



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“ESTUDIO DEL EFECTO POTENCIALIZADOR DEL LÁTEX DE
SANDE (*Brosimum utile*) EN EL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE
COMERCIAL DE CERA DE CARNAUBA SOBRE LA VIDA ÚTIL
DEL TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)”**

Trabajo de titulación para optar al grado académico de:

BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

AUTOR: BAYAS GUAQUIPANA EDWIN GEOVANNY

TUTORA: Ing. PAOLA ARGUELLO H., M.Sc.

Riobamba-Ecuador

2015

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El tribunal de titulación certifica que: El trabajo experimental: “ESTUDIO DEL EFECTO POTENCIALIZADOR DEL LÁTEX DE SANDE (*Brosimum utile*) EN EL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE COMERCIAL DE CERA DE CARNAUBA SOBRE LA VIDA ÚTIL DEL TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)”, de responsabilidad del señor Edwin Geovanny Bayas Guaquipana, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Paola Arguello M.Sc.
**DIRECTORA DE
TRABAJO DE TITULACIÓN**

Fr. Adriana Rincón Ph.D.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dra. Ana Albuja M.Sc.
PRESIDENTE TRIBUNAL

NOTA TRABAJO ESCRITO

.....

.....
DOCUMENTALISTA SISBIB ESPOCH

Yo, Edwin Geovanny Bayas Guaquipana soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este trabajo de investigación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

EDWIN GEOVANNY BAYAS GUAQUIPANA

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza y valor para seguir adelante a pesar de las dificultades y adversidades que se me presentaron.

Por el trabajo y sacrificio de toda la vida de mis queridos padres, Pedro y María Natividad, y por el apoyo incondicional de mis queridos hermanos, que fueron el pilar fundamental para lograr este anhelo esperado.

Edwin

AGRADECIMIENTO

Un inmenso agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por darme la oportunidad de compartir y vivir durante los años académicos en sus aulas y permitir obtener esta linda profesión y ser útil ante la sociedad.

A mi tutora, Paola y colaboradora, Adriana por su apoyo, colaboración y tiempo depositado para lograr con este sueño esperado.

A mis grandes amigos de mi vida estudiantil, que me brindaron apoyo y confianza ante las dificultades presentadas.

Edwin

TABLA DE CONTENIDO

	Páginas
CERTIFICACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
TABLA DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	vi
SUMMARY.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1	MARCO TEÓRICO.....	5
1.1	Factores que afectan al tiempo de vida en almacén de alimentos.....	5
1.2	Factores biológicos que intervienen en el deterioro de frutas y verduras frescas.....	6
1.2.1	<i>Respiración</i>	6
1.2.2	<i>Etileno</i>	7
1.2.2.1	<i>Frutas climatéricas</i>	7
1.2.2.2	<i>Frutas climatéricas</i>	7
1.2.3	<i>Transpiración</i>	8
1.2.4	<i>Maduración</i>	9
1.2.5	<i>Senescencia</i>	9
1.3	Manejo postcosecha de frutas y verduras.....	10
1.3.1	Tratamientos fitosanitarios.....	10
1.3.2	Escaldado.....	11
1.3.3	Atmósferas modificadas.....	11
1.3.4	Recubrimientos comestibles.....	12
1.3.4.1	<i>Funciones de los recubrimientos comestibles</i>	13

1.3.4.2	<i>Materiales utilizados para la formulación de recubrimientos.....</i>	14
1.3.4.3	<i>Métodos de aplicación de los recubrimientos comestibles.....</i>	15
1.4	Tomate de árbol.....	16
1.4.1	<i>Origen.....</i>	16
1.4.2	<i>Definición.....</i>	17
1.4.3	<i>Tiempo de vida útil.....</i>	18
1.4.4	<i>Requisitos generales que debe cumplir el tomate de árbol según la NTE INEN 1909:2009, destinado para consumo en estado fresco dentro del territorio ecuatoriano.....</i>	17
1.4.5	<i>Propiedades nutricionales.....</i>	19
1.4.6	<i>Características ecológicas requeridas para el cultivo del tomate de árbol.....</i>	20
1.5	Látex de sande (<i>Brosimum utile</i>).....	22
1.5.1	<i>Descripción y distribución geográfica de <i>Brosimum utile</i>.....</i>	22
1.5.2	<i>Descripción taxonómica.....</i>	22
1.5.3	<i>Utilidad del látex de sande.....</i>	23
1.5.4	<i>Composición del látex de sande.....</i>	23
1.6	Cera de carnauba.....	24

CAPÍTULO II

2	MARCO METODOLÓGICO.....	25
2.1	<i>Lugar de investigación.....</i>	25
2.2	<i>Unidad de análisis.....</i>	25
2.3	<i>Factores de estudio.....</i>	25
2.4	<i>Tamaño de muestra.....</i>	25
2.5	<i>Materiales, equipos y reactivos.....</i>	26
2.5.1	<i>Material vegetal.....</i>	26
2.5.2	<i>Equipos.....</i>	26
2.5.3	<i>Materiales.....</i>	26
2.5.4	<i>Reactivos.....</i>	27
2.6	<i>Métodos y técnicas.....</i>	27
2.6.1	<i>Formulación del recubrimiento.....</i>	29
2.6.2	<i>Aplicación y almacenamiento.....</i>	29
2.6.3	<i>Evaluación de los parámetros sensoriales, físicos químicos y microbiológico.....</i>	30

2.6.3.1	<i>Análisis físicos químicos y microbiológico</i>	32
2.6.3.2	<i>Análisis sensorial</i>	34

CAPÍTULO III

3	MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS DE Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	35
3.1	Evaluación de parámetros químico del tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>)	35
3.1.1	Sólidos solubles (°Brix)	35
3.1.2	Acidez	36
3.1.3	Índice de madurez	36
3.1.4	pH	36
3.2	Evaluación de parámetros físicos del tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>)	39
3.2.1	Textura	39
3.2.2	Pérdida de peso	39
3.3	Análisis sensorial	40
3.4	Evaluación microbiológica de los tres tratamientos y el testigo de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>)	40
	CONCLUSIONES	43
	RECOMENDACIONES	44
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla 1-1 Clasificación de frutas climatéricas y no climatéricas.....	8
Tabla 1-2 Factores internos y externos que influye en la tasa de respiración.....	9
Tabla 1-3 Cambios que presentan en las frutas durante el proceso de maduración.....	10
Tabla 1-4 Agentes antimicrobianos utilizados en los recubrimientos.....	14
Tabla 1-5 Provincias y zonas de producción de tomate de árbol en el Ecuador.....	16
Tabla 1-6 Requisitos físicos-químicos del tomate de árbol de acuerdo a la NTE INEN 1909:2009.....	19
Tabla 1-7 Composición química de los frutos de tomate de árbol, según valores recopilados de varios autores (Morton, 1982; Pileri, 1989; Rathore, 1992; Romero- Rodríguez et al., 1994; Boyes & Strübi, 1997; Lister et al., 2005; Mwithiga et al., 2007; Pantoja et al., 2009 y Vasco et al., 2009). Valores determinados en 100 g muestra.....	20
Tabla 2-8 Diagrama de flujo del proceso de elaboración, aplicación, almacenamiento y evaluación de los recubrimientos comestibles.....	28
Tabla 2-9 Tipo, repeticiones y número de análisis realizado en el tomate de árbol durante su almacenamiento.....	31
Tabla 3-10 Resultados de los análisis químicos a los 0, 8, 15, 21, y 30 días de almacenamiento.....	37
Tabla 3-11 Resultados de los análisis físicos a los 0, 8, 15, 21, y 30 días de almacenamiento.....	39
Tabla 3-12 Resultados del análisis sensorial (Prueba de ordenamiento) a los 15 y 30 días de almacenamiento.....	41
Tabla 3-13 Resultados del análisis microbiológico (mohos y levaduras) a los 0, 8, 15, 21, y 30 días de almacenamiento	42

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Páginas
Figura 1-1 Gráfico de causas de pérdidas en postcosecha.....	6
Figura 1-2 Transferencia de componentes en el alimento que pueden ser controlados por los recubrimientos comestibles.....	13
Figura 1-3 Composición de la matriz de películas y recubrimientos comestibles....	15
Figura 1-4 Gráfico de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	17
Figura 1-5 Escala de color del tomate de árbol para determinar su madurez de acuerdo a la NTE INEN 1909:2009.....	18
Figura 1-6 Fotografía del árbol de sande (<i>Brosimum utile</i>).....	22
Figura 3-7 Porcentaje de aceptación del sabor del tomate de árbol evaluado a los 30 días de almacenamiento.....	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Especificación de cera de carnauba Sta Fresh 7100.

Anexo B. Encuesta utilizada para el análisis sensorial mediante una prueba de ordenamiento.

Anexo C. Encuesta utilizada para el análisis de sabor mediante una prueba de ordenamiento.

Anexo D. Formulación de los recubrimientos comestibles.

Anexo E. Aplicación de los recubrimientos comestibles a los tomates de árbol.

Anexo F. Almacenamiento de los tomates de árbol recubiertos.

Anexo G. Placas Petrifilm de mohos y levaduras 3M.

Anexo H. Cámara de flujo laminar BIOBASE.

Anexo I. Equipo de filtración.

Anexo J. Equipo de titulación.

Anexo K. Recolección de los tomates de árbol en el Sector la Moya-Pelileo Grande.

RESUMEN

En la presente investigación se estudió el efecto potencializador del látex de sande (*Brosimum utile*) en el recubrimiento comestible comercial de cera de carnauba sobre la vida útil del tomate de árbol. Se utilizó cuatro tipos de muestras por triplicado: testigo (sin recubrimiento), Tb (Recubrimiento comercial), Tc (Recubrimiento comercial adicionado 10% de látex de sande) y Td (adicionado 15% de látex de sande), que fueron aplicados a frutos por inmersión durante 5 segundos. Se evaluaron parámetros físicos: textura (Kgf) utilizando un penetrómetro y pérdida de peso (%) por gravimetría; parámetros químicos: pH, acidez (% ácido cítrico), sólidos solubles (°Brix), e índice de madurez (°Brix/Ácido cítrico) utilizando las Normas Técnicas Ecuatorianas; recuento de mohos y levaduras (UFC/cm²) mediante petrifilm. Estos parámetros se midieron a los 0, 8, 15, 21 y 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente; y el análisis sensorial se realizó a los 15 y 30 días, evaluándose brillo, color, textura, sabor y apariencia (prueba de ordenamiento). Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza de un factor, cuando aparecieron diferencias significativas ($p \leq 0,5$) se utilizó la prueba de Fischer. Para el análisis de resultados se consideró los datos a los 30 días de almacenamiento comparándolos con los del producto fresco, siendo Td, el que presentó mejores características físicas químicas, todas las muestras están por debajo del límite del recuento de mohos y levaduras para frutas frescas. El análisis sensorial al final de la evaluación muestra que Td fue mejor valorado por color, textura, sabor y apariencia. Se concluye que los resultados demuestran que la utilización de látex al 15% tiene efectos favorables sobre la vida útil del tomate de árbol duplicándolo en relación al testigo. Por lo que se recomienda la utilización del látex de sande como componente de recubrimientos comestibles.

Palabras Clave: <TOMATE DE ÁRBOL [*Solanum betaceum*]>, <LÁTEX DE SANDE[*Brosimum utile*]>, <CERA DE CARNAUBA>, <VIDA ÚTIL>, <RECUBRIMIENTO COMESTIBLE>, <ALIMENTOS>

SUMMARY

This research studied the potentiating effect of (*Brosimum utile*) sande latex used as carnauba wax commercial edible coating to extend the duration of tree tomato. Four triplicated samples were used, they were: control treatment (without coating), Tc (comercial coating plus sande latex in a 10%) and Td (plus sande latex in a 15%). This was applied for five-second submerged fruit. Some parameters were evaluated, they were: physical parameters: texture (Kgf) using a penetrometer and gravimetric weight loss (%). Chemical: pH, acidity (citric acid %), soluble solids (°Brix), and maturity index (°Brix/% citric acid) using the Ecuadorian Technical Norms; molds and yeasts (CFU/cm²) with the use of petrifilm. These parameters were measured at 0, 8, 15, 21 and 30 days of storage at ambient temperatura; the sensorial analysis was carried out at 15 and 30 days, the aspects evaluated were shine, color, texture, flavor and appearance (test system). The results, it was necessary to use the data at 30 storage days to compare them with the fresh product. The results were: Td showed better physical and chemical characteristics and all the samples are under the mold and yeast limit for fresh fruit. The sensorial analysis carried out at the end of the evaluation shows that Td was best evaluated in color, texture, flavor and appearance. The results show that the use of latex in a 15% results positive for the duration of tree tomato exceeding the results obtained with the use of control treatment. Thus it is recommended to use sande latex as a component for edible coating.

Key words: <[*Solanum betaceum*] TREE TOMATO>, <[*Brosimum utile*] SANDE LATEX>, <AFTER HARVEST>, <DURATION>, <EDIBLE COATING>

INTRODUCCIÓN

Ecuador por su situación geográfica, presenta una diversidad de climas que favorece el cultivo de varias frutas, dentro de las que se encuentra el tomate de árbol, el cual constituye el sustento económico de muchas familias. Las provincias donde se cultiva este fruto son: Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, Cañar, Azuay y Loja, siendo el total cultivado en el país de 14748 hectáreas y representando Tungurahua la provincia que más produce esta fruta 8300 hectáreas (RAMÍREZ, 2009, <http://www.pucesi.edu.ec/pdf/tomate.pdf>).

