shelf life decision system (SLDS) for quality optimization of the food chill chain. *J. Food Prot.* 2001; 64 (7): 1051-1057.

Gillet H (1981) Le chia, graine mucilagineuse mexicaine, fait son apparition en France. *J. Agric. Trad. Bot. Appl.* 28:183-187 Cahill J P (2003) Ethnobotany of chia, *Salvia hispanica* L. *Econ. Bot.*57:604-618.

Grupo Consultor de Mercados Agrícolas (GCMA).

<https://www.jornada.com.mx/ultimas/2018/07/10/cada-mexicano-come-19-6-kilos-de-carne-de-cerdo-al-ano-gcma-8331.html> Sagarpa 2018, agosto 27.

Guerrero, I.; López, E. y Armenta, R. 2006. Cap 7: Pigmentos. In: Badui, S. (Ed.). *Química de los alimentos*. 4ª ed. Pearson Educación de México, S.A. de C.V. México. pp. 432-434.

Hedrick W, Parker M, Lee R. Using microsatellite and MHC variation to identify species, ESUs, and MUs in the endangered Sonoran topminnow. *Mol. Ecol.* 2001; 10 (6): 1399-1412.

<https://carnimad.es/ficheros/swf/pdf/guiaNutricion.pdf>

José Amo Flórez, Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en México. Editado por ICEX España Exportación e Inversiones, E.P.E., M.P. NIPO: 060-18-042-830 de octubre de 2018 México.

Málavc AM. Determinación del largo de vida útil de masitas de cerdo marinadas y empacadas al vacío [Internet], Mayagüez, (P.R): Universidad de Puerto Rico, Departamento de ciencia y tecnología de alimentos; 2006 Junio 19 [actualizada 2009 Oct 13; citad.

Nmx-Ff-081-2003. Productos Pecuarios. Carne De Porcino En Canal - Calidad De La Carne - Clasificación (Cancela A La Nmx-Ff-081-1993- Scfi). Pork Products. Carcasses Pork Flesh. Grading. Normas Mexicanas Dirección General De Normas.

NORMA Oficial Mexicana NOM-194-SSA1-2004, Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones sanitarias de productos.

Pedro Reyes Luna, José Jeiner Pineda Rodríguez, Alfonso Totosaus, Laboratorio de Alimentos, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Av. Tecnológico s/n, Ecatepec 55210, Estado de México. * e-mail: totosaus@att.net.mx. Relación entre el contenido de mioglobina y oximioglobina con el color de carne fresca de res y pollo.

Ponce, A. G., Roura S. I., Del Valle C. E., Moreira M. R. (2008). Antimicrobial and Antioxidant Activities of Edible Coatings Enriched With Natural Plant Extracts: In Vitro and In Vivo Studies. *Postharvest Biology and Technology*, (49) 294 – 300.

Posada J.A., Cardona C.A.,2010, Análisis de la refinación de glicerina obtenida como coproducto en la producción de biodiesel, Ingeniería Universidad de Bogotá, Colombia, Vol. 14, N°1, pp.9-27

Pascall, M. y Lin, S.-J. (2013). The application of edible polymeric films and coatings in the food industry. *Food, Processing and Technology*, 4(2), 1-2

Resumen Nacional .Avance mensual de la producción pecuaria. Año 2019.Toneladas nfsiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecResumen.jsp

Sánchez Ortega, I. García Almendariz, B, Santos López, E. Amaro Reyes, A. Barboza Corona, E. Y Regaldo. C. (2014).Antimicrobial Edible Films And Coatings For Meat And Meat Products Preservation.The Scientific World Journal, 2014.1-18.

