

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



“EFECTO DEL RECUBRIMIENTO DE GOMA DE SAPOTE (*Capparis scabrida*) EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) DURANTE SU ALMACENAMIENTO”

Presentada por:

ODALYS DEL PILAR TEJADA MENDOZA

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE

MAGISTER SCIENTIAE EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Lima Perú

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

“EFECTO DEL RECUBRIMIENTO DE GOMA DE SAPOTE (*Capparis scabrida*) EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) DURANTE SU ALMACENAMIENTO”

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGISTER
SCIENTIAE**

Presentada por:

ODALYS DEL PILAR TEJADA MENDOZA

Sustentado y aprobado ante el siguiente Jurado:



Dra. Indira Betalleluz Pallardel

PRESIDENTE



Ing. Mg.Sc. Luis A. Briceño Berrú

ASESOR



Ph.D. L. Fernando Vargas Delgado

MIEMBRO



Ing. M.S. W. Francisco Salas Valerio

MIEMBRO

*A la memoria de mi Padre, Víctor Manuel Tejada
Ramírez, uno de los hombres más sabios que he
conocido en este largo caminar y cuyo recuerdo
aún sigue latente en mí.*

*A mi Madre Esther, mujer con mucha energía, a
quien agradezco infinitamente todo el apoyo
invaluable y constante empuje y de quien heredé
la perseverancia y la fuerza, y a mi esposo e hijos
Esduar y Daniela por su apoyo y ayuda
constante.*

AGRADECIMIENTOS

- Al Ing. Luis Briceño patrocinador de la presente investigación, por su orientación, consejos impartidos así como su apoyo incondicional
- Al personal encargado del Laboratorio de Investigación e Instrumentación, de Envases Embalajes así como el Laboratorio de Análisis Físicoquímico de Alimentos, por toda la colaboración en el desarrollo de la parte experimental de la presente investigación
- Al personal encargado del Laboratorio de Biotecnología, en especial al Sr. Máximo Zúñiga García, por todo el apoyo y ayuda brindada durante la ejecución de la parte experimental del presente trabajo de investigación
- Al personal encargado del Laboratorio de Análisis Físicoquímico, por el apoyo en el desarrollo de la parte experimental de la presente investigación.
- A todos los miembros de Jurado, por toda su disposición y aportes alcanzados durante la ejecución de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. EL TOMATE	4
2.1.1. Aspectos generales	4
2.1.2. Producción y pérdidas poscosecha	6
2.1.3. Aspectos fisiológicos del tomate	6
2.2. GOMA DE SAPOTE	17
2.2.1. Aspectos generales	17
2.2.2. Uso en la industria alimentaria	18
2.2.3. Uso de gomas como cobertura en frutas y verduras	21
2.3. QUITOSANO	22
2.3.1. Aspectos generales	22
2.3.2. Uso en la industria alimentaria	23
2.3.3. Uso como cobertura en frutas y hortalizas	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	25
3.2. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS	25
3.2.1. Tomate, goma de sapote y quitosano	25
3.2.2. Equipos	25
3.2.3. Materiales y reactivos	26
3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS	27
3.3.1. Análisis físico químicos	27
3.3.2. Contenido microbiano	30
3.3.3. Características sensoriales	30
3.3.4. Análisis estadístico	31
3.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	31
3.4.1. Preparación del recubrimiento a base de goma de sapote y goma de sapote mas quitosano	31
3.4.2. Flujo de operaciones seguido en la cobertura de tomates	33

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA GOMA DE SAPOTE EN POLVO	38
4.2. CARACTERIZACIÓN DEL TOMATE	40
4.3. ANÁLISIS EFECTUADOS A TRATAMIENTOS CON COBERTURA DE GOMA DE SAPOTE Y QUITOSANO ALMACENADOS AL AMBIENTE Y EN REFRIGERACIÓN	41
4.3.1. Pérdida de peso en tratamientos con cobertura de goma de sapote almacenados en ambiente y refrigeración	42
4.3.2. Pérdida de peso en tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano 1% almacenados en ambiente y refrigeración	45
4.3.3. Tasa de respiración en los tratamientos con cobertura de goma de sapote al ambiente y refrigeración	48
4.3.4. Tasa de respiración en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano al ambiente y refrigeración	51
4.3.5. Variación de los sólidos solubles en los tratamientos con cobertura de goma de sapote al ambiente y refrigeración	55
4.3.6. Variación de los sólidos solubles en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano al ambiente y refrigeración	57
4.3.7. Variación del ph en los tratamientos con cobertura de goma de sapote al ambiente y refrigeración	59
4.3.8. Variación del ph en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano al ambiente y refrigeración	61
4.3.9. Variación de la acidez en los tratamientos con cobertura de goma de sapote al ambiente y refrigeración	63
4.3.10. Variación de la acidez en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano al ambiente y refrigeración	66
4.3.11. Variación de la firmeza en los tratamientos con cobertura de goma de sapote al ambiente y refrigeración	69
4.3.12. Variación de la firmeza en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano al ambiente y refrigeración	71

4.3.13.	Variación del color en los tratamientos con cobertura de goma de sapote al ambiente y refrigeración	74
4.3.14.	Variación del color en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano al ambiente y refrigeración	79
4.5.	MOHOS Y LEVADURAS.....	86
4.6.	PRUEBA DE ACEPTACION DE SABOR.....	88
IV.	CONCLUSIONES	92
V.	RECOMENDACIONES	93
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
VII.	ANEXOS.....	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Frutas clasificadas según comportamiento respiratorio durante la maduración	7
Tabla 2: Intensidad de respiración de frutas y hortalizas	8
Tabla 3: Clasificación de productos hortofrutícolas según producción de etileno	9
Tabla 4: Clasificación de frutas y hortalizas según sensibilidad al daño por frío	10
Tabla 5: Perecibilidad relativa de frutas y hortalizas almacenadas a temperatura y humedad relativa cercana a la óptima	12
Tabla 6: Comparación de las características físico químicas de la goma de sapote (<i>Capparis scabrida</i>) con otras gomas importantes en la industria	20
Tabla 7: Análisis proximal, taninos y pH de la goma de sapote en polvo	39
Tabla 8: Características del tomate al inicio del almacenamiento	40
Tabla 9: Tasa de respiración (ml CO ₂ /kg h) de los tratamientos cubiertos con goma de sapote almacenados al ambiente (a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR) y refrigeración (a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR)	49
Tabla 10: Tasa de respiración (ml CO ₂ /kg h) de los tratamientos cubiertos con goma de sapote más quitosano almacenados al ambiente (a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR) y refrigeración (a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR)	52
Tabla 11: Resultados del recuento de mohos/levaduras (ufc/g) en los tratamientos con cobertura de goma de sapote y quitosano almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR	86
Tabla 12: Resultados del recuento de mohos/levaduras (ufc/g) en los tratamientos con cobertura de goma de sapote y quitosano almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR	87
Tabla 13: Valoración promedio de la aceptación del sabor en los tratamientos con goma de sapote y quitosano a diferentes tiempos de almacenamiento a temperatura ambiente (a 20 °C y 85 % ± 3,8 % HR)	89
Tabla 14: Valoración promedio de la aceptación del sabor en los tratamientos con goma de sapote y quitosano a diferentes tiempos de almacenamiento en refrigeración (a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR)	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fruto en estado de cosecha	7
Figura 2: Índice de madurez fisiológica en el fruto	9
Figura 3: Grados de madurez del tomate	14
Figura 4: Transferencias que pueden ser controladas por recubrimientos comestibles	15
Figura 5: Diagrama de la metodología seguida en la preparación del recubrimiento a base de goma de sapote	32
Figura 6: Diagrama de la metodología seguida en la preparación del recubrimiento a base de goma de sapote más quitosano	33
Figura 7: Flujo de operaciones para obtención de tomate con coberturas de goma de sapote y quitosano	34
Figura 8: Frutos seleccionados en estado pintón	35
Figura 9: Lavado de frutos	35
Figura 10: Recubrimiento de tomates	36
Figura 11: Oreado de tomates con cobertura	36
Figura 12: Almacenamiento a temperatura ambiente y refrigeración	37
Figura 13: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la pérdida de peso porcentual de los tratamientos almacenados a 20° C y 85 ±3,8 % HR)	42
Figura 14: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la pérdida de peso porcentual de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR)	44
Figura 15: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la pérdida de peso porcentual de los tratamientos almacenados a 20° C y 85 ±3,8 % HR)	46
Figura 16: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la pérdida de peso porcentual de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR)	47
Figura 17: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la tasa de respiración de los tratamientos almacenados a 20° C y 85 ± 3,8 % HR	50
Figura 18: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la tasa de respiración de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR	51
Figura 19: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la tasa de respiración de los tratamientos almacenados a 20° C y 85 ± 3,8 % HR	53

Figura 20: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la tasa de respiración de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR	54
Figura 21: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la concentración de sólidos solubles (°Brix) de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR	55
Figura 22: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la concentración de sólidos solubles (°Brix) de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR	56
Figura 23: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la concentración de sólidos solubles (°Brix) de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR	58
Figura 24: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la concentración de sólidos solubles (°Brix) de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR	59
Figura 25: Efecto de la cobertura de goma de sapote en el pH de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR	60
Figura 26: Efecto de la cobertura de goma de sapote en el pH de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR	61
Figura 27: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en el pH de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR	62
Figura 28: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en el pH de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR	63
Figura 29: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la acidez titulable total de los tratamientos almacenados a 20° C y 85 ± 3,8 % HR	65
Figura 30: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la acidez titulable total de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR	66
Figura 31: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la acidez titulable total de los tratamientos almacenados a 20° C y 85 ± 3,8 % HR	67
Figura 32: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la acidez titulable total de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR	68
Figura 33: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la firmeza de los tratamientos almacenados a 20° C y 85 ± 3,8 % HR	70
Figura 34: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la firmeza de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR	71

Figura 35: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la firmeza de los tratamientos almacenados a 20° C y 85 ± 3,8 % HR	72
Figura 36: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la firmeza de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR	74
Figura 37: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la luminosidad (L*) de los tratamientos almacenados a 20° C y 85 ± 3,8 % HR	75
Figura 38: Efecto de la cobertura de goma de sapote en el hue angle (h°) de los tratamientos almacenados a 20° C y 85 ± 3,8 % HR	75
Figura 39: Efecto de la cobertura de goma de sapote en el chroma (C*) de los tratamientos almacenados a 20° C y 85 ± 3,8 % HR	76
Figura 40: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la luminosidad (L*) de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR	77
Figura 41: Efecto de la cobertura de goma de sapote en el hue angle (h°) de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR	78
Figura 42: Efecto de la cobertura de goma de sapote en el chroma (C*) de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR	79
Figura 43: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la luminosidad (L*) de los tratamientos almacenados a 20° C y 85 ± 3,8 % HR	80
Figura 44: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en el hue angle (h°) de los tratamientos almacenados a 20° C y 85 ± 3,8 % HR	81
Figura 45: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en el chroma (C*) de los tratamientos almacenados a 20° C y 85 ± 3,8 % HR	82
Figura 46: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la luminosidad (L*) de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR	83
Figura 47: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en el hue angle (h°) de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR	84
Figura 48: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en el chroma (C*) de los tratamientos almacenados a 15° C y 90 ± 1,3 % HR	85

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha empleada en la prueba de aceptabilidad de sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote y goma de sapote más quitosano	110
Anexo 2: Fotos	111
Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptabilidad del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote y goma de sapote más quitosano almacenados al ambiente y en refrigeración	115
Anexo 4: Análisis de Kruskal Wallis a los resultados de la prueba de aceptación del sabor de los tratamientos con cobertura de goma de sapote y goma de sapote más quitosano almacenados al ambiente y en refrigeración	137
Anexo 5: Informe de Ensayo efectuado a la goma de sapote en polvo	143

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del recubrimiento de goma de sapote y goma de sapote más quitosano en las características del tomate almacenado a dos condiciones: ambiente (20 °C y 85 % HR) y en refrigeración (15 °C y 90 % HR). Se empleó tomates en estado de maduración “pintón” y dos recubrimientos o coberturas: goma de sapote en concentraciones de 0,5 %, 1 % y 2,5 % (w/v) y goma de sapote en concentraciones de 0,5 %, 1% y 2,5 % más quitosano al 1 % (w/v). Con ambas coberturas se utilizó glicerol en concentración de 1% (w/v) para dar mayor flexibilidad y resistencia a la cobertura. La evaluación del efecto de las dos coberturas respecto al tratamiento sin cobertura o testigo incluyó la determinación de la pérdida porcentual de peso por día, la tasa de respiración, el contenido de sólidos solubles, pH, acidez, firmeza, color (L^* , h° y C^*), la aceptabilidad del sabor y el recuento de mohos y levaduras. La pérdida de peso en los tratamientos con cobertura de goma de sapote disminuyó respecto al testigo, lo que no ocurrió en los tratamientos almacenados en refrigeración. En los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano, el tratamiento testigo tuvo menor pérdida de peso durante todo el almacenamiento y el tratamiento con cobertura de 2,5 % presentó mayor pérdida. La tasa de respiración de los tratamientos con ambas coberturas y bajo las dos condiciones de almacenamiento mostró tendencia muy parecida. El contenido de sólidos solubles de los tratamientos con cobertura de goma de sapote y goma de sapote más quitosano tuvo un leve incremento, no se evidenció diferencias significativas respecto al tratamiento sin cobertura (testigo), caso diferente a lo ocurrido en los tratamientos con cobertura de goma de sapote almacenados en refrigeración. Aunque el incremento del pH de los tratamientos con cobertura de goma más quitosano mostraron ser ligeramente mayores (0,12) a los tratamientos con cobertura de goma únicamente (0,07), no se presentó diferencias significativas. La acidez descendió durante todo el almacenamiento en los tratamientos con ambas coberturas y almacenadas al ambiente (de 0,3 a 0,32 y de 0,24 a 0,28) logrando diferenciarse del tratamiento testigo, esto no ocurrió en los tratamientos almacenados en refrigeración donde los resultados de acidez fueron muy parecidos a los obtenidos en el tratamiento testigo. Los valores de firmeza en los tratamientos con ambas coberturas decreció pero no se diferenció del testigo. Sin embargo el mayor descenso se tuvo en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano 1% (w/v) disminuyendo un 66 a 71 % frente a

un 46 a 55 % obtenido en los tratamientos cubiertos con goma únicamente. Los valores de los parámetros de color (L^* , h^* y C^*) disminuyeron, siendo la caída más pronunciada durante la primera semana. La luminosidad (L^*) y chroma (C^*) de los tratamientos con goma de sapote al ambiente y de los tratamientos con goma de sapote más quitosano en refrigeración se diferenciaron del testigo. Al final del almacenamiento la aceptación de todos los tratamientos fue similar y el recuento de mohos y levaduras estuvo debajo de los límites establecidos por Dirección General de Salud Ambiental durante todo el almacenamiento (DIGESA). En conclusión, los ensayos físico químico y microbiológicos efectuados al tomate, no evidenciaron efecto significativo de ambos recubrimientos; finalmente, la aceptabilidad de los tratamientos con y sin cobertura fue similar al final del almacenamiento.

Palabras clave: goma de sapote, quitosano, tomate, cobertura, almacenamiento, aceptación.

SUMMARY

The aim of this research was to evaluate the effect of the sapote gum and sapote gum plus chitosan in the characteristics of tomatoes during two storage conditions: at room temperature (20°C and 85 % relative humidity by 28 days) and refrigeration (15°C and 90 % by 35 days). Tomatoes in “pinton” maturity stage were coated with two coatings: sapote gum in concentrations of 0,5 %, 1 % and 2,5 % (w/v) and sapote gum in concentrations of 0,5 %, 1 % , 2,5 % (w/v) plus chitosan 1% (w/v). In both cases, glycerol (plasticizing agent) was added in concentrations of 1 % (w/v). To evaluate the effect of boths coatings, treatments with coatings were compared with the results obtained in treatments without coatings (control). For this purpose, it was necessary to determinate the weight loss percentage for each day, the respiration rate, the soluble solids, the pH and acidity, firmness, color (L*, C* and h°), taste acceptability test and finally the mold and yeast count. The weight loss in control treatment was slightly higher than treatments with sapote gum stored at room temperature, contrary case happened in treatment with only sapote gum stored at refrigeration. Similar case happened in treatments with sapote gum plus chitosan, in which the control had the least weight loss, meanwhile treatment with 2,5 % showed the higher weight loss during all the storage time. In both treatments and storage conditions, the respiration rate showed similar trend. The soluble solids values increased slightly in all treatments (sapote gum and sapote gum plus chitosan) stored at room temperature. Different behavior was showed in all treatments stored at refrigeration in which there were significant differences respect to the control. The increase in pH values of all treatments with sapote gum plus chitosan showed to be slightly higher (0,12) respect to the all treatments with sapote gum only (0,07). The acidity decreased slightly (from 0,3 to 0,32 and 0,24 to 0,28) during all the storage time at room temperature becoming different to the control one. It didn´t happen in treatments stored at refrigeration temperature where the acidity results were all very similar. Firmness, in both treatments, decreased and there were no differences respect to the control. However, treatments with sapote gum plus chitosan had the higher firmness loss (66 to 71%) respect to treatment with sapote gum only (46 to 55 %). Values of L*, h° y C* decreased in all the storage time being higher first week. L* and C* values of treatments with sapote gum storage at room temperature and treatments with sapote gum plus chitosan storage at refrigeration showed differences respect to the control treatment. At the end of the storage, the acceptability of all treatments was similar and the mold and yeast count

were under the limits established by DIGESA. In conclusion, the physic and chemical assays showed that there were no significant differences between treatments with coatings and the control; the microbiological assays showed decrease in mold and yeast count, and finally the acceptability of all treatments (with and without coating) was similar at the end of the storage.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum L.*) es uno de los cultivos más importantes en todo el mundo. El fruto se consume cuando ha alcanzado por completo el color rojo, pero antes de un ablandamiento excesivo. Se puede decir por tanto que, el color en el tomate es la característica externa más importante en la determinación del punto de maduración, la vida pos cosecha y es un factor determinante en la decisión de compra por parte de los consumidores (Casierra-Posada y Aguilar-Avenidaño 2008).

En el año 2014 el cultivo de tomate ocupó un área total de 4,803 millones de hectáreas a nivel mundial y se tuvo una producción aproximada de 170,750 millones de toneladas (FAO 2015). En el Perú, el Ministerio de Agricultura (2016) reportó una producción ascendente a 106,1 miles de toneladas mientras que en el año 2014 registro una producción de 134,1 miles de toneladas.

Se estima que cerca de 1300 millones de toneladas de alimentos se pierden cada año: 30 % de cereales, entre 40 y 50 % de raíces, frutas y hortalizas, 40% de semillas oleaginosas, 20 % de carne y productos cárnicos y 35 % de los productos pesqueros (FAO 2014). En el año 2012 la FAO reportó pérdidas y mermas en los cultivos de papa y tomate como las mayores en el mundo; estas pérdidas incluyen: pudrición 27 %, verdeamiento 22 %, pérdida de peso por pérdida de agua 14 %, excesiva permanencia en el mercado 12 %, golpes 11 %, robo/mala clasificación/otros 11 % (Agencia Agraria de Noticias 2011).

Según investigaciones realizadas a nivel mundial, las pérdidas pos cosecha de tomate en países subdesarrollados son elevados (30 - 50 %), mientras que en los países desarrollados no sobrepasan el 25 % (Abd-Allah *et al.* 2011; mencionado por Alarcón 2013).

