



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: AGROINDUSTRIA

INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**MODALIDAD:
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

TEMA:

**VIDA DE ANAQUEL DEL TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)
APLICANDO UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE
QUITOSANO Y MUYUYO**

AUTORES:

**JUNIOR GEOVANNY RODRÍGUEZ MOLINA
MARÍA ANDREINA ZAMBRANO CHÁVEZ**

TUTORA:

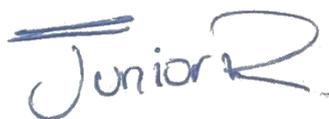
ING. ROSA IRINA GARCÍA PAREDES, Mg.

CALCETA, MARZO 2022

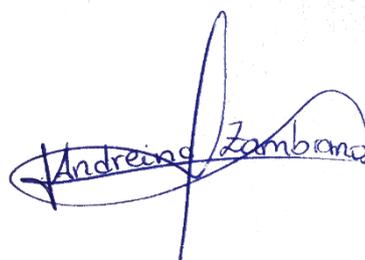
DERECHOS DE AUTORÍA

JUNIOR GEOVANNY RODRÍGUEZ MOLINA y MARÍA ANDREINA ZAMBRANO CHÁVEZ, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



JUNIOR G. RODRÍGUEZ MOLINA



MARÍA A. ZAMBRANO CHÁVEZ

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. ROSA IRINA GARCÍA PAREDES, MG., certifica haber tutelado el proyecto **VIDA ANAQUEL DEL TOMATE (*Solanum lycopersicum L.*) APLICANDO UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE QUITOSANO Y MUYUYO**, que ha sido desarrollado por **JUNIOR GEOVANNY RODRÍGUEZ MOLINA Y MARÍA ANDREINA ZAMBRANO CHÁVEZ**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. ROSA IRINA GARCÍA PAREDES, Mg.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **VIDA ANAQUEL DEL TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) APLICANDO UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE QUITOSANO Y MUYUYO**, que ha sido propuesto, desarrollado por **JUNIOR GEOVANNY RODRÍGUEZ MOLINA Y MARÍA ANDREINA ZAMBRANO CHÁVEZ**, previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN DE LA CARRERA DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. EDISON F. MACÍAS ANDRADE, Mg.

MIEMBRO

ING. ELY F. SACÓN VERA, PhD.

MIEMBRO

ING. DAVID W. MOREIRA VERA, PhD.

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como seres humanos a través de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día.

A Dios por guiar nuestro camino a la sabiduría y el conocimiento.

A nuestros padres por brindarnos todo su apoyo incondicional y formar parte de este camino de enseñanzas.

A nuestra tutora la Ing. Rosa Irina García Paredes y a los miembros del tribunal el Ing. David Moreira Vera, Ing. Edison Macías Andrade, Ing. Ely Sacón Vera, por ser parte de esta experiencia y orientarnos siempre con el desarrollo de este trabajo.

JUNIOR GEOVANNY. RODRÍGUEZ MOLINA

MARÍA ANDREINA. ZAMBRANO CHÁVEZ

DEDICATORIA

A mis padres Betty Eulalia Molina Navarrete y Arístides Wilfrido Rodríguez Vélez, por su trabajo, por todas las horas de sueño que ellos sacrificaron por mí, por cada gota de sudor que vertieron para poder darme la educación, por las lágrimas y alegrías que compartieron conmigo, por esa fe inquebrantable en mí y ese amor que me han regalado todos los días de mi vida, por eso y mucho más esta tesis es para ellos.

A mis hermanos Alexander y Génesis que me han demostrado su amor y apoyo incondicional durante toda mi vida, así también quiero hacer mención a Adriana Menéndez por estar junto a mí y ayudarme a superar momentos difíciles.

A mis amigos, compañeros, profesores y demás personas que he conocido en mi vida y que creen que cumpliré mis objetivos, ¡va por todos!

JUNIOR GEOVANNY RODRÍGUEZ MOLINA

DEDICATORIA

Principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, Henry Antonio Zambrano Cedeño y Martha Cecilia Chávez Moreira que han sido el pilar fundamental durante estos años y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mi esposo Marcelo Zambrano por estar presente y alentarme a cumplir mis metas a pesar de las circunstancias.

A mis hermanos Carlos, Lucia y Johana por ayudarme durante mis estudios y estar siempre conmigo.

Y en especial a mi amado hijo quien ha sido mi principal motivación en el transcurso de este proceso académico y me ha brindado las fuerzas para cumplir mis sueños y mis anhelos, posiblemente en estos momentos no entiendas mis palabras, pero para cuando seas capaz, quiero que te des cuenta de lo que significas para mí. Eres la razón por la que me levante cada día esforzándome por el presente y el mañana, por ser buena estudiante y buscar siempre la excelencia durante mis estudios.

Finalmente, a mis amigos presentes y docentes que formaron parte de mi vida durante esta etapa universitaria, que sin esperar nada a cambio compartieron conmigo sus conocimientos, alegrías y tristezas convirtiéndose en mi segunda familia.

MARÍA ANDREINA ZAMBRANO CHÁVEZ

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
CONTENIDO GENERAL	viii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.4 HIPÓTESIS.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 EL TOMATE.....	6
2.1.1 VARIEDADES	7
2.1.2 POSTCOSECHA	9
2.1.3 PÉRDIDAS POSTCOSECHA.....	9
2.1.4 DETERIORO DE FRUTAS Y HORTALIZAS.....	10
2.2 RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES (RC)	13
2.2.1 TIPOS DE RECUBRIMIENTOS.....	14
2.2.2 TÉCNICAS PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES	15

2.2.3	PROPIEDADES DE LOS RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES..	16
2.2.4	QUITOSANO	16
2.2.5	MUYUYO (<i>Cordia lútea lam.</i>).....	19
2.3	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	20
2.3.1	MÉTODO CIENTÍFICO.....	20
2.3.2	MÉTODO EXPERIMENTAL	20
2.3.3	MÉTODO ANALÍTICO	20
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....		21
3.1	UBICACIÓN.....	21
3.2	DURACIÓN.....	21
3.3	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	21
3.3.1	MÉTODO CIENTÍFICO.....	21
3.3.2	MÉTODO EXPERIMENTAL	21
3.3.3	MÉTODO ANALÍTICO	22
3.4	FACTORES EN ESTUDIO.....	22
3.4.1	NIVELES	22
3.4.2	BLOQUES	22
3.4.3	TRATAMIENTOS	22
3.5	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	23
3.6	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	23
3.6.1	VARIABLES A MEDIR.....	24
3.7	MANEJO DEL EXPERIMENTO	25
3.7.1	DURACIÓN	25
3.7.2	MATERIAL EXPERIMENTAL	25
3.7.3	APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO	25
3.7.4	DIAGRAMA DE PROCESOS DE LA ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE	27
3.7.5	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	28

3.7.6 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN TOMATES	29
3.7.7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL RECUBRIMIENTO DEL TOMATE.....	30
3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	31
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO	32
4.1.1 ÍNDICE DE MADUREZ.....	32
4.1.2 ACIDEZ	36
4.1.3 SÓLIDOS SOLUBLES.....	37
4.1.4 PÉRDIDA DE PESO.....	38
4.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	39
4.2.1 MOHOS Y LEVADURAS	40
4.2.2 AEROBIOS MESÓFILOS	42
4.3 CALIDAD SENSORIAL	43
4.4 COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS FRENTE AL TESTIGO. 45	
4.4.1 COMPORTAMIENTO DEL ÍNDICE DE MADUREZ EN RELACIÓN AL TIEMPO.....	45
4.4.2 COMPORTAMIENTO DE LA ACIDEZ EN RELACIÓN AL TIEMPO	46
4.4.3 COMPORTAMIENTO DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES EN RELACIÓN AL TIEMPO.....	47
4.4.4 COMPORTAMIENTO DE LA PÉRDIDA DE PESO EN RELACIÓN AL TIEMPO.....	47
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
5.1 CONCLUSIONES	49
5.2 RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍAS.....	50
ANEXOS.....	62

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 2.1 Taxonomía del tomate.....	6
Cuadro 2.2 Composición química del tomate maduro.....	7
Cuadro 3.1 Detalles de los tratamientos.....	24
Cuadro 3. 2 Esquema de ANOVA bifactorial A*B.....	24
Cuadro 4.1 Supuestos de normalidad y homogeneidad.....	33
Cuadro 4.2 ANOVA de la variable Índice de Madurez.....	33
Cuadro 4.3 Prueba de subconjunto homogéneos de bloques para índice de madurez.....	34
Cuadro 4.4 Prueba de subconjunto Kruskal-Wallis para bloques.....	35
Cuadro 4.5 Prueba de subconjunto Kruskal-Wallis para concentración de quitosano	36
Cuadro 4.6 Prueba de subconjunto Kruskal-Wallis para concentración de muyuyo.....	36
Cuadro 4.7 Prueba de subconjunto homogéneos de bloques para acidez.....	37
Cuadro 4.8 Prueba de subconjunto homogéneos de bloques para sólidos solubles.....	38
Cuadro 4.9 Prueba de subconjunto homogéneos de bloques para pérdida de peso.....	39
Cuadro 4.10 Resultados de los análisis microbiológicos (mohos levaduras y aerobios mesófilos).....	40
Cuadro 4.11 Prueba de subconjunto Kruskal-Wallis para análisis sensorial.....	44
Cuadro 4.12 Prueba de Dunnet para la comparación del tratamiento frente al testigo.....	46
Figura 3.1 Diagrama de proceso para la elaboración del recubrimiento comestible de quitosano y muyuyo.....	28
Figura 3.2 Diagrama de proceso para la aplicación del recubrimiento comestible de quitosano y muyuyo en tomates.....	30
Gráfico 4.1 Gráficos de cajas y bigotes para el factor A (concentración de quitosano.....	35
Gráfico 4.2 Valores obtenidos de la variable moho relación del tiempo.....	41

Gráfico 4.3 Valores obtenidos de la variable levadura relación del tiempo.....	42
Gráfico 4.4 Valores obtenidos de la variable aerobios mesófilos en relación del tiempo.....	43
Gráfico 4.5 Valores obtenidos de la variable índice de madurez en relación al tiempo.....	47
Gráfico 4.6 Valores obtenidos de la variable acidez en relación al tiempo.....	47
Gráfico 4.7 Valores obtenidos de la variable sólidos solubles en relación al tiempo.....	48
Gráfico 4.8 Valores obtenidos de la variable índice de madurez en relación al tiempo.....	49

RESUMEN

El tomate es un producto agrícola perecedero que requiere tratamientos postcosecha para prolongar su vida útil, así el objetivo de la investigación fue determinar el período de tiempo en el cual se conservan los atributos de calidad del tomate (*Solanum lycopersicum L.*) aplicando formulaciones de un recubrimiento comestible a base de quitosano y muyuyo; se utilizó un Diseño de Bloque (Días) completamente al Azar (DBCA) en arreglo bifactorial A*B. Se estudiaron los factores A: concentración de quitosano (1,0 y 1,5 %) y factor B: concentración de muyuyo (40 y 60 %) más un control sin recubrimiento, las muestras experimentales se almacenaron a temperatura ambiente (23-25 °C) durante 20 días. Las variables que se evaluaron fueron: acidez, sólidos solubles, pérdida de peso, índice de madurez, estabilidad microbiana (*Aerobios mesófilos y mohos y levaduras*) y calidad sensorial mediante una escala hedónica. Las combinaciones de ambos factores no evidenciaron tener efectos significativos $p>0,05$ en comparación al control, respecto a la conservación de las características físico-químicas y sensoriales evaluadas, así también, no mostraron inhibición frente a ninguna cepa de microorganismo. El factor de bloqueo (días) resultó ser significativo ante las características físico-químicas de todos los tratamientos, cambiando de manera continua entre los periodos de análisis. Asimismo, la mayor concentración del factor A (concentración de quitosano 1,5%) mostró tener efecto ante la variable índice de madurez. Finalmente se determinó que las concentraciones de quitosano (1 y 1,5 %) y muyuyo (40 y 60 %) aplicadas no lograron alargar la vida de anaquel de los tomates.

PALABRAS CLAVE

Recubrimiento comestible, quitosano, mucílago, vida útil, estabilidad.

ABSTRACT

The tomato is a perishable agricultural product that requires post-harvest treatments to prolong its useful life, thus the objective of the research was to determine the period of time in which the quality attributes of the tomato (*Solanum lycopersicum* L.) are preserved by applying formulations of an edible coating based on chitosan and mucilage; a Completely Randomized Block Design (Days) was used in a bifactorial arrangement A*B. Factors A were studied: chitosan concentration (1.0 and 1.5%) and factor B: mucilage concentration (40 and 60%) plus a control (without coating), the experimental samples were stored at room temperature (23 -25°C) for 20 days. The variables that were evaluated were: acidity, soluble solids, weight loss, maturity index, microbial stability (mesophilic aerobes and molds and yeasts) and sensory quality using a hedonic scale. The combinations of both factors did not show significant effects $p>0.05$ compared to the control, regarding the conservation of the physical-chemical and sensory characteristics evaluated, likewise, they did not show inhibition against any strain of microorganism. The blocking factor (days) turned out to be significant in view of the physical-chemical characteristics of all the treatments, changing continuously between the analysis periods. Likewise, the highest concentration of factor A (chitosan concentration 1.5%) showed an effect on the maturity index variable. Finally, it was determined that the concentrations of chitosan (1 and 1.5%) and mucilage (40 and 60%) applied did not extend the shelf life of tomatoes.

KEY WORDS

Edible coating, chitosan, mucilage, shelf life, stability.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Guevara y Ramos (2013), manifiestan que el tomate (*Solanum lycopersicum*.) se encuentra dentro de las hortalizas más consumidas por el ser humano y su cultivo abarca grandes extensiones; generalmente, este tipo de alimentos presentan características climáticas lo que incide a que su vida poscosecha sea limitada. Este mismo autor indica que la alta perecibilidad ha originados grandes porcentajes en las pérdidas postcosecha que oscilan entre 5 % al 25 % en países industrializados y 20 % al 50 % en países desarrollados.

La Revista TecnoAgro (2018), argumentó que la vida útil del tomate es alrededor de 2 días si este, está en su estado máximo de madurez fisiológica y expuesto a condiciones ambientales tropicales. No obstante, si los tomates son almacenados a temperaturas de 7 °C y 10 °C mantienen una duración entre 8 a 10 días (Ruíz *et al.*, 2012).

Bajo este contexto, un buen porcentaje de pérdidas puede ser causado por factores fisiológicos durante el manejo posterior a la cosecha, donde intervienen una serie de operaciones logísticas previo a la comercialización y que están destinadas a la conservación del fruto; así la FAO (2015), menciona, que estas etapas deben relacionarse y adaptarse a las condiciones en que estos se encuentren, de lo contrario podrían ser contraproducentes, acelerando el proceso de senescencia; dado que las cualidades sensoriales que se perciben son parte natural del proceso de maduración y ante esto, es indispensable entender los mecanismos que ayuden a disminuir el deterioro.

Consecuentemente, (Ferrante *et al.*,2004), sustentan que los cambios del fruto por procesos fisiológicos influyen en las características físico-químicas y sensoriales del mismo, entre esta, la modificación del color a través de la alteración de los pigmentos presentes en el epicarpio; la textura es otro de estos cambios y está influenciada por la permeabilidad de la membrana protoplasmática (Moreno *et al.*, 2012); asimismo, la calidad nutricional es

perjudicada por la modificación de azúcares, ácidos orgánicos y compuestos volátiles; también el aumento de la susceptibilidad al ataque de patógenos está asociada a la pérdida de integridad de la pared celular (Martínez *et al.*, 2017).

Hernández (2013), explica que los alimentos de origen vegetal mantienen una flora microbiana natural que incluye bacterias, mohos y levaduras, generalmente cuando estos productos no reciben los cuidados necesarios durante su almacenamiento tienden a incrementar el desarrollo de estos microorganismos perjudiciales para el mismo, tal es el caso del tomate que después de la cosecha y durante su almacenamiento es afectado por bacterias como las del género *Pseudomonas* y hongos como *Geotrichum candidum* y *Aspergillus flavus*. Según Omoralán *et al.*, (2016), manifiestan que aislaron en su estudio diferentes tipos de bacterias y hongos involucrados en la descomposición del tomate como *Bacillus Aureu*, *Mucor mucedo*, *Penicillium notatum*; además de los ya mencionados.

Es importante destacar que Manabí es la provincia principal con mayor superficie de labor agropecuaria en el Ecuador (ESPAC, 2018), dentro de esa labor se encuentra el cultivo del tomate donde la actividad de producción es realizada por agricultores individuales que tienen pequeñas parcelas de este sembrío; generalmente cuando el cultivo es cosechado la producción es inmediatamente vendida a intermediarios, o directamente a mercados locales para su posterior expendio al consumidor. Esta desatención en la etapa postcosecha incurre en problemas para la etapa de comercialización de la cadena productiva del tomate, es aquí donde se empiezan a notar las alteraciones del producto con respecto al deterioro fisiológico y ataques de microorganismos, lo que disminuye su tiempo de vida de anaquel. En base a los antecedentes mencionados, surge la siguiente interrogante.

¿De qué manera las concentraciones de quitosano y muyuyo contribuyen a alargar la vida de anaquel del tomate *Solanun lycopersicum*?