Su rentabilidad permite la exportación a mercados extranjeros, principalmente europeos, donde estas actividades se iniciaron a fines de los 80 y en los últimos 15 años han aumentado debido al libre mercado con Europa, aportando perspectivas de crecimiento, desarrollo y exportación de frutos andinos (RAMÍREZ, 2009, <http://www.pucesi.edu.ec/pdf/tomate.pdf>). Se estimó una exportación de 36 toneladas al mundo en 2012 (PROEcuador, 2012, http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/11/PROEC_AS2012_FRUTAS.pdf), siendo los principales destinos en los últimos 5 años, Estados Unidos, España y Chile. Igualmente se estima que el principal socio comercial ecuatoriano captando un 53% de las exportaciones totales de tomate de árbol es Estados Unidos, seguido de España que en promedio ha receptado el 45% de las exportaciones de esta fruta, demás dentro de la UE llega a otros países como Holanda, Francia y Reino Unido pero en cantidades menores (RAMÍREZ, 2009, <http://www.pucesi.edu.ec/pdf/tomate.pdf>). Por todo lo anteriormente indicado, el tomate de árbol presenta una creciente demanda en el mercado exterior, por lo que su cultivo debe estar enfocado en conceptos de calidad alimentaria, en concordancia con las normas para residuos de pesticidas y de calidad física del producto.

Según la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Mundial de la Salud, la contaminación de los alimentos con microorganismos patógenos provoca enormes pérdidas en la industria alimentaria (VALENZUELA C., et al, 2012, <http://www.avancesveterinaria.uchile.cl/index.php/ACV/article/viewFile/21997/23317>), siendo también afectada la calidad física en la producción de alimentos, debido a golpes, roces o lastimaduras que se provoquen al fruto en el momento de la cosecha y durante su transporte.

Se estima que las pérdidas post-cosecha de frutas frescas y verduras se encuentran entre 5 y 25% en países desarrollados y entre el 20 y 50% en países en vías de desarrollo, dependiendo del tipo

de alimento (PÉREZ M, et, al, 2008, http://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rh_207/54_57.pdf). En Ecuador, en el 2010 según el Ministro de Agricultura Ramón Espinel, la producción agrícola sufrió pérdidas post-cosecha de más del 40% hasta llegar al consumidor final (La Hora, 2010, http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101048119/home/go_Regional/Loja#.Vi5gQSs3YpI).

Las etapas de cosecha y post-cosecha constituyen el eslabón más débil de la cadena, pues las altas pérdidas por daños físicos (pérdida excesiva de humedad, sequedad del pedúnculo y daños mecánicos) y la reducción en la calidad del producto, en la mayoría de los casos llegan al 15 % de la producción (García, 2008, http://www.fontagro.org/sites/default/files/TomateArbol_final.pdf), por ello, es necesario el uso de alternativas que coadyuven a disminuir dichas pérdidas, logrando alargar la vida útil de las frutas, entre éstos se encuentran los recubrimientos comestibles.

Estudios recientes muestran que los recubrimientos han surgido como una tecnología post-cosecha emergente para la conservación, extensión de la vida comercial de las frutas y mejora de su calidad. Su uso radica en generar una atmósfera modificada con el fin de reducir la capacidad de transferencia de masa de los gases causantes de la pérdida de peso, color, textura y firmeza de las frutas después de su recolección que repercuten en el aumento de las pérdidas post-cosecha (FIGUEROA J., et. al, 2011, pp. 336). Los compuestos más utilizados en los recubrimientos comestibles se encuentran lípidos e hidrocoloides (BEREZIA, 2012, http://www.elika.eus/datos/articulos/Archivo652/berezia_agentes%20de%20recubrimiento.pdf). A continuación se detallan algunas investigaciones acerca de la utilización de los recubrimientos comestibles en alimentos.

Según (MARTINEZ I., et.al, 2011, https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24319/1/Articulo%20Tesis_Carica%20Papaya%20C.v.Hawaiiana.pdf) en su estudio utilizó almidón de maíz, ácido esteárico, glicerol y agua como formulación de recubrimiento, a las que agregó aceites esenciales de canela y clavo de olor, para determinar el efecto de la vida útil y en el control de las pudriciones causadas por hongos en papaya (Carica Papaya C.v Hawaiiana), (ROJAS, 2006, <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8377/Trgmj1de4.pdf;jsessionid=C263785856396EF7E49C57E682E87F30.tdx1?sequence=1>), en su estudio realizó recubrimientos a base de alginato y gelano incorporando aceite de girasol y N-acetilcisteína como antioxidante, para determinar la vida útil de manzanas frescas cortadas, (Pérez T., et. al, 2012, <http://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914034.pdf>) usó gel de Aloe barbadensis Miller, en frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.), (ACHIPIZ S., et. al, 2013, pp. 92-100), desarrollaron recubrimientos comestibles a partir de almidón de papa (*Solanum tuberosum* L),

aloe vera (*Aloe barbadensis Miller*) y cera de carnauba (*Copernicia cerifera*), con el fin de evaluar la prolongación de la vida útil a temperatura ambiente de la guayaba (*Psidium guajava*).

La presente investigación será continuidad del trabajo de tesis de (SOLÓRZANO, 2015, pp. 28-43), en la que utilizó un recubrimiento comestible elaborado con goma arábiga (10%), glicerina (3%), carboximetilcelulosa (0.5%) y látex de sande en porcentajes de 5, 10 y 15 %. En la cual los resultados mostraron que el uso del 10 y 15% de látex de sande prolonga la vida útil del tomate de árbol comparado con las muestras sin recubrimiento, sin embargo los mejores resultados presentó el control positivo que se realizó con una cera comercial a base de carnauba.

Considerando la importancia del tomate de árbol en el país, por la escala de producción y su comercialización a nivel nacional e internacional, sumado los resultados positivos obtenidos con el látex de sande como componente de un recubrimiento comestible y también el resultado obtenido con un recubrimiento comercial, en la presente investigación se buscó potencializar el efecto del recubrimiento comercial de cera de carnauba con el látex de sande para alargar la vida útil del tomate de árbol. La cual traerá beneficio para los productores, comercializadores y consumidores de este fruto.

Objetivos de la investigación

Objetivo General

Estudiar el efecto potencializador del látex de sande (*Brosimum utile*) en el recubrimiento comercial de cera de carnauba sobre la vida útil del tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

Objetivos Específicos

Elaborar recubrimientos a base de cera de carnauba con adición del 10 y 15 % de látex de sande (*Brosimum utile*) y aplicarlos a las muestras de tomate de árbol.

Realizar los análisis físicos químicos del tomate de árbol con y sin aplicación de los recubrimientos para la comparación con las especificaciones de la NTE INEN 1909:2009 durante su almacenamiento a temperatura ambiente.

Realizar el análisis microbiológico (mohos y levaduras) de los diferentes tratamientos durante su almacenamiento a temperatura ambiente.

Evaluar la apariencia del tomate de árbol de los 3 tratamientos y el testigo a los 15 y 30 días de almacenamiento, utilizando una prueba de ordenamiento.

Seleccionar al tratamiento que aporte mayor estabilidad física, química y microbiológica en el tiempo.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Factores que afectan al tiempo de vida en almacén de alimentos

Después de la recolección de los productos existen diferentes factores biológicos y ambientales que afectan los límites naturales de vida de los alimentos frescos como las que se encuentran en la Figura 1-1. A continuación se detallan algunos de los factores:

- **Temperatura.-** El aumento de la temperatura, causa en los alimentos aceleración del ritmo de utilización los nutrientes o reservas alimenticias del producto y existe una disminución del agua. Una de los tratamientos tecnológicos que evita este factor es la refrigeración que alarga el tiempo de vida útil del producto al retrasar la utilización de las reservas alimenticias.
- **Pérdida de agua.-** Las altas temperaturas y las lesiones físicas y mecánicas pueden aumentar drásticamente la pérdida de agua.
- **Daños físicos.-** Durante la cosecha y en la manipulación posterior, los alimentos son propensos a sufrir daños acelerando el ritmo de deterioro del producto, siendo más vulnerables al ataque de los microorganismos patógenos.
- **Descomposición durante el almacenamiento.-**El deterioro de los productos frescos en el almacén se produce principalmente debido a las infecciones por lesiones físicas, donde muchas frutas y hortalizas son atacadas por microorganismos patógenos. En muchas de los casos las infecciones permanecen latente desde el campo hasta después de la cosecha, provocando daños en el almacenamiento y durante la etapa de maduración del alimento (FAO, 2011, <http://www.fao.org/docrep/t0073s/t0073s00.htm>).
- **Alteración por microorganismos.-** el pH bajo de las frutas inhibe la proliferación de bacterias, por lo que evidencia la ausencia de estos microorganismo en las primeras fase de la alteración, siendo entonces, los mohos y levaduras los primeros en causar daños, debido a que tienen la capacidad de desdoblar y utilizar los componentes de alto peso molecular de las frutas, como polisacáridos estructurales y la piel o la cascara.(JAMES M., et.al, 2005, pp. 136)

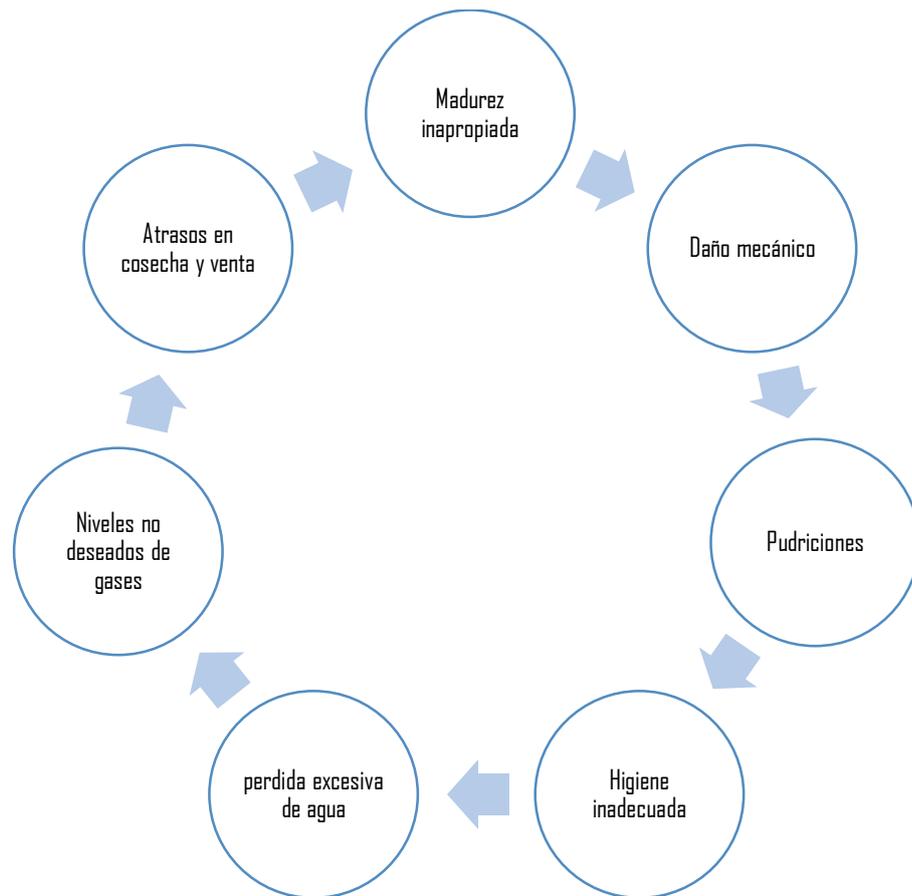


Figura 1-1: Gráfico de causas de pérdidas en postcosecha

Fuente: (DEFILIPPI,2009,<http://www2.inia.cl/medios/subsitios/nodohortofruticola/Tallerdepostocsechayentomologia/PostCosechaFrutasyHortalizas-BrunoDefilippi.pdf>.)

Realizado por: Bayas E., 2015

1.2 Factores biológicos que intervienen en el deterioro de frutas y verduras frescas

1.2.1 Respiración

Es el proceso por el cual las reservas orgánicas (hidratos de carbono, proteínas y grasas), son metabolizadas a moléculas sencillas con una producción de energía. El oxígeno es utilizado, mientras que el dióxido de carbono se produce en esta etapa. La respiración ocasiona, una aceleración de la senescencia, reducción en el valor nutritivo, pérdida de sabor principalmente sabor, pérdida de peso. (ADEL, 1992, <http://www.ecofisiohort.com.ar/wp-content/uploads/2010/04/Biolog%C3%ADa-y-Tecnolog%C3%ADa-de-Postcosecha.pdf>).

1.2.2 Etileno

Es un gas que acelera la maduración, producida por muchas frutas y vegetales, proviene a partir de la metionina vía la S-adenil metionina y el ácido aminociclopropano-l-carboxílico (ACC) por acción de las enzimas ACC-sintetasa y ACC oxidasa. Es conocida como una hormona, que promueve la maduración, senescencia o envejecimiento en frutas y tejidos vegetales, acelera la actividad de muchas enzimas que catalizan la síntesis de glucosa, fructuosa y sacarosa a partir del almidón, o las fenolsas, que originan las reacciones de oscurecimiento. (BADUI, Salvador, 2006, pp. 93, 464) Para ello es necesario indicar que las frutas pueden ser clasificadas en 2 grupos acuerdo con la producción y la respuesta al etileno como se puede observar en la tabla 1-1, y que se describe a continuación.

1.2.2.1 Frutas climatéricas

Son aquellas que generan una alta tasa de respiración durante el proceso de maduración, de la misma forma ocurre la producción de etileno. Las frutas climatéricas tienen la capacidad de madura tras la recolección de la planta. Por ello es necesario recoger este tipo de frutas en la etapa de madurez fisiológica, que permita controlar su calidad en toda la cadena agroalimentaria. (CODEX ALIMENTARIUS, 2011, www.sld.cu/revistas/ibi/vol22_3_03/ibi10303.pdf)

1.2.2.2 Frutas no climatéricas

Son aquellas que no incrementan su producción de etileno durante la maduración, la cual después de la cosecha el patrón de respiración prácticamente se mantiene constante una vez que ha sido retirado de la planta. Por ello a este tipo de frutos se cosecha cuando ha alcanzado la madurez fisiológica (BADUI, Salvador, 2006, pp. 93, 464).