Entre las razones se mencionan, la deficiente manipulación de los frutos durante la cosecha ocasionando daños mecánicos, la falta de sistemas adecuados para la conservación del producto,

los trastornos nutricionales y los cambios fisiológicos que experimentan los frutos durante el encajonado y transporte.

En los países desarrollados la recolección mecanizada estaría determinando en gran medida las pérdidas tal y como se ha evaluado con tecnologías de frutos electrónicos (Arazuri *et al.* 2010 mencionado por Alarcón *et al.* 2013).

El tiempo de almacenamiento del tomate es relativamente corto en relación a otras hortalizas lo cual es debido a su alto contenido de humedad, al grosor de su cascara y a la temperatura a la que sea expuesto. Mendoza (2005) menciona que tomates con grado de maduración verde maduro (estado 1 de color USDA) se pueden conservar hasta 14 días a temperaturas de 12,5 °C sin reducción significativa de su calidad sensorial y desarrollo del color, mientras que en estado de maduración rojo claro (estado 5 de color USDA) una temperatura de 10 a 12 °C torna proclive al tomate a daños por enfriamiento. Un almacenamiento inferior a 10 °C provoca sensibilidad al “daño por frío”.

Todo ello ha provocado un creciente interés por el desarrollo de películas y recubrimientos comestibles para incrementar su conservación además de reducir el impacto en la contaminación ambiental, producto del incremento de desechos derivados del uso de envases de origen sintético o no biodegradable en el empaquetado y distribución de alimentos. Los recubrimientos pueden tener varios componentes entre ellos se destacan las gomas (arábica, sapote, guar, garrofin, mezquite etc.), polisacáridos (pectina, quitosano, carboximetilcelulosa etc.), proteínas (proteína de suero lácteo, colágeno etc.) y lípidos (cera de candelilla, cera de abeja, ácidos grasos entre otros) (Herz 2007). De ellos, las gomas forman parte de los recubrimientos más usados en la conservación de alimentos (Vásquez-Briones y Guerrero-Beltrán 2013).

Valle-Guadarrama (2008) estudió el recubrimiento a base de goma arábica, carboximetilcelulosa y glicerol para conservación de diversos frutos; Díaz (2003) usó goma de mezquite y cera de candelilla para recubrir mangos logrando duplicar el tiempo de almacenamiento. Pavón-Vargas y Valencia-Chamorro (2016) reportaron el empleo de goma de

tara, cera de abeja y goma laca como recubrimiento en frutillas logrando retardar la senescencia y la pérdida de textura.

La goma de sapote es de óptima calidad dado sus propiedades espesantes, emulsionantes, estabilizantes lo que daría muchas aplicaciones en la industria alimentaria así como en la industria de productos farmacéuticos en la preparación de tabletas y píldoras. En la actualidad, la goma de sapote es utilizado como pegamento o medicina por las comunidades locales (FAO 1980 mencionado por Herz 2007).

El objetivo general de la presente investigación fue evaluar el efecto de coberturas a base de goma de sapote y de goma de sapote más quitosano en las características del tomate conservado bajo dos condiciones: ambiente (20 °C y 85 % HR) y en refrigeración (15 °C y 90 % HR)

El objetivo específico fue:

- Determinar el efecto de las disoluciones de goma de sapote (0,5 %, 1 % y 2.5 %) y de la goma de sapote (0,5 %, 1 % y 2.5 %) más quitosano 1 % (w/v) sobre las características físicas, químicas, microbiológicas y de aceptabilidad del sabor del tomate durante almacenamiento en condiciones ambientales (a 20 °C y 85 % HR) y en refrigeración (a 15 °C y 90 % HR).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL TOMATE

2.1.1. ASPECTOS GENERALES

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es originario de América Latina, su cultivo está localizado en la región andina que se extiende desde el Sur de Colombia hasta el Norte de Chile. Probablemente desde allí fue llevado a Centroamérica y México donde se domesticó y ha sido por siglos parte básica de la dieta (Escalona *et al.* 2010).

Davies y Hobson (1981) citados por Bravo (2012) resaltan que el tomate es uno de los cultivos hortofrutícolas de mayor importancia económica en el mundo. Su demanda está en continuo aumento ya que el fruto del tomate y sus productos derivados son considerados alimentos saludables, gracias a sus propiedades nutricionales y, en concreto, a su elevado contenido en compuestos de actividad antioxidante.

Hacia el año 1850, el tomate se convirtió en producto de gran importancia, en varias ciudades estadounidenses. Convirtiéndose desde entonces en una de las hortalizas más populares de mundo, debido a la gran cantidad de métodos de preparación así como la facilidad con que se produce todo el año, además de su valor nutritivo (Escalona *et al.* 2010).

Bravo (2012) indica un contenido mayoritario de agua (94 %) en el tomate, al igual que la mayoría de los vegetales. Su importancia radica en su contenido de micronutrientes, vitaminas y minerales, licopeno y en compuestos fenólicos. Todos ellos de gran importancia nutricional por sus propiedades antioxidantes.

Entre los principales componentes nutricionales del tomate están los compuestos fenólicos, pigmentos y vitaminas, considerándose a estos tres como componentes nutraceuticos, por lo que el tomate es definido como un alimento funcional y nutraceutico.

En este sentido, el consumo de tomates o productos derivados, además de aportar a la dieta compuestos bioactivos, principalmente licopeno, β -caroteno, vitamina C y compuestos fenólicos, se ha asociado con un menor riesgo de desarrollar cáncer de tracto digestivo y próstata, lo cual es atribuido principalmente a la provitamina A y otros carotenoides. Los carotenoides proporcionan los precursores de vitaminas y antioxidantes esenciales. El tomate por ser el segundo producto hortofrutícola más cultivado en el mundo, es considerado fuente principal de carotenoides (Constan 2014).

Asimismo, Constan (2014) menciona que, de 40 carotenoides solo 25 se encuentran en la sangre humana, y de estos, 9 a 20 son derivados del tomate fresco y procesado, considerándose como los principales el licopeno, β -caroteno, luteína, zeaxantina y β -criptoxantina. El licopeno, constituye aproximadamente el 80 - 90 % del contenido total de carotenoides en el tomate.

Los tomates presentan actividad antioxidante dado el contenido de vitaminas C (ácido ascórbico) y E (α -tocoferol), los carotenoides, los flavonoides y otros compuestos fenólicos, elementos traza como selenio o el zinc, algunos compuestos azufrados y otras sustancias como el ácido lipoico o el coenzima Q (Hedges y Lister 2005; mencionado por Bravo 2012).

Los antioxidantes son capaces de desactivar los radicales libres que pueden estar presentes en el organismo a través de la dieta, la polución, el tabaquismo, la exposición a la radiación ultravioleta o simplemente como parte de los procesos normales del organismo. El contenido de antioxidantes en el tomate puede variar de acuerdo a factores como la variedad, las condiciones de cultivo, el estado de maduración, y las condiciones de almacenamiento (Salunkhe y Kadam 2004; citado por Ramos 2011).

2.1.2. PRODUCCIÓN Y PÉRDIDAS POSCOSECHA

El tomate es una de las hortalizas de más alto volumen de consumo en fresco; sus pérdidas en la comercialización suelen comenzar en la cosecha y van hasta la pos cosecha debido a mal manejo (Casierra-Posada y Aguilar-Avendaño 2008).

Según estudios realizados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación - FAO (2014), el Perú reporta las mayores pérdidas y mermas de productos agropecuarios en el mundo. Las pérdidas de tomate a nivel mundial, alcanzan un 8,4 %.

En nuestro país las pérdidas ascienden a un 11,8 %, lo cual representa una cantidad aproximada de 15,28 miles de TM. Estas pérdidas se deben a una mala infraestructura vial y de comercialización, así como inadecuadas prácticas poscosecha (Agencia Agraria de Noticias 2011).

Las pérdidas registradas a nivel nacional incluyen: pudrición 27 %, verdeamiento 22 %, pérdida de peso por pérdida de agua 14 %, excesiva permanencia en el mercado 12 %, golpes 11 %, robo/mala clasificación/otros 11 % (Agencia Agraria de Noticias 2011).

En Perú, la producción nacional de tomate en enero del 2015 ascendió a 106,1 miles de toneladas, cifra menor que lo registrado en el año 2014, que fue de 134,1 miles de toneladas (Ministerio de Agricultura y Riego 2017).

2.1.3 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DEL TOMATE

a. Velocidad de respiración poscosecha

Kader (2011) menciona que las frutas pueden ser climatéricas y no climatéricas, en función a los patrones de respiración y producción de etileno (C_2H_4) que presenten durante la maduración de consumo (Tabla 1).

Las frutas climatéricas muestran un gran incremento en la velocidad de producción de CO_2 y

C₂H₄ que coincide con la maduración de consumo, mientras que en el mismo periodo las no climatéricas no muestran cambios en sus velocidades de producción de estos compuestos (Kader 2011)

Tabla 1: Frutas clasificadas según comportamiento respiratorio durante la maduración

Frutas climatéricas		Frutas no climatéricas	
Manzana	Melones	Zarzamora	Aceituna
Albaricoque	Nectarina	Níspero	Naranja
Aguacate	Papaya	Carambola	Chícharo
Plátano	Maracuyá	Mandarina	Limón
Tomate	Durazno	Cereza	Piña
Arándano azul	Pera	Arándano agrio	Granada
Chirimoya	Ciruela	Pepino	Tuna
Higo	Membrillo	Dátil	Frambuesa
Guayaba	Sapote	Berenjena	Fresa
Kiwi	Guanábana	Uva	Sandía
Mango	Anona	Toronja	Tangerina

FUENTE: Kader (2011)

Jaramillo *et al.* (2007) indican que el tomate es un fruto climatérico, por ello es importante considerar el grado de madurez a la hora de la cosecha, que por lo general se acerca al estado verde maduro (Figura 1), debido a una tecnología pos cosecha no tan avanzada. Ello permite un margen adecuado para la manipulación durante la cosecha, embalaje, transporte y llegada al consumidor.



Figura 1: Fruto en estado de cosecha

FUENTE: Jaramillo *et al.* (2007)

La respiración de los frutos es necesaria para la obtención de energía, pero parte de esa energía produce calor que de no ser disipado provocará calentamiento y degradación de los tejidos (Cardozo y Ríos 2012). La Tabla 2 muestra la intensidad de respiración de algunas frutas y hortalizas.

Tabla 2: Intensidad de respiración de frutas y hortalizas

Nivel	Cantidad mgCO ₂ /Kg h	Producto
Baja	5 a 10	Remolacha, ajo, cebolla, sandía, cítricos
Moderada	10 a 20	Repollo, zanahoria, pepino, mango , tomate
Alta	20 a 40	Aguacate, coliflor, lechuga, fresas
Muy Alta	40 a 60	Alcachofa, brócoli, espinaca, perejil, maíz dulce

FUENTE: Cardozo y Ríos (2012)

Según Jaramillo *et al.* (2007), la temperatura óptima de maduración del tomate, que asegura buena calidad sensorial y nutricional, es 20 °C. A esta temperatura el desarrollo de color es óptimo y la retención de vitamina C es alta. Los tomates separados de la planta y madurados a temperaturas superiores a 25 °C desarrollan un color más amarillo, menos rojo y son más blandos.

La madurez fisiológica del tomate se reconoce porque la parte inferior del fruto comienza a mostrar una coloración anaranjada, mientras que el resto permanece verde. En la maduración organoléptica el fruto cambia de color verde a rojo, dado la descomposición de la clorofila y la síntesis de licopeno y carotenoides (Figura 2) y se produce el ablandamiento por la síntesis de la enzima poligalacturonasa, que provoca la degradación de la pared celular. La producción de esta enzima es iniciada por el etileno, lo cual ayuda a explicar la importancia del etileno en la maduración natural y artificial de tomates (Jaramillo *et al.*, 2007).

Generalmente, la producción de etileno se incrementa con el estado de madurez en la cosecha, con los daños físicos, la incidencia de enfermedades, el incremento en la temperatura hasta 30 °C y el estrés de agua. Y se reduce con almacenamiento a baja temperatura, y niveles bajos de O₂ (menos de 8 %) y elevados de CO₂ (más de 2 %) alrededor del producto (Kader, 2011).



Figura 2: Índice de madurez fisiológica en el fruto

FUENTE: Jaramillo *et al.* (2007)

La Tabla 3 muestra la clasificación de los productos hortofrutícolas según la producción de etileno.

Tabla 3: Clasificación de productos hortofrutícolas según producción de etileno.

Clase	Intervalo a 20°C (68°F) ($\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{kg h}$)	Productos
Muy Bajo	Menos que 0,1	Alcachofa, espárrago, coliflor, cereza, frutos cítricos, uva, fresa, granada, toronja, hortalizas de hoja, hortalizas de raíz, papa.
Bajo	0,1 – 1,0	Zarzamora, pepino, berenjena, aceituna, chile (pimiento picante), piña, calabaza, frambuesa, tomate de árbol, sandía.
Moderado	1,0-10	Plátano, higo, guayaba, mango, tomate
Alto	10,0-100,0	Manzana, albaricoque, aguacate, kiwi (maduro), nectarina, papaya, durazno, pera y ciruela
Muy alto	más que 100,0	Chirimoya, sapote, mamey, maracuyá

FUENTE: Kader (2011)

b. Factores que influyen en la maduración

Temperatura:

El manejo del factor temperatura es importante para extender el tiempo de productos hortofrutícolas frescos. La Tabla 4 muestra la clasificación de frutas y hortalizas según la sensibilidad o no al daño por frío.

Tabla 4: Clasificación de frutas y hortalizas según sensibilidad al daño por frío



GRUPO I		GRUPO II	
Productos no sensibles al daño por frío		Productos sensibles al daño por frío	
Manzana (*)	Alcachofa	Aguacate	Yuca
Albaricoque	Espárrago	Plátano	Melón
Zarzamora	Brócoli	Berenjena	Jengibre
Arándano azul	Col	Carambola	Papa
Cereza	Repollo	Chirimoya	Mango
Higo	Zanahoria	Cítricos	Calabaza
Uva	Coliflor	Pimiento	Papaya
Kiwi	Apio	Guayaba	Sandía
Níspero	Ajo	Aceituna	Camote
Durazno	Lechuga	Maracuyá	Tomate
Pera	Champiñón	Pepino	Tuna

(*): Algunas variedades son sensibles al daño por frío

FUENTE: Kader (2011).

Kader (2011) indica que el manejo de la temperatura se inicia con la remoción rápida del calor de campo usando uno de los métodos de enfriamiento: hidro enfriado, empacado con hielo, colocación de hielos sobre la carga, enfriamiento evaporativo, en cuarto frío con aire forzado, y aire forzado enfriado por serpentines, enfriamiento al vacío o por hidro vacío. Cosechado el tomate, la temperatura recomendada para su almacenamiento es de 10 °C y una humedad relativa entre 90 y 95 %; por debajo de 10 °C puede presentarse daño por frío, cuyos síntomas son alteración de la maduración (incapacidad para desarrollar completo color y pleno sabor, aparición irregular del color o manchado, suavización prematura), picado (depresiones en la superficie), pardeamiento de las semillas e incremento de pudriciones (especialmente pudrición negra, causada por *Alternaria spp* (Trevor y Cantwell 2014).

Los mismos autores indican que las temperaturas óptimas para la conservación del tomate según su grado de maduración, son:

Verde maduro: 12.5 °C – 15 °C (55 °F – 60 °F)

Rojo claro: (Estado 5 de color USDA): 10 °C – 12.5 °C (50 °F – 55 °F)

Maduro firme: (Estado 6 de color USDA): 7 °C – 10 °C (44 °F – 50 °F)

Los tomates Verde maduro pueden almacenarse a 12.5 °C por 14 días antes de madurarlos, sin reducción significativa de su calidad sensorial o desarrollo del color. Alcanzado el estado Maduro firme, el tiempo de vida es generalmente de 8 a 10 días si se aplica una temperatura dentro del intervalo recomendado. La cámara de refrigeración debe garantizar una temperatura adecuada y constante a través de todo el sistema de manejo (FAO 2006).

Humedad relativa:

Trevor y Cantwell (2014) indican que la humedad relativa influye en la pérdida de agua, el desarrollo de pudriciones, la incidencia de algunas fisiopatías y la uniformidad de la maduración de consumo de los frutos. La condensación de humedad sobre la superficie del producto (sudado) por largos períodos probablemente aumente más las pudriciones que la propia humedad relativa del aire. La humedad relativa adecuada es de 85 a 95 % para frutas y de 90 a 98 % para hortalizas excepto para cebollas curadas y calabazas (70 - 75 %). Algunas hortalizas

de raíz se conservan mejor a 95 a 100 %. La Tabla 5 muestra la perecibilidad relativa de algunas frutas y hortalizas almacenadas a temperatura y humedad relativa cercana a la óptima

Tabla 5: Perecibilidad relativa de frutas y hortalizas almacenadas a temperatura y humedad relativa cercana a la óptima.

Perecibilidad relativa	Potencial almacenamiento (semanas)	Producto
Muy alto	<2	Albaricoque, zarzamora, arándano azul, cereza, higo, frambuesa, fresa, espárrago, germinado de frijol, brócoli, coliflor, melón, lechuga, champiñón, espinaca, tomate.
Alto	2 a 4	Aguacate, plátano, guayaba, níspero, mandarina, mango, melón, papaya, durazno, pepino, ciruela, alcachofa, repollo, apio, berenjena, lechuga romana, pimiento y tomate (parcialmente maduro)
Moderado	4-8	Manzana y pera (algunas variedades), naranja, toronja, kiwi, granada, zanahoria, rábano.
Bajo	8-16	Manzana y pera (algunas variedades), limón, papa, ajo, calabaza, camote
Muy Bajo	>16	Nueces, frutas y hortalizas secas

FUENTE: Kader (2011)

La humedad relativa puede ser controlada por algunos de los siguientes procedimientos según lo indicado por Trevor y Cantwell (2014):

- Adicionando humedad al aire a través de humidificadores (neblinas o aspersion de agua, vapor).
- Regulando el movimiento de aire y la ventilación en relación a la carga del producto en el cuarto frio de almacenamiento
- Manteniendo la temperatura del serpentín en el sistema de refrigeración con una variación máxima de 1 °C (2 °F) respecto a la temperatura del aire.

- Colocando barreras contra la humedad que aíslen los almacenes refrigerados y las paredes de los vehículos de transporte, forros de polietileno en los empaques y películas plásticas en los envases para el consumidor.
- Humedeciendo los pisos de los cuartos de almacenamiento
- Adicionando hielo picado en los empaques o en los exhibidores para los productos que no son dañados por esta práctica.
- Rociando agua durante la comercialización como en el caso de las hortalizas de hoja

c. Cambios de color durante la maduración

El color es un indicio de madurez del tomate, por tanto existe una escala de graduación que va desde el color verde en el momento de la cosecha hasta el color rojo al momento de ser consumido (Jaramillo *et al.* 2007). Los mismos autores reportan la siguiente clasificación de color de tomates durante el proceso de maduración:

Estado 1 - Verde maduro: La superficie total del fruto es verde, variando el tono de verde según cultivo.

Estado 2 - Rompiendo: Aparición de otro color, además del verde de fondo, en no más del 10 % de la superficie del fruto.

Estado 3 - Pintón: De 10 a 30 % de la superficie del fruto, presenta color amarillo pálido, rosado, rojo o una combinación de ambos.