1.2 JUSTIFICACIÓN

La siguiente investigación parte de la necesidad de la sociedad actual para adquirir productos sanos, seguros y que mantengan los atributos que los hace atractivos ante el consumidor. El tomate es una de esas hortalizas a las que se le atribuye un valor nutricional ya que además del agua, carbohidratos, vitaminas y minerales; posee compuestos antioxidantes (carotenoides) los cuales se relacionan con la prevención de enfermedades en el ser humano (Palomo *et al.*, 2010).

Sin embargo, el fenómeno fisiológico que se produce en las frutas y hortalizas, los cambios físico-químicos, microbiológicos y sensoriales que se generan por su alta perecibilidad han obligado a las industrias relacionadas al tema a desarrollar nuevas formas de conservar lo más íntegra posible las características de las frutas y vegetales por tiempo más prolongado. Es por ello que el uso de recubrimientos comestibles (RC) parece estar dentro de las nuevas tecnologías prometedoras destinadas a la conservación de frutas y verduras durante el periodo de almacenamiento.

Es así que Solano *et al.*, (2018) manifiestan la importancia de la utilización de recubrimientos comestibles, debido a que se ha comprobado que estos evitan que el alimento gane o pierda humedad, factor que es muy influyente en la alteración de la textura y turgencia, retrasando así los cambios químicos. Además, Fernández *et al.*(2015), indica que estos RC actúan como barrera física a los gases, permitiendo controlar la temperatura interna de la fruta y de esta manera retardar el proceso de maduración y descomposición; además influye en la estabilidad microbiológica y evitan daños mecánicos por manipulación.

De acuerdo al Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN 2104 (1996), en su apartado 2.15., “permiten el uso de los recubrimientos para proteger la superficie de la hortaliza con sustancias como aceites, ceras vegetales, y otros productos con el propósito de reducir la marchitez, arrugamiento y mejorar la apariencia”.

Castro (2019), en su investigación denominada “Caracterización de propiedades física y antimicrobiana in vitro de un recubrimiento comestible a base de muyuyo y quitosano” demostró que los recubrimientos elaborados a partir de las

diferentes formulaciones presentaron buenas propiedades físicas y mecánicas además mostró inhibición microbiana frente a las cepas de (*Rizophus sp*, *Aspergillus sp*, y *Penicillium sp*,). Aprovechando los datos de estudio, se hace necesario evaluar el comportamiento de los parámetros físico-químicos, microbiológicos y sensoriales en el tratamiento poscosecha de tomates recubiertos con diferentes porcentajes de un recubrimiento comestible de quitosano y muyuyo, con la finalidad de desarrollar nuevas alternativas de conservación que permitan alargar la vida de anaquel de los mismo.

El uso de quitosano aplicado en RC se han considerado muy efectivos, a ello Kessel (2018), manifiesta que este polisacárido proporciona una alta permeabilidad y una ligera resistencia a los gases, por lo que tiene un enorme potencial debido a sus propiedades físico-químicas y especialmente por sus propiedades antibacterianas y antifúngicas. Por otro lado, el extracto de muyuyo se ha considerado como un gel que tiene buenas propiedades de adhesión, por lo tanto, es un candidato ideal para películas y recubrimientos, así se ha reconocido a la goma del género *Cordia*, como un polisacárido aniónico que produce películas transparentes y flexibles con una excelente barrera al oxígeno, y que ayuda a mejorar las propiedades de pegado, térmicas, reológicas y de textura. Sin embargo, no hay estudios de la elaboración de películas con *C. lútea* (Castro, 2019).

Existen muchos RC que derivan del aprovechamiento de subproductos industriales (generalmente desechados) y sustancias naturales que se utilizan con el fin de reducir el uso de aditivos químicos; además al generar este tipo de recubrimientos bioactivos se interacciona con el cuidado del medio ambiente ya que al ser compuestos naturales son más fácil de degradarse. En este caso, la mayoría de investigadores buscan que este tipo de películas sean amigables con el medio ambiente, que no generen toxicidad y además que su elaboración sea accesible económicamente (Bezerra, Fitzgerald, & Lins, 2015).

Esta investigación va orientada al beneficio de los pequeños agricultores que se dedican al cultivo del tomate en la provincia de Manabí, con la finalidad de reducir las pérdidas de esta hortaliza durante su manejo poscosecha, prolongando de esta manera la vida útil del mismo, además de garantizar la buena calidad del

producto para el consumidor. Del mismo modo la tecnología planteada para formular el recubrimiento no generará grandes inversiones ya que se partirá del aprovechamiento de recursos naturales que se encuentra en la zona y que no han sido explotados en su totalidad, siendo factible también para ser ejecutado por los agricultores, permitiéndoles así alcanzar nuevas plazas para la comercialización del tomate.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la vida anaquel del tomate (*solanum lycopersicum l.*) aplicando diferentes formulaciones de un recubrimiento comestible a base de quitosano y muyuyo.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la formulación que conserve la integridad de las características físico-químicas del tomate.
- Determinar la formulación que inhiba el crecimiento de contaminación microbiológica.
- Evaluar los cambios sensoriales del tomate aplicando una ficha de observación.
- Comparar la vida de anaquel de los mejores tratamientos frente al testigo.

1.4 HIPÓTESIS

Las formulaciones de muyuyo y quitosano utilizados en el recubrimiento comestible extenderán la vida anaquel del tomate (*Solanum lycopersicum L.*).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

1.5 EL TOMATE

Según Monge y Loria (2019), el tomate es una especie de hortaliza que pertenece a la familia Solanaceae, cuyo nombre científico es *Solanum lycopersicum*. El cultivo de esta hortaliza se considera anual, su planta es perenne con características arbustivas y suele crecer de manera rastrera y en ocasiones semierecta.

Cuadro 2.1. Taxonomía del tomate

Reino	Vegetal
Tipo	Angiospermae
Clase	Dicotyledoneas
Orden	Sonalanes (Personatae).
Familia	Solanaceae
Género	Solanum
especie	Lycopersicum.
Nombre común	Tomate
Nombre científico	Solanum lycopersicum

Fuente: Hunzinker (1979)

Palomo *et al.*, (2010), mencionan que la composición química del tomate, está dada por el contenido de agua, minerales, carbohidratos y vitaminas, además destacan la presencia de otros componentes antioxidantes como el licopeno y el ácido ascórbico que actúan benéficamente en el ser humano.

Cuadro 2.2. Composición química del fruto del tomate maduro

Categoría	Contenido en 100 g	Ingesta recomendada diaria
Agua	93,1 g	-
Proteína	0,7 g	54 - 41
Energía	17 kcal	3000-2300
Hidratos de carbono	3,1 g	550 - 450
Lípidos	0,3 g	90 - 80
Fibra	1,3 g	> 30
Licopeno	3.000 µg	-
Minerales		
Sodio	9 mg	-
Potasio	250 mg	-
Calcio	7 mg	1200 - 1000
Hierro	0,5 mg	15 - 10
Fósforo	22 mg	700,00
Magnesio	10 mg	400 - 350
Vitaminas		
Vitamina A	97 mg	1000 - 800
Beta-caroteno	640 µg	-
Vitamina B1	0,09 mg	1,2 - 1,1
Vitamina B2	0,01 mg	1,3 - 1,2
Vitamina B6	0,1 mg	1,5 -1,3
Niacina	0,8 mg	16 - 15
Folatos	17 µg	-
Vitamina C	17 mg	60
Vitamina E	1,2 mg	10 - 8

Fuente: Vaughan y Geissler (1997) citado por Fantova & Ruíz (2005)

1.5.1 VARIEDADES

Pino (2020) menciona que existen múltiples variedades del tomate cultivados en todo el mundo, que van desde las variedades botánicas hasta las variedades híbridas denominadas así por su configuración genética. Entre las variedades botánicas se encuentran las siguientes:

- Var. commune o vulgare Bailey: de grandes hojas, frutos con gran cantidad de lóculos lisos o poco asurcados.
- Var. cerasiforme Hort: de pequeñas hojas, frutos globulares de pequeño tamaño, con pocos lóculos. los tomates conocidos como cherry pertenecen a esta variedad
- Var. pyriforme Hort: sus frutos con forma de pera, poseen dos lóculos

- Var. *validum* Bailey: de porte erecto, compacto y desarrollo bajo
- Var. *grandifolium* Bailey: sus hojas son planas y anchas, con pocos folíolos (normalmente 5), enteros, poco hendidos, con escaso número de folíolos secundarios

Existe gran cantidad de cultivares de tipo híbrido. Destinado al consumo fresco como son:

- Tipo redondo: frutos redondeados (globosos, achatados, lisos o más o menos acostillados). Multiloculares. Pueden pesar de 150 a más de 300 g. Pueden mantener o no el pedúnculo después de cosechados. De forma redonda también son los conocidos como “larga vida” también, en los que los genes Rin y Nor son causantes de la mayor duración en estante o góndola, en los cuales se ve retrasada la maduración.
- Tipo pera o perita (oblongos o piriformes): frutos alargados, generalmente biloculares, pericarpio más firme, con menor contenido locular, menos jugosos.
- Tipo cocktail: frutos medianos, redondeados o piriformes, de alrededor de 50 g.
- Tipo cherrys: frutos pequeños, redondeados o piriformes, de 30 g a menos.
- También hay cultivares que maduran “en racimo”, llamados “tomates racimo” o “tomates en rama”, que pueden ser tomates grandes redondos, medianos, cocktail o cherrys. Los preferidos son los que tienen el racimo en forma de “espina de pescado”, donde los tomates se disponen a lo largo de un eje hacia cada lado.

Las variedades de tomate se diferencian principalmente por el uso: consumo fresco y la industria; es así que Alcalde y Bone (2013) indican que en Ecuador tienen mayor acogida: daniela, sheila, charleston, micaela, pietro, cherry y chonto”.

1.5.2 POSTCOSECHA

Es entendida según Bohórquez (2003), como, el periodo que transcurre desde que la fruta es cosechada hasta que llegue al consumidor de manera original o en sus diferentes transformaciones industriales. Este período resulta ser muy variante para cada una de las frutas y hortalizas, está íntimamente relacionada a los factores intrínsecos y extrínsecos de las mismas. También, durante la etapa postcosecha las características microbiológicas, sensoriales y nutricionales que determinan la calidad y vida útil de las frutas, se ven alteradas en mayor magnitud si es un producto climatérico (Navarro *et al.*, 2016).

La aplicación de tecnologías de postcosecha ha demostrado una reducción cuantificable de las pérdidas postcosecha (Pedresch, 2017). También han mejorado las industrias hortícolas para satisfacer la demanda local e internacional garantizando la seguridad alimentaria. La elección de la tecnología depende del tipo de cultivo, las condiciones climáticas, la asequibilidad y la facilidad de uso. Al mismo tiempo, se deben cumplir las prácticas adecuadas de manejo postcosecha para evitar daños y magulladuras en las frutas y hortalizas (Pontes *et al.*, 2012). Para Armachius y Vumilia (2017), las tecnologías de postcosecha pretenden ralentizar los cambios de maduración y senescencia, minimizando así el deterioro de los cultivos y el crecimiento microbiano. Algunas de las tecnologías de postcosecha implican el uso de métodos químicos y físicos que son eficaces para reducir la contaminación microbiana.

1.5.3 PÉRDIDAS POSTCOSECHA

Las pérdidas postcosecha y el deterioro de los productos hortofrutícolas se generan principalmente durante las etapas de cosecha, comercialización, transporte y almacenamiento (Kasso y Bekeleb 2018). Se estima que el rango porcentual de la pérdida de productos frescos en el país va desde el 25 % hasta el 50 % en países en vías de desarrollo de acuerdo a Guevara y Ramos (2013).

1.5.4 DETERIORO DE FRUTAS Y HORTALIZAS

1.5.4.1 MADURACIÓN

Romojaro *et al.*, (1996) citado por Rojas (2006), argumentan que la maduración es un conjunto de cambios bioquímicos que se generan de manera natural en las frutas y hortalizas, este es dado por el aumento y regulación de enzimas, la producción hormonal y el cambio en la estura celular que se produce durante esta etapa. Agregando a lo anterior, el tomate es una hortaliza que presenta un pico respiratorio alto durante su proceso de maduración y al ser un vegetal climatérico lo hace más perecedero, los tomates tienen una vida muy corta normalmente duran de 2 a 3 semanas (Ashenfi, 2017).

Existen otros factores que determinan la vida útil de esta hortaliza; en este sentido si el tomate está en su estado máximo de madurez fisiológica y expuesto a condiciones ambientales tropicales su vida útil sería alrededor de 2 días; mientras que si se almacenan a temperaturas entre 7 °C y 10 °C durará entre 8 a 10 días (Revista TecnoAgro, 2018; Ruíz *et al.*, 2012). Una investigación realizada por Galiotta *et al.*, (2004) donde evaluaron la vida útil de tomates recubiertos con una película de lactosuero, determinaron que los tomates recubiertos y almacenados a temperatura de 15 °C mantuvieron la calidad comercial hasta el día número 26, a diferencia de los tomates no recubierto los cuales tuvieron que ser descartados.

Martínez *et al.*, (2017), mencionan que la maduración surge en dos etapas; la primera denominada madurez fisiológica en la cual el fruto alcanza el tamaño máximo y la mayor fuerza de las semillas, mientras que la segunda llamada madurez de consumo donde se generan los cambios físicos-químicos y sensoriales. Del mismo modo, la producción de etileno en los frutos interviene tanto en la maduración y senescencia de productos agrícolas a nivel molecular fisiológicos y bioquímico (Keserai, Trivedi, & Nath, 2007). Asimismo, este compuesto juega un doble papel durante la postcosecha ocasionado que los frutos alcancen características organolépticas deseables para el consumo, pero también provoca la senescencia de los tejidos lo cual desfavorece en la calidad del fruto (Bapat, Trivedi, Ghosh, Tumballi, & Nath, 2010).

1.5.4.2 CAMBIO DE pH Y ACIDEZ

El potencial de Hidrógeno (pH) junto a la acidez titulable son dos de las características físico-químicas más cambiantes en torno a la maduración del tomate, en cuanto a los ácidos orgánicos presentes en la hortaliza verde empiezan a degradarse en cuanto empieza el proceso de maduración, durante etapa el tomate empieza a respirar de manera acelerada lo que produce el consumo de estos ácidos orgánicos y posterior menor concentración de los mismo, y en lo referente al pH, tiende incrementar su escala por la degradación de los polisacáridos en azúcares más simples (Quintero et al.,2013).

1.5.4.3 SÓLIDOS SOLUBLES

Quintero *et al.* (2013) aluden que el incremento de los sólidos solubles (SS) se debe a la degradación de los amiloplastos por hidrólisis del almidón existente que al hidrolizarse originan carbohidratos de bajo peso molecular solubles en agua como lo son fructosa, sacarosa y glucosa. Además, debido al almidón que se almacena en los espacios intercelulares durante el desarrollo del fruto los sólidos solubles aumentan, esto producto del incremento de las actividades enzimáticas que se desarrollan en la fruta (Kays 1997; Salisbury y Ross 1994 citado por Álvarez, Galvis, y Balaguera, 2009).

1.5.4.4 PÉRDIDA DE PESO

La pérdida de agua postcosecha en el tomate tiene un gran impacto en la calidad del mismo ya que es una de las principales causas del deterioro. El Agua sustancial eliminada puede resultar en una merma significativa del peso fresco, resultando una pérdida económica. Una ligera pérdida de humedad puede provocar cambios sutiles en la calidad del color y la textura y cuando se alcanza el umbral crítico de pérdida de humedad, más cambios deletéreos obvios en turgencia, firmeza, decoloración (Nunes y Emond, 2007).

1.5.4.5 CAMBIO DE TEXTURA

Los cambios de textura que se producen tanto en la cáscara como en la pulpa surgen de las actividades enzimáticas que se desarrollan durante el

almacenamiento en especial para aquellos frutos considerados climatéricos, durante esta etapa las pectinas implicadas en la maduración y el ablandamiento de estos frutos comienzan a degradarse por acción hidrolítica (Quintero *et al.*, 2013). Como consecuencia de aquello, los cambios fisiológicos que se generan incurren a que estos productos presenten una vida útil corta disminuyendo así la durabilidad del fruto durante el transporte y distribución (Bapat *et al.*, 2010 citado por Martínez *et al.*, 2017).

1.5.4.6 CAMBIO DE COLOR

Lancaster *et al.*, 1997 citado por Zaccari, Del Puerto, Vignale, y Pritsch, (2017) aluden que la mayoría de los productos hortofrutícolas presentan cambios en la pigmentación del epicarpio. En el caso del tomate, este proceso empieza cuando se da el cambio de verde a rojo ocasionado por la degradación de la clorofila y revelando la presencia de otros pigmentos como el licopeno y los carotenoides (Laguado, *et al.*, (1999) citado por Castro *et al.*, 2013).

1.5.4.7 MICROORGANISMOS

Si bien es cierto, los productos de origen vegetal mantienen una alta perecibilidad frente a determinados microorganismos patógenos que están presente ante y durante la cosecha e incluso durante la etapa de almacenamiento, estos microorganismos son los responsables de generar altas pérdidas poscosechas (HerreraEstrella y Carsolio 1998 citado por Trigos *et al.*, 2008).

Guédez *et al.*, (2010) añaden que durante la postcosecha diversas variedades de microorganismo atacan en desmedida a este tipo de alimentos generando el deterioro de los mismo; descendiendo su valor económico e incluso siendo desechados sin poder comercializarse.