Xingú López, Andrés; González Huerta, Andrés; de la Cruz Torrez, Eulogio;Sangerman-Jarquín, Dora Ma.; Orozco de Rosas, Guillermo; Rubí Arriaga, MartínChía (*Salvia hispanica* L.) situación actual y tendencias futuras *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 8, núm. 7, septiembre-noviembre,2017, pp

CAPITULO VII

7.-ANEXOS

7.1.-ANEXO 1.ELABORACION DE BUEFFER FOSFATO A UN PH DE 6.8

Buffer o Solución amortiguadora

Solución Alcalina

Na_2HPO_4 _____ 9.5 g
Agua destilada_____ 1000 mL

Disolver la sal (fosfato sódico dibásico) en una pequeña cantidad de agua destilada. Una vez disuelta agregar agua hasta completar 1000 mL. Mezclar bien y guardar en frasco rotulado.

Solución Acida

NaH_2PO_4 _____ 9.2 g
Agua destilada_____ 1000 mL

Disolver la sal (fosfato sódico monobásico) en una pequeña cantidad de agua destilada. Una vez disuelta agregar agua hasta completar 1000 mL. Mezclar bien e identificar.

La solución amortiguadora se prepara a partir de estas dos soluciones mezcladas en proporciones para producir un pH en el rango de 7.0 a 7.2. En el siguiente cuadro se señalan las proporciones.

Cuadro 7.Solucion amortiguadora pH 7 a 7.2

Para este trabajo de investigación se realizó 1000 mL de solución buffer, pero al momento de medir el pH se descubrió que tenía un pH de 6.4 lo cual le agregamos solución alcalina para aumentarle el pH y poder alcanzar el que ocupamos en este proyecto. se agrego solución alcalina gota a gota, se estuvo homogenizando con constante agitación de forma manual y monitoreando el pH. Una vez que se obtuvo un pH de 6.8 se detuvo el proceso teniendo como resultado un gasto de 22 mL de solución alcalina.

Solución Acida (mL)	Solución Alcalina (mL)	Agua Destilada (mL)	Volumen Final (mL)
0.4	0.6	9	10
0.8	1.2	18	20
2.0	3.0	45	50
3.9	6.1	90	100ml

7.2 ANEXO 2. PREPARACIÓN DE AGAR NUTRITIVO

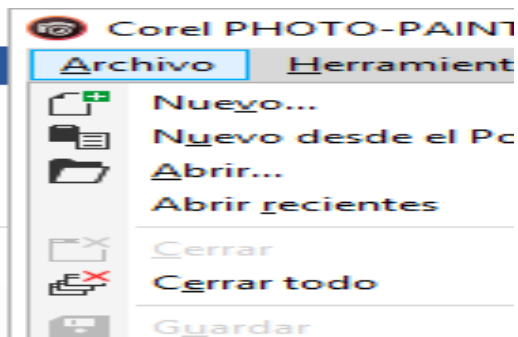
- 1.-Disolver 23 g de (agar nutritivo) en un litro de agua destilada.
- 2.-Reposar 10 a 15 minutos.
- 3.-Calentar agitando frecuentemente hasta el punto de ebullición durante 1 minuto, para que se disuelva por completo.
- 4.-Esterilizar en autoclave a 121°C (15 lb de presión) Durante 15 minutos. Enfriar aproximadamente a 45°C.
- 5.-Vaciar en cajas de Petri estériles.

7.3. ANEXO 3. PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE TONALIDADES DE COLOR (L, A*, B*) EN EL SOFTWARE (COREL DRAW GRAPHIC SUITE, PHOTO-PAINT, 2019).

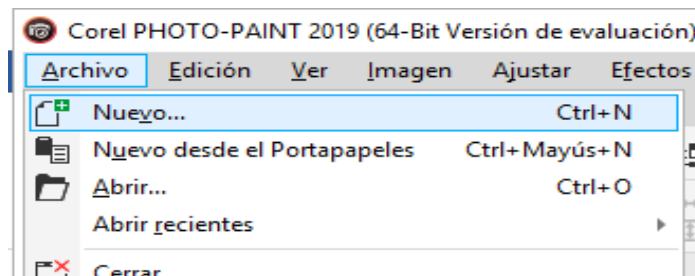
PASO 1. Descargar el software (Corel Draw Graphic Suite, Photo-Paint, 2019).