Estado 4 - Rosado: Entre 30 a 60 % de la superficie, muestra un color rosado o rojo.

Estado 5 - Rojo claro: De 60 a 90 % de la superficie es de color rojo

Estado 6 - Rojo: Más del 90 % es de color rojo.

Otra clasificación hecha en función a los estados de maduración al momento de la cosecha y mencionada por el mismo autor (Figura 3) incluye:

Verde maduro: Tomates que han alcanzado el desarrollo máximo; son de color verde y el extremo apical presenta una mancha blanca.

Pintón o virado: Tomates en los que empieza a aparecer el color típico de la variedad.

Rosado: Tomates con leve coloración rosada en casi toda su superficie.

Rojo firme: Tomates que tienen el color típico de la variedad. Las preferencias por un determinado tamaño de tomate varían entre consumidores y depende de la intención de uso de los frutos.



Figura 3: Grados de madurez del tomate

FUENTE: Jaramillo *et al.* (2007)

d. Deterioro del tomate durante el almacenamiento

Pérdida de peso:

Las frutas y hortalizas frescas son tejidos vivos que continúan perdiendo agua después de la cosecha, pero a diferencia de los cultivos en crecimiento, ya no pueden reemplazar el agua perdida del suelo y deben “confiar” en el contenido de agua presente en la cosecha. La pérdida de agua de los productos frescos después de la cosecha es un grave problema, ya que causa la contracción y pérdida de peso. La mayoría de productos frescos no pueden venderse después de perder un 3 a 10 % de su peso (Ben-Yehoshua y Rodov 2003; mencionado por Constán 2014).

La pérdida de peso en el tomate es un proceso no fisiológico asociado a la deshidratación pos cosecha, siendo afectado principalmente por factores tales como la fecha de la cosecha, la temperatura de almacenamiento entre otros. Alia-Tejacal *et al.* (2007) citados por Constán (2014) indican que la pérdida de peso podría usarse para definir la calidad del tomate, debido al gran impacto en el tejido tornándose opaco y muy suave cuando esta es alta.

En el campo de la ingeniería de alimentos, la pérdida de peso del tomate durante almacenamiento, se atribuye a la transferencia de agua hacia el entorno que lo rodea, siendo este un mecanismo que involucra una transferencia de masa (agua), que de ser controlada puede aumentar la vida útil y por tanto mantener las características en el fruto (Avegno 2007).

Morales (2011) indica que la transferencia de masa que ocurre desde el producto recubierto al recubrimiento o material de envase y de este al entorno, aumenta con el incremento de la temperatura y con el tiempo de almacenamiento. La FAO (2006) indica que otro factor que influye en la transferencia de masa es la gradiente de vapor de agua existente y que se mueve desde el tomate que en su mayoría está compuesto por agua, al aire circundante el cual está menos saturado. Si la humedad del aire es alta, la presión del vapor de agua también será alta y si la atmósfera que rodea al producto tiene 50 % de Humedad Relativa (HR), el vapor de agua pasa del producto al aire circundante ya que su atmósfera interna tiene un porcentaje mayor a 90 % de humedad. Mientras más seco esté el aire, más rápido pierde agua el producto mediante la transpiración (FAO 2006)

Fernández *et al.* (2015) indica que el uso de recubrimientos comestibles, además de presentar propiedades de barrera para el ingreso de microorganismos, son permeables al vapor de agua además de presentar permeabilidad selectiva a gases (O_2 y CO_2) y productos volátiles, desde el alimento hacia el exterior y viceversa (Figura 4). Los recubrimientos pueden servir como medio de transporte de ingredientes funcionales tales como antioxidantes, antimicrobianos, nutrimentos, sabores y colorantes (Falguera *et al.* 2011 mencionado por Fernández *et al.* 2015).



Figura 4: Transferencias que pueden ser controladas por recubrimientos comestibles

FUENTE: Fernandez *et al.* (2015)

Cambios sensoriales

La calidad de los tomates frescos se determina principalmente por su apariencia (color, aspecto visual, tamaño y forma), sabor y valor nutritivo. El color del tomate es la primera característica externa que determina el grado de aceptación del consumidor y este sufre importantes cambios en las distintas etapas de desarrollo del tomate, los cambios más visibles son asociados con la pérdida de clorofila (color verde) y la acumulación gradual de licopeno (color rojo), donde los plastidios, tales como los cloroplastos presentes en la fruta verde madura se transforman en cromoplastos. La transformación de cloroplastos a cromoplastos normalmente se produce simultáneamente con otros cambios de maduración tales como el ablandamiento de la pared celular (Bathgate *et al.* 1985; mencionados por Constán 2014).

Cambios microbiológicos

Las bacterias más comunes asociados con las enfermedades del tomate son: *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*; éstas provocan: secreciones, podredumbres suaves, blandas o secas, chancros, manchas en el fruto, etc.

El género *Lactobacillus* y *Pseudomonas* son el grupo de bacterias más importante que alteran los productos refrigerados, porque muchas de sus especies y cepas son psicrótrofas (Jay 2002; mencionado por Hernández 2012).

Según Artés y Artés (2007) mencionado por Hernández (2013), los hongos filamentosos más frecuentes en el tomate son:

- *Alternaria sp.*: Forma micelios negros; penetra a través de lesiones causadas por daños mecánicos a temperaturas inferiores a 9 °C, siendo los frutos inmaduros muy sensibles.
- *Rhizopus sp.*: Crece en heridas del vegetal y forma nidos grisáceos negros a temperaturas superiores a 9 °C.
- *Botrytis sp.*: Causa podredumbre gris; es frecuente en productos rajados, productos dañados por frío, y en donde se producen condensaciones de agua.
- *Geotrichum sp.*: Ocasiona la podredumbre amarga.
- *Phytophthora infestans* y *Fusarium sp.*: Se originan en invernaderos o en el campo y se desarrollan en lesiones del pedúnculo y en zonas con daños por el frío, en frutos pintones conservados a 6 °C

Hernández (2013) reporta la presencia de levaduras de los géneros: *Brettanomyces*, *Candida*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Hanseniaspora* (fermenta azúcares y se puede encontrar en alimentos como frutas cítricas y tomates) etc. Con menor frecuencia, se encuentran hongos de los géneros *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, etc. en las heridas del tomate.

Durán (2006) mencionado por Hernández (2013) reportó las siguientes alteraciones microbianas en los vegetales, especialmente en el tomate:

- Podredumbre blanda bacteriana: El producto reblandece, debido a la descomposición de la pectina, hay mal olor y el aspecto del vegetal es como si estuviera empapado en agua. El microorganismo productor de pectinasas es *Erwinia carotovora* que destruye la barrera externa y permite que otros microbios penetren en los tejidos. Este microorganismo crece a 37 °C, y se controla a través de la cloración del agua de lavado.
- Podredumbre fúngica gris: El micelio del moho productor es gris pudiendo llegar a ser pardo grisáceo. Esta alteración se ve favorecida por alta humedad y temperatura y es común en vegetales como cebollas, ajos, pimentones, ajíes, tomates, entre otros.
- Podredumbre blanda por *Rhizopus*: Se desprenden jugos celulares debido a la destrucción de las laminillas de pectina. Los productos afectados muestran partes negras que corresponden a los esporangios de los mohos *Rhizopus stolonifer* y *Rhizopus nigricans*.
- Podredumbre por *Phytophthora*: De apariencia algodonosa blanquecina. Es común en productos como tomates y pimentones.
- Podredumbre por *Alternaria*: Forman una coloración verdosa, que luego toma un aspecto pardo o negruzco. Este tipo de alteración es muy común en los tomates.
- Podredumbre por *Fusarium*: Producida por diferentes especies de este género; afecta a limones, naranjas, mandarinas y tomates.

2.2 GOMA DE SAPOTE

2.2.1. ASPECTOS GENERALES

El sapote es una especie originaria de la región tropical de América, principalmente de la costa norte del Perú y sur del Ecuador. En el Perú, su área de dispersión está circunscrita a las zonas

costeras de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad. El género *Capparis* incluye más de 350 especie de origen tropical o subtropical presentes en diversos continentes. En América, este género puede ser ubicado en países como Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela, Bolivia, Costa Rica, Panamá y Brasil (Herz 2007).

Ferreira (1986) mencionado por Rodríguez *et al.* (2007) indica que la aparición de trastornos fisiológicos en la planta (ataque de insectos a la corteza) provoca producción abundante de goma o resina (goma de “sapote”), la cual por ser de excelente calidad, puede sustituir con ventaja a la goma arábiga procedente del África (*Acacia senegal willd*).

Begazo *et al.* (2013) mencionan que la goma de sapote en polvo presenta una coloración crema claro o blanco amarillento, es inodora y tiene una humedad que varía entre 10 y 12 %. La solubilidad en agua fría varía entre 91 - 98 % y a temperatura de 80 °C la solubilidad es total. La Tabla 6 muestra las características físico químicas de la goma de sapote así como la de diferentes gomas empleadas en la industria alimentaria.

2.2.2 USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

La FAO (2007), indica que el sapote (*Capparis scabrida*) produce una goma de óptima calidad, cuyas propiedades emulsionantes y estabilizantes preparadas, le dan muchas aplicaciones, desde la estabilización de emulsiones, hasta la posible preparación de jarabes y tabletas.

La goma de sapote, según Llacsahuanga y Venancio (2011), se podría usar en dulcería dado su propiedad de evitar la cristalización del azúcar y como agente espesante.

Asimismo, por sus propiedades hidrófilas podría emplearse como estabilizador en helados y sorbetes.

No existe registro de comercialización de esta goma en el ámbito nacional o regional, pero se sabe que es bastante utilizada por los pobladores de la zona donde se hallan los árboles de sapote, para distintos fines, en especial para la cura de enfermedades humanas y animales (FAO 1980 mencionado por Herz 2007).

En la actualidad, no se cuenta con información precisa respecto a la toxicidad de la goma de sapote, sin embargo, se ha evaluado el uso de la goma de sapote en la elaboración de chocolate para taza, encontrando que a temperatura de 60 °C por 10 minutos y en concentración de 8 % (w/w), imparte buena capacidad espumante, emulsificante y estabilizante; y en productos de confitería (marshmallows) puede sustituir parcialmente a la goma arábica (González *et al.* 2013).

Se espera que en el corto o mediano plazo la goma de sapote pueda estar incluido en el grupo de gomas permitidas para uso por el Codex Alimentarius tal como las gomas de tara, guar, arábica entre otros.

Tabla 6: Comparación de las características físico químicas de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) con otras gomas importantes en la industria.

Propiedades	Goma de sapote	Goma de tara	Goma arábica	Goma guar
Humedad	11 - 12 %	8 - 13,76 %	8 - 10 %	12 %
Sólidos totales	88 - 90 %	86 - 92 %	90 - 92 %	88 %
Solubilidad				
❖ En agua	En agua fría: 91 - 98 % En agua caliente (80°C) la solubilidad es total	En agua fría: Solo alcanza el 60 % En agua caliente (98°C) la solubilidad es total	En agua fría: Más del 90 % Solubilidad al 100 % en agua caliente	En agua fría: Solubilidad mayor al 90 % Solubilidad total en agua caliente
❖ En solventes orgánicos	Baja solubilidad en concentraciones menores a 50 %, sobre este, la solubilidad es casi nula	Insoluble en solventes orgánicos, pudiendo presentar precipitación blanquecina	Insoluble en solventes orgánicos	Insoluble en solventes orgánicos
Constitución química	Formada por unidades de D-galactosa, arabinosa, ramnosa y ácido urónico	Presenta unidades de D-manosa, D-galactosa	Cadena principal de unidades de D-galactosa, L-arabinosa, L-ramnosa y ácido glucurónico	Está formada principalmente por galactosa y manosa
Rotación óptica	Dextrógira		Levógira	
Viscosidad (25°C; 20 RPM)	En soluciones al 17 %, la viscosidad es de 230 cps	En soluciones al 1 % sus valores son de 2000 a 5000 cps	Al 30 % de concentración, su viscosidad máxima es de 230 cps	En soluciones al 1 % posee valores de 2000-5000 cps
pH	4,41 - 4,52	5 - 7	4,5 - 5,5	5,4 - 6,4
Cenizas	2,5 - 3,8 %	0,53 - 2 %	3 %	0,7 %
Sales	Presenta sales de calcio, magnesio y potasio	Presenta sales de calcio, magnesio y potasio	Presenta sales de calcio, magnesio y potasio	Presenta sales de calcio, magnesio y potasio
Extracto etéreo	0,04 - 0,07 %	0,48 %	0,07 %	0,7 %
Fibra cruda	0,09 - 0,14 %	0,86 - 4 %	0,1 %	2 %
Proteínas	9,3 %	Posee en promedio 5,1 a 9 % de proteína	5 a 10 %. Se dice que ha llegado a tener hasta un 15 % de proteínas	5 - 6 %
Carbohidratos	83,17 - 83,52 %	81,87 %	>80 %	80 %

FUENTE: Herz (2007)

2.2.3 USO DE GOMAS COMO COBERTURA EN FRUTAS Y VERDURAS

Merodio y Escribano (2003) indican que el uso de nuevas técnicas de almacenamiento tales como el uso de recubrimientos comestibles, hace posible prolongar el tiempo de vida de productos hortofrutícolas.

Entre los nuevos productos naturales ensayados como recubrimientos comestibles y aplicados a cítricos y frutas de hueso, destacan la goma de garrofín, la oleína (mezcla de ácido oleico y otros ácidos grasos), la cera de abejas y numerosos derivados de la celulosa (López *et al.* 2015). Otros estudios muestran el uso de goma arábiga, carboximetilcelulosa y glicerol como recubrimiento comestible, para la conservación de diversos frutos (Valle-Guadarrama 2008).

Díaz (2003) usó la goma de mezquite como recubrimiento en mangos, logrando duplicar el tiempo de vida útil del mango, además de ser una alternativa mucho más económica que las utilizadas en países industrializados.

Bosquez (2003) usó recubrimientos comestibles formulados a base de goma de mezquite y cera de candelilla con la finalidad de reducir la cinética de deterioro del limón persa (*Citrus latifolia tanaka*) fresco. Los limones persa exhibieron un 31.5 % menos de pérdida fisiológica de peso con respecto a los frutos sin recubrimiento, además, retuvieron su color verde y no presentaron alteración alguna en los parámetros físico químicos de calidad evaluados durante 25 días de almacenamiento.

Escalante (2015) formuló un recubrimiento comestible utilizando la metodología de Diseño de Mezclas, e incluyó tres componentes principales: un carbohidrato (goma de tara), un lípido (cera de abeja) y un agente plastificante (glicerol). Dicho recubrimiento aplicado en fresas se tradujo en menores pérdidas de peso, mejores valores de firmeza, disminución de la tasa de respiración, luminosidad entre otros.

Finalmente se podría decir que la nueva propuesta tecnológica, correspondería a la aplicación de recubrimientos comestibles, lo cual, a pesar de no estar muy extendida, se espera que en un

futuro sea aplicada a toda clase de productos, sean estos frescos o tratados (productos secos, rehidratados, etc.). Su aplicación permitiría eliminar el uso de envases tradicionales disminuyendo con ello el impacto medio ambiental (Bosquez 2003).

2.3 QUITOSANO

2.3.1. ASPECTOS GENERALES

Es un biopolímero con amplio potencial, pudiendo ser aplicado en la industria alimentaria debido a sus propiedades físico químicas particulares, tales como biodegradabilidad, biocompatibilidad con los tejidos humanos, el no ser tóxico y en especial por sus propiedades antimicrobianas y antifúngicas (Quintero *et al.* 2010).

Quitosano es el nombre que reciben un grupo de polímeros obtenidos a partir de la desacetilación de la quitina. La quitina es un polisacárido nitrogenado presente en el exoesqueleto de los insectos y en los caparazones de crustáceos. La quitina es una sustancia blanca, dura, inelástica y constituye la fuente principal de contaminación superficial en áreas costeras. Su biodegradación es muy lenta, por ello la acumulación de grandes cantidades de residuos proveniente de la industria de procesamiento de crustáceos se ha convertido en una gran preocupación. Por tanto, la obtención de productos con valor añadido como el quitosano así como su aplicación en diferentes campos es de gran interés (Vargas *et al.* 2010).

La producción de quitina y quitosano se basa fundamentalmente en los desechos de caparazones de crustáceos procedentes de las industrias conserveras de EEUU (Oregón, Washington y Virginia), Japón, y de flotas pesqueras del Antártico. Países como Noruega, México y Chile también poseen enormes fuentes de crustáceos para explotar.

Una fuente alternativa de quitosano son las paredes celulares de los hongos zygomycetes, ya que el quitosano es el principal componente estructural de dichas paredes. El quitosano se aísla de los micelios fúngicos mediante sucesivas extracciones con disoluciones de ácido acético seguidas de una precipitación con Hidróxido de Sodio (Tharanathan y Kittur 2003 mencionado por Vargas *et al.* 2010).

2.3.2 USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

El quitosano es un biopolímero inocuo a la salud humana que posee numerosas propiedades que lo hacen muy versátil en su aplicación en el área de los alimentos. Se destaca su carácter emulsionante, gelificante, estabilizante y antioxidante. Además de prevenir reacciones de deterioro de los alimentos como el pardeamiento enzimático (Vásquez y Vidal 2011).

Vásquez y Vidal (2011) mencionan al quitosano como agente antimicrobiano capaz de extender el tiempo de preservación de los alimentos mínimamente procesados, es el caso de los productos hortofrutícolas que sufren pérdidas o disminución de calidad debido a daños mecánicos, alteraciones fisiológicas o ataque de agentes patógenos (bacterias y hongos). La acción del quitosano consiste en proteger a estos productos y proporcionarles una cobertura generada por la propiedad filmogénica de las soluciones del quitosano. Se utiliza además, para recuperar materiales sólidos en residuos de industrias alimentarias; eliminar colorantes, sustancias ácidas de jugos de frutas, también para la recuperación de proteínas y grasas del suero de quesos, el encapsulamiento de nutraceuticos, los envases activos y aditivos en alimentos.

2.3.3 USO COMO COBERTURA EN FRUTAS Y HORTALIZAS

La aplicación de recubrimientos de quitosano se ha utilizado para aumentar la vida útil de diversas frutas como: peras, naranjas, melocotón, ciruelas, frambuesas actuando como barrera para el dióxido de carbono y el oxígeno. Las coberturas de quitosano se han utilizado también en las semillas de trigo con el fin de incrementar la producción en el cultivo (Hoyos 1997 mencionado por Villaman 2007).

Zavaleta (2017) evaluó el efecto de la cobertura de quitosano y aceite esencial de canela en la conservación de fresa (*Fragaria Ananassa*) var.Aroma, mínimamente procesada, encontrando que el uso de esta cobertura no afecta su aceptabilidad sensorial y ayuda a mantener la vida útil. El quitosano ha sido utilizado con éxito para el control del deterioro pos cosecha de diversas frutas y hortalizas. Du *et al.* (1997), mencionados por Vargas (2010), estudiaron el efecto de recubrimientos de quitosano en la tasa de respiración, producción de etileno y deterioro

microbiano durante el almacenamiento de melocotón, pera y kiwi. También en la eficacia para prolongar la vida útil de fresas y fresones de la variedad Camarosa cubiertos con quitosano (sólo o en combinación con ácido oleico o aceite esencial de limón) y mostraron que existió un retraso en la senescencia, una mayor resistencia a la transferencia de vapor de agua y una menor incidencia de ataque fúngico (Vargas *et al.* 2006; 2007; Perdonés *et al.* 2009; mencionados por Vargas *et al.* 2010).