Los microorganismos que afectan al tomate son según Hernández (2013) bacterias como las del género *Pseudomonas* y hongos como *Geotrichum candidum* y *Aspergillus flavus*. Así también Fitenborg *et al.*, 1996 citado por Trigos *et al.*, (2008) mencionan que los géneros *Alternaria*, *Botrytis*, *Lasiodiplodia*, *Penicillium*, *Colletotrichum*, *Phoma*, *Fusarium*,

Rhizopus y *Mucor*, son conocidos como los principales causantes de las alteraciones más frecuentes en frutas y hortalizas.

En el caso de las bacterias patógenas presente en frutas y hortalizas se encuentran las *Escherichia coli* *Samonella* y *Listeria monocytogenes* la cuales pueden ser perjudiciales para el ser humano, cuando este tipo de microorganismos contaminan al producto generan una biocapsula que recubre al alimento y a pesar de los métodos de control que se apliquen estos continúan sobreviviendo (Cortés, Bautista, Ventura, Landa, & Hernandez, 2021).

1.6 RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES (RC)

Los recubrimientos comestibles pueden ser comprendidos como una envoltura que cubre la superficie de un alimento, y que se pueden consumir de manera directa, a razón, de que están formulados a partir de hidrocoloides de alto peso molecular en combinación con otros compuestos que no sean considerados tóxicos (Restrepo y Aristizábal, 2010).

Los RC son ampliamente utilizados sobre frutas y hortalizas con el objetivo de mantener la integridad de sus características idóneas poe mayor tiempo, está muy bien demostrado que los RC controlan la degradación del color, la pérdida de firmeza, pérdida de peso, disminución de la respiración, permeabilidad de gases, e inclusive se pueden utilizar para añadir otros ingredientes alimentarios con la finalidad de mejorar la calidad nutricional (Zambrano et al., 2017; Márquez, et al., 2009).

Su uso está limitado al coste de producción, a la disponibilidad de los compuestos con los que se formula, la seguridad y a la efectividad en general sobre la conservación de las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales del producto recubierto. Se considera que tiene aplicación adecuada si seca de manera rápida, no genera espuma y se quita rápido de los equipos, no se agrieta o se desprenda al manipularse, ni afecte la calidad sensorial del producto (Velásquez y Guerrero, 2014).

1.6.1 TIPOS DE RECUBRIMIENTOS

Márquez *et al.* (2017), hacen referencia, a que todas las soluciones de recubrimientos están formuladas por dos elementos principales, los hidrocoloides (pueden ser polisacáridos o proteínas) y los ácidos grasos o lípidos.

1.6.1.1 RECUBRIMIENTOS A BASE DE LÍPIDOS

Los lípidos son comúnmente utilizados en los recubrimientos comestibles como elementos de barrera contra la humedad y agente controlador de la transpiración en productos agrícolas cosechados (Restrepo y Aristizábal, 2010). No obstante, presenta inconvenientes relacionados a las características mecánicas del recubrimiento y es por ello que son mezclados con otros compuestos, habitualmente con polisacáridos otorgándole que generan mayor firmeza (García *et al.*, 2000; Avena–Bustillos *et al.*, 1994; Kester y Fennema, 1986 citados por Ramos *et al.*, 2010).

1.6.1.2 RECUBRIMIENTOS A BASE DE PROTEÍNAS

Los RC conformados por proteínas son más eficaces al formar barrera contra los gases, su capacidad en contra del vapor de agua se ve limitada por su característica hidrofílica (Ramos *et al.*, 2010). Sin embargo, para suplir tal desventaja comúnmente es combinado con agentes plastificantes como lo es el glicerol (Chiumarelli y Hubinger, 2014 citado por López *et al.*, (2016). Generalmente, las proteínas más utilizadas para la formulación de recubrimientos son las derivadas de la leche, aunque también se suelen obtener de productos vegetales como lo son las proteínas del maíz, trigo y soya (Solano *et al.*, 2018).

1.6.1.3 RECUBRIMIENTOS A BASE DE POLISACÁRIDOS

Los polisacáridos son considerados biopolímeros constituidos de una estructura molecular compleja de grupos de hidroxilos con características afines con el agua, lo que le confiere alta capacidad para adherirse a superficies formando matrices flexibles y continuas sin un tipo de grietas (Valencia y Torres, 2016). Sin duda, son estas capacidades mecánicas que los han convertido en compuestos

de gran utilización en la formulación de recubrimientos para productos hortofrutícolas (Ramos *et al.*, 2010).

1.6.1.4 RECUBRIMIENTO COMPUESTO

Perzanese (s.f) menciona que este tipo de recubrimiento dentro de su formulación consta con una, o varias mezclas de hidrocoloides en combinación con sustancias lipídicas, con el objetivo de aventajarse utilizando las propiedades funcionales de ambos elementos, así pueden ser:

- **Laminados:** Consisten en formar una doble capa en la que se dispone una capa lipídica antes de la capa formada por los hidrocoloides, lo que favorecen la distribución de los lípidos en el recubrimiento, permitiéndole controlar los procesos de transferencia de agua entre el alimento y el medio circundante a este.
- **Emulsiones:** Este tipo de recubrimiento consisten en la emulsión o microencapsulación de los elementos lipídicos en una mezcla de hidrocoloides, este proceso no garantiza una distribución homogénea de los lípidos en el recubrimiento lo que afecta su capacidad para controlar la transferencia de agua del alimento.

1.6.2 TÉCNICAS PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES

Los RC se aplican haciendo uso de dos técnicas simples mediante inmersión y spray:

1.6.2.1 INMERSIÓN

Esta técnica consiste en sumergir completamente el producto en la solución por un determinado tiempo, resulta idóneo utilizarlo sobre superficies rugosas por lo que puede ser utilizado en muchos tipos de alimentos confiriéndoles coberturas continuas y homogéneas, para resultados óptimos es importante que se deje escurrir para quitar el excedente de la solución (Cruz & Sarángo, 2017).

1.6.2.2 SPRAY

Esta técnica se basa en la pulverización de la solución de, la cual es rociada sobre el alimento, convenientemente que sean de superficies lisas, con este método se logran recubrimientos más delgados y similares si se aplica la presión constante y adecuada (Cruz & Sarángo, 2017).

1.6.3 PROPIEDADES DE LOS RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES

La defectibilidad de los recubrimientos comestibles está en función de las propiedades de barreras y mecánicas, y estas propiedades mencionadas van a estar en dependencia de los compuestos utilizados para su formulación, así como del proceso de fabricación y del método por el cual se aplicará en el producto (García *et al.*, 2018).

Es de suma importancia poner a prueba los RC a fin de comprobar que cumplan con las características mecánicas, ópticas y antimicrobianas y consecuentemente poder estipular las posibilidades de su aplicación como nuevo empaque (Miller y Krochta, 1997 citado por Quintero *et al.*, 2010).

Las funciones y propiedades que se le atribuyen a los recubrimientos comestibles implican la reducción (pérdida de humedad, transporte y migración de los gases y solutos); así como, la retención de los componentes volátiles y además, permiten mantener la integridad de los alimentos (Elika, s.f).

1.6.4 QUITOSANO

Para Blanquicet *et al.*, (2015) el quitosano es un poliaminosacarido que se lo nombra químicamente como 2-Amino-2-Desoxi- β -D-Glucopiranososa. Es derivado de la quitina siendo el segundo polímero más abundante en la naturaleza, que es un material de soporte de crustáceos, insectos y micelios de hongos, aunque el polímero se descubrió en 1859, sus propiedades físico-químicas y micromeríticas no se han aclarado completamente hasta la fecha (De la Paz *et al.*, 2015).

No obstante, Blanquicet *et al.* (2015) y Hernández *et al.*, Ramos (2009) explican que este material ostenta características de interés para diversas industrias que contemplan la alimenticia, agrícola, medicina, farmacéutica, entre otras, este aspecto por su biodegradabilidad y con toxicidad nula, es capaz cargarse positivamente en un medio ácido y con alta actividad antifúngicas y antibacteriana, además, De la Paz *et al.* (2015) indica que es soluble en soluciones de ácidos orgánicos débiles.

1.6.4.1 OBTENCIÓN DEL QUITOSANO

Se puede transformar la quitina a quitosano mediante dos formas, mediante reacciones enzimáticas y por medio de procesos químicos, siendo más utilizados los métodos químicos debido a su bajo coste y flexibilidad para la producción en masa (Bautista *et al.*, 2017; Boarin y Graciano, 2016).

El método químico consiste en un tratamiento directo de la quitina con una solución alcalina (hidróxido de sodio o hidróxido de potasio al 40 % - 50 %) a temperaturas superiores de 100 °C, y referente al método enzimático es considerada como una opción interesante, consiste en la utilización de la enzima quitina-desacetilasa, la cual cataliza la reacción por desacetilación de los residuos de N-acetil-Dglucosamina (De la Paz *et al.*, 2015).

El propósito del proceso de desacetilación es eliminar los grupos acetilo de la cadena de macromoléculas del quitosano, en otras palabras, aumentar la cantidad de grupos amino libres a lo largo de la estructura de la biomolécula. Las propiedades del quitosano dependen en gran medida del grado medio de carga de los polímeros y su distribución a lo largo de la cadena (Boarin y Graciano, 2016).

1.6.4.2 USO DE QUITOSANO COMO RECUBRIMIENTO COMESTIBLE

Este biomaterial ha sido evaluado especialmente en la industria alimenticia y farmacéutica debido a su compatibilidad con los tejidos humanos lo que no hace tóxico para su consumo y por su actividad antimicrobiana contra diferentes tipos de microorganismos (Escobar *et al.*, 2011; Quintero *et al.*, 2010). A lo

anteriormente dicho, Bautista et al. (2005) aportan que el quitosano confiere la habilidad de formar una cubierta semipermeable, lo que favorece su aplicación sobre la superficie de frutas y hortalizas beneficiándolas en extender su periodo de vida de anaquel.

El quitosano posee propiedades catiónicas de alto peso molecular que le confiere la propiedad para formar recubrimientos de alta actividad controlando bacterias y hongos, las películas de este biopolímero presentan buenas cualidades mecánicas y una permeabilidad selectiva a los gases (CO₂ y O₂) sin embargo es susceptible a los líquidos, y para reducir su alta permeabilidad al agua se combina con lípidos (De Ancos *et al.*, 2015).

La aplicación de RC con concentraciones de quitosano también se utiliza para beneficiar a las propiedades físico-químicas de los productos agrícolas cosechados y de esta manera retardar su maduración al controlar la producción de etileno, mantiene la firmeza al disminuir la pérdida de agua por efecto de la transpiración, y también se ven favorecidas las propiedades sensoriales (Hernández *et al.*, 2009).

1.6.4.3 MECANISMO DE ACCIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL QUITOSANO

Hay muchas investigaciones que mencionan reducciones en la pudrición postcosecha de frutas y hortalizas, al aplicarles diferentes dosis de quitosano en forma de recubrimiento, como antecedente a esto López et al. (2012) aplicando un RC con concentraciones de quitosano al 1% y 2% y almacenados a 5°C lograron prolongar la vida de anaquel de fresas hasta 15 días. En otra investigación, Castro et al. (2017) concluyeron que los recubrimientos con mayores porcentajes de quitosano en su formulación, presentaron menor contaminación microbiológica en peras almacenadas durante 20 días.

El quitosano tiene un amplio espectro sobre la actividad antimicrobiana, en hongos logra suprimir la esporulación y posterior producción de esporas (Bautista *et al.*, 2005). Una de las principales razones es la presencia de un grupo amino con carga positiva a pH inferior de 6,3 el cual interactúa con las cargas

negativas de la pared celular de los microorganismos, generando un rompimiento de estas estructuras, que lleva a la pérdida de compuestos proteicos y otros constituyentes intracelulares provocándole la muerte (Ayala, 2015).

Otro de los principios en los que se basa, es una propiedad quelante que le permite ligarse a metales presentes en las estructuras externas de los microorganismos, inhibiéndoles la capacidad de producir toxinas. También puede controlar a los MO alterando la síntesis del ARN mensajero, lo que produce que el microorganismo no se pueda reproducir (Ayala, 2015; Cavalcante y Montenegro, 2008).

Cavalcante *et al.* (2008) señalan, que la actividad antimicrobiana del quitosano contra bacterias Gram-positivas guarda relación con su alto peso molecular, y actúa formando películas alrededor de las células que termina impidiéndole a las bacterias la absorción de los nutrientes para su desarrollo. Y en cuanto a las bacterias Gram-negativas lo logra penetrándose en sus células y uniéndose al ADN lo que les provoca trastornos en su metabolismo celular.

1.6.5 MUYUYO (*Cordia lútea lam.*)

Mendocilla *et al.* (2019) indican que la *Cordia Lútea L.*, es un arbusto o árbol de la familia de las Boragináceas Es una planta originaria de América tropical, islas Galápagos, Ecuador, Perú. Crece entre los 0 a 1500 m de altitud en zonas de clima cálido. Esta planta produce un fruto en forma baya elíptica con pulpa trasluciente pegajosa de color crema-blanquecino, globoso, que contiene dos semillas ovoides, duras y leñosas. Además, Aguirre (2012); Haq *et al.* (2014b) citado por Castro (2019) han reconocido que la goma de *Cordia*, es un polisacárido aniónico, produce películas transparentes y flexibles con una excelente barrera al oxígeno.

Castro (2019), enfatiza, la poca existencia de investigaciones en materiales biológicos de la familia *Cordia*. No hay estudios microbiológicos, *in vitro* o *in vivo*, realizados con respecto a *C. lútea* castro.

1.7 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Los métodos de investigación son las diferentes formas que el investigador utiliza para relacionarse con el fenómeno de estudio; existen una variedad de métodos que se pueden integrar durante el proceso investigativo pero cada uno estará determinado por la dirección en la que se encuentre el objeto de estudio. (Rodríguez y Pérez, 2017).

1.7.1 MÉTODO CIENTÍFICO

Lopera, Ramírez, Zuluaga, y Ortiz (2010) definen al método científico como una contrastación dialéctica entre la teoría y la práctica. Asimismo, Otzen *et al.*, (2017) mencionan que este es la parte medular de toda fase investigativa por lo tanto es indispensable cumplir con todas las etapas que intervienen durante su aplicación, ejecutándolas de manera esquemática permitirán iniciar y concluir cual proceso de investigación.

1.7.2 MÉTODO EXPERIMENTAL

Rodríguez (2011), afirma este método de experimentación es uno de los más importante dentro de la investigación científica porque permite, constatar la confiabilidad que existe entre los fenómenos de la realidad.

1.7.3 MÉTODO ANALÍTICO

Según Lopera *et al.*, (2010) el método analítico es la línea que descompone los hechos en elementos individuales, mediante la intervención del análisis y la síntesis. El análisis permite descomponer en partes a los fenómenos y de esta manera observar el comportamiento de cada una de ellas (Rodríguez y Pérez, 2017).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

1.8 UBICACIÓN

La investigación se desarrolló en el campus politécnico de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López de la ciudad de Calceta, cabecera cantonal del cantón Bolívar de la provincia de Manabí, ubicada en el Sitio Limón. Situado geográficamente entre las coordenadas 00°49'39" de Latitud Sur y 80°11'01" de Longitud Oeste, a una altitud de 15 m.s.n.m.1/ (Google Earth, 2019). Los análisis físico-químicos y microbiológicos se ejecutaron en los Laboratorios de Bromatología y Microbiología y el almacenamiento en el Taller de Frutas y Vegetales de la ESPAM MFL.

1.9 DURACIÓN

La investigación tuvo una duración de ocho meses que se contempló a partir de la aprobación del proyecto durante el periodo Oct.2020/May.2021.

1.10 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

1.10.1 MÉTODO CIENTÍFICO

Es así que este método permitió relacionar la parte teórica descrita con la investigación experimental para así sustentar científicamente los fenómenos que tienen lugar en el objeto de estudio.

1.10.2 MÉTODO EXPERIMENTAL

Se utilizó el método experimental porque se pudo comprobar mediante el experimento la veracidad de los datos en relación a los factores que inciden con las variables de estudio. Además, este método ayudó a combinar esa destreza de manipulación con la observación directa de los fenómenos que regirán al experimento.

1.10.3 MÉTODO ANALÍTICO

Mediante el método analítico se analizó los datos obtenidos en función de los factores que influyen en el comportamiento de las variables en estudio.

1.11 FACTORES EN ESTUDIO

Dentro de la investigación se manejaron los siguientes factores:

Factor a: Concentración de quitosano.

Factor b: Concentración de muyuyo.

1.11.1 NIVELES

Para el factor concentración (% m/v) de quitosano en relación a 100 ml de solución se utilizaron los siguientes niveles:

a1 = 1 %

a2 = 1,5 %

Para el factor concentración (% v/v) de muyuyo en relación a 100 ml de solución se utilizaron los siguientes niveles:

b1 = 40 %

b2 = 60 %

1.11.2 BLOQUES

Día= 0	Día=4
Día= 8	Día=12
Día=16	Día=20

1.11.3 TRATAMIENTOS

Dada la combinación de los diferentes niveles contenidos en cada factor se obtuvo como resultado los siguientes tratamientos:

Cuadro 3.1. Descripción de los tratamientos en función al tiempo

Tratamientos	Bloques (Días)	
	0-4-8-12-16-20	
	Concentración de quitosano	Concentración de muyuyo
Control	-	-
T1	1%	40%
T2	1%	60%
T3	1,50%	40%
T4	1,50%	60%

1.12 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para esta investigación se utilizó un Diseño de Bloque (Días) Completamente al Azar (DBCA) en arreglo bifactorial A*B. Para el cual se establecieron que los bloques eran el total de repeticiones determinadas para el experimento. El tratamiento control se consideró en la prueba de Dunnet para compararlo con los demás tratamientos.