PASO 2. Abrir pantalla de inicio

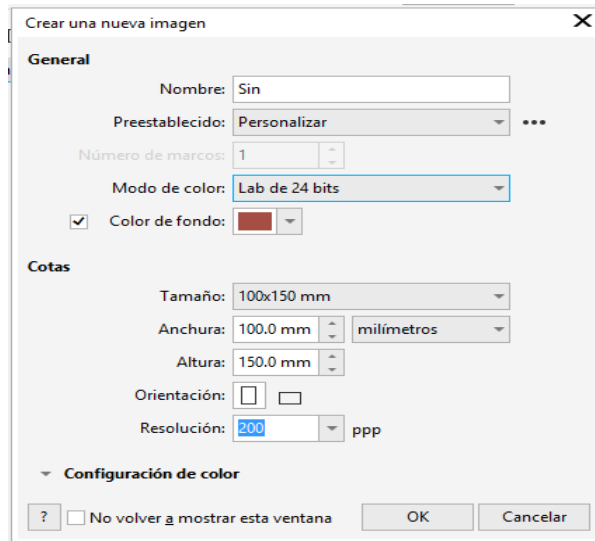
PASO 3. Dar click en ARCHIVO



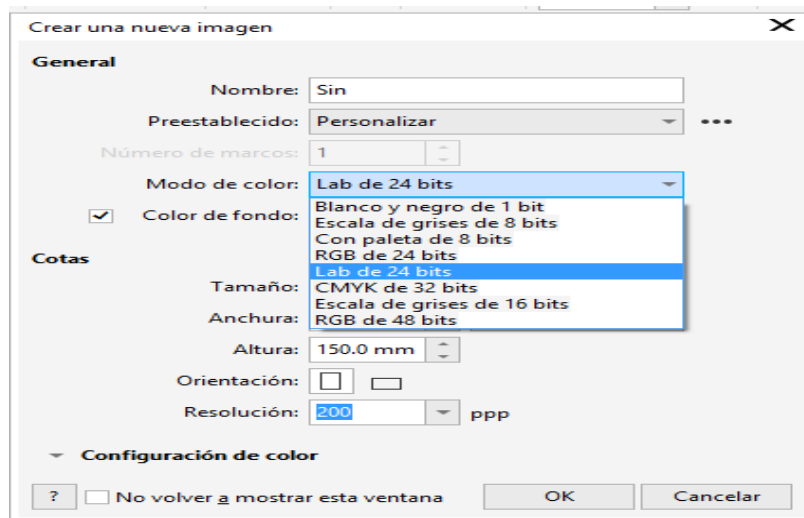
PASO 4. Te da muchas opciones la ventana, pero para este caso le das click en NUEVO archive.



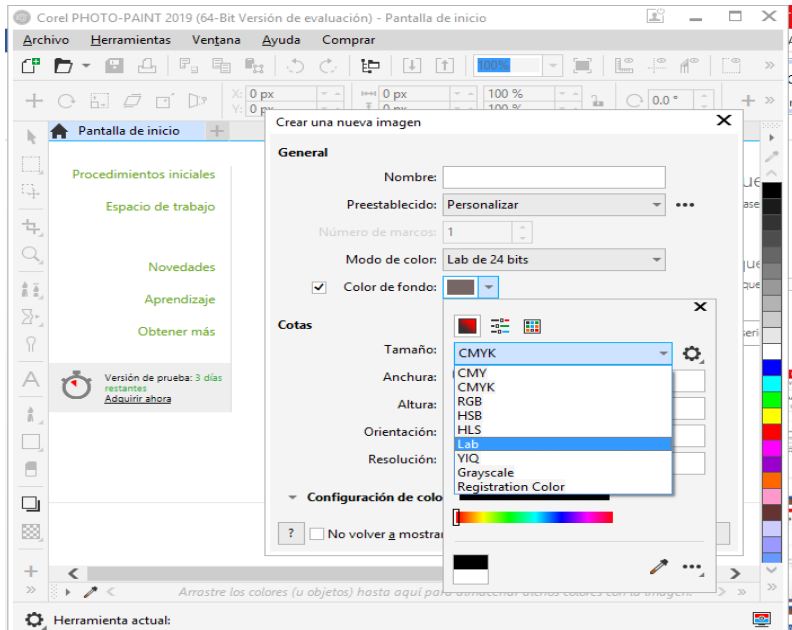
PASO 5. Una vez que le hayas dado click en NUEVO archivo te aparecerá este cuadro.