Romanazzi *et al.* (2002) mencionados por Vargas (2010), utilizaron quitosano en la uva de mesa para controlar el moho gris y potenciar la actividad de la enzima fenil amonio liasa (PAL) que está implicada en la síntesis de compuestos fenólicos, que se caracterizan por tener propiedades antifúngicas. En los distintos ensayos, la efectividad del tratamiento aumentó con la concentración de quitosano. El mismo autor, investigó la acción del quitosano en la reducción del deterioro microbiano en cerezas por aplicación en combinación con pulsos de vacío cortos.

Bautista-Baños *et al.* (2003) mencionados por Vargas (2010), investigaron la influencia del quitosano en el crecimiento del hongo *C. gloesporioides* y en la calidad de papayas almacenadas durante 5 días a 25-28 °C. Lograron reducir la incidencia del ataque fúngico y aumentaron la firmeza del fruto, pero no tuvieron ningún efecto sobre la pérdida de peso. El quitosano tuvo un efecto más preventivo que terapéutico ya que fue más eficaz cuando se aplicó antes de la inoculación con *C. gloesporioides* que después.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Industrias Alimentarias, de la Universidad Nacional Agraria La Molina: Laboratorio de Envases y Embalajes, Laboratorio de Físico Química, Laboratorio de Biotecnología y Laboratorio de Investigación e Instrumentación.

3.2 EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

3.2.1 TOMATE, GOMA DE SAPOTE Y QUITOSANO

- Tomate (*Solanum lycopersicum L.*): Variedad Katia, en estado de madurez pintón, procedente de la ciudad de Ica y obtenidos en el Mercado Mayorista de Lima.
- Goma de Sapote en polvo proveniente de árboles ubicados en los lugares de Batán Grande y Olmos pertenecientes a las provincias de Ferreñafe y Lambayeque respectivamente y proporcionados por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Quitosano de bajo peso molecular con grado de deacetilación 84 %, con peso molecular en el rango de 50000 a 190000 Da y viscosidad de 20 a 300 cps al preparar una concentración al 1 % en peso en una solución de ácido acético al 1 % a temperatura de 25 °C y medido en un viscosímetro de Brookfield (Sigma Aldrich, 2015) obtenido de Química Service S.R.L

3.2.2 EQUIPOS

- Agitador magnético con calentador marca VELP

- QTS Texture Analyzer (CNS FARNELL)
- Balanza analítica marca AND (1 mg – 250 g de capacidad)
- Balanza de precisión digital marca OHAUS (0 – 3 kg de capacidad)
- Cámara de temperatura y humedad relativa controlada marca CLIMACELL (T°= 0° a 100 °C y Humedad Relativa de 10 a 98 %)
- Colorímetro Croma Meter Modelo CR-400 KÓNICA MINOLTA
- Potenciómetro marca HANNA INSTRUMENT
- Refractómetro Pocket PAL-01
- Estufa a presión atmosférica marca VENTICELL (20 - 100 °C)
- Termómetro de vástago largo
- Higrómetro marca TAYLOR
- Licuadora marca OSTER
- Refrigeradora marca LG

3.2.3 MATERIALES Y REACTIVOS

- Bandejas de acero inoxidable.
- Tazones plásticos
- Coladores
- Tablas de picar
- Cuchillos
- Vasos de precipitación de 200 ml
- Vasos de licuadora pequeños
- Pipetas de 5 y 10 ml
- Buretas de 25 ml
- Matraz de 200 ml
- Placas Petri
- Fiolas de 100 ml y 1 lt
- Probetas de Vidrio
- Baguetas
- Solución de NaOH 0.1 N

- Solución de Fenolftaleína
- Agua destilada obtenido de AQUALITY
- Glicerol grado USP obtenido de SOMEREX
- Hipoclorito de Sodio marca CLOROX

3.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.3.1 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS

a. A la goma de sapote en polvo

Se efectuaron los siguientes análisis a la goma utilizada como recubrimiento en la investigación:

- Contenido de humedad, por diferencia de pesos en una estufa (105 - 130 °C) según NTP 205.037 (Revisada el 2011) 1975. Instituto Nacional de Calidad – INACAL (2012).
- Contenido de grasa, por el método indicado en la parte 935.39 (D) de la Association of Official Analytical Chemists - A.O.A.C (2012) - Soxhlet.
- Contenido de proteínas, por el método indicado en la parte 920.87 de la A.O.A.C (2012) - Kjeldahl.
- Contenido de cenizas, por el método indicado en la parte 923.03 de la A.O.A.C (2012) - Mufla.
- Contenido de fibra cruda por el método gravimétrico, según Norma Técnica Peruana - NTP 205.003. INACAL (2012).
- Contenido de carbohidratos, se determinó por diferencia. Collazos (1993).
- Acidez por titulación con Hidróxido de Sodio al 0.1N, según NTP 206.013. INACAL (2012).
- pH, por el método potenciométrico según NTP 203.108. INACAL (2012).
- Contenido de taninos, por método de titulación indicado en la parte 955.35 de la A.O.A.C (2012).

b. Al tomate (sin cobertura y con cobertura)

Se efectuaron los siguientes análisis al tomate con cobertura de goma de sapote (0.5%, 1% y 2.5%), al tomate con cobertura de goma de sapote (0.5%, 1% y 2.5%) más quitosano 1% y al tomate sin cobertura o testigo:

- Pérdida de peso: El peso en gramos de las unidades (3) que conforman cada tratamiento se controló diariamente utilizando una balanza analítica. Y con ello se determinó la pérdida de peso en porcentaje por cada día hasta el final del almacenamiento.
- Tasa de respiración: Se determinó utilizando un sistema cerrado según la metodología citada por Pastor (2010). Se utilizaron 16 frascos de vidrio de volumen conocido (1500 cm³), 8 de ellos se utilizaron para medir la tasa de respiración de los tratamientos cubiertos con goma de sapote (0,5 %, 1% y 2.5 %) y su correspondiente tratamiento sin cobertura (testigo). Los 8 frascos restantes se utilizaron para medir la tasa de respiración de los tratamientos cubiertos con goma de sapote (0,5 %, 1% y 2.5 %) más quitosano 1% (w/v) y su correspondiente muestra testigo (sin cobertura). Por cada tratamiento se introdujeron 3 tomates a cada frasco correspondiendo un peso neto de 350g por cada frasco

-

De los 8 frascos conteniendo tomates con cobertura de goma de sapote (0,5 %, 1% y 2.5 %) y su correspondiente muestra testigo o sin cobertura, 4 se almacenaron a temperatura ambiente (20° C y HR de 85 %) y los otros 4 en refrigeración (15° C y HR de 90 %). Cada frasco estuvo provisto de un septum en su tapa, la cual fue sellada para mantener hermético el frasco durante todo el tiempo que se efectuaron las mediciones y hasta el descarte de la muestra por presencia de mohos, exudación de líquido etc.

La medida de la concentración de gases se efectuó cada hora por medio de una aguja conectada a un analizador de gases por un tiempo de 26 días. El analizador de gases estuvo equipado con un sensor electroquímico para medir la concentración de O₂ y un mini espectrofotómetro de infrarrojos para detectar el contenido en CO₂.

Se consideraron como puntos experimentales los obtenidos a una misma hora por cada día transcurrido, con la finalidad de asegurar uniformidad en los datos. La tasa respiratoria (TR_i, m³.kg⁻¹.s⁻¹) de las muestras en términos de generación de CO₂ se determinó a partir de la pendiente de la ecuación lineal del ajuste concentración de gases frente al tiempo, donde Y_tⁱ es la concentración de gases (% CO₂) en un tiempo t (s), M es la masa de la muestra (kg) y V es el volumen en el espacio de cabeza del frasco de vidrio (m³). Fonseca *et al.* (2002) mencionado por Escalante (2015).

$$\text{TR}_{\text{CO}_2} = \frac{(Y_{T_0}^{\text{CO}_2} - Y_{T_1}^{\text{CO}_2}) \times V}{100.M.t}$$

- Sólidos solubles (°Brix): La determinación de los sólidos solubles se efectuó colocando dos gotas de la pulpa del fruto sobre el prisma de la superficie del refractómetro Pocket PAL-01 calibrado a 20 °C (A.O.A.C 2007).
- pH: Se pesó 20 g de pulpa y se añadió 180 ml de agua destilada, se licuó hasta obtener una solución casi homogénea, se introdujo el electrodo y se registró la medición efectuada por el potenciómetro (A.O.A.C 2007).
- Acidez: Se utilizó la solución anterior y se tituló con hidróxido de sodio 0.1 N, hasta el pH de 8,2 que es el punto de viraje del indicador fenolftaleína. Se registró la lectura del gasto (A.O.A.C 2007).
- Determinación del color: Se efectuó haciendo uso de un Colorímetro Croma Meter CR-400 Kónica Minolta, el cual reportó el valor de las coordenadas cromáticas: L*, a*, b*, C* y h°. Los valores de C* y h° son hallados a partir del reemplazo de los valores de a* y b* en las siguientes formulas (Nevado y Borja 2016):

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

$$h^* = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

Donde L*, representa la luminosidad, a*, la coordenada colorimétrica del eje verde al rojo, b*, la coordenada colorimétrica del eje azul al amarillo, C* al parámetro de saturación y h° al ángulo de tinta o tonalidad.

Antes de dar inicio a las lecturas, el colorímetro fue calibrado mediante la función ubicada en el panel de selección y la placa de calibración. La medición del color se efectuó directamente sobre el fruto (tomate), sin dejar espacio entre este y el lente del colorímetro. Se realizaron tres mediciones en la superficie de cada fruto, cada una en un punto diferente.

- Determinación de la firmeza: El tomate entero se colocó en el porta muestra y se midió la textura en dos puntos diferentes, una a cada lado del eje ecuatorial. Se utilizó un texturómetro CNS Farnell con punzón de 8,0 mm y cuya velocidad de penetración programada fue de 20 mm/min

3.3.2 MOHOS Y LEVADURAS:

Se utilizó el método de recuento en placa por siembra para la determinación del contenido de mohos y levaduras (ufc/g). Se realizó el análisis de una muestra compósito de tres tomates con cáscara, tomando una pequeña cantidad igual, de cada uno de ellos, luego se homogenizó y se diluyó la muestra. El procedimiento consistió en añadir pequeñas alícuotas de 1ml de la muestra diluida a las placa petri, para luego verter en ellas el Agar Oxitetraciclina Gentamicina Extracto de Levadura Glucosa (OGYE) y mezclar inmediatamente. Una vez solidificado el agar, se incubó la muestra entre 20 a 24°C por 3-5 días (Mossel 2003).

3.3.3 PRUEBA DE ACEPTACIÓN DE SABOR:

La prueba de aceptabilidad del sabor efectuada a los tratamientos con cobertura de goma de sapote, goma de sapote más quitosano y al tratamiento testigo o sin cobertura, se efectuó a un total de 50 consumidores, constituido en la mayoría de los casos por jóvenes de 17 a 25 años, estudiantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, los cuales no recibieron entrenamiento previo.

Las muestras de tomate seleccionados por cada tratamiento para la ejecución de la prueba de aceptabilidad, fueron cortados en ocho porciones por cada uno, no se retiró la piel y se colocó mondadientes para facilitar la prueba, después del cual fueron colocados en platos descartables. Se consideró asimismo, la toma de agua en forma intercalada entre cada evaluación. La frecuencia de ejecución fue semanal.

Para registrar los puntajes obtenidos en la prueba de aceptación por cada tratamiento y en los diferentes tiempos, se usó el formato mostrado en el Anexo 1. Los puntajes promedios, proveniente de la suma total de las aceptaciones por cada tratamiento entre el número de

consumidores en cada tratamiento, fueron analizados con la Prueba No Paramétrica de Kruskal Wallis para encontrar la existencia o no de diferencias significativas ($p < 0.05$) en el sabor entre los distintos tratamientos.

3.3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Se usó un diseño completo al azar (DCA) conducido en el laboratorio, en tomates sin cobertura (testigo), en tomates cubiertos con goma de sapote (0,5%, 1% y 2,5 %) y en tomates cubiertos con goma de sapote más quitosano (1 % w/v).

Los tres tratamientos con coberturas de 0,5 %, 1 % y 2,5 % de goma de sapote y los tres tratamientos con cobertura de 0,5 %, 1 % y 2,5 % de goma de sapote más 1 % de quitosano fueron dispuestos en bandejas de aluminio o en rejillas de acero inoxidable y almacenados a temperaturas de 20 °C y 80 % HR (temperatura ambiente) y a 15 °C y 90 % HR (en cámara climática). Los análisis se efectuaron por triplicado y consideró las variables: pérdida de peso, °Brix, pH, acidez, color y textura. El análisis estadístico incluyó: la variación porcentual de pérdida de peso por día y por tratamiento durante todo el almacenamiento, el análisis de varianza (ANOVA) a los resultados de las variables medidas con instrumentos tales como sólidos solubles, pH, acidez, color y textura y concluyendo con la prueba LSD de Fisher para las comparaciones de medias.

Los datos obtenidos en la prueba de aceptación de sabor, se procesaron con la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis que sirvió para encontrar las diferencias entre tratamientos.

3.4 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.4.1 PREPARACIÓN DEL RECUBRIMIENTO A BASE DE GOMA DE SAPOTE Y GOMA DE SAPOTE MAS QUITOSANO

En la preparación del recubrimiento a base de goma de sapote al 0,5 %, 1% y 2,5% (w/v) se utilizó glicerol como agente plastificante en cada dispersión en una concentración de 1 % (v/v)

según metodología citada por Asgar *et al.* (2010). La metodología seguida se detalla a continuación:

La preparación de los recubrimientos a base de goma de sapote al 0,5 %, 1 % y 2,5 % (w/v) se efectuó usando glicerol como agente plastificante en cada dispersión en una concentración de 1 % (v/v) según metodología citada por Asgar *et al.* (2010). El procedimiento consistió en disolver la goma en polvo en agua destilada y luego calentada con agitación suave hasta alcanzar la temperatura de 80 °C durante una hora. Posteriormente, se filtró al vacío, se adicionó el glicerol, y se sometió una vez más a agitación con magnetos a temperatura ambiente por el tiempo de 15 minutos, hasta alcanzar una dispersión homogénea a ser usada como cobertura (Figura 5).

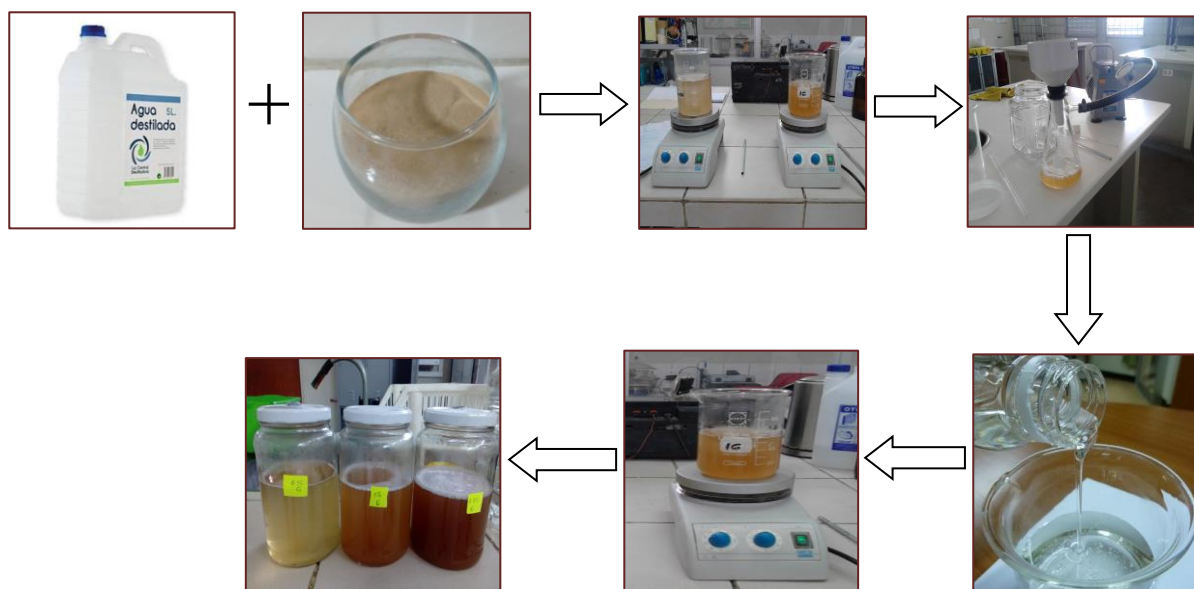


Figura 5: Diagrama de la metodología seguida en la preparación del recubrimiento a base de goma de sapote

La preparación de los recubrimientos a base de goma de sapote al 0,5 %, 1 % y 2,5 % (w/v) y quitosano 1 % (w/v) también requirió el uso de glicerol como agente plastificante en cada dispersión en una concentración de 1 % (v/v) siguiendo la metodología citada por Asgar *et al.* (2010). El procedimiento tuvo una variante y consistió en añadir el quitosano a las dispersiones de goma previamente calentadas a 80 °C durante una hora y posteriormente filtradas al vacío. Añadido el quitosano, se calentó nuevamente la solución (60 °C por 30 minutos), se volvió a

filtrar al vacío, se adicionó el glicerol y se sometió una vez más la dispersión a agitación con magnetos a temperatura ambiente por un tiempo de 15 minutos hasta obtener una dispersión homogénea a ser usada como cobertura.