Cuadro 3.3. Esquema del ANOVA AxB en DBCA

Fuentes de Variación	GI
Total	23
Factor A Concentración de quitosano.	1
Factor B Concentración de muyuyo	1
Factor A*B Concentración de quitosano* Concentración de muyuyo	1
Bloque (Días)	5
Error	15

1.13 UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental se conformó de 18 frutos de tomates separados de la siguiente manera: 6 estuvieron en función de los días de evaluación, donde 3 de ellos se destinaron para análisis microbiológicos y los otros 3 para los análisis de acidez y sólidos solubles; mientras que de los 12 tomates restantes se tomaron 6 para la determinación de pérdida de peso y 6 para la evaluación de la calidad sensorial, manteniéndolos constantes hasta el final del experimento; es así que se dispuso de un total de 240 tomates para la investigación. Con respecto al recubrimiento se necesitó de 700 ml de solución obtenida para cada tratamiento.

1.13.1 VARIABLES A MEDIR

- **Acidez:** la acidez se determinó por titulación volumétrica, AOAC 931.12 (2005) y la muestra expresada como ácido cítrico se calculó con la siguiente fórmula tomada de (NMX-F-420).

$$\%Acidez = \frac{V \times N \times Mq}{M} \times 100 \quad [3.1]$$

En donde:

V = Volumen de solución de hidróxido de sodio 0.1 N gastado en la titulación de la muestra, en cm³.

N = Normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

M = Volumen de la muestra, en cm³.

Mq = Equivalente del ácido cítrico (0,064).

- **Sólidos solubles:** °Brix: refractometría, AOAC 931.12 (2005).
- **Pérdida de peso:** Se determinó con una balanza digital, calculando los resultados por diferencia de peso de la fruta después del tratamiento, respecto al peso inicial del experimento, expresado en porcentaje (Magaña, Saurich, Corrales, Saucedo, 2013).
- **Índice de madurez:** Relación de los sólidos solubles y la acidez. NTP 203.121 (2007). Dividir el porcentaje de sólidos solubles totales para el porcentaje de ácido cítrico, aplicando la siguiente fórmula tomada de (INEN 1909, 2016)

$$\text{índice de Madurez} = \frac{\text{Sólidos Solubles totales (°brix)}}{\text{Acidez Titulable}} \quad [3.2]$$

- **Estabilidad de la flora microbiana:** El análisis de Aerobios mesófilos se realizaron mediante la Norma INEN 1529-5.2006 control microbiológico de los alimentos. Los recuentos de mohos y levaduras se realizaron mediante la Norma INEN 1529-10.2013 control microbiológico de los alimentos. mohos y levaduras viables.

1.14 MANEJO DEL EXPERIMENTO

1.14.1 DURACIÓN

Durante 20 días se evaluaron de forma permanente los tomates de cada uno de los tratamientos tomando en consideración desde el día 0-4-8-12-16-20 a temperatura ambiente en función de las características físico-químicas; microbiológicas y sensoriales. Para evaluar los atributos sensoriales, se aplicó una ficha de observación la cual especificaba características como: color, forma, olor y textura determinando los cambios que se van dando en el tomate a través del tiempo, la misma que fue monitoreada por los investigadores (Ver Anexo 1); la valoración de esta ficha estuvo dada de forma descendente considerando 9 cualidades evaluadas (excelente, muy buena, buena, satisfactoria, regular, suficiente, defectuosa, mala y muy mala), las mismas que tuvieron una ponderación de 9 como excelente hasta 1 como muy mala.

1.14.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

El tomate (*Solanum lycopersicum l.*) de variedad Migor fue obtenido del cultivo de un productor de la zona rural en el sector la Pitahaya del cantón Tosagua provincia de Manabí, la selección de la hortaliza se la hizo de manera organoléptica, donde se eligieron tomates que cumplan con las siguientes características: peso aproximado entre 250 g a 300 g, que presenten una coloración roja basada en la cartilla de colores establecida por la FAO (2015) (Ver Anexo 2); sin la presencia de daños mecánicos, ablandamiento y contaminación. Asimismo, la desinfección del tomate se la hizo mediante una solución de hipoclorito de sodio en concentración de 100 ppm por un 1 minuto y se secaron con toallas secantes desechables.

1.14.3 APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO

La metodología del recubrimiento se tomó de la investigación realizada por Castro (2019) con el tema “Caracterización de propiedades físicas y antimicrobianas in vitro de un recubrimiento comestible a base de muyuyo y quitosano”. Para ello, se tomaron en consideración las formulaciones que presentaron mejores resultados en este caso las que tenían mayores

concentraciones de quitosano (1-1,5 %) y muyuyo (40-60 %) para ser aplicados en el tomate mediante inmersión.

El quitosano fue obtenido por medio de un proveedor, este fue de grado alimenticio y con un 95 % de desacetilación; mientras que los frutos de muyuyo que se usaron fueron recolectados de árboles silvestres, de la zona rural en la comunidad el Tambo del cantón Tosagua provincia de Manabí, se utilizaron frutos maduros seleccionados, descartando aquellos que mostraban signos de daño en la piel, segmentos oscuros o que estuvieran en estado de descomposición, finalmente estos fueron desojados y almacenados hasta su posterior manipulación.

1.14.4 DIAGRAMA DE PROCESOS DE LA ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE

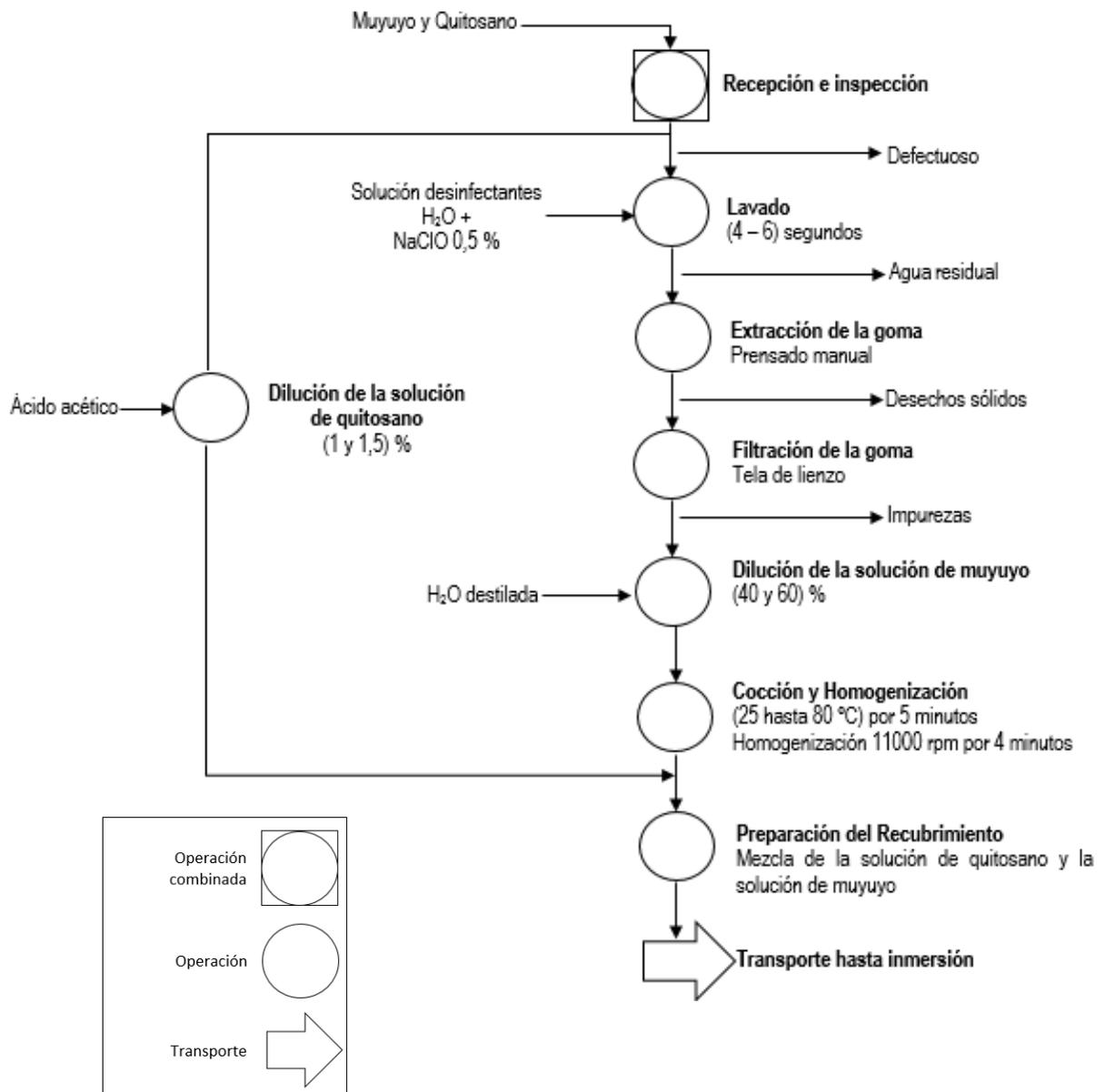


Figura 3.1 Diagrama de proceso para la elaboración del recubrimiento comestible de quitosano y muyuyo

1.14.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Recepción de los frutos de muyuyo: el muyuyo recolectado, se seleccionó únicamente los frutos maduros en buen estado y sin abrasiones.

Lavado: se utilizó una solución de hipoclorito de sodio al 0,5 % de concentración, con el fin de disminuir la carga microbiológica de la materia prima.

Extracción de la goma de muyuyo: se procesaron 2.26 kg de frutos de muyuyo los cuales se trituraron en una bandeja de aluminio por compresión manual (manos) con el fin de obtener la mayor cantidad de mucílago.

Filtrado de la goma: para separar los desperdicios resultantes del proceso de extracción se utilizó tela de lienzo y se obtuvo como rendimiento final 1800 ml de mucílago.

Preparación de la solución de goma de muyuyo: el producto resultante en la etapa anterior, se diluyó con agua en dos proporciones, 60 y 40 % (goma/agua v/v).

Cocción y Homogenización: la solución obtenida se depositó en ollas de aluminio y fue sometida a un tratamiento térmico desde 25 °C hasta 80 °C con agitación durante 5 minutos, para luego ser homogenizada a 11.000 rpm durante 4 minutos.

Preparación de la solución de quitosano: la solución de quitosano fue preparada al 1 % en una solución de ácido acético al 1 % en relación (v/v)

Preparación del recubrimiento comestible: la solución de muyuyo fue mezclada con la solución de quitosano obteniéndose como resultado final el recubrimiento comestible.

Transporte a la inmersión: las diferentes concentraciones se depositaron en vasos de precipitación de 1000 ml para sumergir cada tratamiento.

1.14.6 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN TOMATES

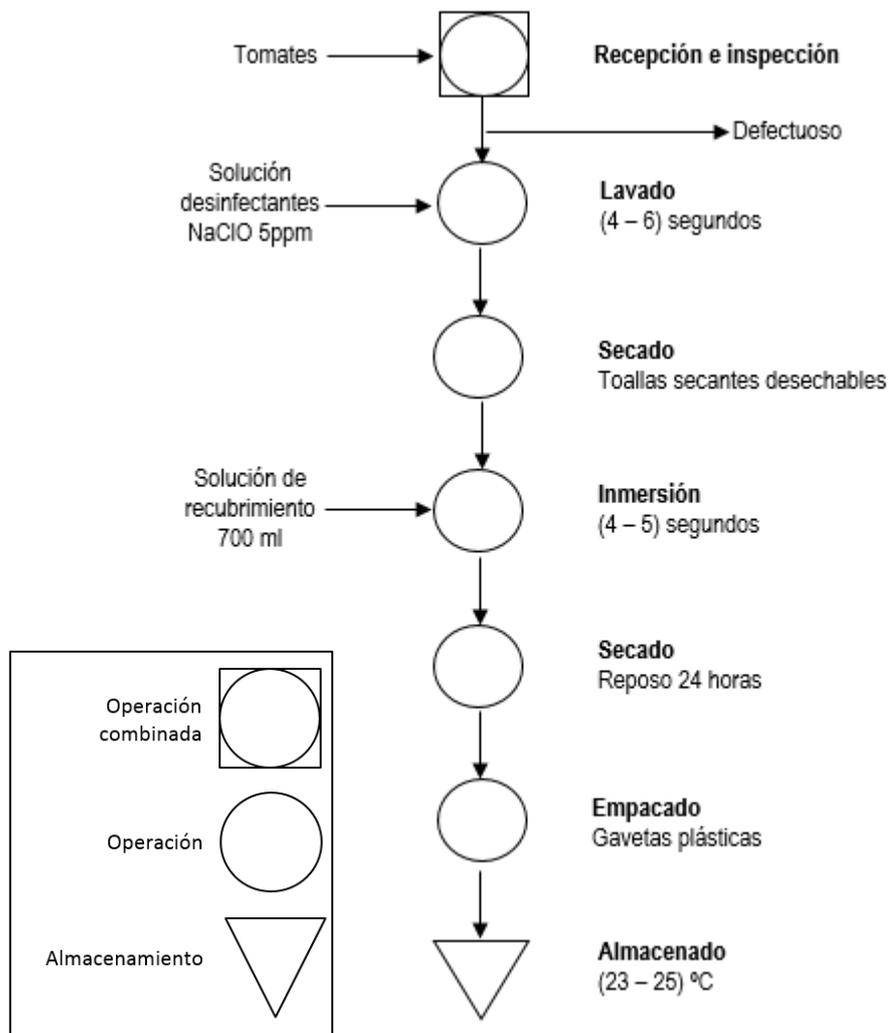


Figura 3.2 Diagrama de proceso para la aplicación de recubrimiento comestible de quitosano y muyuyo en tomates

1.14.7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL RECUBRIMIENTO DEL TOMATE

Recepción e Inspección del tomate: los tomates fueron obtenidos del cultivo de un productor de la zona rural del sector la Pitahaya del Cantón Tosagua provincia de Manabí; estos se seleccionaron en función de los atributos organolépticos, sin que presenten ningún daño o un estado de descomposición, en el caso que este suceda eran desechados.

Lavado: los tomates fueron sumergidos por un tiempo de 3-5 s en una solución desinfectante de agua con hipoclorito de sodio al 0,5 % con la finalidad de eliminar impurezas o contaminación que puedan incidir en la duración de los mismos.

Primer Secado: se utilizaron papel o toallas secantes para retirar la humedad presente por la operación anterior.

Inmersión: se utilizó 700 ml de la solución de quitosano y muyuyo por cada tratamiento donde se sumergieron los tomates recubriéndolos en su totalidad durante 4-5 segundos.

Segundo Secado: se dejaron secar los tomates a temperatura ambiente por un lapso de 24 horas en parrillas con la finalidad de lograr un recubrimiento continuo, homogéneo y adherido totalmente al tomate.

Empacado: una vez que el recubrimiento comestible se haya solidificado se procedió a colocar los tomates en gavetas plásticas para la evaluación en el transcurso de los días planificados (día 0 hasta día 20).

Almacenado: las gavetas fueron almacenadas a temperatura de 23 a 25 °C en las instalaciones de los Talleres de Frutas y Vegetales de la ESPAM MFL.

Las variables sólidas solubles, acidez, índice de maduración y microbiológicas fueron evaluadas por un lapso de 20 días, midiendo periódicamente cada 4 días.

1.15 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de los datos se los efectuó por medio del programa de Microsoft Office Excel 2016 y el software estadístico SPSS versión 21 en cual se realizaron las siguientes pruebas:

- a) Supuesto del ANOVA: Este nos permitió determinar la normalidad (Shapiro-Wilk) y homegeneidad (Levene) de los datos. En caso de que los datos no se distribuyeran de forma normal se aplicó una prueba no paramétrica (Kruskal Wallis).
- b) Análisis de varianza (ANOVA): Para determinar si los factores en estudio tienen influencia sobre las variables.
- c) Prueba de Tukey: Permitted determinar la magnitud de las diferencias entre tratamientos.
- d) Prueba de Dunnet: Permitted comparar cada uno del tratamiento frente al control.