Tabla 1-1 Clasificación de frutas climatéricas y no climatéricas

Frutas Climatéricas		Frutas No- Climatéricas	
Aguacate	Guayaba	Aceituna	Loquat
Arándano azul	Higo	Berenja	Mandarina
Bananos	Jaca	Cacao	Marañón
Biriba	Kiwi	Calabacita	Naranja
Chabacano	Mango	Carambola	Ocra
Cherimoya	Manzana	Cereza	Pepino
Chicosapote	Melón Cantalúp	Chícharo	Pimentón
Ciruela	Membrillo	Dátil	Pina
Durazno	Nectarina	Frambuesa	Sandía
Durian	Papaya	Fresa	Tangarina
Feijoa	Pera	Granada	Tomate de árbol
Fruta del pan	Persimonia (Kaki)	Jujube	Toronja
Fruto de la Pasión (Granada China)	Plátano Rambutan	Limón Limón amarillo	Tunas Uva
Guanábana	Sapotes	Litchi	Zarzamora
	Tomate	Longan	

Fuente: (Adel, 1992, <http://www.ecofisiohort.com.ar/wp-content/uploads/2010/04/Biolog%C3%ADa-y-Tecnolog%C3%ADa-de-Postcosecha.pdf>)

1.2.3 Transpiración

La pérdida de agua ocasiona pérdidas cuantitativas (peso vendible), siendo la principal causa de deterioro, la apariencia, ocasionado por la deshidratación y el marchitamiento, que produce pérdidas en la calidad de la textura (pérdida en la textura jugoso o crujiente), ablandamiento y flacidez, además se pierde el valor nutricional, para lo cual intervienen factores internos y externos como se observa en la tabla 1-2. Estos problemas se resuelven con la aplicación de nuevos tratamientos al alimento (recubrimientos comestibles), y un control del ambiente (humedad, temperatura, flujo de aire). (Adel, 1992, <http://www.ecofisiohort.com.ar/wp-content/uploads/2010/04/Biolog%C3%ADa-y-Tecnolog%C3%ADa-de-Postcosecha.pdf>)

Tabla 1-2 Factores internos y externos que influye en la tasa de transpiración

Factores internos	Factores externos
Características morfológicas y anatómicas	Temperatura
Relación entre la superficie y el volumen	Humedad
Daños en la superficie	Circulación de aire
Estado de madurez	Presión atmosférica

Fuente: (Adel,1992,<http://www.ecofisiohort.com.ar/wp-content/uploads/2010/04/Biolog%C3%ADa-y-Tecnolog%C3%ADa-dePostcosecha.pdf>)

Realizado por: Bayas E., 2015

1.2.4 Maduración

El proceso de maduración constituye los cambios que permiten alcanzar a los frutos la máxima calidad de consumo, donde se puede apreciar las mejores características de color, sabor, olor, textura y otros atributos sensoriales. Los frutos que luego de su cosecha presenta una baja tasa de respiración que luego tiende a aumentar, se los denomina climatéricos, ya que presentan cambios en su estructura alcanzando la madurez fuera de la planta, pero en el caso del tomate de árbol se le considera una fruta no climatérica, ya que los procesos de respiración y maduración luego del corte de la planta cesan, por ende, es importante el índice de madurez durante su cosecha, así pueda llegar al consumidor en la madurez óptima (TABAREZ, C. & VELASQUEZ, J., 2002, pp. 15)

Con el proceso de maduración las clorofilas cambian de color verde o tomate claro a colores más intensos de amarillo o tomate fuerte, además, disminuye la textura por el ablandamiento de la cascara y con la degradación progresiva del almidón y la pectina aumenta el grado de dulzor y una disminución de la acidez presente en la pulpa. Algunos cambios que se presentan en las frutas durante el proceso de maduración se observa en la tabla 1-3 (RINCÓN L., 2009, https://www.academia.edu/attachments/35795229/download_file?st=MTQ0NjcwMjE2MCwxODYuNDYuMTcyLjIzOCwzMTc2NTIwNA%3D%3D&s=swp-toolbar).

1.2.5 Senescencia

La senescencia es la muerte celular y la degeneración de los tejidos de los frutos (etapa de pudrición), especialmente los carnosos, la maduración va acompañada de este proceso, la cual puede ser también climatérica o no climatérica inducida por el etileno. Las células senescentes se mantienen a lo largo del proceso, donde las señales ambientales u hormonales, acompañadas a factores como la edad del tejido, desencadenará reacciones que activarán o inactivarán genes, que

llevará a una reorganización estructural y metabólica. Y por último, perderá la integridad celular de forma irreversible.

Tabla 1-3 Cambios que se presentan en las frutas durante el proceso de maduración.

Tipo de cambio	Consecuencias	
FÍSICO	Color	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de clorofila; dismantelamiento del aparato fotosintético. - Acumulación de carotenoides: β-Caroteno, Licopeno, ... - Síntesis de pigmentos antociánicos.
	Textura	<ul style="list-style-type: none"> - Alteraciones en la composición de las paredes celulares. - Solubilización de celulosa y pectinas. - Degradación del almidón.
	Aroma y sabor	<ul style="list-style-type: none"> - Acumulación de azúcares y ácidos orgánicos. - Producción de compuestos volátiles.
METABOLISMO	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento respiratorio. - Síntesis y producción de etileno. - Metabolismo del almidón y de los ácidos grasos. - Alteración en la regulación de rutas metabólicas. 	
EXPRESIÓN GÉNICA	<ul style="list-style-type: none"> - Desaparición de ARNm y proteínas sintetizadas antes de iniciarse la maduración. - Aparición de nuevos ARN específicos para la maduración. - Síntesis <i>de novo</i> de enzimas que catalizan cambios típicos de la maduración. 	

Fuente: (RINCÓN L., Ortiz K. & Suárez S., 2009, <https://www.academia.edu/attachments>)

1.3 Manejo postcosecha de frutas y verduras

Las frutas y verduras generalmente, son cosechadas al alcanzar el estado de madurez conveniente para el mercado y el consumidor final. La recolección inadecuada de estos alimentos ocasiona una tensión o estrés, aumentando la tasa respiratoria, lo que conlleva a una maduración rápida y a la senescencia. La tecnología postcosecha es aplicada a los alimentos y permite una disminución en el metabolismo después de la cosecha, para lo cual utiliza distintos tratamientos como: atmósferas modificadas, bajas temperaturas, retardantes de maduración, ceras y películas comestibles entre otras. (HERNÁNDEZ M., et. al, 2007, www.bdigital.unal.edu.co/8545/24/11_Cap09.pdf)

1.3.1 Tratamientos fitosanitarios

Las frutas normalmente reciben tratamiento fitosanitario para controlar la flora microbiana y reducir las enfermedades durante el almacenamiento. En estos tratamientos se pueden utilizar saneadores como el cloro y sus compuestos (hipocloritos y cloraminas), y compuestos de amonio cuaternario, entre otros, los cuales se aplican por rocío e inmersión antes del empacado. En uvas

se utiliza sulfito de sodio en almohadillas que desprenden lentamente SO₂ para inhibir el ataque de *Botrytis*, mientras que las ciruelas, duraznos y nectarinas, se tratan con cloro como funguicida (ORDOÑEZ J., et. al, 2007, pp. 246-252)

1.3.2 Escaldado

El escaldado es un tratamiento térmico que se aplica principalmente a frutas y verduras, con el fin de destruir la acción de las enzimas y disminuir el crecimiento microbiano, sin embargo es un método complementario a otros tratamientos tecnológico posteriores como: deshidratación, refrigeración, congelación, envasado al vacío, o que facilite los proceso de limpieza y envasado. Las temperaturas óptimas utilizadas para un adecuado tratamiento son de 70°C-100°C y un tiempo que oscile entre 30 segundos a 2 o 3 minutos, a temperatura deseada. Y posteriormente llevar rápidamente a bajas temperaturas, que evite el crecimiento microbiano principalmente termófilo. Las enzimas resistentes a la acción del calor y q son indicadores de su efectividad son la peroxidasa y catalasa. (NATALIA, 2012, <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2009/05/25/185488.php>).

1.3.3 Atmósferas modificadas

La vida útil de muchos alimentos (frutas y hortalizas, carne, pescado y productos de panadería), es bien limitada por la presencia de aire, esto se debe al oxígeno del aire, debido a que en su presencia crecen rápidamente los microorganismos aerobios, presentan reacciones bioquímicas oxígeno dependiente y se producen rápidamente los fenómenos respiratorios (ORDOÑEZ J., et. al, 2007, pp. 246-252).

El oxígeno y el dióxido de carbono son moléculas principales que intervienen el metabolismo de frutas y hortalizas, así las bajas concentraciones de O₂ por debajo del 8% y hasta los límites tolerables (1-2%) decrece significativamente la generación de etileno. De la misma manera, al aumentar la concentración de CO₂ hasta por debajo de tolerancia (5-15%), de cada alimento hortofrutícola disminuye la velocidad de respiración.

Según Beaudry (1999), la modificación de la concentración de O₂ y el CO₂ tiene efectos sobre la producción de etileno, el metabolismo primario y secundario. Se inhibe la producción de etileno al aumentar la presión parcial de CO₂ hasta 1,55kPa y al disminuir el O₂ hasta 2,8 kPa, con lo cual

se puede retrasar la maduración principalmente en los frutos climatéricos, y no únicamente por la disminución de la tasa respiratoria.

En cuanto al metabolismo primario, el primer efecto es la disminución de la tasa respiración y la disminución de la actividad de algunas enzimas como la piruvato kinasa que cataliza la glicólisis. La disminución de las concentraciones de O₂ y el aumento de CO₂ afectan tres procesos del metabolismo secundario, como son el metabolismo de pigmentos, fenoles y el de compuestos volátiles. Con la baja de la presión parcial de O₂ se puede disminuir la degradación de la clorofila, el pardeamiento enzimático por la acción de la polifenoloxidasas y la producción de compuestos volátiles.

Las atmósferas modificadas se obtienen envasando los alimentos en una película plástica, que sea semipermeable al paso de gases (O₂, CO₂, N₂), Vapor de H₂O y etileno, y que tenga un cierre hermético. Este es un tratamiento que se puede complementar con las bajas temperaturas. (HERNÁNDEZ M., et. al, 2007, www.bdigital.unal.edu.co/8545/24/11_Cap09.pdf).

1.3.4 Recubrimientos comestibles

Constituyen una capa fina y continua de material comestible sobre una superficie de un alimento para mejorar su calidad y aumentar su tiempo de vida útil. Aunque película y recubrimiento se utiliza como sinónimos en la bibliografía, estrictamente *película comestible* se emplea cuando se ha preformado antes de su aplicación y es utilizado como un separador o contenedor entre distintas superficies alimentarias, mientras que *recubrimiento comestible* se denomina cuando se aplica directamente sobre la superficie alimentaria y se considera como parte del producto final (Albisu M., et. al, 2010, pp. 27-35).

Los recubrimientos forman una capa sobre el alimento, proporcionando una barrera semipermeable a gases (CO₂ y O₂) y vapor de agua, retrasando de esta manera el deterioro de los alimentos por deshidratación, mejorando las propiedades mecánicas y manteniendo la integridad estructural. Cuando a los frutos se les aplica los recubrimientos comestibles, se crea una atmósfera modificada reduciendo la velocidad de respiración y por ende, retrasa la senescencia del producto (BEREZIA, 2012, http://www.elika.eus/datos/articulos/Archivo652/berezia_agentes%20de%20recubrimiento.pdf). Los recubrimientos comestibles permiten alargar la vida útil de los alimentos frescos y mínimamente procesados protegiéndolo de daños del ambiente externo. Los recubrimientos o películas han alcanzado gran desarrollo e importancia por la demanda de alimentos mínimamente

procesados, pues conservan la humedad, aroma, el dióxido de carbono, oxígeno, y compuestos volátiles en el sistema de un alimento. También mejoran la integridad de las frutas y vegetales congelados, e impide la absorción de humedad y oxidación de vegetales y frutas liofilizados (CHACÓN X., et. al, 2011, pp. 31-35).

1.3.4.1 Funciones de los recubrimientos comestibles

Entre las funciones más importantes se puede citar:

- Reducir la pérdida de humedad
- Reducir la transferencia de gases y solutos
- Reducir la migración de grasas y aceites
- Proveer integridad estructural de los alimentos
- Retener componentes volátiles
- Permite la adición de aditivos
- Mejorar las propiedades mecánicas y de manejo de los alimentos

Impide la transferencia de componentes a través de la matriz del recubrimiento desde el exterior y viceversa del alimento como se puede ver en la Figura 1-2.

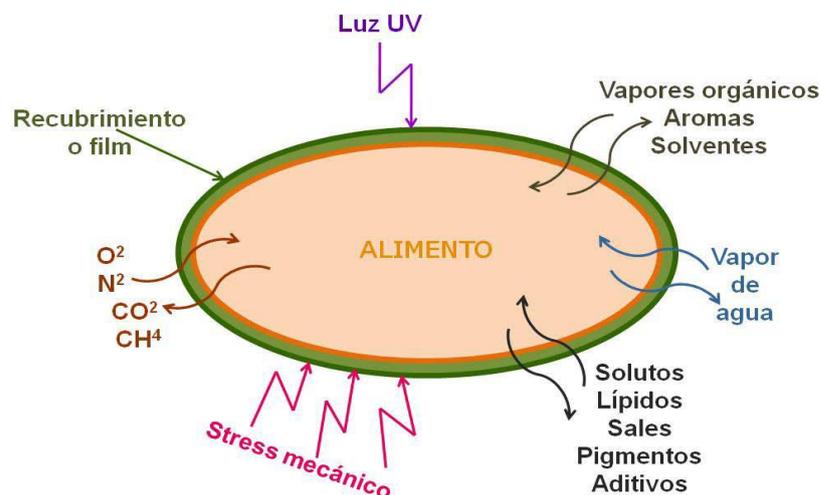


Figura 1-2: Transferencia de componentes en el alimento que son controlados por los recubrimientos comestibles.