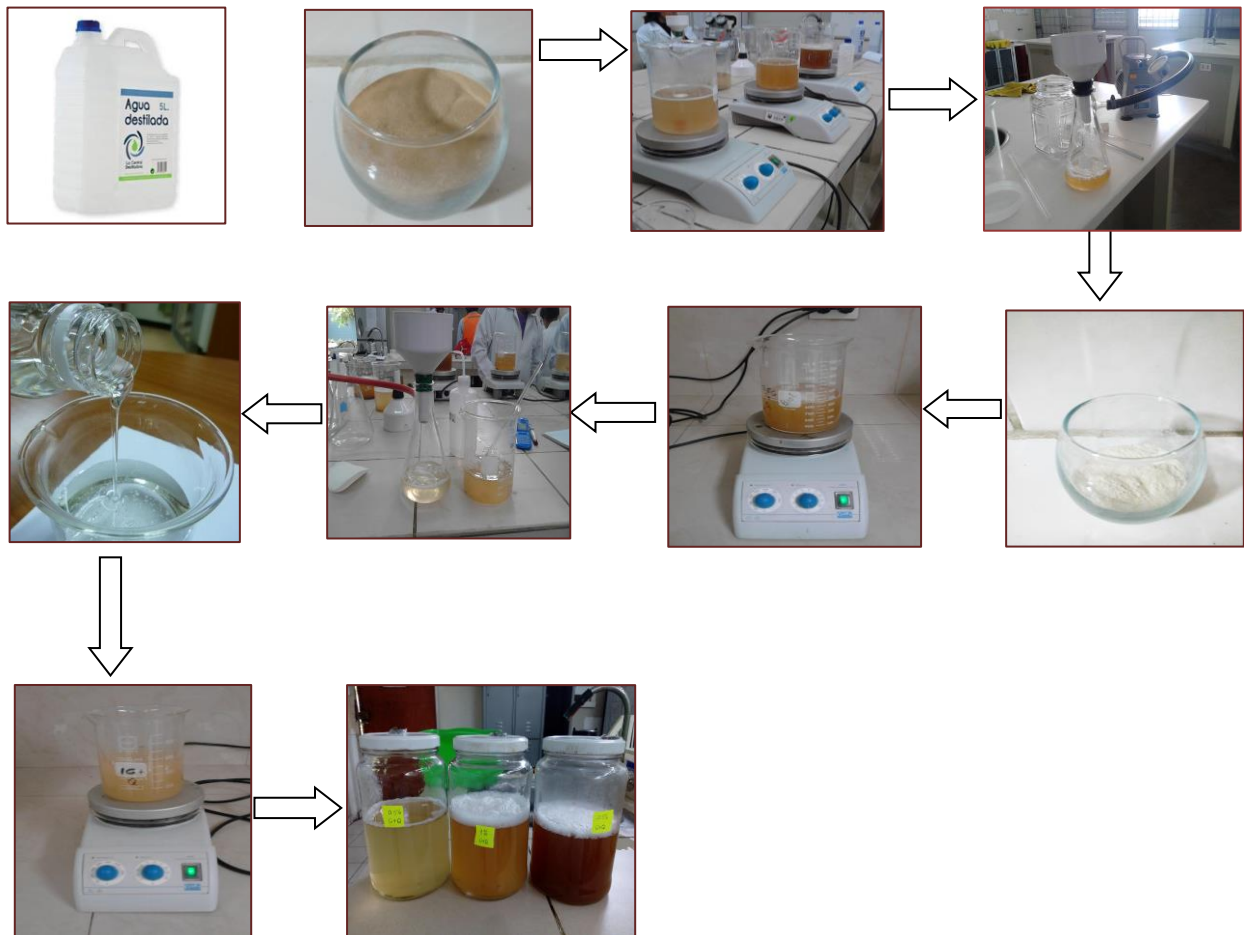


Figura 6: Diagrama de la metodología seguida en la preparación del recubrimiento a base de goma de sapote mas quitosano

3.4.2 FLUJO DE OPERACIONES SEGUIDO EN LA COBERTURA DE TOMATES

La Figura 7 presenta el flujo de operaciones seguido para efectuar la cobertura del tomate. A continuación se detallan las operaciones respectivas:

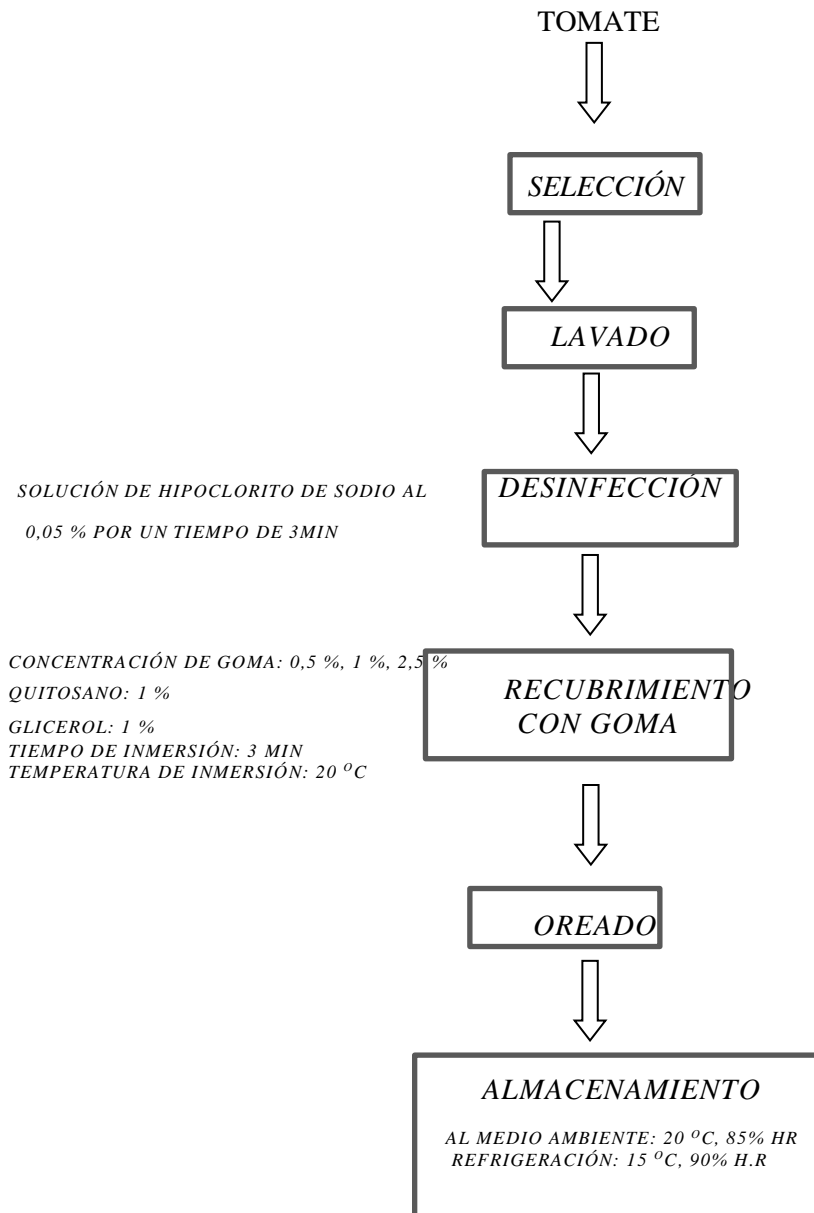


Figura 7: Flujo de operaciones para obtención de tomate con coberturas de goma de sapote y quitosano

a. Selección:

Consistió en separar y descartar los frutos no aptos para el consumo por presentar magulladuras, heridas, pudriciones, etc. Se escogieron los frutos de tamaño medio y color uniforme, en un estado de maduración “pintón” (Figura 8)



Figura 8: Frutos seleccionados en estado pintón

b. Lavado:

Los tomates fueron lavados con agua potable para eliminar restos de polvo o tierra adherida y la suciedad externa.



Figura 9: Lavado de frutos

c. Desinfección:

La desinfección de los frutos lavados se hizo en una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 0,05% para inactivar carga microbiana inicial y destruir el crecimiento de patógenos de acuerdo a lo recomendado por Asgar *et al.* (2010).

d. Recubrimiento con goma:

El recubrimiento del tomate con las dispersiones de goma de sapote (0,5, 1 y 2,5 %) y las dispersiones de goma de sapote (0,5, 1 y 2,5 %) más quitosano 1% se realizó por inmersión durante un tiempo de 3 minutos a temperatura ambiente (20 °C).



Figura 10: Recubrimiento de tomates

e. Oreado:

Los tomates colocados sobre las bandejas y rejillas, fueron oreados haciendo uso de un ventilador por el tiempo de 30 minutos con la finalidad de eliminar la humedad superficial del producto.



Figura 11: Oreado de tomates con cobertura

f. Almacenamiento:

Las muestras fueron almacenadas en cámara climática programada a 15 °C y 90 % de Humedad Relativa y al medio ambiente (a 20 - 23 °C y 85 % HR).

Al interior de la cámara el producto fue colocado sobre la rejilla interna de acero inoxidable y

al medio ambiente sobre bandejas de aluminio; ambas fueron previamente lavadas y desinfectadas.

En esta operación se almacenó un promedio de 100 unidades por cada tratamiento, considerando que los análisis físico químicos se realizarían 3 veces por semana con 3 repeticiones por cada una y que el análisis microbiológico y evaluación sensorial se realizarían semanalmente



Figura 12: Almacenamiento a temperatura ambiente y refrigeración

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA GOMA DE SAPOTE EN POLVO

En la Tabla 7 se presentan los resultados del análisis proximal (expresado en base húmeda) y los resultados de pH, acidez y taninos en la goma de sapote en polvo. Es importante destacar el alto contenido de humedad (14,7 %), proteínas (10 %) y cenizas (4,6 %) que presenta. Según lo reportado por El Kader *et al.* (2002) el contenido de humedad de la goma arábica fue de 13 %, mientras que Siccha y Lock (1994) reportaron un contenido de 10 % y 12 % para las gomas guar y algarrobo respectivamente. Se puede observar que el porcentaje de humedad encontrado para la goma de sapote fue ligeramente mayor respecto a la goma guar, arábica y algarrobo, lo cual pudiera deberse al tipo de material de empaque consistente en una bolsa de polietileno, cuya barrera no sería tan efectiva para contrarrestar la humedad externa. El contenido de proteína encontrado fue alto, 10 %, valor por encima al reportado para la goma arábica por El Kader *et al.* (2002) de 2,1 % y muy cercano al reportado por El Kader *et al.* (2008) para las goma de semillas de *Leucaena leucocephala* (10,74 %) e indica que un alto porcentaje de proteínas confiere a la goma propiedades emulsificantes y estabilizantes. En cuanto a la determinación de cenizas se obtuvo un valor de 4,6 %, el cual resultó ser ligeramente mayor al reportado por El Kader *et al.* (2008) de 4,47 % para la goma obtenida a partir de semillas de *Leucaena leucocephala* y de 3,6 % para la goma arábica (El Kader *et al.* 2002). La composición y concentración de minerales en las gomas son influenciadas principalmente por el tipo de suelo, por tanto la comparación entre muestras de distinto origen puede mostrar diferencias significativas aun en goma derivadas de una misma especie (El Kader *et al.* 2008). De otro lado, la presencia de diferentes componentes minerales y/o sales en las cenizas podría representar, en algunos casos, ciertas ventajas comparativas durante el uso de las gomas (Herz 2007).

El contenido de fibra cruda encontrado en la goma de sapote fue de 3 %, valor más alto que

el encontrado por El Kader *et al.* (2008) de 2,17 % para la goma de semillas de *Leucaena leucocephala* y Herz (2007) de 0,14 % para la goma de sapote. El contenido de fibra cruda estaría indicando el contenido de compuestos químicos de naturaleza heterogénea (polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias) presente en la goma de sapote (Moscol 2018). El contenido de grasa fue de 0,2 %, valor que está por debajo de lo reportado por las gomas guar y arábica con valores de 0,5 % para cada una según lo mencionado por Siccha y Lock (1994). Finalmente, el contenido de carbohidratos fue de 67,5 % mientras que el reportado por Herz (2007) fue de 83,17 % para la goma de sapote (*Capparis scabrida*). Esta diferencia pudiera deberse a la edad del árbol del cual se extrajo la goma, la profundidad de la incisión, la genética de la planta entre otros (Gonzales *et al.* 2015)

Tabla 7: Análisis proximal, taninos y pH de la goma de sapote en polvo

Ensayo	Resultado (b.h)
Humedad (%)	14,7 ± 0,11
Proteína (Factor: 6,25)	10,0 ± 0,09
Cenizas (%)	4,6 ± 0,004
Fibra Cruda (%)	3,0 ± 0,005
Grasa (%)	0,2 ± 0,008
Carbohidratos (%)	67,5 ± 0,23
Acidez (Expresado como ácido sulfúrico)	0,52 ± 0,02
pH	4,2 ± 0,16
Taninos	0,0

En cuanto al pH, el valor obtenido fue de 4,2 que resultó ser cercano al reportado por Moscol (2018) de 4,284. Se observa que la goma de sapote presenta un comportamiento ácido, diferente a lo reportado para las gomas comerciales tales como la goma de tara, goma guar etc. (Herz 2007).

Se obtuvo ausencia de taninos en el análisis realizado. Se sabe que la presencia de ellos restringe su uso en la industria alimentaria, ya que resulta ser tóxico (El Kader *et al.* 2002) por lo que esta goma estaría apta para ser usada como un recubrimiento comestible en el tomate.

4.2 CARACTERIZACIÓN DEL TOMATE

Los valores promedio obtenidos en los análisis de humedad, °Brix, pH, acidez, textura, color y peso inicial del tomate variedad Katya en estado de maduración pintón se muestran en la Tabla 8.

El porcentaje de humedad encontrado fue de 93,8 %, valor cercano al reportado por Ramos (2011) de 93,3 % para el tomate cv Nabateo en estado de madurez pintón. El alto porcentaje de humedad presente en el tomate lo convierte en un producto perecedero en corto tiempo, surgiendo la necesidad de buscar alternativas para conservar el producto en el tiempo. (Monsalve y Machado 2007)

El valor de pH hallado fue de 4,5 y está dentro de lo indicado por Bartell *et al.*, mencionado por Alarcón (2013) quienes manifestaron que el pH del zumo del tomate se sitúa entre 4,2 y 4,5 siendo muy raro el superar estos valores. La medición del pH es un factor importante que controla la regulación de muchas reacciones químicas, bioquímicas y microbiológicas (Gonzales 2009)

Tabla 8: Características del tomate al inicio del almacenamiento

Análisis	Resultado (b.h)
Humedad (%)	93,8 ± 0,15
°Brix	4,7 ± 1,10
pH	4,5 ± 0,08
Acidez (% ac. cítrico)	0,26 ± 0,01
Firmeza (kg fuerza)	2.23 ± 0,96
Color	
L*	48,97 ± 1,22
a*	0,92 ± 0,48
b*	29,05 ± 1,45
C*	27,23 ± 3,82
h°	88,19 ± 1,31
Peso inicial	74,55g ± 18,48

El contenido de °Brix y acidez (expresado en ácido cítrico) encontrado en el tomate variedad Katya fue de 4,7 y de 0,26 respectivamente. Diez (1995) mencionado por Rivera (2006) indica que entre los parámetros que permiten cuantificar la calidad de la materia prima, se encuentran los sólidos, el pH, la acidez y el color del tomate. Ramos (2012) reportó un valor de 4,8 °Brix para el tomate cv Nabateo mientras que Pinzón-Bedoya (2013) reportó un valor de acidez de 0,34 (expresado en ácido cítrico) para el tomate cv Milano.

El valor de firmeza encontrado fue de 2229 g fuerza, valor menor al obtenido por Pinzón-Bedoya (2013) en el tomate cv Milano e igual a 2700 g fuerza, pero mayor al indicado por Ramos (2011) de 1840 g fuerza para el tomate cv Nabateo. En vegetales con alto contenido de humedad como es el caso del tomate, la textura es una cualidad sensorial muy importante ya que es un factor determinante de su aceptabilidad.

Finalmente, Borja y Nevado (2016) reportaron valores de 49,6 para la luminosidad (L^*), 35 para el chroma (C^*) y de 61,8 para el hue angle (h°) en tomates en estado de maduración pintón, algunos de ellos cercanos a los obtenidos en la presente investigación e iguales a 48,97 de 27,23 y 88,19

4.3 ANÁLISIS EFECTUADOS A TRATAMIENTOS CON COBERTURA DE GOMA DE SAPOTE Y QUITOSANO ALMACENADOS AL AMBIENTE Y EN REFRIGERACIÓN

Debido a que las frutas y hortalizas son tejidos vivos, la pérdida de peso en ellas es constante, y aunque la piel del tomate es relativamente impermeable, puede perder agua a través de la cicatriz que deja el tallo (Hardenburg y Watada 1988). La mayoría de productos frescos no pueden venderse luego de perder entre 3 a 10% de su peso (Ben-Yehoshua y Rodov 2003; mencionado por Constán 2014), sin embargo la presente investigación consideró la evaluación de la pérdida de peso durante el tiempo que el tomate evidenció aptitud para el consumo en ambas condiciones de almacenamiento: 28 días a $T^\circ = 20^\circ\text{C}$ y 85 % HR y de 35 días a $T^\circ = 15^\circ\text{C}$ y 90 % HR. Estos tiempos también fueron considerados para la ejecución de los demás análisis tales como °Brix, pH, acidez, firmeza y en los parámetros de color: luminosidad, hue angle (h°) y chroma (C^*).

4.3.1 PÉRDIDA DE PESO EN TRATAMIENTOS CON COBERTURA DE GOMA DE SAPOTE ALMACENADOS EN AMBIENTE Y REFRIGERACIÓN

a. A temperatura ambiente

Se observa que hasta el día 18, la pérdida porcentual de peso en los tratamientos sin cobertura (testigo) y el tratamiento con 0,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote presentaron similares valores y más altos respecto a los tratamientos con 1 y 2,5 % (Figura 13). A partir del día 19, el tratamiento testigo sigue su tendencia ascendente y por encima de los tratamientos con cobertura, presentando mayor pérdida de peso al final del almacenamiento (25,4 %) en comparación con los tratamientos con 0,5 %, 1 % y 2,5 % (20,7 %, 21,1 % y 22 %, respectivamente).

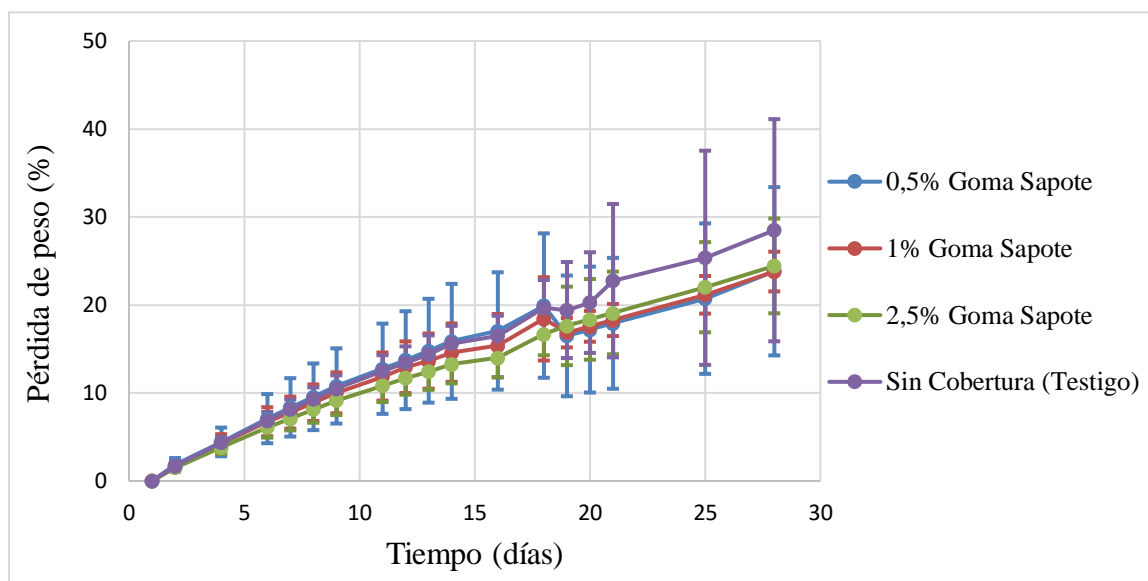


Figura 13: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la pérdida de peso porcentual de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

El análisis estadístico realizado reportó la existencia de diferencias significativas entre el tratamiento sin cobertura y los tres tratamientos con cobertura, asimismo, entre los tratamientos con 1 y 2,5 % (w/v) de cobertura con respecto al tratamiento con 0,5 % (w/v) de recubrimiento de goma. Con la goma arábica, usada en tomates en concentraciones de 5 %, 10 %, 15 % y 20 %, Asgar *et al.* (2010) obtuvieron menores pérdidas de peso, 8 % a 9 % después de 20 días de almacenaje.