Para evaluar los resultados obtenidos a partir de la ficha de observación se aplicó la prueba no paramétrica (Kruskal Wallis) ya que fue una prueba de escala hedónica.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

Previo al análisis de los datos, se realizaron los supuestos del Anova para comprobar la normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad de los datos (Levene). Las variables de acidez, sólidos solubles y pérdida de peso no cumplieron con la distribución normal de los datos ($p_ < 0.05$), por lo que fueron analizadas mediante pruebas paramétricas, caso contrario al de la variable índice de madurez cuyos valores cumplen con el supuesto de normalidad y homocedasticidad (Ver cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Supuestos del Anova para las variables en estudio

Variables	Shapiro-Wilk			Levene	
	GI	Estadístico	Sig	F	Sig
Acidez	30	0,861	0,001	--	--
Sólidos Solubles	30	0,924	0,035	--	--
Pérdida de peso	30	0,927	0,04	--	--
Índice de Madurez	30	0,946	0,133	0,181	0,946

2.1.1 ÍNDICE DE MADUREZ

Cuadro 4.2. ANOVA de la variable Índice de Madurez

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Concentración de quitosano	2,03584	1	2,03584	9,87	0,0067**
B:Concnetración de muyuyo	0,0828375	1	0,0828375	0,40	0,5357
AB	0,00150417	1	0,00150417	0,01	0,9331
Bloques: Días	385,113	5	77,0227	373,58	0,0000**
Error total	3,09265	15	0,206176		
Total (corr.)	390,326	23			

* Significativo al 0,05

** Altamente significativo al 0,01

NS No significativo

En el cuadro 4.2 se prueba la significancia estadística de cada uno de los factores en estudio para la variable índice de madurez. Los valores ($p_ < 0.05$) (concentración de quitosano y bloques) destacan que estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el índice de madurez de los tomates

Cuadro 4.3. Prueba de Múltiples Rangos para Índice de Madurez por bloque

BLOQUE	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Día 0	4	5,3175	0,227033	X
Día 4	4	8,73	0,227033	X
Día 8	4	9,8025	0,227033	X
Día 12	4	12,075	0,227033	X
Día 16	4	15,6375	0,227033	X
Día 20	4	16,985	0,227033	X

La prueba de Tukey (HSD) para los bloques (cuadro 4.3), permitió observar el cambio del índice de madurez en relación al tiempo la cual presentó diferencias significativas para todos los tratamientos, incrementándose de manera rápida pasando de 5,3175 en el día 0 hasta alcanzar 16,98 en el día 20.

Este comportamiento ascendente se compara con lo reportado por Del Pilar, Fischer, & Corredor (2007) para la fruta gulupa, sin embargo, los valores son considerablemente menores a los obtenidos por Casierra & Aguilar (2008) estando entre 38,3 % y 46,9 % entre diferentes variedades de tomates en el grado máximo de madurez. No obstante, Del Pilar et al. (2007) indica que este comportamiento es normal en frutos climatéricos, y se produce porque la fruta u hortaliza aumenta su tasa de respiración provocando que se consuman sus reservas de ácidos orgánicos de manera acelerada y como resultado a este proceso se incrementa el índice de madurez. Asimismo, Hernández (2001) considera que la importancia entre la relación del contenido de sólidos solubles y la acidez radica en la sensación del sabor del fruto y del jugo.

Para comprobar el porcentaje de quitosano que más influyó sobre el índice de maduración de los tomates, se realizó un gráfico de cajas y bigotes (gráfico 4.1), donde se comprobó que en la distribución de los datos existe una diferencia significativa, colocando como mejor nivel al a2, correspondiente 1,5 % de quitosano.

Gráfico Caja y Bigotes

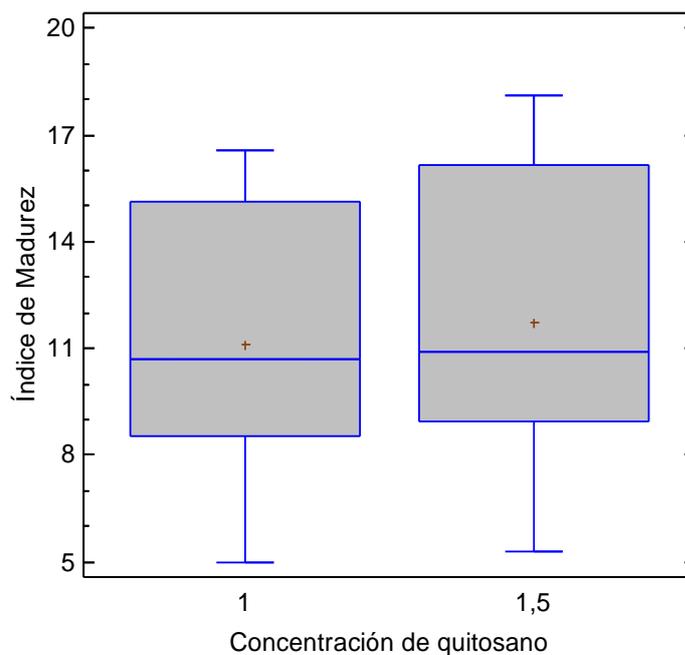


Gráfico 4.1. Gráfico de cajas y bigotes para el factor A (concentración de quitosano)

Dentro de las pruebas no paramétricas la prueba de Kruskal Wallis para los bloques (cuadro 4.4) demostró que sí existe diferencia significativa para las variables acidez, sólidos solubles y pérdida de pesos en función del tiempo debido a que su p-valor $> 0,05$.

Cuadro 4.4. Prueba de Kruskal Wallis bloques para la variable acidez (%), sólidos solubles (°Brix) y pérdida de peso (%)

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de bloques (días).	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,000	Rechazar la hipótesis nula.
La distribución de Sólidos Solubles es la misma entre las categorías de bloques (días).	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,000	Rechazar la hipótesis nula.
La distribución de Pérdida de Peso es la misma entre las categorías de bloques (días).	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,000	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0,05.			

La prueba de Kruskal Wallis para el Factor A (concentración de quitosano) de igual manera resultaron no ser estadísticamente diferentes, asumiendo que tiene la misma respuesta la concentración de este factor en los tratamientos aplicados (cuadro 4.5).

Cuadro 4.5. Prueba de Kruskal Wallis factor A (concentración de quitosano) para la variable acidez (%), sólidos solubles (°Brix) y pérdida de peso (%)

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de concentración de quitosano.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,684	Retener la hipótesis nula.
La distribución de Sólidos Solubles es la misma entre las categorías de concentración de quitosano.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,908	Retener la hipótesis nula.
La distribución de Pérdida de Peso es la misma entre las categorías de concentración de quitosano.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,772	Retener la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0,05.			

La prueba de Kruskal Wallis en relación al Factor B (concentración de muyuyo) para las variables no paramétricas resultaron no ser estadísticamente diferentes, asumiendo que tiene la misma distribución entre los tratamientos aplicados (cuadro 4.6).

Cuadro 4.6. Prueba Kruskal Wallis Factor B (concentración de muyuyo) para la variable acidez (%), sólidos Solubles (°Brix) y pérdida de peso (%)

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de concentración de muyuyo.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,977	Retener la hipótesis nula.
La distribución de Sólidos Solubles es la misma entre las categorías de concentración de muyuyo.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,885	Retener la hipótesis nula.
La distribución de Pérdida de Peso es la misma entre las categorías de concentración de muyuyo.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,563	Retener la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0,05.			

2.1.2 ACIDEZ

La acidez titulable presentó un comportamiento de disminución progresiva al aumentar los días de almacenamiento. El análisis estadístico a los 20 días reporta que no existieron diferencias significativas para el factor A, factor B (cuadro 4.5, 4,6) pero sí muestra ser altamente significativo para bloques (cuadro 4.4) entre los porcentajes medios de acidez de los tomates a los que se aplicaron los tratamientos.

Cuadro 4.7. Prueba de subconjuntos homogéneos de bloques (días) para la variable acidez (%)

	Día	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
Muestra 1	Día 20	3,250				
	Día 16	5,750				
	Día 12		10,500			
	Día 8			14,500		
	Día 4				18,500	
	Día 0					22,500
	Sig.	2,778	1,000	1,000	1,000	1,000
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.05.						

La pruebas de subconjuntos homogéneos al 5% de probabilidad de error (cuadro 4.7) situó al día 20 en primera categoría estadística debido a que presentó el menor porcentaje de acidez con un valor de 0,34 % y en última categoría al día 0 con un valor de 0,76 %, esto indica que los tomates continuaron con el proceso de maduración normal hasta los 20 días de estudio; esto concuerda con lo mencionado por Hernández (2013) donde alude que los tomates maduros deben tener una acidez muy cercana al 0,2 % de ácido cítrico, asimismo este dato final se asemeja al obtenido por Navarro, Nieto, Corrales, García, & Ramírez (2012) que tras 20 días de almacenamiento a 20 °C y a 60 % HR los tomates alcanzaron 0,28 % de acidez.

Žnidarčič D, Oplanić, Karić, & Požrl, (2010) aclaran, que el contenido de ácidos orgánicos suele disminuir durante el periodo de maduración, porque los ácidos orgánicos son sustratos de la respiración, lo que explica la curva descendente y la diferencia de la acidez entre los días de almacenamiento (bloques); esto lo demostraron Jiménez, González, Cruz, Santana, & Villacís (2017) quienes

realizaron un estudio de almacenamiento de pitahaya amarilla a temperatura ambiente llegando a perder hasta 59.9 % la acidez en contraste al reportado al día inicial.

2.1.3 SÓLIDOS SOLUBLES

El desarrollo de los sólidos solubles en los tomates de todos los tratamientos tuvo una tendencia creciente, siendo contraria a la acidez, el análisis estadístico mediante la prueba de kruskal Wallis resulta ser significativo únicamente para bloques (cuadro 4.4).

Cuadro 4.8. Prueba de subconjuntos homogéneos de bloques (días) para la variable sólidos solubles

	Día	Subconjunto					
		1	2	3	4	5	6
Muestra 1	Día 20	2,500					
	Día 16		6,625				
	Día 12			10,375			
	Día 8				14,500		
	Día 4					18,625	
	Día 0						22,375
	Sig.	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.05.							

La prueba de subconjunto homogéneo al 5% de error (cuadro 4.8) situó a todos los días (bloques) en categorías diferentes. Evidenciando que el recubrimiento comestible no logro desacelerar o mantener la tendencia creciente de los sólidos solubles de los tomates. Aunque, los valores resultantes coinciden con Sañudo (2008) quien publicó dato de 4,5 °Brix; también, Hernández (2013) explica que por lo general los tomates poseen entre 3,5 °Brix y 7,0 °Brix varia dentro de este rango en dependencia de la variedad, y en la etapa de madurez comercial debe ubicarse 4 °Brix y 6 °Brix.

Este comportamiento de los sólidos solubles se debe por hidrólisis de los polisacáridos como el almidón y pectinas hasta sus componentes más simples como los son la glucosa, fructosa y sacarosa, considerados como los principales constituyentes que reflejan los sólidos solubles (Torres, Montes, Pérez, & Andrade, 2013). Es así que, el mayor aumento en azúcares ocurre cuando el fruto empieza a cambiar la coloración hasta tornarse el color característico que

indica su maduración completa (Barrera et. al., (2010) citado por Torres et.al., 2013).

2.1.4 PÉRDIDA DE PESO

De acuerdo a los cuadros (cuadro 4.5, 4.6). La pérdida de peso sostuvo una misma cinética tanto para frutos recubiertos y no recubiertos, mostrando no ser significativos para factor concentración de quitosano, concentración de muyuyo y para los tratamientos, no siendo de esta manera para bloques (cuadro 4.4) en cual sí se mostraron diferencia como se ha venido dando en las variables anteriores.

Cuadro 4.9. Prueba de subconjuntos homogéneos de bloques (días) para la variable pérdida de peso (%)

	Día	Subconjunto					
		1	2	3	4	5	6
Muestra 1	Día 20	2,500					
	Día 16		6,500				
	Día 12			10,500			
	Día 8				14,500		
	Día 4					18,500	
	Día 0						22,500
	Sig.	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.05.							

La prueba de subconjunto homogéneo al 5% de error (cuadro 4.9) situó a todos los días (bloques) en categorías diferentes. Evidenciando que el recubrimiento comestible no logro evitar la pérdida de peso en el transcurso de los días evaluados. Partiendo de la igualdad de los tratamientos y testigo los tomates perdieron el 7 % de su peso inicial en los 20 días de almacenamiento, datos superiores reportaron Bautista, Arellanes, & Pérez (2015) en un periodo de almacenamiento de 3 semanas a 25 ± 3 °C en tomates sin recubrimiento llegando a perder 9,3 % ; mientras, Barco, Burbano, & Mosquera (2011) reportaron pérdidas de 8.00 % en tomates con películas de almidón y 10.71 % sin utilizar un tipo de barrera durante 20 días de almacenamiento.

La respiración y transpiración son dos de las causas principales que contribuyen en la pérdida de peso de productos agrícolas cosechados, esto se convierte un problema de mayor índole, debido a que la deshidratación es la causa principal del deterioro del fruto porque conduce de forma directa a la aceleración de

procesos de maduración y senescencia (Balaguera , Martinez, Cárdenas, & Herrera, 2016). La proporcionalidad lineal del tiempo en relación a la temperatura de almacenamiento influye directamente en la pérdida de peso del fruto (De Castro, Cortez, & Vigneault, 2006), confirmando el criterio anterior en un estudio realizado por Ochoa & Guerrero (2012) en el fruto Tuna Roja almacenados durante 28 días a dos temperaturas distintas 28 ± 2 °C y 4 ± 1 °C los frutos presentaron porcentajes de pérdidas de peso diferentes $14,16\pm 0,6$ % y $9,66\pm 0,96$ % respectivamente.

2.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Por otra parte, se le realizaron análisis microbiológicos (mohos, levaduras y aerobios mesófilos) a cada uno de los tratamientos en función de los días establecidos durante la investigación. A continuación, se presenta los resultados obtenidos en cuadro 4.10

Cuadro 4.10. Resultados obtenidos de las variables respuestas mohos, levaduras y aerobios mesófilos al 0, 4, 8, 12, 16, 20 días de evaluación

TRATAMIENTOS	PARÁMETROS	RESULTADOS (DÍAS)					
		0	4	8	12	16	20
TC	Mohos	$2,0 \times 10^1$	$1,5 \times 10^2$	$2,0 \times 10^3$	$7,0 \times 10^2$	$4,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^2$
	Levaduras	$3,7 \times 10^2$	$3,6 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$* < 1,0 \times 10^1$	$1,5 \times 10^4$	$6,0 \times 10^2$
	Aerobios mesófilos	$6,8 \times 10^4$	$2,2 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	$1,0 \times 10^5$	$2,0 \times 10^7$	$6,6 \times 10^5$
T1	Mohos	$4,0 \times 10^1$	$* < 1,0 \times 10^1$	$2,0 \times 10^3$	$1,4 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^5$
	Levaduras	$6,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^1$	$4,0 \times 10^3$	$2,7 \times 10^2$	$9,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$
	Aerobios mesófilos	$1,3 \times 10^4$	$3,5 \times 10^5$	$5,6 \times 10^5$	$3,0 \times 10^5$	$3,6 \times 10^5$	$1,0 \times 10^6$
T2	Mohos	$3,0 \times 10^1$	$* < 1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$1,7 \times 10^4$
	Levaduras	$1,7 \times 10^2$	$1,4 \times 10^4$	$5,0 \times 10^3$	$8,0 \times 10^3$	$8,0 \times 10^3$	$2,0 \times 10^4$
	Aerobios mesófilos	$3,3 \times 10^4$	$1,1 \times 10^6$	$3,8 \times 10^5$	$4,0 \times 10^5$	$2,1 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$
T3	Mohos	$8,0 \times 10^1$	$4,0 \times 10^1$	$6,0 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$	$8,0 \times 10^3$	$1,3 \times 10^4$
	Levaduras	$4,4 \times 10^2$	$3,4 \times 10^2$	$9,0 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$	$1,6 \times 10^4$	$7,0 \times 10^3$
	Aerobios mesófilos	$2,1 \times 10^4$	$4,8 \times 10^5$	$5,2 \times 10^5$	$5,0 \times 10^5$	$6,6 \times 10^5$	$1,2 \times 10^7$
T4	Mohos	$* < 1,0 \times 10^1$	$* < 1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^2$	$1,4 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3$
	Levaduras	$7,0 \times 10^1$	$5,7 \times 10^3$	$1,7 \times 10^4$	$4,0 \times 10^3$	$9,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^5$
	Aerobios mesófilos	$4,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^6$	$6,8 \times 10^5$	$6,4 \times 10^5$	$2,6 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$

2.2.1 MOHOS Y LEVADURAS

El gráfico (4.2 y 4.3) muestran el comportamiento del crecimiento microbiano para los diferentes tratamientos en función del tiempo establecido.

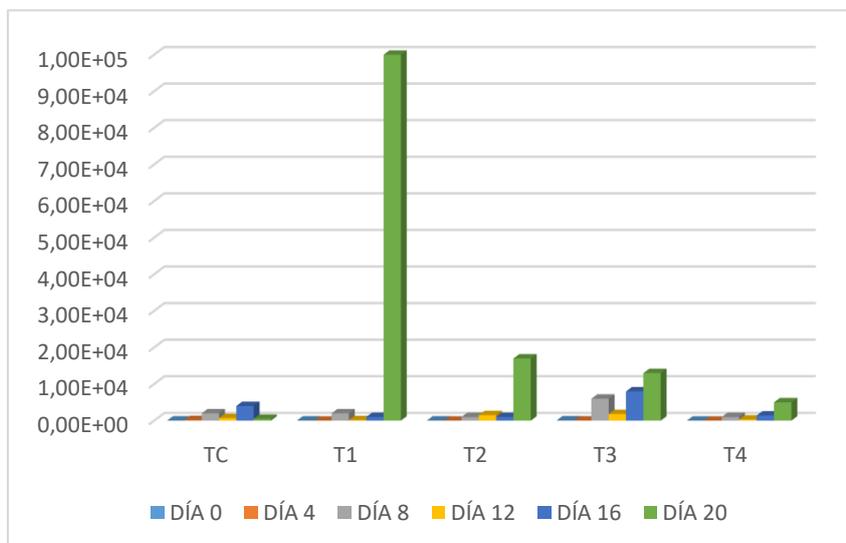


Gráfico 4.2. Valores obtenidos de la variable mohos al 0, 4, 8, 12, 16, 20 días de evaluación.