Fuente: (PARZANESE, 2012, http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_07_PelículaComestible.pdf)

1.3.4.2 Materiales utilizados para la formulación de recubrimientos

La formulación de las películas y recubrimientos comestibles se obtiene mediante una matriz estructural de al menos un componente como se observa en la Figura 1-3. Los principales materiales utilizados para ello, se describen a continuación:

- Biopolímeros.- Son hidrocoloides constituidos por proteínas y carbohidratos, de naturaleza hidrofílica, por lo que son buenos formadores de películas con propiedades de barrera ante el oxígeno, lípidos a baja humedad relativa y aromas, sin embargo forman una pobre barrera a la humedad.
- Lípidos.- Son excelentes barreras ante la humedad pero por la falta de cohesividad no permite una buena formación de películas.
- Películas compuestas.- Se basan en la combinación de hidrocoloides y lípido, formando una única capa a partir de emulsiones estables, obteniendo una matriz estructural compuesta, en la cual los componente pueden ser combinaciones que se observa en la Figura 1-3.
- Otros componentes.- Constituyen los diferentes aditivos que se requieren para mejorar la funcionalidad del recubrimiento como: antimicrobianos, antioxidantes y otros ingredientes y/o aditivos funcionales. En la tabla 1-4 puede observarse las sustancias empleadas como antimicrobianos en los recubrimientos. Las propiedades tecnológicas de la película o recubrimiento, son aportados por sustancias como los surfactantes que dan estabilidad de las emulsiones formadoras de películas y los plastificantes que imparten propiedades mecánicas y mojabilidad de las soluciones en la superficie de alimentos.

Tabla 1-4 Agentes antimicrobianos utilizados en los recubrimientos

Benzoatos	NaCl	Pediocina
Sorbatos	Acido láctico	Lisosima
Parabenos	Acido acético	Lactoferrina
Propionatos	Nitritos	Aceites esenciales
Acidos grasos	Nisina	

Fuente: Cagrie, et. al. (2004)

Dentro del grupo de antimicrobianos, resulta importante resaltar que el látex de sande por su composición fitoquímica puede otorgar actividad antioxidante y antimicrobiana.(RIVERA, 2012, <http://www.corpoamazonia.gov.co/files/Investigaciones/Caracterizacion.pdf>)

Matriz estructural: BIOPOLÍMEROS/LÍPIDOS

HIDROCOLOIDES		LÍPIDOS
PROTEÍNAS	POLISACÁRIDOS	
Colágeno y gelatina	Derivados de celulosa	Ceras
Zeína de maíz	Almidón y derivados	Triglicéricos
Gluten de trigo	Quitosano, pectinas	Ácidos grasos
Proteína de soja	Alginato, carragenato	Resinas

Matriz estructural compuesta

HIDROCOLOIDES	HIDROCOLOIDE-LÍPIDO
Proteína-proteína	Proteína-lípido
Proteína-polisacárido	Polisacárido-lípido
Polisacárido-polisacárido	

ADITIVOS



Figura 1-3: Composición de la matriz de películas y recubrimientos comestibles

Fuente: (Albisu M., et. al, 2010, pp. 27-35)

Por las propiedades hidrofóbicas, los recubrimientos a base de lípidos son muy utilizados debido a que reducen la deshidratación del alimento, pero, por la baja cohesividad e integridad estructural presenta propiedades mecánicas defectuosas formando una capa quebradiza, por lo que se puede utilizar plastificantes, que mejoran la flexibilidad disminuyendo la fragilidad del recubrimiento, emulsificantes y surfactantes, que mejoran la dispersión de la fase lipídica en la matriz hidrocoloide y si adhesión en la superficie del alimento (CISNEROS, Z. & KROCHTA, L., 2002, pp. 2792-2797).

1.3.4.3 Métodos de aplicación de los recubrimientos comestibles

Los métodos utilizados en la aplicación de recubrimientos son dos: aspersion e inmersión, para ello los alimentos deben ser previamente tratadas. La aspersion se aplica a los alimentos cuyas superficies son uniformes y lisas, mientras que las de inmersión para aquellas que presentan superficies irregulares y que requieren de superficies lisas. Es muy aplicado en frutas, carnes, pescado, verduras (RAMÍREZ Q., et. al, 2013, pp. 173-181)

1.4 Tomate de árbol

1.4.1 Origen

El tomate de árbol es una planta que proviene de los Andes peruanos, en la región andina de Chile, Ecuador, Colombia, Brasil, Venezuela y Bolivia. Además, su producción se da en las zonas montañosas de África, Australia e India (CALVO, 2009, <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00168.pdf>). En Centroamérica se produce en Costa Rica, Puerto Rico Guatemala, Jamaica, y Haití. Los principales productores de esta fruta son: Nueva Zelanda, Kenia, Sri Lanka, India, Colombia, Zambia y Zimbabwe (García, 2008, http://www.fontagro.org/sites/default/files/TomateArbol_final.pdf). Los países donde se ha introducido y es cultivado en menor escala son: México, países de América Central, Estados Unidos, África, Asia, Europa, Oceanía y Australia (Reveló J., et. al., 2012, http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Cultivo%20tomate_ecologico.pdf).

El tomate de árbol como cultivo en Ecuador se desarrolla entre 600-3300 msnm, principalmente en provincias y zonas de la región sierra como se indica en la tabla 1-2, donde la temperatura óptima se encuentra entre 14-20°C. Sin embargo, a 4°C presentan daños, encharcamiento y los vientos fuertes le afectan directamente (RAMÍREZ, 2009, <http://www.pucesi.edu.ec/pdf/tomate.pdf>).

Tabla 1-5 Provincias y zonas de producción de tomate de árbol en el Ecuador

Provincia	Zona
Carchi	Mira, Bolívar.
Imbabura	Antonio Ante (Natabuela, Atuntaqui, Chaltura), Cotacachi (Nangulví, Peñaherrera, Coellaje), Otavalo (Ilumán, Pinsaquí), Ibarra, Pimampiro, Urcuquí, vía a San Lorenzo.
Pichincha	Tumbaco, Yaruquí, Pifo, Puembo, Checa, Quinche, Guayllabamba, Puellaró, Perucho, San José de Minas, Tandapi.
Cotopaxi	Latacunga, Pujilí, Salcedo.
Tungurahua	Ambato, Samanga, Pillaro, San Miguelito, La Viña, Patate (San Andrés, Tunga), Pelileo (Valle Hermoso, Guadalupe, Artezón, Inapi, La Paz, Chiquicha, Yataquí), Baños (Runtún).
Chimborazo	Riobamba, Guanalán, Chambo, Guano, Penipe, Chunchi, Alausí.
Bolívar	Guaranda, Chimbo, San Miguel, Chillanes.
Cañar	Biblián, Azogues.
Azuay	Cuenca, Paute (Bulán), Gualaceo (Chordeleg, Bullcay), Sevilla de Oro (Anejo y San Juan Bosco), El Pan (Cedropamba, El Pan y San Francisco), Guachapala (Guablid), Zig Zig.
Loja	Valle de Loja, Parque Forestal.

Fuente:(REVELÓ J., et. al, 2012, http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Cultivo%20tomat_ecologico.pdf)

1.4.2 Definición

Según NTE INEN 1 909:2009 el tomate de árbol. *Solanum betaceum Cav*, se define como “una baya que se encuentra suspendida por un pedúnculo largo, generalmente de forma ovalada, pero en huertos ecuatorianos, se ha visto frutos ovoides, esféricos trompiformes y piriformes como se observa en la figura 1-4. La epidermis es lisa y brillante, el color varía entre genotipos, desde el verde que es común en todos cuando está inmaduro, a morado cuando el fruto está próximo a la madurez de consumo, tomando tonalidades de amarillo, anaranjado (tomate), rojo y purpura oscura. La pulpa es de color anaranjado claro o intenso, tiene sabor agridulce típico, algo más dulzón en líneas neozelandesas”(NTE INEN 1909, 2009).



Figura 1-4: Gráfico de tomate de árbol (*Solanum betaceum*)
Fuente:(MINISTERIO DE CULTURA Y PATRIMONIO, 2013, pp. 12)

1.4.3 Tiempo de vida útil

El tomate de árbol es un fruto no climatérico, con un tiempo de consumo y maduración óptima de 10 días de post-cosecha, luego de la cual existen pérdidas de peso evidentes de alrededor del 8 al 10 por ciento y la transpiración (MÁRQUEZ J., et. al. 2007, pp. 9).

1.4.4 Requisitos generales que debe cumplir el tomate de árbol según la NTE INEN 1909:2009, destinado para consumo en estado fresco dentro del territorio ecuatoriano

El tomate de árbol debe estar sujetos a los requisitos y tolerancias permitidas. Además deben cumplir las siguientes características físicas:

- Enteros

- Sanos, y exentos de podredumbres o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo
- Limpios, y exentos de cualquier materia extraña visible
- Exentos de plagas que afecten al aspecto general del producto
- Exentos de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica
- Exentos de cualquier olor y/o sabor extraños
- Ser de consistencia firme
- Tener un aspecto fresco y una piel brillante

La madurez de los tomates de árbol puede evaluarse visualmente mediante la escala de color visualmente, de acuerdo a la NTE INEN 1909:2009 como se observa en la Figura 1-5. Su condición puede confirmarse determinando el índice de madurez (NTE INEN 1909, 2009).

Además debe cumplir los requisitos físicos químicos que se muestran en la tabla 1-6 para garantizar la calidad de la fruta.



Figura 1-5: Escala de color del tomate de árbol para determinar su madurez de acuerdo a la NTE INEN 1909:2009

Fuente:(NTE INEN 1909, 2009)

Tabla 1-6 Requisitos físicos-químicos del tomate de árbol de acuerdo a la NTE INEN 1909:2009

	MADUREZ DE CONSUMO		METODO DE ENSAYO
	Min	Máx.	
Acidez titulable % (ácido cítrico)	-	2,0	NTE INEN 381
Sólidos solubles totales, °Brix	8,5	-	NTE INEN 380
Contenido de pulpa, %	70	-	Ver 8.3
Índice de madurez (°Brix/ácido cítrico)	4,5	-	Ver 8.2

Fuente:(NTE INEN 1909, 2009)

1.4.5 Propiedades nutricionales

El tomate de árbol es rico en vitamina A que contribuye al funcionamiento de la vista y en vitamina C que sirve para la formación de cartílagos y la síntesis del hierro, previniendo la anemia. Además, contiene fósforo que ayuda en la formación de huesos y dientes. A pesar de ser una fruta, posee proteínas que intervienen en el crecimiento y regeneración de las células en el cuerpo. El tomate de árbol es recomendado para la hipertensión arterial.

El tomate de árbol es fuente de varios nutrientes como se observa en la tabla 1-7, y constituye una fruta muy apetecible por la población para la elaboración de jugos, postres y helados.

Tabla 1-7 Composición química de los frutos de tomate de árbol, según valores recopilados de varios autores (Morton, 1982; Pileri, 1989; Rathore, 1992; Romero- Rodríguez et al., 1994; Boyes & Strübi, 1997; Lister et al., 2005; Mwithiga et al., 2007; Pantoja et al., 2009 y Vasco et al., 2009). Valores determinados en 100 g de muestra

Características	Unidad de medida	Rango
Contenido de sólidos solubles	*Brix	9,4 - 13,5
pH	U	3,2 - 3,85
Acidez total (expresada en ácido málico)	g	1,0 - 2,4
Humedad	g	81,0 - 89,0
Proteínas	g	1,5 - 2,5
Grasa	g	0,05 - 1,28
Glucosa	g	0,45 - 1,22
Fructosa	g	0,61 - 1,5
Sacarosa	g	0,3 - 2,97
Fibra	g	1,4 - 6,0
Ácido cítrico	g	1,27 - 1,8
Ácido málico	g	0,05 - 0,15
Ácido quínico	g	0,4 - 0,8
Ceniza	g	0,05 - 1,5
Vitamina A	I.U.	540 - 2475
Vitamina B	mg	0,20 - 0,58
Vitamina C (ácido ascórbico)	mg	19,7 - 57,8
Vitamina E	mg	1,8 - 3,5
Sodio	mg	0,6 - 8,9
Potasio	mg	290 - 495
Calcio	mg	3,9 - 14,5
Magnesio	mg	19,7 - 24,0
Hierro	mg	0,32 - 0,94
Cobre	mg	0,05 - 0,2
Zinc	mg	0,1 - 0,2
Magnesio	mg	19,7 - 24,0
Fósforo	mg	32,0 - 40,2

Fuente: (ACOSTA, 2011, <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/114/1/T-SENESCYT-000302.pdf>)

1.4.6 Características ecológicas requeridas para el cultivo del tomate de árbol

El desarrollo y producción se presenta en los valles interandinos subtropicales y templados de la región sierra, donde tiene una mayor producción y un mejor ambiente para su crecimiento, y que requiere de las siguientes condiciones:

- **Clima:** el clima de frío a templado de la región interandina es el óptimo. En climas fríos es frecuente la presencia de heladas y granizo a los cuales es sensible.

- **Altitud:** Es posible cultivarlo en un rango de 430 a 3000 msnm, sin embargo el óptimo se encuentra en 1500 a 2600 msnm.
- **Temperatura:** Depende de la altitud y cubre un rango de 13 a 24°C, pero el óptimo es un promedio anual de 15 a 19°C. Temperaturas inferiores a 12°C ocasionan la caída de las flores.
- **Precipitación:** La planta de tomate de árbol requiere alrededor de 1200 mm de precipitación, distribuidos regularmente durante el año, para proporcionar una producción óptima. En zonas con precipitaciones inferiores a 1000 mm anuales, es necesario disponer de agua suplementaria, la misma que es facilitada al cultivo mediante riegos a intervalos de 8 días. En presencia de precipitaciones superiores a 2500 mm anuales, se deben realizar canales de drenaje, debido a que las raíces no resisten el exceso de agua y el encharcamiento. Cuando se presentan estas condiciones, las raíces se pudren, la planta se marchita, las hojas, flores y frutos se caen y la planta muere.
- **Humedad relativa:** 75 a 87% media anual.
- **La radiación (luz):** Es la duración de la luminosidad del día. En Ecuador, por su ubicación astronómica en el sub-trópico y las zonas productoras de este frutal en el sub-trópico interandino y con clima temperado, la duración de la luminosidad del día durante todo el año es cercana a las 12 horas. Dependiendo de los meses del año y de la localización del lugar, la cantidad de horas luz varía poco. Incluso en meses lluviosos y en zonas con neblina frecuente, el número de horas de luz no llega a ser menor de 6 a 8 horas que es el mínimo requerido para su normal desarrollo y producción.
- Los factores medio ambientales que afectan al cultivo del tomate de árbol y que deben tomarse en cuenta son:
 - **Vientos:** Es necesario seleccionar lugares donde los vientos fuertes no sean frecuentes, ya que provocan la caída de flores, dañan hojas y ramas provocando que rompa la planta por el peso de los frutos ocasionando grandes pérdidas.
 - **Granizo:** Zonas libres de esta condición.
 - **Heladas:** Este fenómeno destruye los cultivos totalmente por lo que es necesario seleccionar las zonas. A altitudes sobre los 2600 msnm es usual la presencia de heladas.
 - **Suelo:** Que presente materia orgánica disponible para su crecimiento y con drenaje
 - **Pendiente:** Es aconsejable utilizar terrenos inclinados
 - **pH:** Varía entre 5.4 a 7.0. El óptimo se considera de 6.5 a 7.0 (REVELÓ J., et. al, 2012, http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Cultivo%20tomate_ecologico.pdf).