La diferencia observada en ambas investigaciones podría deberse a la composición de la goma de sapote empleada, la que por su proceso de extracción sin purificación, presentaría un mayor contenido de proteínas, 10 % respecto a otras gomas comerciales (2 a 5 %), lo cual estaría influyendo en la capacidad para formar recubrimientos y sus características de permeabilidad al vapor de agua. Morillon *et al.* (2002); Shellhammer y Krochta (1997) mencionados por Quintero (2010) indica que los polisacáridos y las proteínas son buenos materiales para la formación de recubrimientos comestibles, ya que muestran excelentes propiedades mecánicas y estructurales, pero presentan una pobre capacidad de barrera frente a la humedad, lo que no se presenta en los lípidos dado sus propiedades hidrofóbicas.

b. En refrigeración

En la Figura 14 se observa que a diferencia de los tratamientos almacenados al medio ambiente (Figura 13), al día 20 la pérdida porcentual de peso en refrigeración (6 a 8 %) es mucho menor que al medio ambiente (17 % a 20 %) en todos los tratamientos. Se aprecia también que durante todo el período de almacenamiento en refrigeración existe diferencia en la pérdida porcentual de peso entre los tratamientos sin cobertura (testigo) y 0,5 % de cobertura respecto a los tratamientos con 1 y 2,5 % de cobertura, siendo en estos últimos mayor la pérdida porcentual. Al día 30, el tratamiento con 1 % (w/v) de cobertura presentó una mayor pérdida de peso respecto a las demás tratamientos; por el contrario, el tratamiento con 0,5 % (w/v) presentó menor pérdida de peso y con valores muy cercanos al tratamiento sin cobertura (8.93 %) llegando a registrar pérdidas de 8.33 %; mientras que lo alcanzado en los tratamientos con 1 y 2,5 % (w/v) mostraron valores de 11.13 % y de 10.77 % respectivamente. El análisis estadístico efectuado a los resultados determinó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos con 2,5 % (w/v) de cobertura y todos los demás tratamientos. Asimismo, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con coberturas de 1 y 2,5 % ($p < 0,05$).

Los valores de pérdida porcentual de peso encontrados fueron altos en comparación con los reportados por Dávila-Aviña (2011), quien trabajó con tomates (cv Grandela) en dos grados de madurez (breaker y pink) y dos tipos de cobertura (carnauba y aceite mineral) almacenados durante 28 días a 10° C, obteniendo pérdidas de peso de 2,20 % y 1,60 % en tomates con grado

de madurez breaker y de 2,53 % y 1,67 % en tomates con grado de madurez pink.

Los tratamientos sin cobertura reportaron valores más altos e igual a 3,19 % y 3,76 %. La diferencia notoria entre los resultados reportados por ambos trabajos podría deberse a la temperatura de almacenamiento, al uso de dos variedades de tomate distintos, al grado de madurez, como también podría atribuirse a la naturaleza del recubrimiento. Dávila-Aviña (2011) trabajó con recubrimientos de naturaleza lipofílica y aunque obtuvo buenos resultados en la tasa de respiración, color y pérdida de peso, no influyó positivamente en la textura, acidez titulable y pH.

Finalmente, se observó el efecto del recubrimiento a base de goma de sapote así como de la disminución de la temperatura para el almacenamiento de tomates. En el almacenamiento al ambiente, todos los tratamientos con cobertura de goma e inclusive el tratamiento sin cobertura presentaron valores de pérdida de peso porcentual muy cercanos pero mayores a los observados

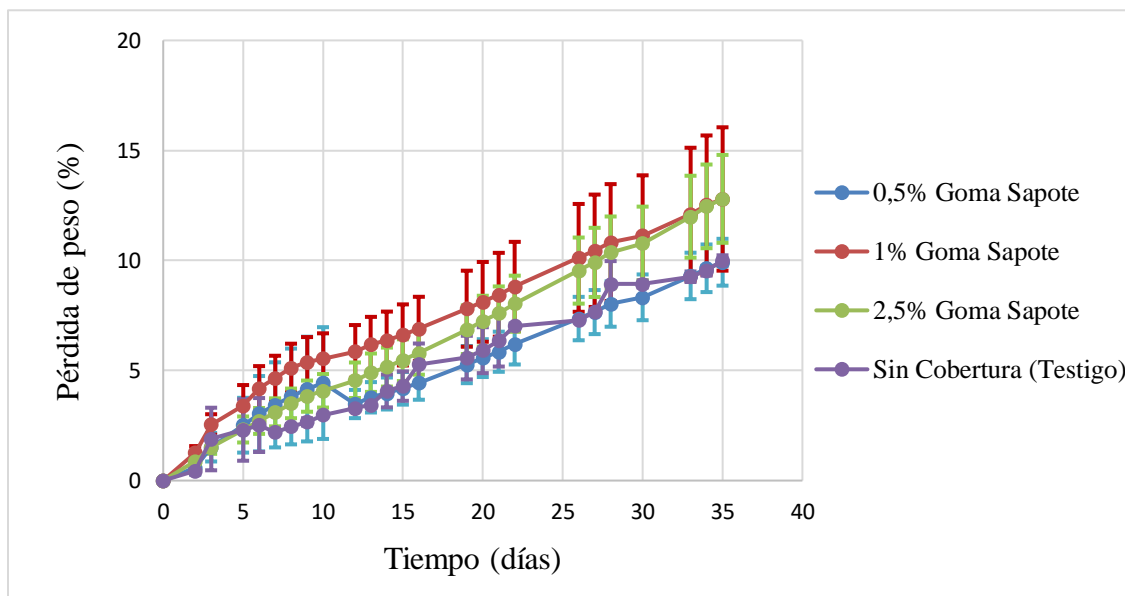


Figura 14: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la pérdida de peso porcentual de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

a temperatura de refrigeración, sin embargo, en este último, el tratamiento testigo logró menor reducción de peso respecto a los tratamientos con 1 y 2,5 % (w/v) de cobertura, la razón se atribuiría a una falta de uniformidad en los grados de madurez de las muestras seleccionadas

para cada tratamiento en estudio, tomando en cuenta que ellos son bastante perecederos, asimismo a las posibles deficiencias en el recubrimiento y oreado de los tomates.

4.3.2 PÉRDIDA DE PESO EN TRATAMIENTOS CON COBERTURA DE GOMA DE SAPOTE MÁS QUITOSANO 1 % ALMACENADOS EN AMBIENTE Y REFRIGERACIÓN.

a. A temperatura ambiente

La Figura 15 muestra la pérdida porcentual de peso del tomate en cada uno de los tratamientos durante el almacenamiento, observándose que el tratamiento sin cobertura (testigo) se mantuvo por debajo de los demás tratamientos durante todo el almacenamiento y por tanto registró las menores pérdidas de peso. Por el contrario, los tratamientos con cobertura presentaron mayores pérdidas de peso siendo los tratamientos con cobertura de 1 y 2,5 % (w/v) de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) los que registraron mayor pérdida e igual a 21,7 y 22,4 % respectivamente. El tratamiento con 0,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) tuvo una pérdida de peso al final de 19,8 % y un tiempo de duración de 28 días del mismo modo, el tratamiento sin cobertura (testigo) registró una pérdida de peso final de 16,9 %.

La razón de tanta variabilidad en los resultados, podría deberse a la forma de preparación del quitosano, el cual fue disuelto en agua y no en ácido acético tal como lo indicara la ficha del fabricante (Anexo 3), ello debido a la reacción química que sucediera al entrar en contacto con la goma de sapote dando lugar al endurecimiento de la misma.

Salazar y Valderrama (2013) mencionan que las películas de quitosano con buenas propiedades físicas y mecánicas se forman a partir de sus disoluciones en ácidos diluidos (fórmico, acético o propiónico), debido a la formación de enlaces de hidrógeno intermoleculares entre los grupos amino e hidroxilo de sus cadenas.

El análisis estadístico efectuado reportó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos con cobertura de 1 y 2,5 % (w/v) de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) y los demás tratamientos (0,5 % y tratamiento sin cobertura o testigo). Asimismo, se reportaron

diferencias significativas entre el tratamiento testigo y el tratamiento con cobertura de 0,5 % (w/v).

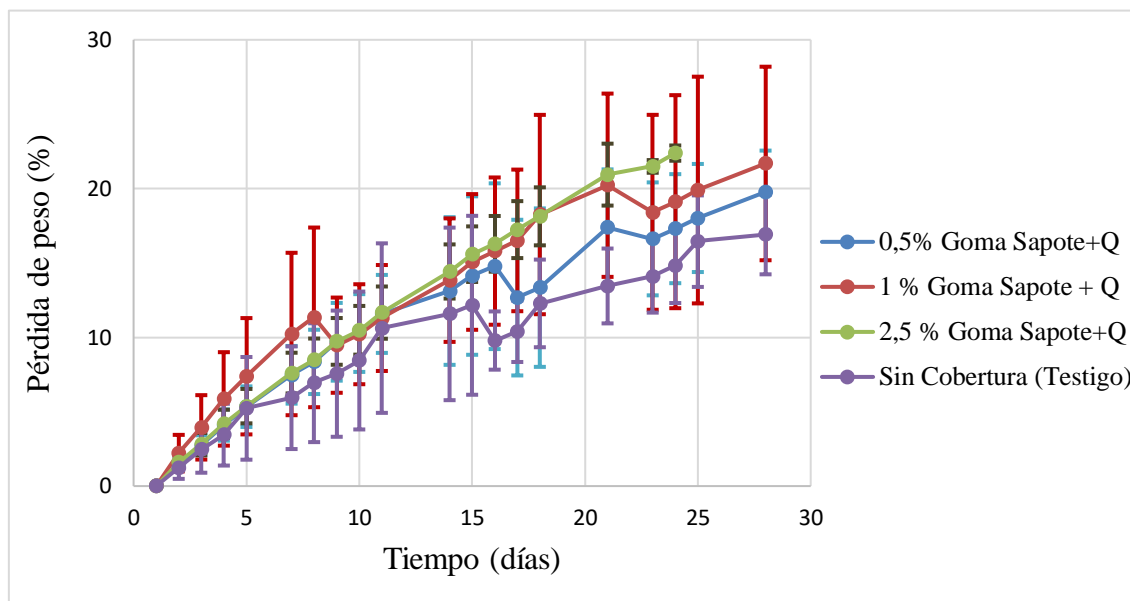


Figura 15: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la pérdida de peso porcentual de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

Con el quitosano usado en concentraciones de 0,5 %, 1 % y 2 % (w/v) en tuna blanca, Arellano (2011) obtuvo menores pérdidas de peso, los cuales se vieron reflejados desde el cuarto día de almacenamiento, alcanzando valores finales de 6 %, 5,7 % y 4,8 % respectivamente

b. En refrigeración

La pérdida porcentual de peso se muestra en la Figura 16. Comparados con los tratamientos almacenados al medio ambiente (Figura 15), se observa que al día 15 la pérdida porcentual de peso en refrigeración (7 a 11 %) es menor que al medio ambiente (12 a 16 %) en todos los tratamientos. Se aprecia también que a lo largo de todo el almacenamiento existe diferencia en la pérdida porcentual de peso del tratamiento sin cobertura (testigo) y los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v). Al día 24, el tratamiento con 2,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) presentó la mayor pérdida de peso respecto a los demás tratamientos; por el contrario, el tratamiento sin cobertura presentó menor pérdida de peso y con valores cercanos a la muestra con cobertura de 1 % (w/v) de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) llegando a registrar pérdidas de 10 y 11 %, mientras que lo

alcanzado por los tratamientos con cobertura de 0,5 % y 2,5 % (w/v) de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) ascendió a 13 % y 16 %, respectivamente.

También se observaron diferencias en los tiempos de duración de los tratamientos, correspondiendo al tratamiento con 0,5 % (w/v) de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) una duración de 28 días, de 35 días para el tratamiento sin cobertura y con cobertura de 1 % (w/v) de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) y finalmente de 24 días para el tratamiento con 2,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote más quitosano 1% (w/v).

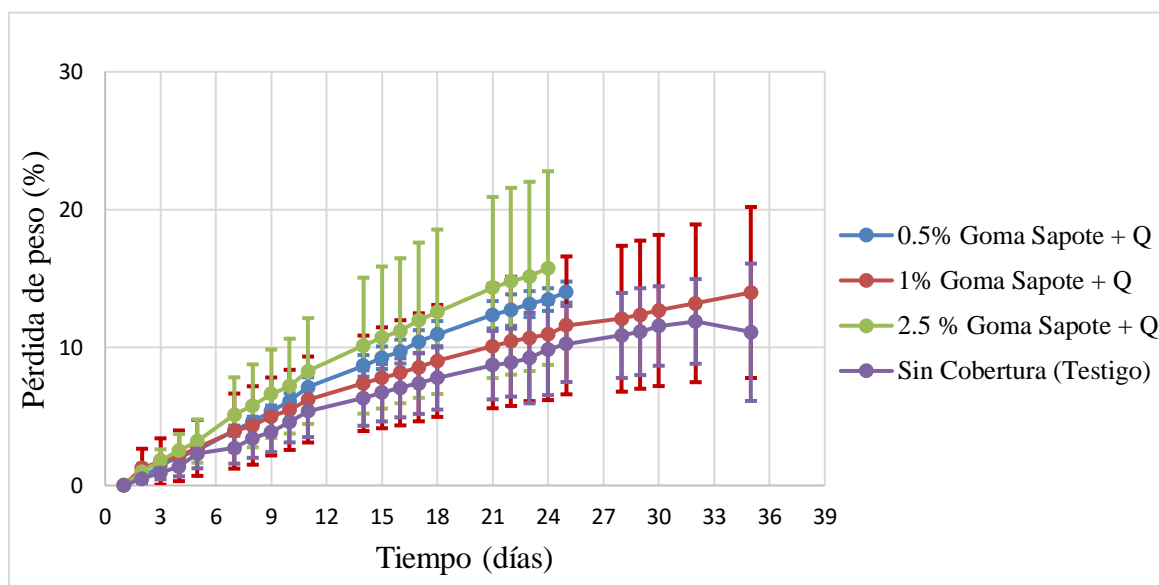


Figura 16: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la pérdida de peso porcentual de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

No se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento sin cobertura (testigo) y con 0,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) pero si respecto a las demás. Del mismo modo no hubo diferencias entre los tratamientos con 0,5 % y 2,5 % (w/v) de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v), pero si lo hubieron con respecto al tratamiento con cobertura de 1 % (w/v) de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v).

Gutiérrez (2016) reporta resultados de pérdida de peso en pepinos cubiertos con quitosano y aceite esencial de orégano almacenados por 15 días de 3,5 %, valor inferior al reportado en el presente trabajo de investigación de 8 a 11 % en este período de tiempo. Aun así, en ambos

trabajos se aprecia que el quitosano no tendría acción eficaz como barrera contra la pérdida de humedad en estos productos, y es que probablemente unido a otros compuestos como gomas, aceites y cera pierde su máxima efectividad, asimismo, la preparación sin ácido acético restaría su actividad como recubrimiento.

4.3.3 TASA DE RESPIRACIÓN EN LOS TRATAMIENTOS CON COBERTURA DE GOMA DE SAPOTE AL AMBIENTE Y REFRIGERACIÓN.

La tasa de respiración indica la rapidez con la cual se producen los cambios en la composición de un producto y se determina por la tasa de producción de dióxido de carbono, el cual se reporta como peso de CO₂ producido por unida de peso y tiempo (mg CO₂/Kg h). El patrón de respiración indica el cambio en la tasa de respiración con el tiempo y se describe gráficamente como una curva. (López *et al.* 2006 mencionado por Sánchez 2012). En frutas y hortalizas luego de la cosecha y a causa de la respiración existen pérdidas de sustrato dando inicio al proceso de deterioro del producto, por lo que la tasa de respiración es usada para determinar el tiempo de vida útil. (Montes 2001 mencionado por Sánchez 2012).

a. A temperatura ambiente

Los valores de tasa respiratoria encontrados en los tratamientos con y sin cobertura de goma de sapote y almacenados a temperatura ambiente se presentan en la Tabla 9 y la gráfica correspondiente en la Figura 17.

En términos generales se aprecia una tendencia muy parecida en todos los tratamientos con y sin cobertura (testigo).

Tabla 9: Tasa de respiración (ml CO₂/ kg h) de los tratamientos cubiertos con goma de sapote almacenados al ambiente (20 °C y 85 ± 3,8 % HR) y refrigeración (15 °C y 90 ± 1,3% HR)

.Días de almacenaje	Temperatura ambiente				En refrigeración			
	Concentración de la goma de recubrimiento				Concentración de la goma de recubrimiento			
	0 % (Testigo)	0,5 %	1 %	2,5 %	0 % (Testigo)	0,5 %	1 %	2,5 %
1	3,1	2,49	2,86	2,96	2,25	1,77	2,21	1,93
2	2,9	2,77	2,86	2,92	1,95	1,51	2,23	1,8
3	0,7	0,9	0,64	0,99	1,17	0,6	0,63	0,69
4	0,77	0,67	0,48	0,63	0,97	0,8	0,9	0,85
5	0,31	0,46	0,14	0,39	1,04	0,65	0,8	0,74
6	0,24	0,08	0,12	0,26	0,67	0,74	0,52	0,72
7	0,07	0,3	0,14	0,05	0,24	0,43	0,24	0,24
8	-0,23	-0,27	-0,12	1,21	1,74	1,27	1,08	1,16
9	-0,13	0,07	-0,14	-1,64	-0,3	-0,16	-0,13	-0,19
10	0,35	0,37	0,64	0,54	0,86	0,71	0,62	0,92
11	0,35	0,18	0,59	0,47	-0,3	-0,27	-0,4	-0,4
12	-0,3	-0,21	-0,3	-0,16	0,68	0,34	0,28	0,53
13	-0,2	-0,15	-0,2	-0,5	-0,36	-0,25	-0,3	-0,4
14	0,49	0,34	0,9	0,76	0,03	-1,07	-0,01	-0,03
15	-0,16	0,07	-0,08	-0,01	0,93	-1,33	0,6	0,55
16	0,01	0,05	0,2	0,34	0,87	-0,42	0,07	0,6
17	0,59	0,51	0,79	1,06	1,01	0,2	0,8	1,27
18	0,12	0,24	0,14	0,44	0,71	-0,55	0,47	0,76
19	0,07	-0,04	-0,01	0,67	0,27	-0,17	-0,2	-0,4
20	-0,02	-0,07	0,12	0,75	0,32	0,78	0,08	-0,09
21	0,38	0,24	0,43	1,17	-0,44	-0,14	-0,28	-0,14
22	-0,13	-0,25	-0,14	0,36	1,55	0,38	1,14	1,61
23	1,08	0,88	1,07	1,36	0,56	-0,36	1,08	0,44
24	0,8	0,63	1,01	0,93	-0,5	0,07	-0,6	-0,47
25	0,12	-0,08	0,27	0,14	-0,03	1,03	-0,19	0,25
26	0,54	0,21	0,71	0,19	0,21	0,62	0,1	0,2

Se observa que la mayor tasa o velocidad de respiración se produce en todos los tratamientos durante los dos primeros días de almacenaje, para después caer bruscamente en el día tres y luego disminuir en forma gradual hasta el día siete, a partir del cual se observa la presencia de valores negativos ocasionales en cada uno de los tratamientos, los cuales son referenciales ya que no serían de utilidad. Asimismo, los valores son más diferenciados en el tratamiento con 2,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote, lo que estaría relacionado a un proceso de maduración más pronunciado (Márquez 2009).