De acuerdo al gráfico 4.2 se verifica la variabilidad de UFC (Unidades Formadoras de Colonias) de mohos durante el tiempo de evaluación. Siendo el día 0 el de menor crecimiento microbiano en todos los 5 tratamientos, con cantidades que van desde 0 a $1,0 \times 10^4$ UFC/ml. Para los días 4, 8, 12 y 16 la carga microbiana en los tomates se sigue manteniendo en todos los tratamientos con un registro no mayor de $1,0 \times 10^4$. Sin embargo, para el día 20 es notorio el incremento que se produce en los tratamientos T1 con un recuento de $1,0 \times 10^5$ UP/ml. En función de lo mencionado se puede decir que el tratamiento control no se vio afectado por este tipo de microorganismos a comparación del demás tratamiento que estaban recubiertos.

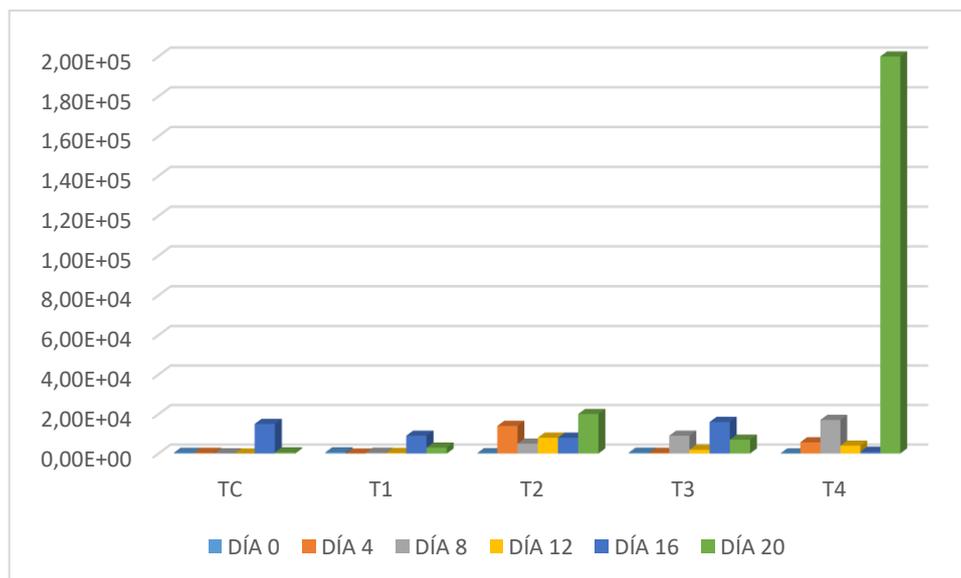


Grafico 4.3. Valores obtenidos de la variable levaduras al 0, 4, 8, 12, 16, 20 días de evaluación.

El gráfico 4.3 muestra la variabilidad de UFC (Unidades Formadoras de Colonias) de levadura durante el periodo de evaluación. Siendo el día 0 el que menor crecimiento microbiano tuvo, en todos los 5 tratamientos con cantidades que van desde 0 a $2,0 \times 10^4$ UFC/ml. Para los días 4, 8, 12 y 16 la carga microbiana en los tomates no ha incrementado mucho en todos los tratamientos con un registro no mayor de $2,0 \times 10^4$. Sin embargo, para el día 20 es notorio el gran incremento que se produce en el tratamiento T4 con la cantidad de $2,0 \times 10^5$ UP/ml. Se puede decir que en este caso el T4 a pesar de tener las mayores concentraciones de quitosano y muyuyo no pudo inhibir el crecimiento de levaduras.

Para ambos casos los valores no se encuentran dentro del rango establecido por la norma microbiológica de alimentos (BAM-FDA en Productos Listos para el Consumo) (Ver Anexo 9) que implanta un valor máximo de 3×10^2 UFC/g para mohos y levaduras. En este caso los tratamientos recubiertos presentaron mayor crecimiento de mohos y levaduras en el día 20 a comparación con el control. Lo que indica que las concentraciones de quitosano y muyuyo no tuvieron ningún efecto barrero sobre el tomate por lo que este continuó con sus procesos fisiológicos de maduración; lo que llevo a la contaminación microbiológica por la condición de almacenamiento. Esto se relaciona con lo mencionado por Encima & Piontelli (2009) donde argumentan que la

susceptibilidad del tomate de postcosecha a los efectos de la contaminación y pudrición es causada generalmente por los cambios fisiológicos, el tiempo de almacenamiento y senescencia, además indica que el nivel del pH aumenta a medida que transcurre la maduración del tomate colonizado por hongos, en especial cuando existe presencia del *G. candidum*, que se manifiesta como contaminante ya sea en el tomate fresco, maduro o dañado.

2.2.2 AEROBIOS MESÓFILOS

El gráfico (4.4) muestra el comportamiento del crecimiento microbiano para los diferentes tratamientos en función del tiempo establecido

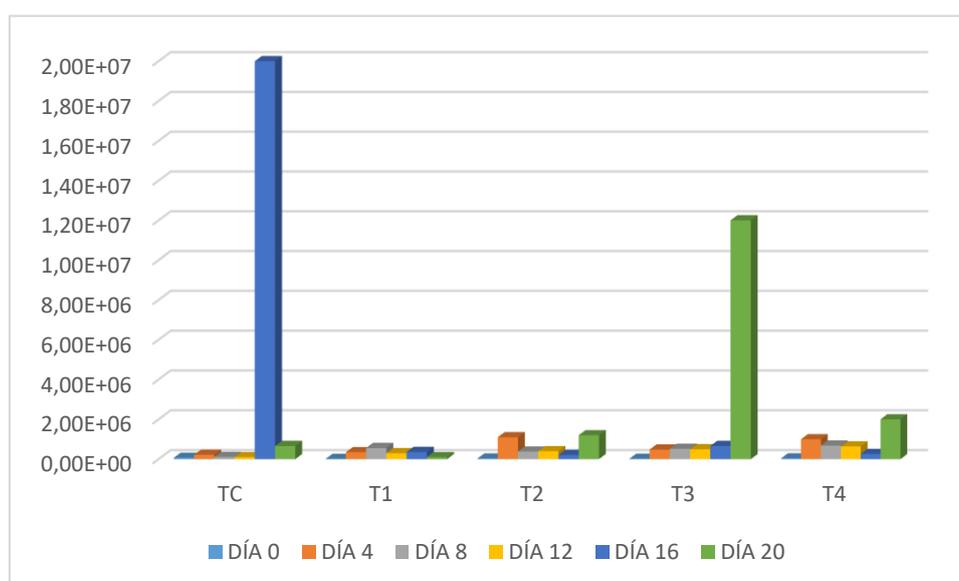


Grafico 4.4. Valores obtenidos de la variable Aerobios mesófilos al 0, 4, 8, 12, 16, 20 días de evaluación.

Finalmente, el gráfico 4.4 muestra la variabilidad de UFC (Unidades Formadoras de Colonias) de aerobios mesófilos durante el periodo de evaluación. Siendo el día 0 el que menor crecimiento microbiano tuvo, en todos los 5 tratamientos con cantidades que van desde 0 a no mayor de 2.0×10^6 UPC/ml. Para los días 4, 8, 12 y 16 la carga microbiana en los tomates con recubrimiento no ha incrementado mucho en los tratamientos T1, T2, T3, T4; mientras que para el tratamiento control se nota el incremento en el día 16 con un registro de $2,0 \times 10^7$. Así mismo para el día 20 se nota crecimiento bacteriano en el T3 con la cantidad de $1,2 \times 10^7$ UP/ml. Estos valores no se encuentran dentro del rango establecido por la norma microbiológica de alimentos (BAM-BAM-FDA en

Productos Listos para el Consumo) (Ver Anexo 9) que implanta un valor máximo de 10^4 UFC/g para aerobios mesófilos.

Los tomates con recubrimiento y sin recubrir presentaron un alto crecimiento de aerobios mesófilos en los dos últimos días de estudio esto debido a la temperatura y condición de almacenamiento a los que fueron sometidos. Infoagro (2017) corrobora lo antes mencionado aportando que los aerobios mesófilos tienen una óptima temperatura de crecimiento que se encuentra entre los 28 y 40 °C además menciona que el crecimiento de estos microorganismos esta también relacionado al grado de acidez que tenga el alimento es por eso que se los puede encontrar en tomates, peras, higos, piña y otras frutas.

2.3 CALIDAD SENSORIAL

Los datos de los atributos sensoriales recabados tras la aplicación de la ficha de observación (Ver Anexo 1) fueron analizados de manera independiente mediante la prueba de kruskal Wallis, resultando en la decisión de aceptar la hipótesis nula en todas las propiedades sensoriales evaluadas (color, forma, olor y textura) a razón que sus valores de significancia están sobre del error permitido 0,05 cuadro 4.11.

Cuadro 4.11. Prueba de subconjuntos Kruskal Wallis tratamientos para análisis sensorial

	Hipótesis nula.	test	Sig.	Decisión
1	La distribución de color es la misma entre las categoría de tratamientos	Prueba Kruskal Wallis de muestras independientes	,460	Retener la hipótesis nula
2	La distribución de forma es la misma entre las categoría de tratamientos	Prueba Kruskal Wallis de muestras independientes	,643	Retener la hipótesis nula
3	La distribución de olor es la misma entre las categoría de tratamientos	Prueba Kruskal Wallis de muestras independientes	,869	Retener la hipótesis nula
4	La distribución de textura es la misma entre las categoría de tratamientos	Prueba Kruskal Wallis de muestras independientes	,879	Retener la hipótesis nula
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancias es de 0.05.				

En este caso ninguno de los tratamientos presentó diferencias significativas antes los parámetros evaluados (color, forma, olor, textura) mostrándose una

distribución de normalidad en los datos por lo tanto se acepta la hipótesis nula de que todos los tratamientos son iguales.

Es bien conocido que los recubrimientos aplicados a frutas y vegetales ayudan a mantener las propiedades sensoriales, haciéndolas parecer estar frescas por más tiempo (Fernández *et al.*, 2017). Juicio que refuta a lo indicado en la presente investigación, diciendo que para los evaluadores dichos atributos valoradas resultaron ser iguales entre los tratamientos y el control; comportamiento que puede estar atribuido al sinergismo que existe entre el recubrimiento y la temperatura de almacenamiento como lo corroboran Barrazueta, Falconi, Navarro, Oleas, & Mendoza (2018) quienes concluyeron que el uso de membranas comestibles en combinación con bajas temperaturas, les permitieron conservar de mejor manera las características evaluadas en relación a la aplicación del mismo recubrimiento en almacenamiento a temperatura ambiente.

En cuanto al color y de acuerdo a la ficha manejada la puntuación se centra en calidad grado 1; Características típicas. Presentándose de esta manera natural característica e inclusive pareciendo ser fresco hasta los 16 días a excepción del control cuyo color rojo oscuro predominó desde el día 8. Esto confirma que los recubrimientos comestibles también tienen como efecto beneficioso el aportar brillo y, por lo tanto, mejorar la apariencia de los frutos (Márquez *et al.*, 2009).

La forma y textura son propiedades que guardan relación con la pérdida de agua del tomate aunque no resultaron ser significativas aquellos tomates sin recubrimientos perdieron un mayor porcentaje, dato que se refleja en las observaciones hechas, donde la forma y textura en el control terminan situándose en calidad grado 2 (Deterioro tolerable) y en general algo alteradas, mientras que a los tratamientos aplicados con recubrimiento mostraron estar en mejores condiciones al final del experimento. Estos resultados son similares a los reportados por Zambrano *et al.* (2017) quienes utilizaron mucílago de cactus en frutos de piña mínimamente procesados y reportaron mayor firmeza en los frutos recubiertos durante el almacenamiento; La evaluación del olor pareció ser bien recibida resultando ser específica al tomate sin alteraciones predominantes

entre tratamientos y el control como también durante el periodo de almacenamiento.

2.4 COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS FRENTE AL TESTIGO

Para realizar la comparación de los tratamientos contra el testigo se utilizó la prueba de Dunnet. El cuadro 4.12 refleja las significancias de la prueba.

Cuadro 4.12. Prueba de Dunnet para las variables (acidez, SS, IM Y pérdida de peso) t de Dunnet (bilateral)²

Tratamientos		Acidez %	Sólidos solubles °Brix	Índice de madurez	Pérdida de peso %
		Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
T1	Control	1,000	,880	,964	,758
T2	Control	1,000	,842	,975	,651
T3	Control	1,000	,880	,996	,705
T4	Control	1,000	,927	,998	,628
Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como control y lo comparan con todos los demás grupos					

La prueba de Dunnet establece que estadísticamente no existe diferencias significativas entre los tratamientos y el control para cada una de los parámetros evaluados ya que los $p > 0,05$. Para este caso se muestra de forma gráfica el comportamiento de los tratamientos en relación a los días de estudio.

2.4.1 COMPORTAMIENTO DEL ÍNDICE DE MADUREZ EN RELACIÓN AL TIEMPO

Para la variable Índice de Madurez se muestra en el gráfico 4.5 el comportamiento en relación al tiempo de los tratamientos y el control, notándose que desde el día 8 el T0 empieza a ser ligeramente superior, tendencia que se mantiene hasta el día 20 terminando con 19,38; Entre los que se le aplicaron recubrimientos los tratamientos T1, T2 y T4 son similares durante el periodo del estudio ambos teniendo las variaciones más bajas, mientras que el tratamiento T3 presentó un incremento leve del índice de madurez a partir del día 16 al 20.

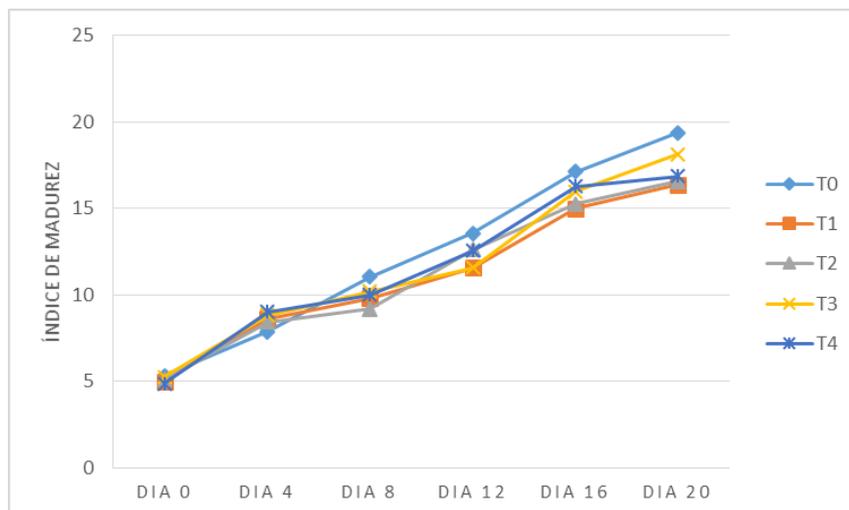


Gráfico 4.5. Valores obtenidos de la variable Índice de madurez al 0, 4, 8, 12, 16, 20 días de evaluación.

2.4.2 COMPORTAMIENTO DE LA ACIDEZ EN RELACIÓN AL TIEMPO

Como es normal en este tipo de alimentos, la acidez tiende a disminuir con el pasar del tiempo, como también sucede en este caso llevándolo desde aproximadamente de 0,75% en el primer día de evaluación hasta alcanzar el 0,35% la última vez analizada, dato que incluye a todos los tratamientos (T0, T1, T2, T3, T4), con la única novedad de que aquellos tomates a los que se aplicó recubrimiento la acidez descendió en mayor medida al día 4 en contraste al T0, sin embargo, al día 8 la acidez se encontró en un punto similar así manteniéndose hasta el final como ya se explicó.

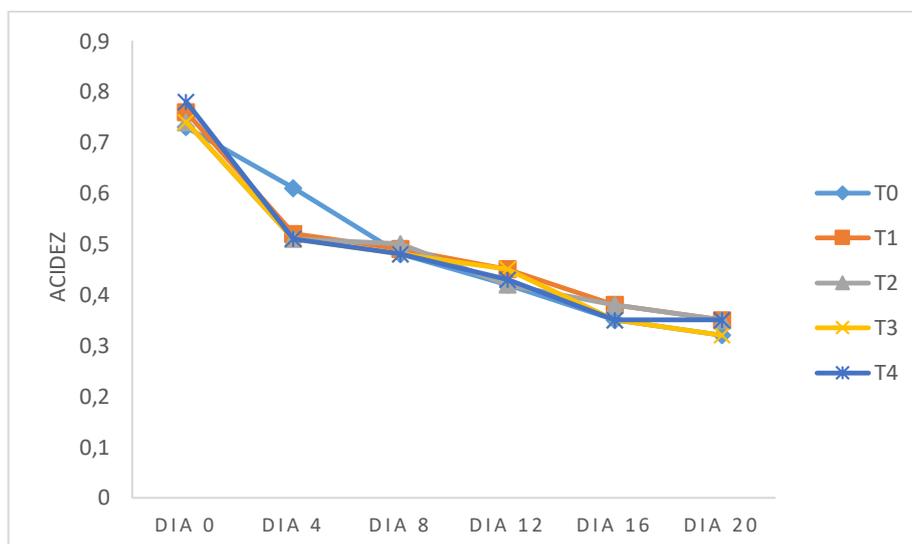


Gráfico 4.6. Valores obtenidos de la variable Acidez al 0, 4, 8, 12, 16, 20 días de evaluación.