1.5 Látex de sande (*Brosimum utile*)

1.5.1 Descripción y distribución geográfica de *Brosimum utile*

Brosimum utile (Kunth), es una especie de la familia Moraceae, tiene una altura de 35 m, 1,5 m de diámetro como se observa en la figura 1-6. De su corteza delgada y de color gris verdoso se extrae un látex de color blanquecino y pegajoso. Las hojas son simples alternas coriáceas y con espículas, las flores son de color blanco y el fruto es de tipo drupa. Crece en bosques tropicales en zonas de terrazas bajas o suelos parcialmente inundados. Es originario desde los bosques húmedos de Costa Rica, Venezuela, Ecuador, Colombia y Perú (CHINDOY, 2014, <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/15433/1/ChindoyLunaLilyYanet2014.pdf>).



Figura 1-6: Fotografía del árbol de sande (*Brosimum utile*).

Realizado por: Bayas E., 2015

1.5.2 Descripción taxonómica

A continuación se indica la descripción taxonómica del árbol de sande:

Nombre Científico	Brosimum utile
Reino	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Familia	Moraceae
Género	Brosimum

Fuente: (RAMÍREZ J, 1997, <http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/?controlador=ShowObject&accion=show&id=258305>)

1.5.3 Utilidad del látex de sande

El *Brosimum utile* fue descrito por primera vez en el libro de botánica "Allgemeine Naturgeschichte" de Lorenz Oken, publicado en 1839 y editado en 1843. En Colombia se lo conoce popularmente como árbol lechero, sande, sandi, guáimaro o árbol de vaca, y es utilizado especialmente en la industria maderera. En el norte de Ecuador y el sur de Colombia el látex de sande es utilizado por las comunidades indígenas en el tratamiento de la gastritis, sin embargo, no se disponen de datos científicos que puedan sostener tal información. Además, en la comunidad indígena Camëntsa localizada en el Putumayo, médicos ancestrales de la localidad narran que el látex de sande es utilizado para tratamientos de la leucemia, teniendo resultados muy satisfactorios (CHINDOY, 2014, <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/15433/1/ChindoyLunaLilyYanet2014.pdf>).

1.5.4 Composición del látex de sande

De acuerdo a la marcha fotoquímica desarrollada en la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia CORPOAMAZONIA, en el látex se detectó la presencia de flavonoides, taninos, alcaloides, esteroides y triterpenos, además se encontró actividad antioxidante y antimicrobiano (Rivera, 2012, <http://www.corpoamazonia.gov.co/files/Investigaciones/Caracterizacion.pdf>). Además que contiene una mezcla compleja conformado por goma y proteínas (proteasa, lipasas, fosfatasas, glutaminil ciclasa, glicoproteínas, e inhibidores de proteasa etc.) (CHINDOY, 2014, <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/15433/1/ChindoyLunaLilyYanet2014.pdf>).

1.6 Cera de carnauba

El Panel sobre Aditivos Alimentarios y Fuentes de Nutrientes Añadidos a los Alimentos (ANS) entrega una opinión científica re-evaluación de la seguridad de la cera carnauba (E 903). La cual está autorizado en la Unión Europea como aditivo alimentario agente de glaseado. Ha sido evaluada por el Comité Científico de Alimentos (SCF) y por el Comité Mixto FAO / OMS, Comité de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA), que asignó una ingesta diaria admisible (IDA) de 7 mg / kg de peso corporal / día. El SCF no estableció una IDA pero considera el uso de la cera de carnauba como agente de recubrimiento aceptable. La cera de carnauba es una mezcla compleja de compuestos que contienen principalmente ésteres alifáticos (ésteres de cera), a-hidroxilo ésteres y diésteres alifáticos cinámico obtenidos de la palma de cera Mart de Brasil, *Copernicia cerífera* (EFSA, 2012, www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/2880.pdf).

CAPÍTULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1 Lugar de investigación

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis y Control de Calidad de Alimentos (LACCA) del GAD de la provincia Bolívar ubicado en el cantón Guaranda y en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.

2.2 Unidad de análisis

Muestras de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) recubiertas con cera de carnauba y látex de sante (*Brosimum utile*).

2.3 Factores de estudio

Población: tomates de árbol de la región sierra del Ecuador.

Muestra: tomates de árbol recolectados del sector La Moya ubicado en Pelileo Grande provincia de Tungurahua. El látex de sante se extrajo de la parroquia San Luis de Armenia, Vía a Loreto Km 2 ½ cantón Coca Provincia de Orellana.

2.4 Tamaño de muestra

Para la investigación se utilizaron 160 tomates de árbol.

2.5 Materiales, equipos y reactivos

2.5.1 *Material vegetal*

Tomates de árbol

2.5.2 *Equipos*

- Balanza analítica METTLER TOLEDO ME204
- Cámara de Flujo Laminar BIOBASE BBS-H1800
- Autoclave HL-342P
- Contador de colonias
- Vortex Mixer F20A0173
- Refractómetro Milwaukee MA871
- Penetrómetro Fruit Pressure Tester FT327
- Refrigeradora
- Bomba al vacío
- Incubadora MEMMERT
- pH metro pH/Ion meter S220
- Cámara digital

2.5.3 *Materiales*

- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Probetas de 50, 250, 500 mL
- Vasos de precipitación de 100, 250, 500 y 1000 mL
- Mechero Bunsen
- Pipeta automática de 1000 uL
- Puntas azules
- Espátula
- Mortero
- Papel aluminio
- Papel filtro

- Canastillas
- Mascarilla
- Guantes
- Mandil
- Cofia
- Marcador
- Placas petrifilm™ para mohos y levaduras 3M

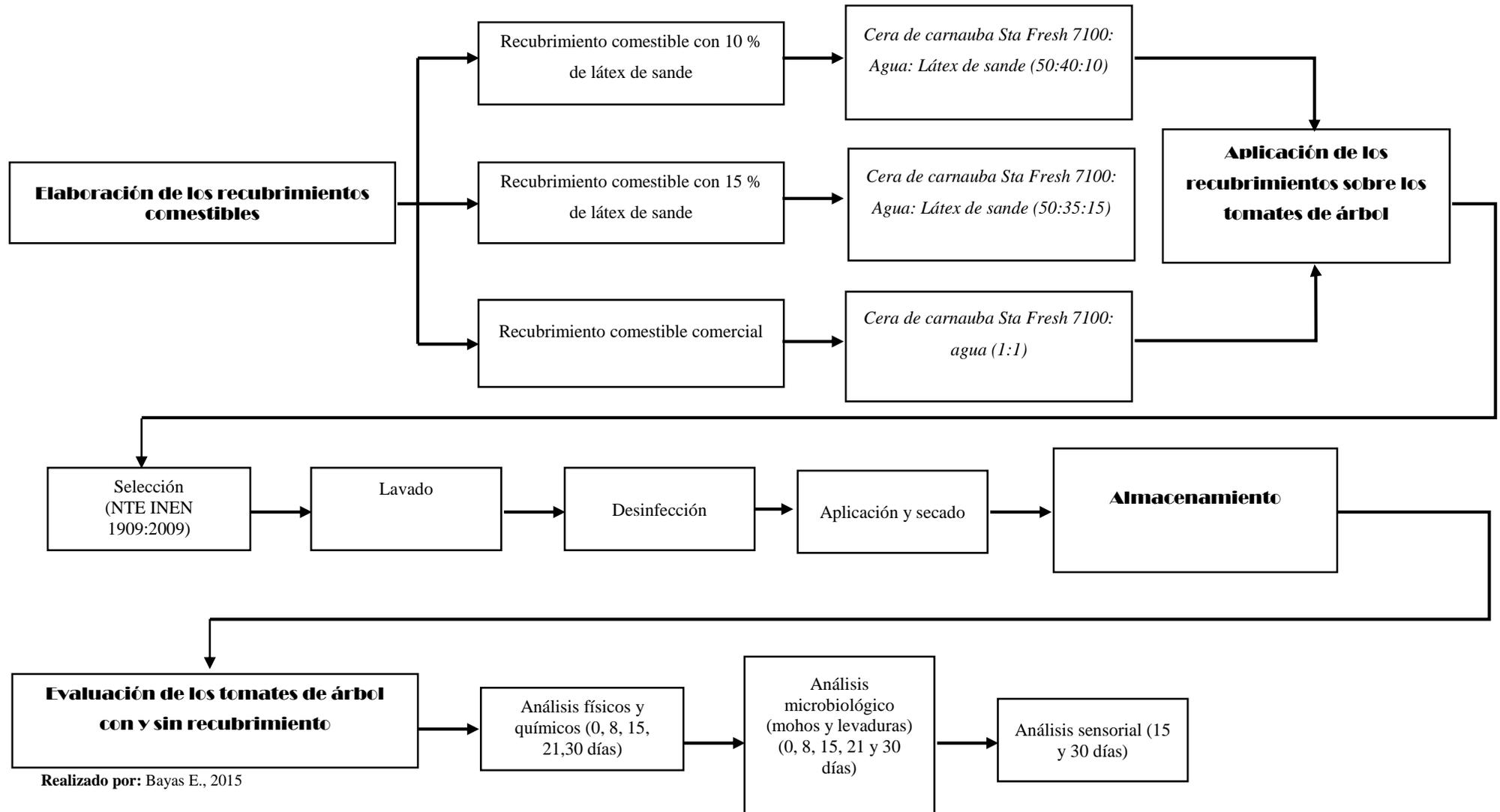
2.5.4 Reactivos

- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Fenolftaleína
- Alcohol al 70 %

2.6 Métodos y técnicas

El trabajo de investigación se dividió en diferentes fases: elaboración del recubrimiento, aplicación sobre los tomates de árbol, almacenamiento, y finalmente la evaluación de los parámetros sensoriales, físicos químicos y microbiológico, tal como se observa en la tabla 2-8. Los análisis se realizaron por triplicado a los 0, 8, 15, 21, 30 días de almacenamiento.

Tabla 2-8 Diagrama de flujo del proceso de elaboración, aplicación, almacenamiento y evaluación de los recubrimientos comestibles



2.6.1 Formulación del recubrimiento

La formulación del recubrimiento se basó en estudios anteriores realizados en la tesis de grado presentado por (SOLÓRZANO, 2015, pp. 28-43) en la que se utilizó un recubrimiento comestible elaborado con goma arábica (10%), glicerina (3%), carboximetilcelulosa (CMC) (0.5%) y látex de sande en porcentajes de 5, 10 y 15 %. Los resultados muestran que el uso del 10 y 15% de látex de sande prolonga la vida útil del tomate de árbol comparado con las muestras sin recubrimiento, sin embargo los mejores resultados se presentaron con el control positivo que se realizó con una cera comercial a base de carnauba.

Para la formulación del recubrimiento comestible se realizó una película compuesta basada en la combinación de hidrocoloides (biopolímeros) que en este caso se encuentra en el látex de sande y lípidos (cera de carnauba) (Albisu M., et. al, 2010, pp. 27-35).

Recubrimiento con 10% de látex de sande

Se preparó una solución hidrocoloide, compuesta por 10% de látex de sande y 40% de agua, y luego se añadió 50% de cera de carnauba Santa Fresh 7100 de JBT Food Tech, que en su composición presenta surfactantes y agua Equivalente a 100%, que permite unir fácilmente las dos fases cuya composición se encuentra en el Anexo A. Es necesario realizar esta mezcla de esta manera, por la superposición de fases que evita la separación de las mismas.

Recubrimiento con 15% de látex de sande

Se realizó la mezcla de 15% de látex de sande y 35% de agua, y finalmente se añadió 50% de cera de carnauba Santa Fresh 7100 de JBT Food Tech. Para el control positivo se mezcló la cera de carnauba Santa Fresh 7100 de JBT Food Tech con agua en una proporción (1:1). Cada uno de las formulaciones se elaboró 1 L para aplicarlos posteriormente en los tomates de árbol.

2.6.2 Aplicación y almacenamiento

Aplicación

Antes de la aplicación los tomates de árbol fueron sometidos a un lavado con jabón neutro y desinfectado con hipoclorito de sodio 0.5%. La aplicación se realizó por inmersión durante 5 s. en un 1 L del recubrimiento comestible elaborado de las 3 formulaciones. Para cada tratamiento e

incluido el testigo, se seleccionaron 40 muestras de tomate de árbol al azar y secados a temperatura ambiente.

Almacenamiento

Se almacenaron a temperatura ambiente en un lugar fresco y seco, en canastillas de plástico y separadas cada uno de los tres tratamientos y el testigo.

2.6.3 Evaluación de los parámetros sensoriales, físicos químicos y microbiológico

Para la evaluación de los parámetros sensoriales, físicos químicos y microbiológico se utilizaron 160 tomates de árbol. Los análisis físicos químicos y microbiológico se realizaron por triplicado y las mediciones se tomaron a los 0, 8, 15, 21, y 30 días de almacenamiento. El análisis sensorial se realizó a los 15 y 30 días de almacenamiento, y únicamente el sabor fue evaluado a los 30 días. En la tabla 2-9 se puede observar la distribución de los tomates de árbol para los distintos análisis.