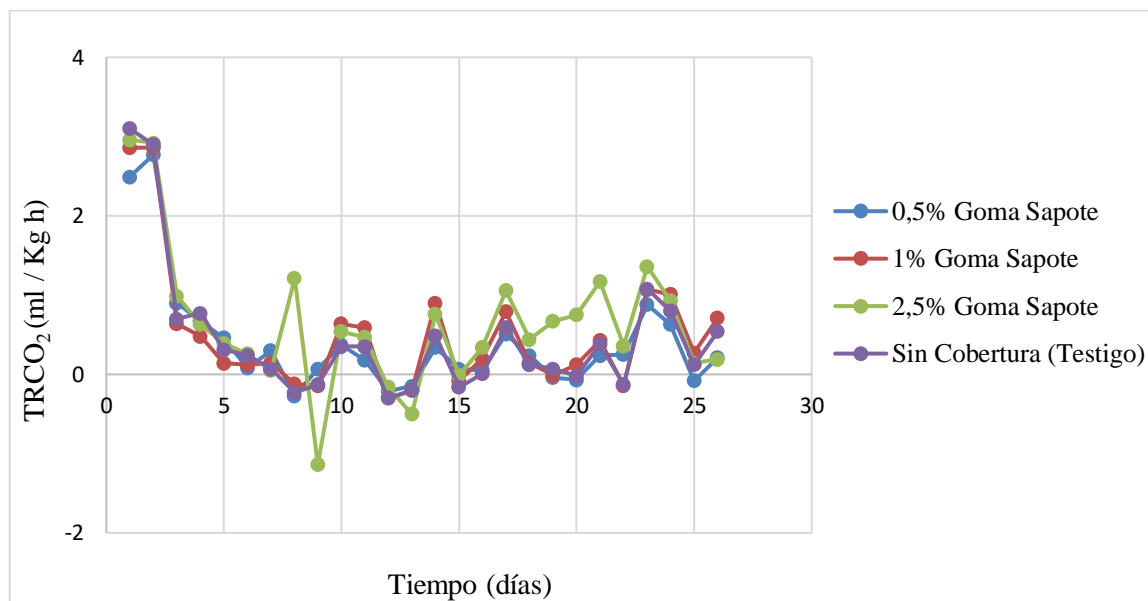


Figura 17: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la tasa de respiración de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

b. En refrigeración

Los valores hallados para la tasa respiratoria en los tratamientos con y sin cobertura de goma de sapote y almacenados en refrigeración se presentan en la Tabla 9 y la gráfica correspondiente en la Figura 18, donde se observa que la mayor tasa de respiración se produjo durante los dos primeros días, luego de lo cual se aprecia, en términos generales, una disminución gradual hasta el día ocho y luego una tendencia a mantenerse constante, mostrando en algunos casos valores negativos, hasta el final del almacenaje, día 26, con ligeros picos de subidas y bajadas, siendo estas más notables en el caso del tratamiento sin cobertura (testigo) y en el tratamiento con 2,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote. La disminución inicial de la tasa respiratoria fue ligeramente menor en todos los tratamientos con cobertura durante todo el almacenamiento.

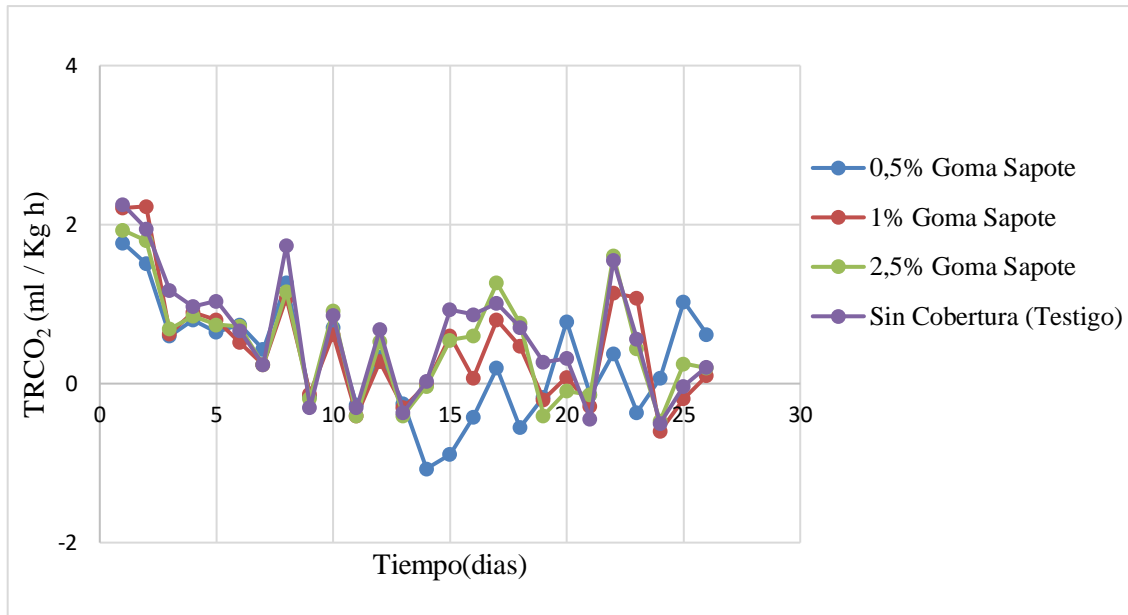


Figura 18: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la tasa de respiración de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

4.3.4 TASA DE RESPIRACIÓN EN LOS TRATAMIENTOS CON COBERTURA DE GOMA DE SAPOTE MÁS QUITOSANO AL AMBIENTE Y REFRIGERACIÓN

Durante el proceso de respiración en los frutos, el CO₂ generado en la matriz mitocondrial se difunde hacia la solución celular y espacios intercelulares, saliendo después al exterior en fase gas a través de las aberturas del sistema dérmico o roturas celulares. Una superficie expuesta mayor podría facilitar los mecanismos de difusión en fase gas al exterior, lo que reflejaría una mayor concentración de CO₂ en el espacio de cabeza (Sánchez 2012)

a. A temperatura ambiente

Los valores de tasa respiratoria encontrados en los tratamientos con y sin cobertura de goma de sapote más quitosano y almacenados a temperatura ambiente se presentan en la Tabla 10 y la gráfica correspondiente en la Figura 19.

Al igual que en los tratamientos con cobertura de goma de sapote, se aprecia una tendencia muy parecida en todos los tratamientos con y sin cobertura (testigo) almacenados en refrigeración.

Tabla 10: Tasa de respiración (ml CO₂/ kg h) de los tratamientos cubiertos con goma de sapote más quitosano almacenados al ambiente (20 °C y 85 ± 3,8 % HR) y refrigeración (15 °C y 90 ± 1,3% HR).

Días de almacenaje	Temperatura ambiente				En Refrigeración			
	Concentración de la goma de recubrimiento				Concentración de la goma de recubrimiento			
	0 % (Testigo)	0,5 %	1 %	2,5 %	0% (Testigo)	0,5 %	1 %	2,5 %
1	5,01	6,75	5,43	6,34	2,25	2,09	2,15	2,27
2	2,99	7,71	3,39	6,9	1,95	1,66	2,44	2,1
3	0,7	2,16	0,01	1,53	1,17	0,8	0,53	0,8
4	0,77	1,88	0,03	1,24	0,97	1,07	1,07	1,04
5	0,31	1,52	0,73	1,37	1,04	0,79	0,66	0,6
6	0,24	2,4	0,61	1,6	0,67	0,77	0,54	0,53
7	0,07	1,53	0,4	1,53	0,24	0,32	0,24	0,31
8	-0,23	1,67	2,28	2,55	0,74	0,42	0,62	0,47
9	-0,13	1,67	2,26	2,55	0,7	0,42	0,62	0,47
10	0,35	1,18	2,49	0,62	0,07	0,09	0,07	0,08
11	0,35	1,07	1,37	0,71	0,27	-0,01	0,06	0,03
12	-0,3	0,66	2,11	0,45	0,19	-0,06	-0,06	-0,01
13	0,39	0,71	0,13	0,05	0,28	0,15	0,1	0,02
14	-0,15	0,09	ND	ND	0,03	0,01	0	-0,1
15	-0,16	0,89	ND	ND	0,93	0,4	0,56	0,45
16	0,01	0,94	ND	ND	0,87	0,45	0,49	0,52
17	0,59	0,16	ND	ND	1,04	-0,14	-0,04	0,1
18	0,55	-1,49	ND	ND	-0,28	0,15	0,48	0,77
19	-0,26	1,75	ND	ND	0,6	0,57	0,78	0,56
20	-0,02	-0,37	ND	ND	0,17	0,16	0,01	-0,14
21	0,38	-0,13	ND	ND	0,35	0,67	0,06	0,27
22	0	-0,12	ND	ND	0,53	ND	0,54	0,52
23	0,95	ND	ND	ND	0,51	ND	0,49	0,52
24	0,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
25	0,12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
26	0,54	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

(*)ND: No hay datos

En la Figura 19 se observa que los tratamientos con menor tiempo de duración (12 días) fueron los que tuvieron 1 y 2,5 % (w/v) de cobertura de goma más quitosano 1 % (w/v) y los tratamientos con mayor duración (22 a 26 días) fueron el tratamiento sin cobertura (testigo) y el tratamiento con 0,5 % (w/v) de goma más 1 % (w/v) de quitosano.

Se aprecia que la mayor tasa o velocidad de respiración se produce en todos los tratamientos durante los tres primeros días de almacenaje, para después mantenerse ligeramente estable durante el cuarto día y presentar después ligeros picos de subidas y bajadas hasta el día 7. A partir del día 8 y hasta el día 10, el tratamiento con 0,5 y 2,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote más quitosano 1% (w/v) presentaron un pico de bajada pronunciado respecto a las demás muestras, luego del cual se estabilizan. En este mismo período de tiempo, el tratamiento sin cobertura mostró una tendencia a hacerse constante, en cambio en la muestra con 0,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) se observó un ascenso para después presentar una caída hasta el final del almacenamiento.

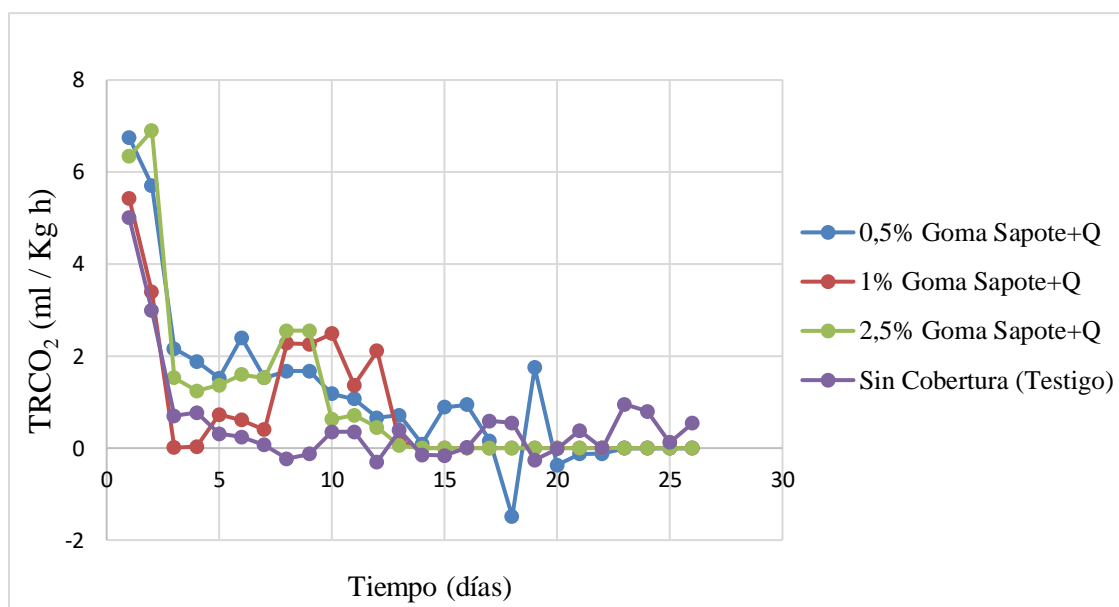


Figura 19: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la tasa de respiración de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

Comportamiento distinto fue reportado por Oliveira dos Santos *et al.* (2017) quienes trabajaron con mango (*Mangifera indica*) “Tommy Atkins” cubierto con 0,5 % de almidón de mandioca y 0,25 % de quitosano almacenado durante 13 días a 25 °C, el cual después de presentar un

ligero incremento, registró valores muy por debajo del tratamiento sin cobertura hasta el final del almacenamiento.

b. En refrigeración

En la Figura 20, se observa que la mayor tasa de respiración se produjo durante los dos primeros días, luego de los cuales se aprecia, en términos generales una disminución gradual hasta el día catorce y luego se muestra una tendencia a mantenerse constante hasta el final del almacenaje, con ligeros picos de subidas y bajadas. El tiempo de duración de los tratamientos con coberturas de goma de sapote más 1 % (w/v) de quitosano fueron: 35 días para el tratamiento sin cobertura y el tratamiento con 1 % (w/v), 21 días para el tratamiento con 0,5 % (w/v) y de 29 días para el tratamiento con 2,5 % (w/v).

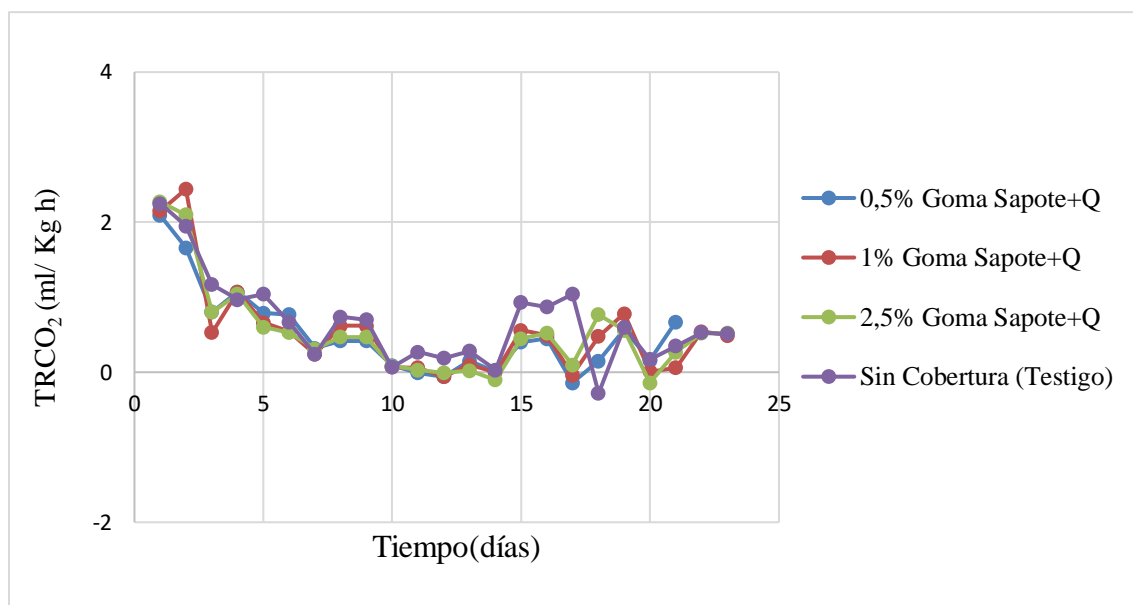


Figura 20: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la tasa de respiración de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

Los resultados reportados fueron distintos a lo encontrado por Bal (2013) en 2 variedades de ciruelas: cv Giant y cv Stanley cubiertas con 1 % de quitosano y almacenados a 1 °C, en donde la tasa de respiración resultó ser menor en los tratamientos con cobertura de quitosano siendo el tiempo de duración para ambas variedades de 40 días.

4.3.5 VARIACIÓN DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES EN LOS TRATAMIENTOS CON COBERTURA DE GOMA DE SAPOTE AL AMBIENTE Y REFRIGERACIÓN.

a. A temperatura ambiente

La Figura 21 presenta la variación de los sólidos solubles de los tratamientos cubiertos con goma de sapote durante el almacenamiento al medio ambiente. Se aprecia que en todas los tratamientos se produjo un ligero incremento en el contenido a lo largo del tiempo de almacenaje, desde 5,6 al inicio hasta 5,9 grados Brix al final del período de almacenaje (28 días), siendo el tratamientos sin cobertura (testigo) los que mostraron el mayor incremento (valores de 5,9 °Brix), mientras que en el tratamiento cubierto con goma de sapote al 1 % (w/v) se produjo el menor incremento, con un valor de 5,6 °Brix, respectivamente, no existiendo diferencia estadística significativa entre todas los tratamientos ($p < 0.05$)

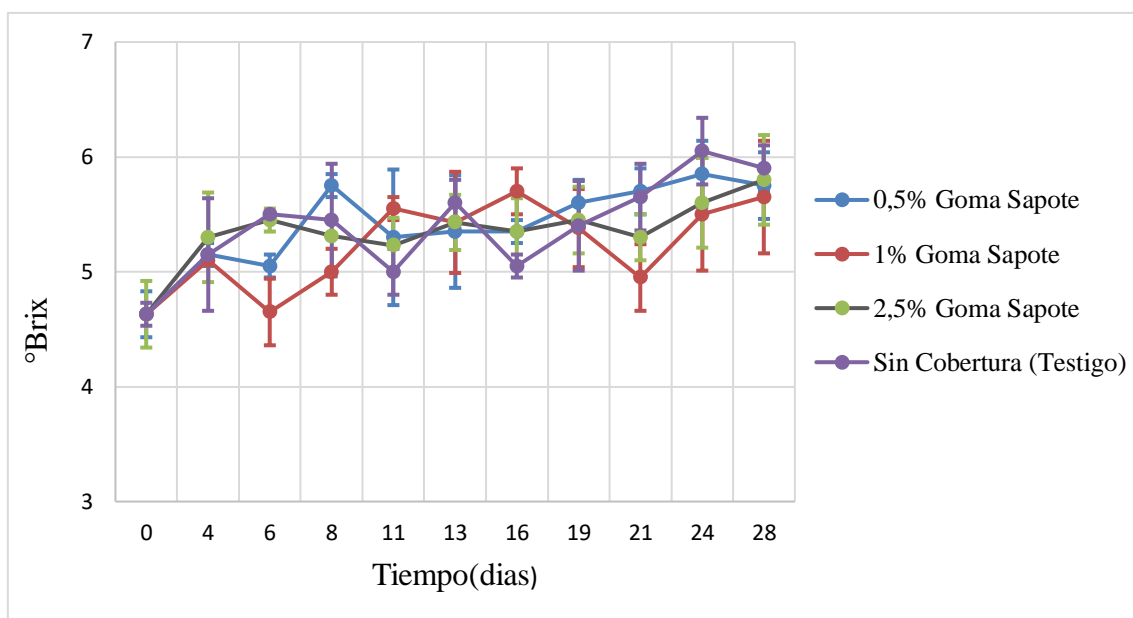


Figura 21: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la concentración de sólidos solubles (°Brix) de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

Valor similar reporta Asgar *et al.* (2010) en tomates cubiertos con goma arábica en concentraciones de 20 y 15 % cuyo contenido final de °Brix fue de 6,9. Es importante conocer el valor de sólidos solubles totales al inicio del almacenamiento porque dado el gran número de procesos fisicoquímicos que se llevan a cabo, hay incremento de muchos componentes entre ellos el contenido de sólidos solubles y disminución de la acidez (Casierra-Posada y Aguilar-Avendaño 2008).

b. En refrigeración

En los tratamientos almacenados en refrigeración se observa también una ligera tendencia al incremento en el contenido de sólidos solubles, con excepción del tratamiento sin cobertura de goma (Figura 22). El ligero incremento fue un poco más pronunciado en los tratamientos con coberturas de 1 y 2,5 % (w/v); el tratamiento con 0,5 % (w/v) de cobertura presentó un comportamiento más estable, sin embargo, en los últimos tres días de almacenamiento ascendió ligeramente. Por el contrario el tratamiento sin cobertura (testigo) mostró una ligera tendencia al descenso hasta el día 22, a partir del cual asciende hasta el final del almacenamiento. Los picos de subidas y bajadas que se presentan a lo largo del tiempo de almacenamiento se deberían a las diferencias propias entre las unidades experimentales analizadas.