2.4.3 COMPORTAMIENTO DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES EN RELACIÓN AL TIEMPO

El gráfico 4.7 ilustra comportamiento de iguales magnitudes para los tratamientos con recubrimientos T1 hasta T4 y con un crecimiento proporcional en este periodo, inclusive culminan literalmente en el mismo punto con 5,9 °Brix, no obstante, el tratamiento T0 no se aleja demasiado de la realidad ubicándose tenuemente por sobre de este valor, alcanzando al día 20 los 6,2 °Brix.

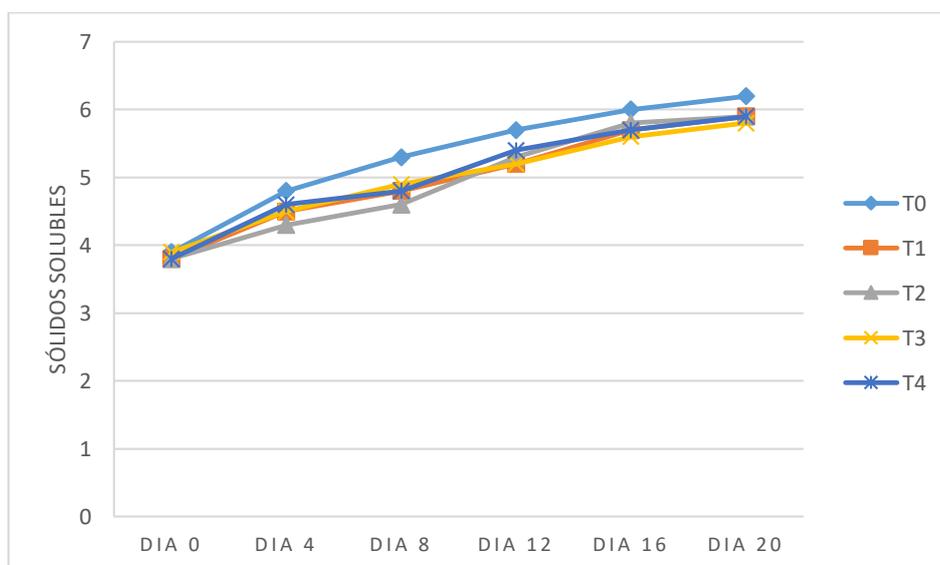


Gráfico 4.7. Valores obtenidos de la variable Acidez al 0, 4, 8, 12, 16, 20 días de evaluación.

2.4.4 COMPORTAMIENTO DE LA PÉRDIDA DE PESO EN RELACIÓN AL TIEMPO

En este caso desde día 0 hasta el día 20 los tomates sin recubrimiento tuvieron el mayor reporte de pérdida de peso, mientras que para los tratamientos T1, T2, T3, T4 se muestra una tendencia lineal hasta los 12 días; a partir de ese lapso se nota leves variaciones, destacando que los menores registros de pérdida de peso se dieron en tomates del tratamiento T4 provocando la retención aproximadamente del 2% de su peso en el periodo de 20 días como se muestra en el gráfico 4.8.

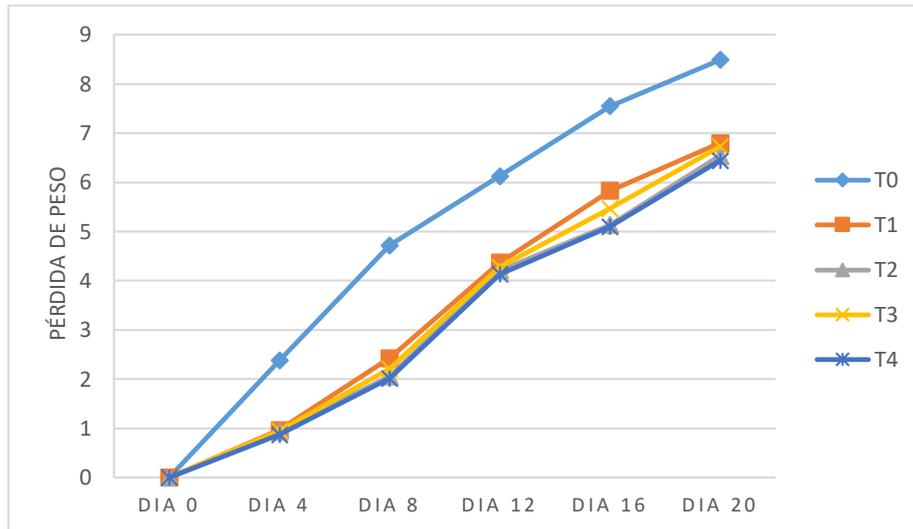


Gráfico 4.8. Valores obtenidos de la variable Pérdida de peso al 0, 4, 8, 12, 16, 20 días de evaluación.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.5 CONCLUSIONES

- El factor de bloqueo (días) resultó ser estadísticamente significativo ante las características físico-químicas evaluadas; asimismo la mayor concentración del factor A (concentración de quitosano 1,5 %) mostró tener efecto sobre la variable índice de madurez.
- En cuanto al efecto microbiano las concentraciones de muyuyo y quitosano no mostraron ser eficaces en el control de aerobios mesófilos, moho y levaduras presentando mayor contaminación en relación al testigo.
- Los parámetros sensoriales no presentaron diferencia estadística para los tratamientos, sin embargo, visualmente el recubrimiento aportó características organolépticas agradables durante el tiempo de evaluación.
- Estadísticamente no hubo significancia para la comparación de los tratamientos frente al control.

2.6 RECOMENDACIONES

- No resulta conveniente aplicar las formulaciones utilizadas en esta investigación debido a que no contribuyeron a retardar los procesos fisiológicos ni evitar la proliferación de microorganismos en el tomate a temperatura ambiente.
- Realizar estudios con la aplicación de nuevos componentes en combinación con el quitosano para mejorar las formulaciones de RC y poder ser aplicados en tomates u otro tipo de alimento.
- Hacer uso temperaturas de refrigeración para retardar los parámetros de madurez que influyen en el deterioro y senescencia de los frutos de tomate.

BIBLIOGRAFÍAS

- Alcalde, C., y Bone, E. (2013). *Diseño de una máquina clasificadora de tomate de 700 [kg/g] de capacidad*. Tesis, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica, Quito.
- Álvarez, J., Galvis, J., y Balaguera, H. (2009). Determinación de cambios físicos y químicos durante la maduración de frutos de champa (*Campomanesia lineatifolia* R. & P.). *Revista Agronomía Colombiana*, Vol. 27(2), 253-259.
- Armachius, J., y Vumilia, Z. (2017). Postharvest management of fruits and vegetable: A potential for reducing poverty, hidden hunger and malnutrition in sub-Saharan Africa. *Cogent Food & Agriculture*, 3.
- Ashenfi, H. (2017). Shelf life and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits as affected by different Packaging Materials. *African Journal of Food Science*, Vol. 12(2), 21-27.
- Ayala, G. (2015). Efecto antimicrobiano del quitosano: una revisión de la literatura. *Scientia Agroalimentaria*, 2, 32-38.
- Balaguera, H., Martínez, C., Cárdenas, y Herrera, A. (2016). Comportamiento postcosecha de frutos de uchuva (*Physalis peruviana*): efecto de diferentes dosis y tiempo de exposición al 1-metilciclopropeno. *Biagro*, 28(1), 21-28.
- BAM-FDA. (1998). *Bacteriological Analytical Manual*. FDA. EE.UU.: 8 ed.
- Bapat, V., Trivedi, P., Ghosh, A., Tumballi, G., y Nath, P. (2010). Ripening of fleshy fruit: Molecular insight and the role of ethylene. *Biotechnology*, 28, 94-107.
- Barco, P., Burbano, A., y Mosquera, S. (2011). Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca modificado sobre la maduración del tomate. *Revista Lasallista de Investigación*, 8(2), 96-103.

- Barrazueta, S., Falconi, J., Navarro, M., Oleas, J., y Mendoza, G. (2018). Physicochemical properties and application of edible coatings in strawberry (*Fragaria x Ananassa*) preservation. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, 71(3), 8631-8641.
- Bautista, Hernández, Velázquez, Bosquez, y Sánchez. (2005). Quitosano: Una alternativa natural para reducir microorganismos postcosecha y mantener la vida de anaquel de productos hortofrutícolas. *Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C*, 7(1), 1-6.
- Bautista, Ventura, R., Correa, Z., y Corona, M. (2017). Chitosan: a versatile antimicrobial polysaccharide for fruit and vegetables in postharvest – Una revisión. *Chapingo serie hortícola*, 23 (1), 103-121.
- Bezerra, A., Fitzgerald, A., y Lins, L. (2015). Impacto de recubrimientos comestibles de quitosano-almidón de yuca enriquecidos con mezclas de genotipos de *Lippia gracilis* Schauer en la vida útil de guayaba (*Psidium guajava* L.) durante el almacenamiento a temperatura ambiente. *Revista Química Alimentaria*, 171, 108-116.
- Blanquicet, R., Flóres, C., González, Y., Meza, E., y Rodríguez, J. (2015). Síntesis y propiedades de filmes basados en quitosano/lactosuero. *Revista Polímeros*, 25(1), 58-69.
- Boarin, L., y Graciano, G. (2016). Alkali process for chitin extraction and chitosan production from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) scales. *Latin american journal of aquatic research*, 44 (4), 683-688.
- Bohórquez, O. (2003). *Guía para post cosecha y mercadeo de productos agrícolas*. Bogotá: Convenio Andrés Bello.
- Casierra, F., y Aguilar, Ó. (2008). Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cosechados en diferentes estados de madurez. *Agronomía Colombiana*, 26(2), 300-307.
- Castro, J., Cerquera, N., y Gutierrez, N. (2013). Determinación del color del exocarpio como indicador de desarrollo fisiológico y madurez en la

guayaba pera (*Psidium guajava* cv. guayaba pera), utilizando técnicas de procesamiento digital de imágenes. *Revista EIA*, 10(9), 79-89.

Castro, M., Espinoza, V., García, Y., López, M., Molina, R., y Lavayen, E. (2017). Recubrimiento comestible de quitosano, almidón de yuca y aceite esencial de canela para conservar pera (*Pyrus communis* L. cv. "Bosc"). *La Técnica: Revista de agrociencias*, 42-53.

Castro, R. (2019). *Caracterización de propiedades física y antimicrobiana in vitro de un recubrimiento comestible a base de muyuyo y quitosano*. Tesis. Ing. Agroindustrial. , ESPAM-MFL., Calceta-Manabí, EC. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1063/1/TTMAI9.pdf>

Cavalcante, A., Montenegro, T., y Montenegro, T. (2008). Potencial biotecnológico de quitosana em sistemas de conservação de alimentos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 9 (59), 435-451.

Cortés, M., Bautista, S., Ventura, R., Landa, P., y Hernandez, M. (2021). Bacterias patógenas de los alimentos agrícolas frescos y mínimamente procesados. Estado actual en el control del género salmonella. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 22(1).

Cruz, I., y Sarángo, C. (2017). *Aplicación de recubrimiento comestible a base de mucílago de linaza y propóleo para prologar el tiempo de vida útil del mango Kent (*Mangifera indica* L.) lambayeque*. Tesis, Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Perú.

De Ancos, González, Colina, C., y Sánchez, C. (2015). Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 16 (1), 8-17.

De Castro, Cortez, y Vigneault. (2006). Effect of sorting, refrigeration and packaging on tomato shelf life. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 70-14.

De la Paz, N., García, C., Fernández, M., García, L., Martínez, V., López, O., y Nogueira, A. (2015). Stability of spray-dried chitosan salts derived from

lobster chitin as a raw material. *Ars Pharmaceutica (Internet)*, 56 (4), 217-224.

Del Pilar, I., Fischer, G., y Corredor, G. (2007). Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Simns.). *Agronomía Colombiana*, 25(1), 83-95.

Elika. (s.f). *Agentes de recubrimiento comestibles*. Obtenido de http://www.elika.net/datos/articulos/Archivo652/berezia_agentes%20de%20recubrimiento.pdf

Encima, M., y Piontelli, E. (2009). Hongos filamentosos en la epidermis del fruto del tomate: énfasis en el género *Cladosporium* Link. *Revista Boletín Micológico*, Vol. 24, pag. 1-13.

Escobar, D., Urrea, C., Gutiérrez, M., y Zapata, P. (2011). Producción de matrices de quitosano extraído de crustáceos. *Revista Ingeniería Biomédica*, 5 (9), 20-25.

ESPAC. (2018). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua* . Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2018/Presentacion%20de%20principales%20resultados.pdf

Fantova, M., y Ruíz, I. (2005). *Variedades Autóctonas de tomate del país Vasco*. Obtenido de <http://germoplasma.net/wp-content/uploads/2013/04/Variedades-de-tomate-1.pdf>

FAO. (2015). *Cosecha y Manejo poscosecha del tomate*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a1374s/a1374s07.pdf>

Fernández, D., Bautista, S., Fernández, D., Ocampo, A., García, A., y Falcón, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 24(3), 52-57.

- Fernández, N., Echeverría, D., Mosquera, S., y Paz, S. (2017). Estado actual del uso de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, Vol. 15(2), 134-141.
- Ferrante, A., Incrocci, L., Maggini, R., y Tgnoni, F. (2004). Colour changes of fresh-cut leafy vegetables during storage. *Revista Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol. 2(3&4), 40-44.
- Galietta, G., Harte, F., Molinares, D., Capdevielle, R., y Diano, W. (2004). Aumento de la vida útil poscosecha de tomate usando una película de proteína de suero de leche. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, Vol. 6(2), 117-123.
- García, M., Delgado, F., Escamilla, M., García, B., y Regalado. (2018). Métodos modernos para la caracterización de películas y recubrimientos comestibles. *Revista Biotecnología*, Vol. 28(1), 37-54.
- Google Earth. (2019). *Coordenadas geográficas de la ESPAM "MFL"*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/@-0.82793533,-80.18537076,17.0977173a,530.54048748d,35y,0h,0t,0r/data=CkMaQRI7CiUweDkwMmJhMTZiZWY5NzM4Nzc6MHg3NzQ3NDQ2Nzc4Y2JhNGQ0KhJFU1BBTTSBNRkkgLSBDQU1QVVMYAiAB>
- Guédez, C., Cañizales, L., Castillo, C., Olivar, R., y Maffei, M. (2010). Alternativas para el control de hongos poscosechas en naranjas Valencia (citrus sinensis). *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 30, 43-47.
- Guevaras, A., y Ramos, M. (2013). Efecto del tratamiento hidrotérmico en la conservación poscosecha del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cv. 'Nabateo' en estado de madurez verde maduro (grupo 1). *Revista Anales Científicos*, Vol. 75(2), 403- 412.
- Hernández, C., Águila, A., Flores, A., Viveros, N., y Ramos, C. (2009). Obtención y caracterización de quitosano a partir de exoesqueletos de

camarón. *Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Superficies y Materiales*, 22 (3), 57-60.

Hernández, M. (2001). Conservación d fruta de arazá (*Eugenia stipitata*) durante la poscosecha mediante la aplicación de diferentes técnicas. *Tesis de doctorado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia*.

Hernández, J. (2013). “*Caracterización físico-química y microbiológica del tomate margariteño (Lycopersicum esculentum var. España) y evaluación de la efectividad de tratamientos de pre-ensado para el incremento de su vida comercial a temperatura ambiente*”. Córdoba: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Recuperado el 05 de junio de 2020, de <https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/9925/2013000000724.pdf?s> eque

Hunziker, A. (1979). *South American Solanaceae : a synoptic survey*. (R. N. En J.G. Hawkes, Ed.) Londres: Academic Press.

INEN 1529-10. (2013). *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad*. Quito,EC.: 1 ed.

INEN 1529-5. (2006). *Control Microbiológico de los Alimento. Dterminación de la Cantidad de microorganismos Aeróbios mesófilos*. Quito, EC.: ed.

INEN 1909. (2016). *Frutas frescas. Tomate de árbol. Requisitos*. Quito. EC: Segunda Revisión.

Infoagro. (2017). *Microorganismos productores de alteraciones en los alimentos enlatados (1ª parte)*. Obtenido de <https://www.infoagro.com/conservas/microorganismos.htm>

Jiménez, L., González, M., Cruz, S., Santana, R., y Villacís, L. (2017). Análisis poscosecha de frutos de pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw.), a distintos niveles de madurez y temperatura. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 107-115.