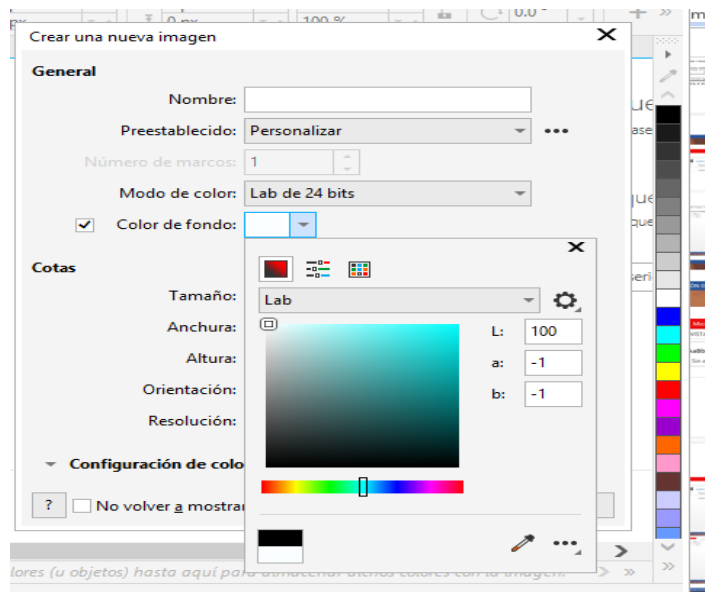
PASO 6. en esta ventana le puedes agregar título de tu archivo, pero lo más importante es personalizar la función de trabajo, para este caso debes de dar click en la opción Lab de 24 bits



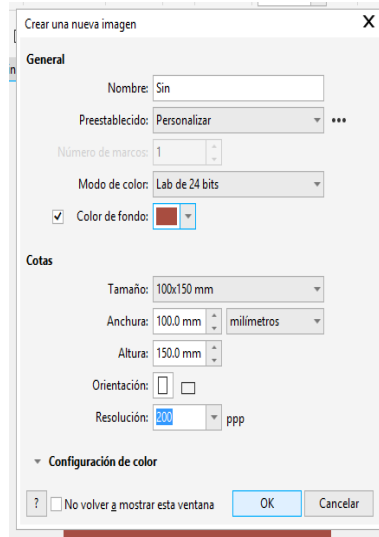
PASO 7. una vez seleccionado esa opción debes del mismo modo seleccionar en color de fondo donde Te mostrara una ventana como la que se muestra en seguida. Hay que dar click en donde diga lab.



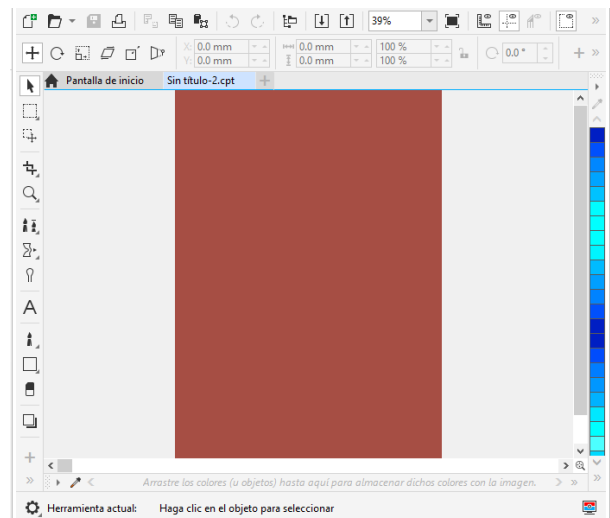
PASO 8. En el siguiente paso se mostrará una ventana en donde te pide (L, a*, b*), una vez proporcionado los datos cierras la venta y te regresará a la ventana anterior.