Tabla 2-9 Tipo, repeticiones y número de análisis realizado en el tomate de árbol durante su almacenamiento

Muestras	Pruebas	Número de análisis	Total de 5 mediciones
Testigo: Tomates de árbol sin recubrimiento	Microbiológico (mohos y levaduras)	3	15
	Pérdida de peso	5	5
	Textura	3	15
	Acidez titulable		
	Sólidos solubles totales		
	Índice de maduración		
	Apariencia	5	5
	Total	40	
Tb: Tomates de árbol con cera de carnauba	Microbiológico (mohos y levaduras)	3	15
	Pérdida de peso	5	5
	Textura	3	15
	Acidez titulable		
	Sólidos solubles totales		
	Índice de maduración		
	Apariencia	5	5
	Total	40	
Tc: Tomate de árbol con el recubrimiento con 10 % látex de sande. Td: Tomate de árbol con el recubrimiento con 15 % látex de sande	Microbiológico (mohos y levaduras)	Tc=3 Td=3	30
	Pérdida de peso	Tc=5 Td=5	10
	Textura	Tc=3 Td=3	30
	Acidez titulable		
	Sólidos solubles totales		
	Índice de maduración		
	Apariencia	Tc=3 Td=3	10
	Total	80	
	Número total de tomates de árbol utilizados en la investigación	160	

Realizado por: Bayas E., 2015

2.6.3.1 Análisis físicos químicos y microbiológico

Pérdida de peso

Para la pérdida de peso se utilizaron 5 tomates de árbol del testigo y los 3 tratamientos, con una balanza analítica METTLER TOLEDO ME204, se midió las pérdidas a los 0, 8, 15, 21 y 30 días de almacenamiento, cuyo resultado se expresó en porcentaje de pérdida de peso (% PP) mediante la siguiente ecuación:

$$\% PP = \frac{peso1 - peso2}{peso1} \times 100$$

Donde:

% PP: porcentaje de pérdida de peso

P1: Peso inicial (g)

P2: Peso final (g)

Sólidos solubles

Para la determinación de los sólidos solubles se realizó por triplicado, del testigo y los 3 tratamientos utilizando un refractómetro Milwaukee MA871 en la que se colocó una gota de la muestra preparada, de acuerdo al método de ensayo de la NTE INEN 380, y los resultados se expresaron en °Brix.

Acidez

La determinación se realizó por triplicado del testigo y los 3 tratamientos. Se realizó el desmuestre triturando la muestra en un mortero, se pesó 10 g de la muestra y se añadió 50 mL de agua destilada y filtrado con una bomba al vacío. Se tituló con NaOH 0.1 N y fenolftaleína hasta viraje de color de la muestra a rosada, para no tener errores en la titulación y añadir el volumen correcto del titulante, se adicionó el NaOH 0.1 N hasta pH 8.4. Los resultados se expresaron en % de ácido cítrico mediante la siguiente ecuación:

$$\%A = \frac{V_1 * N * 192,124}{m * 10}$$

Donde:

V_1 = Volumen de NaOH utilizado

N_{NaOH} = Normalidad del Hidróxido de Sodio

192, 124 = peso molecular del ácido cítrico (g/mol)

V_2 = Volumen utilizado de muestra.

Índice de madurez

Se obtuvo de acuerdo al método de ensayo de la NTE INEN 1 909:2009, mediante la relación entre el valor mínimo de los sólidos solubles totales (SST) (°Brix) y el valor máximo de la acidez titulable. El resultado se expresa como °Brix/% ácido cítrico.

$$\text{Índice de madurez} = \frac{SST (\text{°Brix})}{Acidez titulable} \times 100$$

Textura

La medición de la textura se realizó por triplicado del testigo y los 3 tratamientos durante los 30 días de almacenamiento con la ayuda de un Penetrómetro Fruit Pressure Tester FT327, los resultados se expresaron en Kgf.

Análisis microbiológico (mohos y levaduras)

Para esta determinación se utilizó las placas petrifilm™ para mohos y levaduras 3M, según el procedimiento descrito en la AOAC Método Oficial 997.02 para alimentos, las pruebas se realizaron por triplicado, mediante un hisopado de la superficie de las muestras de tomate de árbol, utilizando hisopos estériles, los cuales se colocaron en 10 mL de agua peptonada 0.1 %. Se agitó en un vortex y se procedió a inocular 1 mL de la muestra en las placas petrifilm e incubadas a una temperatura de 21 a 25 °C durante 3 a 5 días. El conteo de las colonias se realizó utilizando un contador de colonias. Los resultados se expresaron en UFC/cm². Para la evaluación de este parámetro la siembra se realizó dentro de una cámara de flujo laminar para evitar una contaminación cruzada.

2.6.3.2 *Análisis sensorial*

El análisis sensorial se realizó mediante una prueba de ordenamiento a los 15 y 30 días de almacenamiento de los 3 tratamientos y el testigo, los cuales fueron codificados como Ta, Tb, Tc y Td, cada tratamiento tubo 3 tomates de árbol que fueron seleccionados al azar y colocados en envases individuales con un código al azar para cada muestra. Ocho panelistas evaluaron el color, brillo, textura y apariencia en los 2 tiempos de almacenamiento, y únicamente el sabor fue evaluado a los 30 días de almacenamiento. Colocando en primer lugar (1) a la muestra que mejores características presentaba según el criterio del panelista, hasta el último lugar (4) a la muestra con las características menos aceptables.

Una vez obtenido los resultados, estos se sumarán por cada tratamiento y el testigo, y el tratamiento que menor puntaje alcance en cada uno de los parámetros a evaluar será considerado el mejor tratamiento y así sucesivamente hasta el que tenga el mayor puntaje que será considerado como el tratamiento menos favorable. Para la evaluación de este parámetro se utilizó la encuesta que se encuentra en el Anexo B y C.

CAPÍTULO III

3 MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS DE Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se analizará, interpretará y discutirá los resultados de los tratamientos incluido el testigo que mejores o peores resultados presenten a los 30 días de almacenamiento (tiempo máximo en el estudio), comparándolos con los resultados del análisis químico y microbiológico del tomate fresco (0 días de almacenamiento).

3.1 Evaluación de parámetros químico del tomate de árbol (*Solanum betaceum*)

Los resultados de la determinación de sólidos solubles (° Brix), Acidez (%), evaluados a los 0, 8, 15, 21 y 30 días de almacenamiento de los tres tratamientos y el testigo se encuentran en la tabla 3-10.

3.1.1 Sólidos solubles (°Brix)

Los sólidos solubles en el día 0, para todos los tratamientos, tomate de árbol sin recubrimiento (Testigo), tomate de árbol con recubrimiento comercial de cera de carnauba (Sta Fresh 7100) (Tb), tomate de árbol con recubrimiento comercial de cera de carnauba con látex de sande 10% (Tc), y tomate de árbol con recubrimiento comercial de cera de carnauba con látex de sande 15 % (Td) fue el mismo, con un valor de $9,33 \pm 0,00$, tomando como valor de los sólidos soluble del tomate fresco.

Pese a que al tomate de árbol se considera como un fruto no climatérico (Márquez J., et.al, 2007, pp. 9), los resultados demuestran que, los sólidos solubles aumentan con el paso del tiempo, a los 30 días de almacenamiento los valores son estadísticamente diferentes para el testigo y los tratamientos Tb, y Tc, mientras que el tratamiento Td, es aquel que muestra valores estadísticamente iguales con el tomate de árbol fresco. Es así, que el tratamiento que mejor conserva los sólidos solubles es el tratamiento Td con un valor de 10,23, seguido de Tc con 10,61, Tb con 10,6 y el testigo presentó los resultados menos favorables con 11,07. Estos valores muestran una variabilidad a través del tiempo, mostrando una característica propia de la maduración donde, la pectina y el almidón presente en el tomate sufren una degradación progresiva por la acción de pectinasas y amilasas lo que aumenta el grado de dulzor y una

disminución de la acidez (RINCÓN L., et. al, 2009, https://www.academia.edu/attachments/35795229/download_file?st=MTQ0NjcwMjE2MCwxODYuNDYuMTcyLjIzOCwzMTc2NTIwNA%3D%3D&s=swp-toolbar). Por otro lado la deshidratación por la transpiración permite una concentración de los sólidos solubles, y por ende aumenta su valor con el tiempo de almacenamiento.

3.1.2 Acidez

Resultados similares a los sólidos solubles muestra la acidez donde, el tratamiento Td es el que mejor conserva la acidez a los 30 días de almacenamiento, con un valor de 2,01 %, con respecto al tomate de árbol del día 0, que tiene un valor de 2,72 %, mientras que los tratamientos Tc, Td y el testigo tuvieron valores estadísticamente diferentes al producto fresco, el tratamiento que mayor diferencia presentó fue el testigo (1,85%). La acidez en el tomate de árbol tiene que ver principalmente por la presencia del ácido cítrico, la cual con la maduración va disminuyendo, de igual manera el ácido ascórbico presente va degradándose, por lo tanto disminuye los valores de la acidez.

3.1.3 Índice de madurez

Este valor se correlaciona con los resultados de los sólidos solubles y de acidez (Sólidos solubles/Acidez). El tratamiento Td es aquel que mejores características presenta (30 días de almacenamiento) con un valor de 6,88 °Brix con respecto al valor inicial (0 días de almacenamiento) 3,44 °Brix, mientras que los tratamientos Tc 5,11 °Brix, Tb 5,37 °Brix y Td 5,95 °Brix, mostraron valores estadísticamente diferentes. Estos valores concuerdan con los resultados obtenidos anteriormente, donde los sólidos solubles aumentan y la acidez disminuye.

3.1.4 pH

En cuanto al pH los resultados que se encuentran en la tabla 3-11, muestran que existe un aumento progresivo a partir del día 0 (3,88), medido en el fruto fresco, en el día 30, el tratamiento que menor pH, presenta es Td (4,33), luego encuentra el testigo (4,41), Tc (4,42) y finalmente Tb (4,4). Este comportamiento por el cual no presenta similares resultados que la acidez se debe a que, este parámetro únicamente permite determinar la concentración de los iones H⁺, mientras que la acidez permite determinar los ácidos y sales que le dan ese carácter.

Tabla 3-10 Resultados de los análisis químicos a los 0, 8, 15, 21, y 30 días de almacenamiento

ENSAYO		Sólidos solubles °Brix					Acidez (% ácido cítrico)					índice de madurez				
Tto.	Días de almacenamiento					Días almacenamiento					Días de almacenamiento					
	0	8	15	21	30	0	8	15	21	30	0	8	15	21	30	
Testigo	9,33±0,00a	9,8±0,1ab	10,37±0,47bc	10,63±0,78bc	11,07±0,58c	2,72±0,00a	2,43±0,48ab	1,93±0,54bc	1,87±0,15bc	1,63±0,28c	3,44±0,0a	4,12±0,71ab	5,71±1,79bc	5,74±0,75bc	6,88±0,89c	
Tb	9,33±0,0a	9,63±0,46ab	9,67±0,23ab	10,93±1,61b	10,93±0,31b	2,72±0,00a	2,49±0,45ab	2,19±0,70ab	1,97±0,42ab	1,85±1,9b	3,44±0,00a	3,97±0,87ab	4,83±1,96abc	5,60±0,44bc	5,95±0,48c	
Tc	9,33±0,00a	9,5±0,44a	9,77±0,25ab	10,2±0,17ab	10,6±0,61b	2,72±0,00a	2,65±0,02ab	2,24±0,62ab	2,02±0,38ab	1,98±0,15b	3,44±0,00a	3,59±0,15a	4,45±0,74ab	5,14±0,87b	5,37±0,56b	
Td	9,33±0,0a	9,63±0,26a	9,8±52 ^a	10,1±0,82 ^a	10,23±0,89 ^a	2,72±0,00a	2,37±0,56 ^a	2,23±0,67a	2,00±0,32 ^a	2,01±0,46 a	3,44±0,00a	4,25±1,16a	4,59±1,08a	5,13±0,99a	5,11±0,93a	

Tto: Tratamiento; testigo: Sin recubrimiento; Tb: Con recubrimiento comercial; Tc: Con recubrimiento comercial y látex de sante (10 %); Td: con recubrimiento comercial y látex de sante (15%).

(a, b, c): Las medias que no comparten una letra en la misma fila son significativamente diferentes. (p<0,05).

Realizado por: Bayas E., 2015

3.2 Evaluación de parámetros físicos del tomate de árbol (*Solanum betaceum*)

3.2.1 Textura

La textura disminuye paulatinamente en todos los tratamientos (Tabla 3-11), sin embargo el tratamiento que mejor conserva esta característica con respecto al producto fresco (10,4Kgf) es Td (8,52Kgf), seguido de Tc (8,39Kgf), Tb(7,03Kgf) y finalmente el testigo (5,93 Kgf). Esto puede atribuirse a la acción de la enzima protopectinasa que durante el proceso de maduración y senescencia desdobla al compuesto protopectina, que le da la textura rígida a los frutos, ocasionando el reblandecimiento del fruto (BADUI, Salvador, 2006, pp. 93), sumado a esto el porcentaje de pérdida de peso, que se debe principalmente a la pérdida de agua por el proceso de respiración y transpiración, hacen que los frutos se vuelvan blandos.

3.2.2 Pérdida de peso

Los resultados del porcentaje de pérdida de peso se muestran en la tabla 3-11, evidenciándose una pérdida progresiva durante el tiempo de almacenamiento, teniendo valores estadísticamente diferentes para los cuatro tratamientos. Sin embargo, el tratamiento que menor pérdida presenta hasta el día 30 es Td (15,89%), seguido de Tc (16,1%) y las mayores pérdidas corresponden al tratamiento Tb (18,87%) y al testigo (21,15%).

Los tratamientos, Tc y Td, muestran resultados satisfactorios, debido a que la adición del látex de sande a la cera de carnauba mejoró la dispersión de la fase lipídica en la matriz hidrocoloide y la adhesión en la superficie del tomate de árbol, evitando la pérdida de peso por transpiración y la deshidratación. Mientras que el tratamiento Tb que contiene únicamente cera de carnauba, y pese a que es muy utilizado como una fórmula para recubrimientos para reducir la deshidratación del alimento, esta presenta propiedades mecánicas defectuosas formando una capa quebradiza, por la baja cohesividad e integridad estructural, lo que con llevaría a la pérdida significativa de peso por deshidratación (Cisneros, Z. & Kochta L., 2002, pp. 2792-2797). Además el recubrimiento permite crear una atmósfera modifica sobre el alimento, ya que crea una barrera semipermeable al paso del vapor de agua y de esta manera impide la deshidratación por la pérdida de humedad.