- Kasso, M., y Bekeleb, A. (2018). Post-harvest loss and quality deterioration of horticultural crops in Dire Dawa Region, Ethiopia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17 (1), 88-96.
- Keserai, R., Trivedi, P., y Nath, P. (2007). Ethylene-induced ripening in banana evokes expression of defense and stress related genes in fruit tissue. *Postharvest Biology and Technology*, 46(2), 136-143.
- Kessel, A. (2018). Potencialidades del quitosano para la fresa. Usos en la mejora y conservación de los frutos. *Cultivos Tropicales*, Vol. 39(1), 134-142.
- Lopera, J., Ramírez, C., Zuluaga, M., y Ortiz, J. (2010). El método analítico como método natural. *Revista Nómadas Critical Journal of Social and Juridical Sciences*, Vol. 25(1).
- López, D., Cuatin, L., y Andrade, O. O. (2016). Evaluación de un recubrimiento comestible a base de proteínas de lactosuero y cera de abeja sobre la calidad fisicoquímica de uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Acta Agronómica*, Vol. 65(4), 326-333.
- López, M., Ruiz, S., Navarro, C., Ornelas, J., Estrada, M., Gassos, L., y Rodrigo, J. (2012). Efecto de recubrimientos comestibles de quitosano en la reducción microbiana y conservación de la calidad de fresas. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 19 (1), 33-43.
- Márquez, C., Cartagena, V., y Pérez, M. (2009). Efecto de recubrimientos comestibles sobre la calidad en poscosecha del níspero japonés (*Eriobotrya japonica* T.). *Revista Vitae*, Vol. 16(3), 304-310.
- Márquez, R., Di Pierro, P., Mariniello, L., Esposito, M., Giosafatto, C. V., y Porta, R. (2017). Fresh-cut fruit and vegetable coatings by transglutaminase-crosslinked whey protein/pectin edible films. *Revista LWT- Food Science and Technology*, Vol, 75, 124-130.
- Martínez, M., Balois, R., Alia, I., Cortes, M., Palomino, Y., y López, G. (2017). Poscosecha de frutos: maduración, ablandamiento y control transcripcional. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 19, 4089-4101.

- Martínez, M., Morales, R., Tejacal, I., Cortes, M., Palomino, Y., y López, G. (2017). Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 18, 4075-4087.
- Mendocilla, M., Rojas, N., Villar, A., Cruzado, R., Guzmán, F., y Bernuy, Y. (2019). Evidencias preclínicas de *Cordia lutea* Lam: fitoquímica y efecto en daño hepático. *Revista peruana de medicina integrativa*, 3 (4), 183-190.
- Monge, J., y Loria, M. (2019). Producción de tomate (*Solanum lycopersicum*) en invernadero: comparación agronómica entre tipos de tomate. *Revista Posgrado y Sociedad Sistema de Estudios de Posgrado Universidad Estatal a Distancia*, 17 (1), 1-20.
- Moreno, D., Sierra, H., y Diaz, C. (2012). Color y textura, características asociadas a la calidad del tomate deshidratado. *Revista Vitae*, Vol. 19(1), S201-S203.
- Najarro, J., Tinoco, O., y Huari, F. (2016). Simulación de la actividad respiratoria en pos-cosecha de platano (*Musa Cavendishii*) bajo atmosfera modificada para mejora del tempo de almacenamiento. *Revista Industrial Data*, 19, 96-103.
- Navarro, E., Nieto, A., Corrales, J., García, M., y Ramírez, A. (2012). Calidad poscosecha en frutos de tomate hidropónico producidos con agua residual y de pozo. *Revista chapingo serie horticultura*, 18(3), 263-277.
- Navarro, M. (2007). *Efeceto de la composición de recubrimientos comestibles a base de hidroxipropilmetilcelulosa y cera de abeja en la calidad de ciruela, naranjas y mandarinas*. Tesis Doctoral, Universidad Politécncia de Valencia, Valencia.
- Nunes, C., y Emond, J. (2007). Relationship between Weight Loss and Visual Quality of Fruits and Vegetables. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 235–245.

- Ochoa, C., y Guerrero, J. (2012). Efecto del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas sobre la Calidad de Tuna Roja (*Opuntia ficus indica* (L.) Miller). *Información tecnológica*, 23(1), 117-128.
- Omorolán, B., Habib, U., Odunayo, J., Opeyemi, A., Alafe, A., y Temilade, O. (2016). Microorganisms causing post-harvest tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit decay in Nigeria. *Revista Journal of Entomology and Zoology Studies*, Vol. 4(1), 374-377.
- Otzen, T., Manterola, C., Rodríguez, I., y García, M. (2017). La Necesidad de Aplicar el Método Científico en Investigación Clínica. Problemas, Beneficios y Factibilidad del Desarrollo de Protocolos de Investigación. *International Journal of Morphology*, Vol. 35(3), 1031-1036.
- Palomo, I., Moore, R., Carrasco, G., Villalobos, P., y Guzmán, L. (2010). El consumo de tomates previene el desarrollo de Enfermedades Cardiovasculares y Cáncer: Antecedentes epidemiológicos y mecanismos de acción. *Revista Idesia*, Vol. 28(3), 121-129.
- Pedresch, R. (2017). *Capítulo 1 - Proteómica poscosecha de productos perecederos*. Quillota, Chile: Elsevier.
- Perzanese, M. (s.f). *Películas y recubrimientos comestibles*. Ficha Técnica, MinAgri, Argentina. Obtenido de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_07_PeliculaComestible.pdf
- Pino, M. (2020). *Guía Didáctica: Cultivo y Manejo del cultivo de tomate fresco*. Guía Didáctica, Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencia Agrarias y Forestales, Buenos Aires, ARG.
- Pontes, M., Delgado, V., Bortolossi, A., Aparecida, E., y Toledo, V. (2012). Postharvest technologies for mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) conservation. *Food Science and Technology*, 32, 668-672.

- Quintero, C., Falguera, V., y Muñoz, A. (2010). Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Revista Tumbaga, Vol.5*, 93-118.
- Quintero, V., Giraldo, G., Lucas, J., y Vazco, J. (2013). Caracterización fisicoquímica del mango común (*Mangifera indica* L.) durante su proceso de maduración. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 11 (1)*, 10 - 18.
- Ramos, M., Bautista, S., Barrera, L., Bosquez, E., Alía, I., y Estrada, M. (2010). Compuestos Antimicrobianos Adicionados en Recubrimientos Comestibles para Uso en Productos Hortofrutícolas. *Revista Mexicana de fitopatología, Vol.28(1)*, 44-57.
- Restrepo, J., y Aristizábal, D. (2010). Conservación de fresa (*fragaria x ananassa* Duch cv. Camarosa) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca sábila (*aloe barbadensis* miller) y cera de carnaúba. *Revista Vitae, Vol. 17(3)*, 252-263.
- Revista TecnoAgro. (2018). Tecnologías de tratamiento post-cosecha para tomate. (63-70, Ed.) *Revista TecnoAgro, Vol. 18(122)*.
- Rodríguez, A., y Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista EAN(82)*, 179-200.
- Rodríguez, N. (2011). Diseños Experimentales en Educación. *Revista de Pedagogía, Vol. 32(91)*, 147-158.
- Rojas, M. (2006). *Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: Una nueva estrategia de conservación*. Tesis Doctoral, Univesidad de Lleida., Lleida.
- Ruiz, J., Vicente, A., Montañez, J., Rodríguez, R., y Aguilar, C. (2012). Un tesoro perecedero en México: el tomate, tecnologías para prolongar su vida de anaquel. *Revista Investigación y Ciencia, Vol.20(54)*, 57-63.

- Sañudo. (2008). Control de maduración de frutos de papaya (*Carica papaya*) con 1-metilciclopropeno y 2-cloroetilfosfónico. *Revista Fitotécnica Mexicana*, 31(2), 141-147.
- Solano, L., Alcamilla, L., y Jiménez, C. (2018). Películas y Recubrimientos comestibles funcionalizados. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, Vol. 21(2), 30-42.
- Torres, R., Montes, E., Pérez, O., y Andrade, R. (2013). Relación del Color y del Estado de Madurez con las Propiedades Físicoquímicas de Frutas Tropicales. *Información tecnológica*, 24(3), 51-56.
- Trigos, Á., Ramírez, K., y Salinas, A. (2008). Presencia de hongos fitopatógenos en frutas y hortalizas y su relación en la seguridad alimentaria. *Rev. Mex. Mic*, 28, 125-129.
- Valencia, S., y Torres, J. (2016). Recubrimientos comestibles aplicados en productos de iv y v gamma. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, Vol. 17(1).
- Velásquez, A., y Guerrero, A. (2014). Algunas investigaciones recientes en recubrimientos comestibles aplicados en alimentos. *Revista Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, Vol.8(2), 5-12.
- Zambrano, J., Valera, A., Maffei, M., Materano, W., Quintero, I., y Graterol, K. (2017). Efecto de un recubrimiento comestible formulado con mucílago del cactus (*Opuntia elatior* Mill.) Sobre la calidad de frutos de piña mínimamente procesados. *Revista Bioagro*, Vol. 29(2), 129-136.
- Žnidarčič D, B. D., Oplanić, M., Karić, L., y Požrl, T. (2010). Influence of postharvest temperatures on physicochemical quality of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(1), 21-25.
- Zaccari, F., Del Puerto, M., Vignale, B., y Pritsch, C. (2017). Parámetros colorimétricos y contenido de pigmentos en cinco colores de cáscara de

fruto de guayabo [*Acca sellowiana* (Berg) Burret]. *Agrociencia Uruguay*, 21 (2), 23-30.

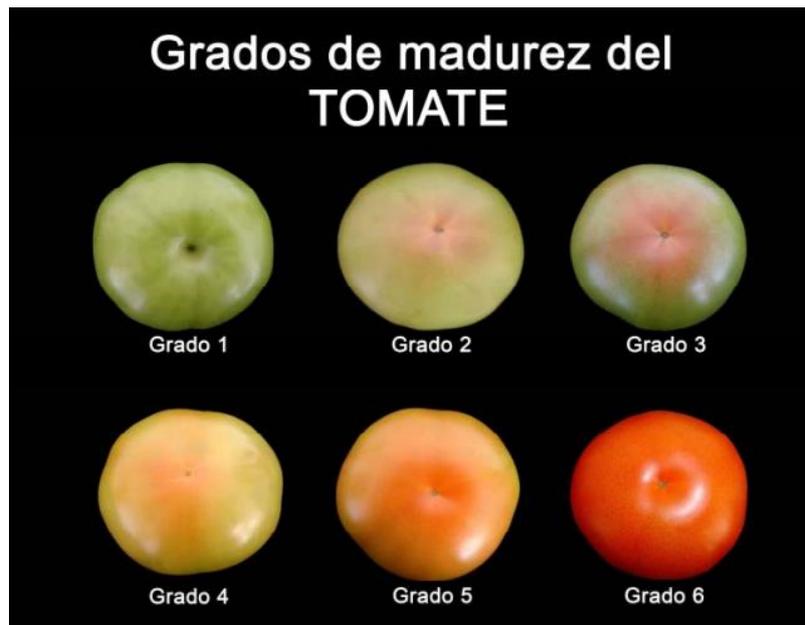
ANEXOS

Anexo 1
Ficha de Observación para evaluar los atributos sensoriales

Días	0/4/8/12/16/20								
Características	Calidad grado 1. Características típicas			Calidad grado 2. Deterioro tolerable			Calidad grado 3. Deterioro indeseable		
	Excelente 9	Muy buena 8	Buena 7	Satisfactoria 6	Regular 5	Suficiente 4	Defectuosa 3	Mala 2	Muy mala 1
Color	Es muy natural característico, brillante, relacionado a estar muy fresco, y es homogéneo.	Es natural característico, brillante, parece ser fresco, y el color varía levemente en partes.	Es natural característico, levemente opaco, pálido u oscuro, desuniforme en él y entre unidades, no parece fresco.	Ligeramente alterado, opaco, pálido u oscuro, coloración desuniforme en él y entre unidades, no parece fresco.	Alterado, color muy opaco o descolorido en él y entre unidades.	Algunas manchas de otro tono (pardo). No es muy agradable en general.	Muy desuniforme, Presencia de manchas grisáceas, es desagradable de manera general.	Atípico, desapareció coloración original, superficie intensamente teñida, inaceptable.	Totalmente alterado, inaceptable.
Forma	Esfericidad casi perfecta, superficie uniforme, regular y lisa, íntegro, homogénea. Atractiva	Esfericidad levemente afectada, superficie uniforme, regular y lisa, sin daños, varía levemente entre unidades	Un poco achatada, superficie ligeramente irregular. Sin daños, varía levemente entre unidades	Ligeramente modificada, grietas suaves, superficie irregular, desuniforme varía en él y entre unidades.	Algo alterada, algo hundida, asimétrica, atrofiado.	Hundido y agrietado. Muchas unidades de superficie irregular. No es muy agradable en general	Desagradable, hundida o agrietada, superficie muy irregular en todas las unidades.	Intensamente Cambiada, deforme Aun no repugnante, pero inelegible.	Totalmente alterado, inaceptable.
Olor	Muy específico, armónico, agradable, equilibrado, muy pronunciado, natural.	Típico, agradable, equilibrado, armónico, específico, natural.	Específico, bueno, algo suave, natural.	Levemente perjudicado, un poco desequilibrado.	Algo perjudicado, algo desequilibrado, no parece natural.	No es muy agradable en general, sensación de fermentado, algo extraño.	En general algo añejo, bastante extraño, fuerte sensación de fermentado.	Muy alterado, desagradable, un poco repulsivo.	Totalmente extraño, muy desagradable, putrefacto, fermentado, francamente deteriorado.
Textura	Muy típica, fresca, muy firme y turgente, resistente al tacto, homogénea entre unidades.	Típica, turgente firme, resistente al tacto, homogénea.	Típica, no le perjudica el tacto, varía levemente entre unidades.	Normal, ligeramente alterada, levemente reblandecida.	Alterada, dejando al producto aceptable, Ligera desuniformidad, algo blanda.	Claramente alterada, desuniformidad, ligeramente acuosa, poca resistencia al tacto.	Claramente alterada, modificada, muy desuniforme, muy blanda, no resiste el tacto.	Modificada completamente desecha, muy licuada, no opone resistencia al tacto.	Francamente deteriorada, totalmente descompuesta.

Fuente: Adaptado de Wittig, Avendaño, Soto, & Bungler (2003)

Anexo 2
Cartilla de colores para el Tomate

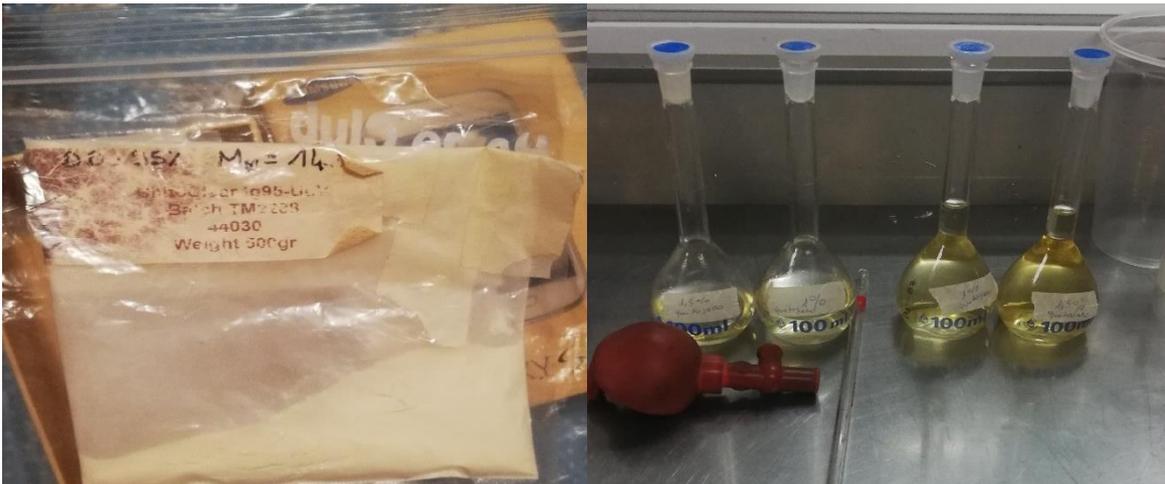


Anexo 3
Selección de materia prima en grado 4



Fuente: Autores

Anexo 4
Preparación de la solución de quitosano al 1 % y 1,5 %



Fuente: Autores

Anexo 5
Preparación de la solución de muyuyo al 40% y 60%



Fuente: Autores

Anexo 6 Análisis Físico-Químicos



Fuente: Autores

Anexo 7 Análisis Microbiológicos



Fuente: Autores

Anexo 8
Tomates sin recubrimiento y con recubrimiento



Fuente: Autores

Anexo 9 (Informativo)
Productos listos para el consumo

Parámetros	Criterio de aceptación	Metodología
Recuento de aerobios mesófilos (UFC/g)	n=5, c=2, m=10 ³ , M=10 ⁴	ISO 4833:2003 BAM/FDA: 2001
Recuento de coliformes (NMP/g)	n=5, c=1, m<3, M=20	ISO 4831:2001 ICMSF (método 1) BAM-FDA: 2002 (método 1)
Recuento de E. coliformes (NMP/g)	n=5, c=0, m<3	ICMSF (método 1)
Salmonella spp./25g	n=5, c=0, Ausencia	ISO 6579: 2002 BAM-FDA:2007
Recuento de estafilococos coagulasa positiva (UFC/g)	n=5, c=1, m=10, M=100	ISO 6888-1;1999
Recuento de Hongos y Levaduras (UFC/g)	n=5, c=2, m=10, M=3x10 ²	ISO 21527-1:2008 y ISO 21517-2:2008

(*) No aplicable a los productos alimenticios en cuya elaboración interviene procesos de fermentación por bacterias lácticas

Fuente: (BAM-FDA, 1998)