PASO 9. En este paso le deberá dar click en OK para que te muestre tu resultado.



PASO 10. Una vez que llegues a este paso te aparecerá una ventana con el resultado para que lo puedas apreciar se recomienda copiar y pegar el resultado en un documento Word.



7.4.-ANEXO 4.CONCENTRACION DE DATOS.” ANÁLISIS DE COLOR (L, a*, b*)”

Cuadro 8.datos de color (L, a*, b*) de la zona superior de la muestra control

Fecha	Día	L	a*	b*
14-jun-19	0	50.35	7.79	2.34
15-jun-19	1	50.39	9.62	4.21
16-jun-19	2	50.61	9.63	6.52
17-jun-19	3	48.92	10.81	6.21
18-jun-19	4	48.5	6.61	6.65
21-jun-19	7	42.41	5.85	5.82
24-jun-19	10	35.64	9.25	3.63
27-jun-19	13	37.12	16.39	11.81
30-jun-19	16	31.59	6.18	2.2
03-jul-19	19	42.25	6.19	2.3

Cuadro 9. Datos de color (L, a*, b*) de la zona superior de la muestra tratada.

Fecha	Día	L	a*	b*
14-jun-19	0	55.78	8.7	4.1
15-jun-19	1	45.54	11.47	5.74
16-jun-19	2	47.07	9.05	7.02
17-jun-19	3	42.4	9.75	5.9
18-jun-19	4	43.84	9.74	5.08
21-jun-19	7	38.66	10.77	5.26
24-jun-19	10	50.8	6.3	6.48
27-jun-19	13	57.7	4.19	7.3
30-jun-19	16	46.43	8.1	7.42
03-jul-19	19	45.99	7.37	7.38

Cuadro 10. Datos de color (L, a*, b*) de la zona media de la muestra control.

Fecha	Dia	L	a*	b*
14-jun-19	0	58.56	3.58	0.5
15-jun-19	1	60.48	3.53	0.61
16-jun-19	2	61.91	4.1	2.28
17-jun-19	3	66.25	1.9	3.14
18-jun-19	4	49.71	5.67	6.29
21-jun-19	7	48.31	5.16	5.48
24-jun-19	10	44.69	8.36	11.96
27-jun-19	13	41.51	7.13	5.72
30-jun-19	16	35.59	7.14	3.35
03-jul-19	19	36.19	8.19	4.14

Cuadro 11. Datos de color (L, a*, b*) de la zona media de la muestra tratada.

Fecha	Dia	L	a*	b*
14-Jun-19	0	61.37	3.93	1.39
15-Jun-19	1	53.18	7.8	5.27
16-Jun-19	2	54.12	6.33	3.4
17-Jun-19	3	47.85	7.6	4.4
18-Jun-19	4	48.13	7.25	5.15
21-Jun-19	7	41.1	8.31	7.74
24-Jun-19	10	52.36	4.9	5.4
27-Jun-19	13	41.73	7.67	4.98
30-Jun-19	16	44.25	5.37	3.3
03-Jul-19	19	44.84	5.75	3.12

Cuadro 12. Datos de color (L, a*, b*) de la zona inferior de la muestra control.

Fecha	Dia	L	a*	b*
14-jun-19	0	45.89	14.43	8.15
15-jun-19	1	49.61	11.71	8.64
16-jun-19	2	40.62	16.85	9.7
17-jun-19	3	43.79	14.23	11.86
18-jun-19	4	51.26	8.77	5.28
21-jun-19	7	40.43	8.29	4.26
24-jun-19	10	34.68	9.7	5.62
27-jun-19	13	48.18	6.2	6.97
30-jun-19	16	32.63	7.59	3.98
03-jul-19	19	32.8	4.15	3.85

Cuadro 13. Datos de color (L, a*, b*) de la zona inferior de la muestra tratada.