Tabla 3-11 Resultados de los análisis físicos a los 0, 8, 15, 21, y 30 días de almacenamiento

ENSAYO		Textura (Kgf)					Pérdida de peso (%)					pH				
Tto.	Días de almacenamiento					Días almacenamiento					Días de almacenamiento					
	0	8	15	21	30	0	8	15	21	30	0	8	15	21	30	
Testigo	10,40±0,00a	10,16±1,03ab	8,42±1,57abc	7,39±0,90bc	5,97±0,47c	0,00±0,00a	5,67±0,62b	10,69±1,15c	15,83±1,72d	21,15±2,47e	3,86±0,00a	4,17±0,24ab	4,25±0,13ab	4,39±0,29b	4,41±0,05b	
Tb	10,40±0,00a	9,52±1,66a	8,60±1,66ab	7,35±0,86b	7,03±1,42b	0,00±0,00a	5,76±0,52b	10,19±0,90c	14,61±1,33d	18,87±1,73e	3,86±0,00a	3,94±0,14ab	4,37±0,38ab	4,38±0,20ab	4,44±0,22ab	
Tc	10,40±0,00a	9,6±0,49ab	8,95±1,28ab	8,44±0,55b	8,39±1,18b	0,00±0,00a	4,23±0,38b	8,15±0,64c	12,08±0,93d	16,19±1,57e	3,86±0,00a	3,99±,06a	4,44±0,20b	4,36±0,02b	4,42±0,17b	
Td	10,40±0,00a	9,6±0,40b	9,01±0,19bc	8,99±0,46bc	8,52±0,62c	0,00±0,00a	4,33±0,28b	8,32±0,52c	12,15±0,79d	15,89±1,08e	3,86±0,00a	4,03±0,14ab	4,19±0,23ab	4,31±0,21b	4,33±0,09b	

Tto: Tratamiento; Testigo: Sin recubrimiento; Tb: Con recubrimiento comercial; Tc: Con recubrimiento comercial y látex de sande (10 %); Td: Con recubrimiento comercial y látex de sande (15%).

(a, b, c, d): Las medias que no comparten una letra en la misma fila son significativamente diferentes. (p<0,05).

Realizado por: Bayas E., 2015

3.3 Análisis sensorial

Considerando los totales de los resultados de los 8 panelistas para cada tratamiento obtenido a través de la prueba de ordenamiento (valores menores corresponden a una mejor evaluación) y las características evaluadas en los dos tiempos de almacenamiento (tabla 3-12), el tratamiento Tb fue mejor valorado en brillo y color; y en apariencia obtuvo el mismo resultado Td, el testigo fue el menor valorado. Mientras que a los 30 días de almacenamiento, Td, mostró para los panelistas mejores características de color, textura y apariencia. Esto indica que la cera de carnauba por su composición otorga a las frutas brillo más pronunciado y es evidente en los primeros 15 días de almacenamiento, el látex agregado en los dos tratamientos, disminuye esta característica, sin embargo a los 30 días la evaluación de apariencia, en la cual se incluye el brillo fue valorada mejor para el tratamiento Td que incluye 15% de látex. Estos resultados se correlacionan con las mediciones físicas químicas. Estas características organolépticas puede estar influenciado por la presencia de los flavonoides (Rivera, 2012, <http://www.corpoamazonia.gov.co/files/Investigaciones/Caracterizacion.pdf>) en el látex de sande presentando una actividad antioxidante, que evita el estrés oxidativo, evitando de esta manera la muerte celular y por consiguiente la degradación de sus componentes.

Se evaluó el sabor del tomate de árbol a los 30 días de almacenamiento, para determinar si el látex de sande influye en este parámetro (figura 3-7), donde el testigo y los tres tratamientos presentan los resultados similares. Esto se puede correlacionar con los parámetros químicos donde los resultados no muestran variaciones significativas, y que por la misma razón se encuentra los resultados dentro de las especificaciones de la NTE INEN 1909:2009.

3.4 Evaluación microbiológica de los tres tratamientos y el testigo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

Los resultados de la determinación de mohos y levaduras se muestran en la tabla 3-13, estos demuestran que el crecimiento de mohos y levaduras a los 30 días de almacenamiento, no es significativo, pese a que estos microorganismos son los primeros en atacar a este fruto, esto se debe a que el tomate de árbol presenta una textura rígida en su cáscara y una baja actividad de agua (Aw), por lo que evita la contaminación y la proliferación microbiana, ya que el sustrato queda protegido por esta capa, por esta razón todas las muestras presentaron recuentos por debajo de los criterios microbiológico según la norma sanitaria sobre criterios microbiológico de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano de la República del Perú

para frutas y verduras fresca donde, el límite máximo de aceptación es 1 000 UFC/mL. Que en la presente investigación se realizó por hisopado de la superficie y que no existe ninguna norma que permita realizar la comparación, que sin embargo presenta un conteo bajo de mohos y levaduras.

Tabla 3-12 Resultados del análisis sensorial (Prueba de ordenamiento) a los 15 y 30 días de almacenamiento

Análisis Sensorial											
Días de almacenamiento											
<i>Tto.</i>	15					<i>Tto.</i>	30				
	Brillo	Color	Textura	Apariencia	Total		Brillo	Color	Textura	Apariencia	Total
<i>Tb</i>	10	14	18	14	14	<i>Td</i>	19	15	14	16	16
<i>Td</i>	22	17	16	14	17,3	<i>Tb</i>	13	22	23	20	19,5
<i>Tc</i>	22	22	18	21	20,8	<i>Tc</i>	20	26	18	20	21
<i>Testigo</i>	24	27	28	31	27,5	<i>Testigo</i>	24	17	25	23	22,3

Tto: Tratamiento; Testigo: Sin recubrimiento; Tb: Con recubrimiento comercial; Tc: Con recubrimiento comercial y látex de sante (10 %); Td: Con recubrimiento comercial y látex de sante (15%).

Realizado por: Bayas E., 2015

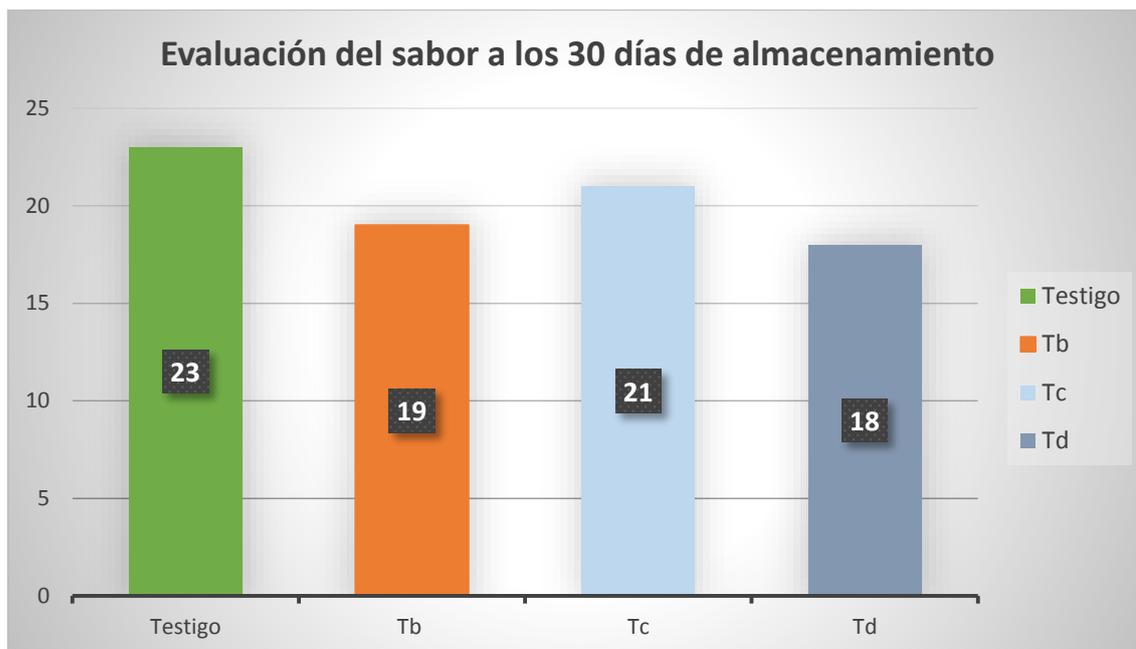


Figura 3-7: Porcentaje de aceptación del sabor del tomate de árbol evaluado a los 30 días de almacenamiento

Testigo: Sin recubrimiento; Tb: Con recubrimiento comercial; Tc: Con recubrimiento comercial y látex de sande (10 %); Td: Con recubrimiento comercial y látex de sande (15%).

Realizado por: Bayas E., 2015

Tabla 3-13 Resultados del análisis microbiológico (mohos y levaduras) a los 0, 8, 15, 21, y 30 días de almacenamiento

Análisis Microbiológico (mohos y levaduras) UFC/mL

Tto.	Días de almacenamiento				
	0	8	15	21	30
Testigo	0,00±0,00b	0,67±1,16b	3,33±3,21ab	3,67±1,53ab	11,67±12,5a
Tb	0,00±0,00a	0,67±1,15ab	0,67±0,58bc	4,00±2,65ab	5,33±3,06a
Tc	0,00±0,00a	0,33±0,58b	1,67±0,58b	2,67±3,06b	8,00±3,46b
Td	0,00±0,00a	0,00±0,00a	1,00±0,00b	2,33±1,53b	5,67±1,53b

Testigo: Sin recubrimiento; Tb: Con recubrimiento comercial; Tc: Con recubrimiento comercial y látex de sande (10 %); Td: Con recubrimiento comercial y látex de sande (15%).

Realizado por: (Bayas E., 2015)

CONCLUSIONES

Se elaboró los recubrimientos a base de cera de carnauba con adición del 10 y 15 % de látex, los cuales presentaron homogeneidad y una buena disolución que permitió aplicarlos sobre los tomates de árbol con una buena dispersión y adhesión sobre la superficie del tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

El análisis físico químico de los tomates de árbol del testigo (sin recubrimiento), Tb (recubrimiento comercial de cera de carnauba Sta Fresh 7100) y considerando los resultados a los 30 días de almacenamiento se obtuvo que los tratamientos y el testigo se encuentra dentro de las especificaciones de la NTE INE 1909:2009, sólidos solubles (mínimo 8,5 °Brix), acidez (máximo 2%), y el índice de madurez (mínimo 4,5 °Brix/ácido cítrico), sin embargo al compararlos con el producto fresco (0 días) el mejor tratamiento fue el añadido 15% de látex de sande.

El recuento de mohos y levaduras en el testigo y los tres tratamientos presenta un recuento bajo y que al comparar con los límites permitidos por la norma sanitaria sobre criterios microbiológico de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano de la República del Perú (RECUENTO DE 1000 UFC/mL), y no existe diferencias estadísticas significativas, por tanto, no se evidencia en esta investigación la acción microbiana del látex de sande, al influir la corteza gruesa que posee el tomate de árbol, que actúa como una capa protectora.

Los tratamientos que mayor aceptación tuvieron en la evaluación sensorial fueron Tb (recubrimiento comercial) por su brillo, color y apariencia y Td (recubrimiento con 10% de látex de sande) por su textura y apariencia, mientras que a los 30 días de almacenamiento, el tratamiento que mayor aceptación tuvo fue Td (recubrimiento con 15% de látex de sande) por su color, textura y apariencia y Tb por su brillo, el tratamiento que menor aceptación tubo fue el testigo tanto en el día 15 y 30 de almacenamiento.

El tratamiento que mayor estabilidad física química y aceptación sensorial a los 30 días de almacenamiento fue Td, duplicando el tiempo de vida útil con respecto al testigo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que para obtener una óptima disolución en la formulación del recubrimiento, el látex de sande debe tener una pureza absoluta y usar en fresco, debido a que las bajas temperaturas y el movimiento precipitan las resinas, por lo cual se ve afectado la estabilidad.

Considerando que las muestras tratadas con recubrimiento de cera comercial y adicionada con látex de sande presentan buena conservación a los 30 días de almacenamiento en comparación con la muestra sin recubrimiento se recomienda alargar el periodo de almacenamiento utilizando mayores porcentajes de látex de sande y en refrigeración.

Se recomienda medir el consumo de oxígeno y dióxido de carbón, mediante la utilización de un equipo de cámara de respiración, que permita determinar la tasa de respiración, con lo cual se fortalecería la evaluación de la eficiencia del recubrimiento comestible a base del uso de látex de sande, que garantice una buena formación de barrera semipermeable.

GLOSARIO

Recubrimiento: es la formación de una estructura de un polímero, sobre la superficie del objeto al cual se le va a proteger y se los aplica directamente.

Post-cosecha: se refiere al conocimiento de los métodos apropiados que se le hacen a un producto cosechado y la tecnología de manejo necesario que se lo realiza en momento natural y fresco.

Látex: es una sustancia lechosa que se extrae de los cortes hecho del tronco de ciertos árboles, constituidas principalmente por resinas, ceras, grasas, alcaloides entre otros componentes.

Vida útil: es el tiempo estimado que un objeto puede tener, desempeñando correctamente las funciones para la que ha sido creado.

BIBLIOGRAFÍA

ACHIPIZ, S., et. al, "Effect of starch-based coating on the maturation of guava (*Psidium guajava*)", *Bioteconología en el sector agropecuario y agroindustrial*, n° 2 (2013) (Cauca-Colombia),pp. 92-100.