Fecha	Dia	L	a*	b*
14-jun-19	0	45.07	9.86	4.3
15-jun-19	1	46.11	9.76	4.49
16-jun-19	2	45.73	8.85	3.66
17-jun-19	3	49.42	8.33	3.66
18-jun-19	4	41.26	10.26	4.33
21-jun-19	7	46.67	7.14	5.94
24-jun-19	10	47.15	9.39	8.27
27-jun-19	13	41.04	9.97	5.22
30-jun-19	16	48.41	5.16	5.48
03-jul-19	19	46.36	5.21	5.22

7.5.-ANEXO 5.CONCENTRACION DE DATOS” ANÁLISIS DE POTENCIAL DE HIDROGENO (PH)”

Cuadro 14. Datos de pH (zona superior) de la muestra.

Fecha	Dia	pH M.Control	pH M.Tratada
14-jun-19	0	5.6	5.93
15-jun-19	1	5.8	5.93
16-jun-19	2	5.9	5.87
17-jun-19	3	5.9	5.83
18-jun-19	4	6.2	5.9
21-jun-19	7	5.9	5.93
24-jun-19	10	6.3	6.03
27-jun-19	13	6.2	6.1
30-jun-19	16	6	6.23
03-jul-19	19	6	6.33

Cuadro 15. Datos de pH (zona media) de la muestra.

Fecha	Dia	pH Muestran control	pH MuestraTratada
14-jun-19	0	5.5	5.6
15-jun-19	1	5.6	5.8
16-jun-19	2	5.7	5.63
17-jun-19	3	5.8	5.7
18-jun-19	4	5.9	5.83
21-jun-19	7	5.8	5.93
24-jun-19	10	6.3	6.1
27-jun-19	13	6.3	6
30-jun-19	16	6.1	6.4
03-jul-19	19	6.2	6.33

Cuadro 16. Datos de pH (zona inferior) de la muestra.

Fecha	Dia	pH Muestra Control	pH Muestra Tratada
14-jun-19	0	5.6	5.6
15-jun-19	1	5.7	5.73
16-jun-19	2	5.6	5.63
17-jun-19	3	5.7	5.63
18-jun-19	4	5.8	5.8
21-jun-19	7	6	5.87
24-jun-19	10	5.9	6.07
27-jun-19	13	6.4	5.93
30-jun-19	16	6.2	6.37
03-jul-19	19	6.3	6.3

7.6.-ANEXO 6.CONCENTRACION DE DATOS “ANALISIS DE CONCENTRACION DE MIOGLOBINA”

Formula propuesta por (van laak,1996):

$$(A525-1,73 A730) \times \left\{ \frac{[(\text{Peso muestra} \times \% \text{Humedad}) / 100 + 25]}{\text{Peso muestra}} \right\} \times (17\ 500/7600).$$

Para la aplicación de esta fórmula se requiere la determinación de humedad de las muestras, en este proyecto se determinó humedad en la termobalanza de la marca PRECISA GRAVIMETRICS S/N 4100525.donde se obtuvo como resultado de 47.43% de humedad.

Cuadro 17.concentración de datos de contenido de mioglobina (zona superior)
muestra control

MUESTRA CONTROL		47.43 HUMEDAD		CONCENTRACION MGB
FECHA	DIA	ABS 525	ABS 730	
14-jun-19	0	-0.11	-0.112	0.97
15-jun-19	1	0.059	0.021	0.26
16-jun-19	2	0.01	0.012	-0.13
17-jun-19	3	0.065	0.024	0.28
18-jun-19	4	0.102	0.01	1.01
21-jun-19	7	0.038	0.016	0.124
24-jun-19	10	0.037	0.009	0.28
27-jun-19	13	0.045	0.054	-0.65
30-jun-19	16	0.015	0.029	-0.49
03-jul-19	19	0.018	0.029	-0.46

Cuadro 18. Concentración de datos de contenido de mioglobina (zona superior) muestra tratada.