ACOSTA, P., *Caracterización morfológica y molecular de tomate de árbol, Solanum betaceum Cav. (Solanaceae)*. [En línea]. Madrid-España: 2011. [Consulta: 02-07-2015]
Disponible en:

<http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1174/1/T-SENESCYT-000302.pdf>

ADEL, K.,*Cursos de invernaderos INCAPA*. [En línea] 1992 [Consulta: 28-10-2015]
Disponible en: <http://www.ecofisiohort.com.ar/wp-content/uploads/2010/04/Biolog%C3%ADa-y-Tecnolog%C3%ADa-de-Postcosecha.pdf>

ALBISU M., et. al., *Los retos actuales de la industria alimentaria*. Madrid: International Marketing & Dommunication S.A., 2010, pp. 27-35

BADUI, Salvador, *Química de los alimentos*. Cuarta ed. México: PEARSON EDUCACION, 2006. pp 93.

BEREZIA,*Agentes de recubrimiento comestible*. [En línea]. 2012. [Consulta: 23-06-2015]
Disponible en:
http://www.elika.eus/datos/articulos/Archivo652/berezia_agentes%20de%20recubrimiento.pdf.

CALVO, I.,*Cultivo de tomate de árbol*. [En línea]. San José-Costa Rica: 2009. [Consulta: 23-06-2015].
Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00168.pdf>

CHACÓN X., et. al, Conservación de Frutas y Hortalizas Frescas y Mínimamente Procesadas con Recubrimientos Comestibles. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, Volumen 5, n° 4 (Coahuila) (2011), pp. 31-35.

CHINDOY L.,*Evaluación de la actividad biológica de una fracción acuosa obtenida del látex de brosimum utile, tradicionalmente utilizado en el tratamiento del cancer por la comunidad*

indígena camentosa.. [En línea] 2014 [Consulta: 15-06-2015]
Disponible en:
<http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/15433/1/ChindoyLunaLilyYanet2014.pdf>

CISNEROS, Z. & KROCHTA, L., Internal modified atmospheres of coated fresh fruits and vegetables: understanding relative humidity effects. *Journal of Food Science*, 67(8) (2002), pp. 2792-2797.

CODEX ALIMENTARIUS, *Justificación respecto al uso de etileno para la maduración de fruta.* [En línea] 2011 [Consulta: 25-10-2015]
Disponible en: www.sld.cu/revistas/ibi/vol22_3_03/ibi10303.pdf

DEFILIPPI, B.,. *Postcosecha de frutas y hortalizas.* [En línea]. 2009. [Consulta: 16 10 2015].
Disponible en:
<http://www2.inia.cl/medios/subsitios/nodohortofruticola/Tallerdepostocsechayentomologia/PostCosechaFrutasyHortalizas-BrunoDefilippi.pdf>.

EFSA, *Dictamen científico sobre la reevaluación de la cera de carnauba (E 903) como aditivo en alimento.* *EFSA Journal*. [En línea] 2012, [Consulta: 25-10-2015]. Disponible en: www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/2880.pdf

FAO, *Prevención de alimentos postcosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos.* [En línea] Roma: 2011. [Consulta: 23-07-2015]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t0073s/t0073s00.htm>

FIGUEROA J., et. al., Recubrimiento comestible en la conservación del mango y aguacate, y perspectiva, al uso de propóleo en su formulación. *Rev. Colombiana cienc.*, Vol 3 (2)(2011). pp. 386.

GARCÍA, M., *Manual de manejo cosecha y poscosecha del tomate de árbol.* [En línea]. 2008 [Consulta: 02-07-2015]. Disponible en: http://www.fontagro.org/sites/default/files/TomateArbol_final.pdf

HERNÁNDEZ M., et. al, *Fisiología postcosecha*. [En línea]. 2007. [Consulta: 15-10-2015]
Disponible en: www.bdigital.unal.edu.co/8545/24/11_Cap09.pdf

JAMES M. et. al, *Microbiología moderna de los alimentos*. Quinta ed. Zaragoza: ACRIBIA S.A. (2005), pp. 136

La Hora, *Pérdidas poscosecha llegan a más del 40%*. [En línea]. Quito-Ecuador: 2010. [Consulta: 02 07 2015]. Disponible en: <http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101048119/home/goRegional/Loja#.Vi5gQSs3YpI>.

MÁRQUEZ J., et. al, Changes physiological, textural, physicochemical and microestructural of the tree tomato (*Cyphomandra betacea* S.) at postharvest. *Revista de la facultad de química farmacéutica, universidad de antioquia*, 2007.14(2) (Antioquia-Colombia), pp. 9.

MARTÍNEZ I., et.al, *Uso y evaluación de dos aceites esenciales (Canela y clavo de olor) para el control de las pudriciones fungosas y determinacion de la vida útil mediante películas protectoras comestibles en papaya (Carica Papaya C.v. Hawaiana*. [En línea]. Guayaquil-Ecuador: C, Segarra, Octubre 2011. [Consulta: 23 06 2015]. Disponible en:

https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24319/1/Articulo%20Tesis_Carica%20Papaya%20C.v.Hawaiana.pdf

MINISTERIO DE CULTURA Y PATRIMONIO, El tomate de árbol, Poderes medicinales. *Patrimonio Alimentario*, Vol 5, (2013) pp. 12.

NATALIA, G., *Escaldado de alimentos para mayor inocuidad*. [En línea] 2012 [Consulta: 25-10-2015] Disponible en:

<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2009/05/25/185488.php>

NTE INEN 1909, 2009. *Frutas frescas. Tomate de árbol. Requisitos*.

ORDOÑEZ J., et. al, Componentes de los alimentos y procesos. *Tecnología de los Alimentos*. Madrid: Síntesis S.A, (2007) pp. 246-252.

PARZANESE, M., *Películas y recubrimientos comestibles*. [En línea]. Argentina: 2012. [Consulta: 23-06-2015]
Disponible en:
http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_07_PeliculaComestible.pdf

PÉREZ M, et. al, *Recubrimiento comestibles en frutas y hortalizas*. [En línea]. Valencia: 2008. [Consulta:02-07-2015]. Disponible en:
http://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rh207/54_57.pdf

PÉREZ T., et. al, *Evaluación de transparencia y resistencia al vapor de agua en recubrimientos comestibles a base de gel de aloe barbadensis Miller*. [En línea] 2012 [Consulta: 09-2015]
Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914034.pdf>

PROECUADOR, *Análisis sectorial de frutas no tradicionales*. [En línea]. Ecuador: 2012. [Consulta: 23-06-2015]. Disponible en:
http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/11/PROEC_AS2012_FRUTAS.pdf

RAMÍREZ J, *Instituto de Ciencias Naturales*. [En línea] 1997 [Consulta: 19-10-2015]
Disponible en:
<http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/?controlador=ShowObject&accion=show&id=258305>

RAMÍREZ Q., et. al, Conservación de mora de castilla mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila. *VITAE*, 3(3) (2013), pp. 173-181.

RAMIREZ, T., *Perfil del tomate de árbol*. [En línea]. Ibarra: 2009. [Consulta: 07 2015].
Disponible en: <http://www.pucesi.edu.ec/pdf/tomate.pdf>

REVELÓ J., et. al, *El cultivo de tomate de árbol*. [En línea]. Quito-Ecuador: INIAP, 2012. [Consulta: 23-06-2015]. Disponible en: http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Cultivo%20_tomate_ecologico.pdf

RINCÓN L., et. al, *Ingeniería de Alimentos, Universidad de Caldas*. [En línea] 2009 [Consulta: 15-10-2015]. Disponible en: https://www.academia.edu/attachments/35795229/download_file?st=MTQ0NjcwMjE2MCwxODYuNDYuMTcyLjZlOCwzMTc2NTIwNA%3D%3D&s=swp-toolbar

RIVERA L., *Caracterización fitoquímica, farmacéutica y alimenticia de papa culebrera india (Dracontium spruceanum (Schott) G.H.Zhu, Araceae) y sande (Brosimum utile (Kunth) Oken, Moraceae) del jardín botánico de plantas medicinales del CEA de Corpoamazonia Mocoa*". [En línea] 2012. [Consulta: 15-06-2015]. Disponible en: <http://www.corpoamazonia.gov.co/files/Investigaciones/Caracterizacion.pdf>

ROJAS, M. A., *Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana freca: Unaa nueva estrategia de conservación*. [En línea] Lleida: 2006. [Consulta: 02-07-2015]. Disponible en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8377/Trgmj1de4.pdf;jsessionid=C263785856396EF7E49C57E682E87F30.tdx1?sequence=1>

SOLÓRZANO, V., *Efecto de recubrimiento comestible con látex de sande (Brosimum utile) sobre la vida útil de yuca (Manihot sculenta), tomate de árbol (Solanum betaceum) y papa chaucha (Solanum phureja)*, (Tesis pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador. pp. 28-43.

TABAREZ C. & VELASQUEZ J., Estudio de la vida de anaquel del tomate de árbol (Cyphomandra betacea) osmodeshidratado en atmosferas modificadas. *Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia*, (2002) pp. 15.

VALENZUELA C., et al, *Potenciales aplicaciones de películas de quitosano en alimentos de origen animal: una revisión..* [En línea], 2012 [23-07-2015] Disponible en: <http://www.avancesveterinaria.uchile.cl/index.php/ACV/article/viewFile/21997/23317>

ANEXOS

Anexo A. Especificación de cera de carnauba Sta Fresh 7100.

	FORMULA CONFIDENCIA Y DE PROPIEDAD DE JBT
Producto: Santa Fresh® 7100	
Nombre Técnico: Solución salobre de Resina Alcalina	
Por medio de la presente certificamos que:	
Corporación JBT, Tecnología de Alimentos JBT California y Florida Estados Unidos Ciudad de Cape-Sud África. Ningbo-China	
Producen la cera Santa Fresh® 7100, lista para ser usada como capa protectora en frutas.	
La cera Santa Fresh® 7100 no contiene productos derivados de animales y los equipos utilizados para su elaboración tampoco son usados para procesar productos provenientes de animales y derivados	
Los ingredientes para producir la cera 7100 son:	
Ingredientes:	Porcentajes
Cera básica de procedencia vegetal (carnauba)	18.0 al 21.0 %
Sales de Ácidos grasos vegetales	9.5 al 11.5 %
Sulfactantes y Agua	Eqv. A 100%
Acatando las regulaciones de comidas, alimentos y drogas de los Estados Unidos Capitulo 21 del Código de las Regulaciones Federales	
En todos los cartones de embalaje debe estar marcados que las frutas están:	
“Las Frutas están recubiertas con la cera Sta Fresh® 7100 que es elaborada a base de cera vegetal o resina vegetal, mantiene la frescura.	
JBT vende este producto bajo el nombre de Sta Fresh® 7100 en los Estados Unidos como en otros países ya sea directamente o a través de sus distribuidores y representantes.	
Sta Fresh® es una Marca Registrada de JBT Corporación	

Anexo B. Encuesta utilizada para el análisis sensorial mediante una prueba de ordenamiento.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA



Nombre:.....

Fecha:.....

ANÁLISIS SENSORIAL

Instrucciones: *El ensayo consiste en evaluar las 4 muestras de tomate de árbol en orden ascendente con un rango de calificación siendo (1 el mejor y 4 el peor) de acuerdo a su preferencia.*

Calificación	Brillo	Color	Textura	Apariencia
1				
2				
3				
4				

OBSERVACIONES:

.....
.....

Anexo C. Encuesta utilizada para el análisis de sabor mediante una prueba de ordenamiento.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA



Nombre:.....

Fecha:.....

ANÁLISIS DE SABOR

Instrucciones: El ensayo consiste en evaluar las 4 muestras de tomate de árbol en orden ascendente con un rango de calificación siendo (1 el mejor y 4 el peor) de acuerdo a su preferencia.

Calificación	Sabor
1	
2	
3	
4	

OBSERVACIONES:

.....
.....

Anexo D. Formulación de los recubrimientos comestibles



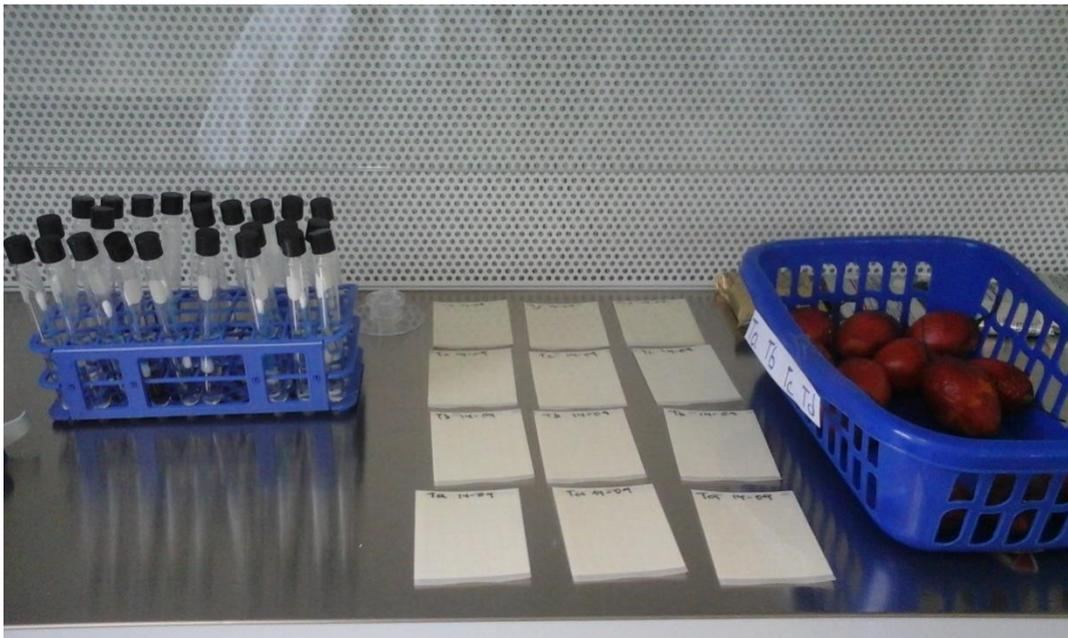
Anexo E. Aplicación de los recubrimientos comestibles a los tomates de árbol



Anexo F. Almacenamiento de los tomates de árbol recubiertos



Anexo G. Placas Petrifilm de mohos y levaduras 3M



AnexoH. Cámara de flujo laminar BIOBASE



AnexoI. Equipo de filtración



Anexo J. Equipo de titulación



Anexo K. Recolección de los tomates de árbol en el Sector la Moya-Pelileo Grande