MUESTRA TRATADA		47.43 % HUMEDAD		
FECHA	DIA	ABS 5252	ABS 7302	CONCENTRACION MGB
14-jun-19	0	-0.09	-0.05	-0.05
15-jun-19	1	0.02	0.035	-0.58
16-jun-19	2	1.09	1.05	-10.56
17-jun-19	3	0.024	0.012	0.05
18-jun-19	4	0.02	0.02	-0.22
21-jun-19	7	0.034	0.03	-0.28
24-jun-19	10	0.03	0.021	-0.1
27-jun-19	13	0.014	0.014	-0.16
30-jun-19	16	0.03	0.019	-0.04
03-jul-19	19	0.03	0.03	-0.35

Cuadro 19. Concentración de datos de contenido de mioglobina (zona media) muestra control

MUESTRA CONTROL		47.43 % HUMEDAD		
FECHA	DIA	ABS 525	ABS 730	CONCENTRACION DE MGB
14-jun-19	0	-0.011	-0.012	0.11
15-jun-19	1	0.038	0.045	-0.46
16-jun-19	2	0.04	0.011	0.25
17-jun-19	3	0.054	0.014	0.35
18-jun-19	4	0.013	0.019	-0.24
21-jun-19	7	0.029	0.19	-3.6
24-jun-19	10	0.014	0.024	-0.36
27-jun-19	13	0.04	0.031	-0.18
30-jun-19	16	0.019	0.027	-0.35
03-jul-19	19	0.022	0.027	-0.35

Cuadro 20. Concentracion de datos de contenido de mioglobina(zona media)muestra tratada.

MUESTRA TRATADA		47.43% HUMEDAD		
FECHA	DIA	ABS 525	ABS 730	CONCENTRACION MGB
14-jun-19	0	-0.145	-0.145	1.48
15-jun-19	1	0.02	0.035	-0.58
16-jun-19	2	1.05	1.075	-11.77
17-jun-19	3	0.013	0.01	-0.063
18-jun-19	4	0.02	0.023	-0.3
21-jun-19	7	0.032	0.04	-0.58
24-jun-19	10	0.03	0.031	-0.37
27-jun-19	13	0.02	0.012	-0.01
30-jun-19	16	0.023	0.02	-0.18
03-jul-19	19	0.023	0.02	-0.19

Cuadro 21. Concentracion de datos de contenido de mioglobina(zona inferior)muestra control.

MUESTRA CONTROL		47.43 HUMEDAD		
FECHA	DIA	ABS 525	ABS 730	CONCENTRACION MGB
14-jun-19	0	-0.045	-0.032	0.12
15-jun-19	1	0.144	0.027	1.13
16-jun-19	2	0.05	0.029	-0.002
17-jun-19	3	0.075	0.029	0.3
18-jun-19	4	0.013	0.014	-0.13
21-jun-19	7	0.013	0.015	-0.15
24-jun-19	10	0.028	0.017	-0.02
27-jun-19	13	0.035	0.04	-0.46
30-jun-19	16	0.022	0.024	-0.3
03-jul-19	19	0.028	0.025	-0.22

Cuadro 22. Concentración de datos de contenido de mioglobina (zona inferior) muestra tratada.

MUESTRA TRATADA		47.43 HUMEDAD		
FECHA	DIA	ABS 525	ABS 730	CONCENTRACION MGB
14-jun-19	0	-0.24	-0.15	0.3
15-jun-19	1	0.02	0.03	-0.46
16-jun-19	2	1.03	1.046	-11.34
17-jun-19	3	0.022	0.021	-0.21
18-jun-19	4	0.02	0.022	-0.3
21-jun-19	7	0.031	0.033	-0.4
24-jun-19	10	0.034	0.03	-0.28
27-jun-19	13	0.02	0.012	-0.01
30-jun-19	16	0.023	0.023	-0.3
03-jul-19	19	0.032	0.02	-0.04

7.7.-ANEXO 7 .CONCENTRACION DE DATOS “ANALISIS MICROBIOLOGICO”

Tabla 23. Datos del análisis microbiológico que fueron presentadas en ciclos logarítmicos.

Tiempo (días)	Muestra control (Ciclos log.)	Muestra tratada (RC) (Ciclos log.)
0	0	0
1	2	1
2	4	2
3	4	3
4	4	4
7	6	5
10	8	6