Los tratamientos con cobertura de 0,5 y 1 % (w/v) de goma de sapote y el tratamiento sin cobertura (testigo) se almacenaron durante 35 días, mostrando valores finales de grados Brix de 4,99 de 4,64 y 3,8 mientras que el tratamiento con 2,5 % (w/v) de cobertura llegó a tener duración de 24 días y un valor final de 4,7 °Brix. Estadísticamente no se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) en el contenido de sólidos solubles (°Brix) entre los tratamientos con cobertura, pero sí entre ellos y el tratamiento sin cobertura (testigo).

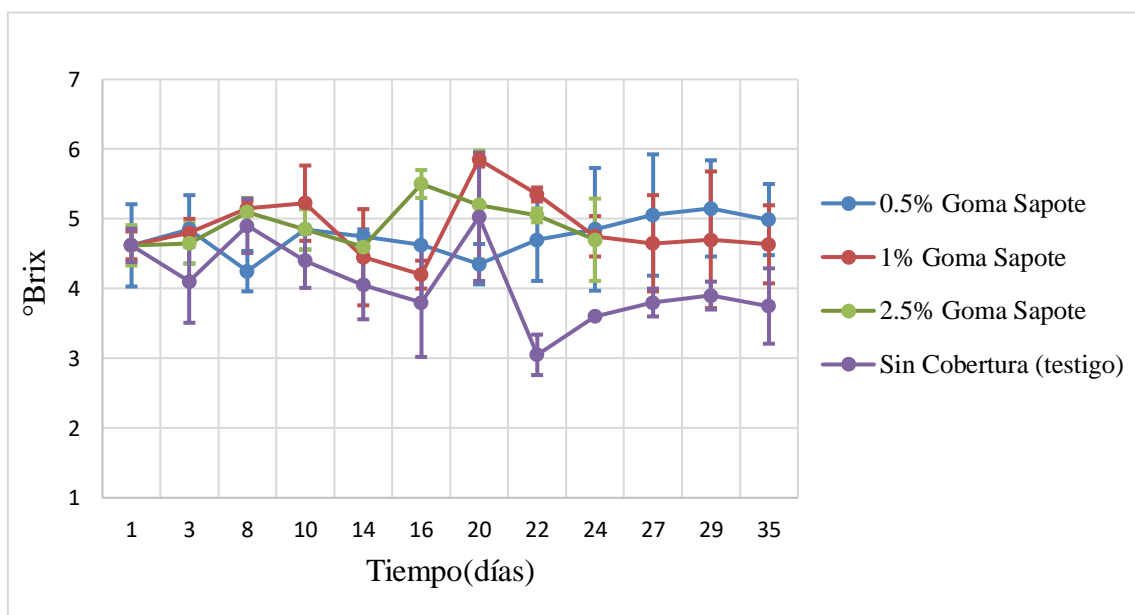


Figura 22: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la concentración de sólidos solubles (°Brix) de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

Dávila-Aviña *et al.* (2011) reportaron una tendencia estable en el contenido de sólidos solubles en tomates en estado de madurez breaker cubiertos con aceite mineral y cera de carnauba, los que partiendo de un valor inicial de 4,1 descendieron hasta alcanzar valores aproximados de 3,5 y 3,8 respectivamente. Mientras que tomates con grado de maduración pink y con las mismas coberturas disminuyeron el contenido de sólidos solubles en un 15 a 20 % aproximadamente. En ambos casos el almacenamiento fue de 10 °C y por un tiempo de 28 días.

4.3.6 VARIACIÓN DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES EN LOS TRATAMIENTOS CON COBERTURA DE GOMA DE SAPOTE MÁS QUITOSANO AL AMBIENTE Y REFRIGERACIÓN

a. A temperatura ambiente

En la Figura 23 se presenta la variación de los sólidos solubles de los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano (1 %) durante almacenamiento al ambiente. Se aprecia que en el tratamiento con 1 % (w/v) de goma de sapote y el tratamiento sin cobertura (testigo) se produjo un incremento en el día 3, para luego disminuir hasta el día 10, después del cual tienen un comportamiento que tiende a la estabilidad hasta el día 22. Los tratamientos con 0,5 % (w/v) y 2,5 % (w/v) de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) disminuyeron ligeramente hasta el día 3 después del cual suben hasta el día 6 alcanzando valores similares a los otros tratamientos con cobertura.

La variación en el contenido de sólidos solubles a lo largo del tiempo de almacenaje (28 días) fue desde 4,36 al inicio hasta 4,45 a 5,2 grados Brix, correspondiendo al tratamiento sin cobertura el mayor incremento, con un valor final de 5,2 °Brix, lo que representa un 8.3 % adicional a lo presentado en los tratamientos con 0,5 % (4,8 °Brix) , 11,3 % adicional en el tratamiento con 1 % (4,6 °Brix) y 16,9 % en el tratamiento con 2,5 % (4,45 °Brix), existiendo diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos con cobertura y el tratamiento sin cobertura. Valores similares reporta Pagno *et al.* (2017) en tomates cubiertos con quitosano (1 %) y tween 80 (0,1 %) quien reportó una reducción final de sólidos solubles de 11 a 17 % respecto a la muestra sin cobertura.

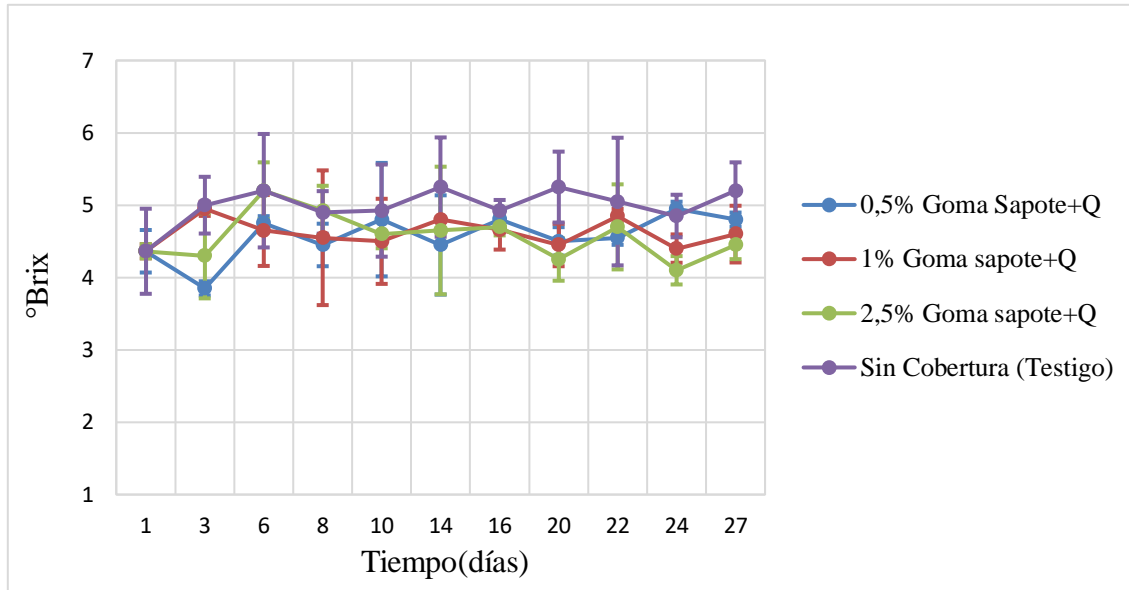


Figura 23: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la concentración de sólidos solubles (°Brix) de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

b. En refrigeración

En los tratamientos almacenados en refrigeración se observa disminución del contenido de sólidos solubles, siendo esta poco más pronunciada en el tratamiento testigo. La Figura 24 refleja mucha variabilidad en los resultados de todos los tratamientos, sin embargo, se aprecia que los tratamientos con cobertura presentaron menor variabilidad y entre ellas, el tratamiento con 2,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) presentó un comportamiento más estable hasta ocho días antes de finalizar el almacenamiento en que su contenido de sólidos solubles aumentó. El tratamiento testigo (sin cobertura) tuvo menor duración (29 días) que los tratamientos con cobertura. García, *et al.* (2014), también reporta un mayor aumento en el contenido de sólidos solubles en el tomate (*Lycopersicon sculentum* cv. FA-180 HAZERA) sin cobertura respecto a tomates cubiertos con quitosano, quitosano más zeolita y quitosano más tween 80.

Estadísticamente se encontraron diferencias significativas en el contenido de sólidos solubles (°Brix) entre el tratamiento testigo y los tres tratamientos con cobertura de goma más quitosano (1 %) a un nivel de probabilidad de 0,05. Situación diferente reporta Bautista-Baños *et al.* (2018)

al reportar diferencias significativas en el contenido de sólidos solubles en muestras de jitomate (*Lycopersicon esculentum L*) cubiertas con quitosano, con quitosano mas ácido oleico y aceite esencial de limón, con quitosano más cera de abeja y aceite esencial de limón y el tratamiento testigo (sin cobertura).

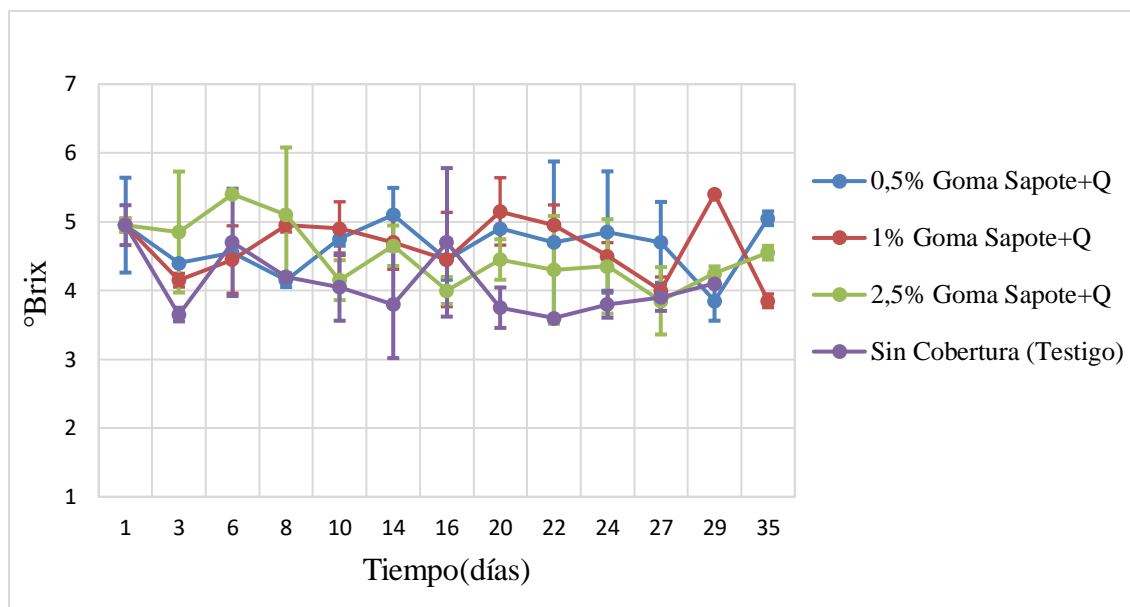


Figura 24: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la concentración de sólidos solubles (°Brix) de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

4.3.7 VARIACIÓN DEL pH EN LOS TRATAMIENTOS CON COBERTURA DE GOMA DE SAPOTE AL AMBIENTE Y REFRIGERACIÓN

a. A temperatura ambiente

Durante el almacenamiento al medio ambiente, el pH mostró un incremento desde 4,5 al inicio hasta 4,75 a 4,84 al final, observándose una tendencia ascendente en todos los tratamientos (Figura 25).

Estadísticamente, no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$), comportamiento similar al reportado Mulkay *et al.* (2004) mencionado por Petit (2010) para la papaya “Maradol” recubierta con cera comestible, quienes encontraron un incremento en el valor de pH desde 5,14 a 5,86 durante un almacenamiento de 12 días a temperatura ambiente,

demostrando no verse fuertemente afectada por la aplicación de ceras como recubrimiento. Este incremento en el pH es concordante con el aumento de la acidez.

Como explica Contreras *et al.* (2011), mencionado por Capristán *et al.* (2017), el incremento del pH durante la maduración es debido a la disminución de la acidez ya que ambos muestran un comportamiento inversamente proporcional. De acuerdo con Berbesí *et al.* (2006) mencionados por Hernández (2013) existe un incremento en el pH de los productos vegetales debido a que los ácidos orgánicos de reserva presentes en las vacuolas de las células vegetales, son transformados por la propia célula a azúcares que son utilizados para la respiración, ocasionando una disminución de la acidez del medio y con ello un aumento del pH.

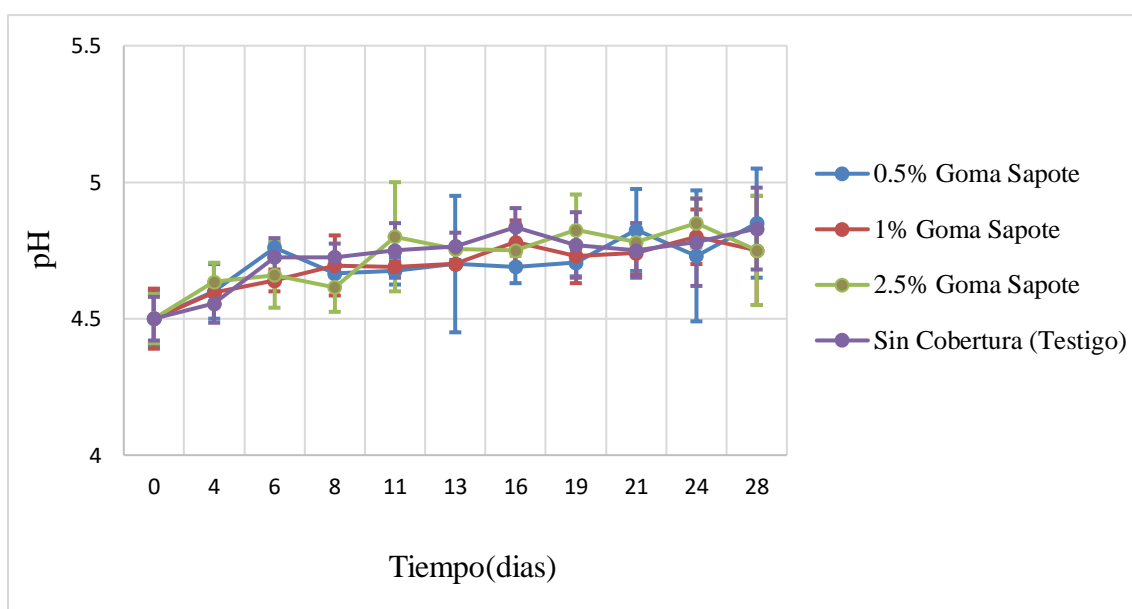


Figura 25: Efecto de la cobertura de goma de sapote en el pH de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

b. En refrigeración

En refrigeración, los tratamientos con recubrimiento de goma de sapote tuvieron un comportamiento ascendente y con presencia de picos de variación hacia arriba y hacia abajo (Figura 26). El tratamiento sin recubrimiento (testigo) alcanzó valores mayores a lo reportado por los tratamientos con recubrimiento durante los 3 primeros días, con una tendencia descendente hasta el día 10, después del cual ascendió y se mantuvo en el rango de valores de 4,7 a 4,8.

Mientras que los valores de pH reportados por los tratamientos con 0,5 %, 1 % y 2,5 % (w/v) son irregulares, siendo el más saltante el presentado el día 20 de almacenamiento en que alcanzaron valores de 4,9 de 5,2 y 5,05 respectivamente. Ello estaría indicando falta de uniformidad en los grados de madurez de los frutos tomados para los análisis pertinentes, correspondiendo a tres repeticiones por cada análisis. Los resultados del análisis estadístico indican que no existen diferencias significativas entre todos los tratamientos ($p < 0,05$).

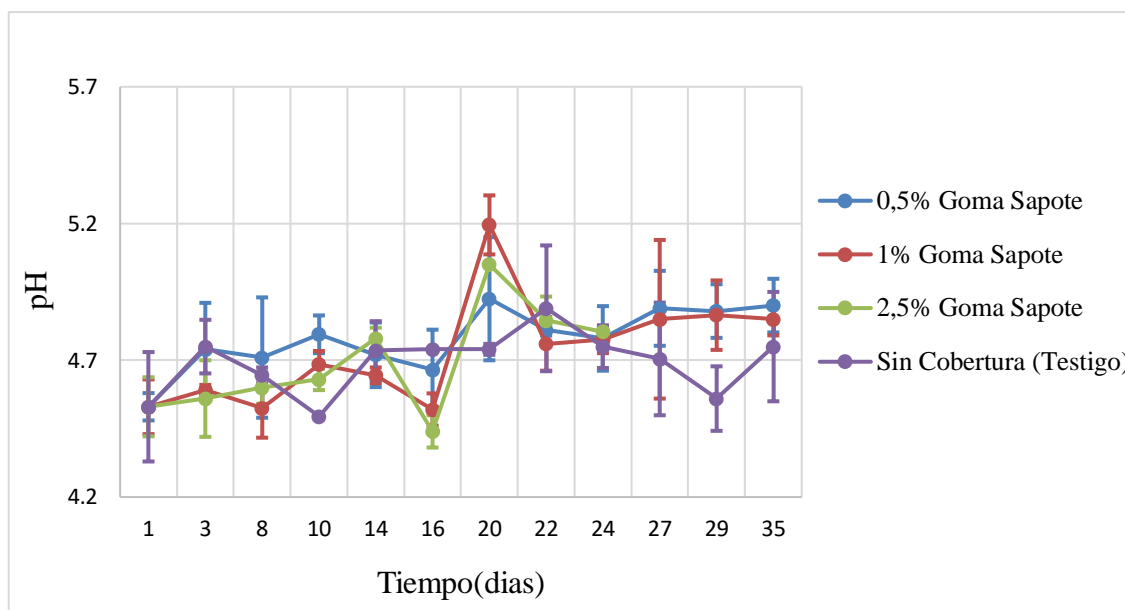


Figura 26: Efecto de la cobertura de goma de sapote en el pH de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

4.3.8 VARIACIÓN DEL pH EN LOS TRATAMIENTOS CON COBERTURA DE GOMA DE SAPOTE MÁS QUITOSANO AL AMBIENTE Y REFRIGERACIÓN

a. A temperatura ambiente

Durante el almacenamiento al medio ambiente, el pH mostró un ligero incremento, desde 4,5 al inicio hasta 4,92 a 5,02 al final, observándose una tendencia ascendente en todos los tratamientos (Figura 27). Gonzales *et al.* (2016), indican que un bajo incremento en el valor podría atribuirse al efecto barrera de los recubrimientos, que se caracterizan por disminuir el metabolismo activo de la fruta, retardando la maduración, limitando la degradación de los ácidos orgánicos y por consiguiente la variación del pH. Estadísticamente, no se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos.

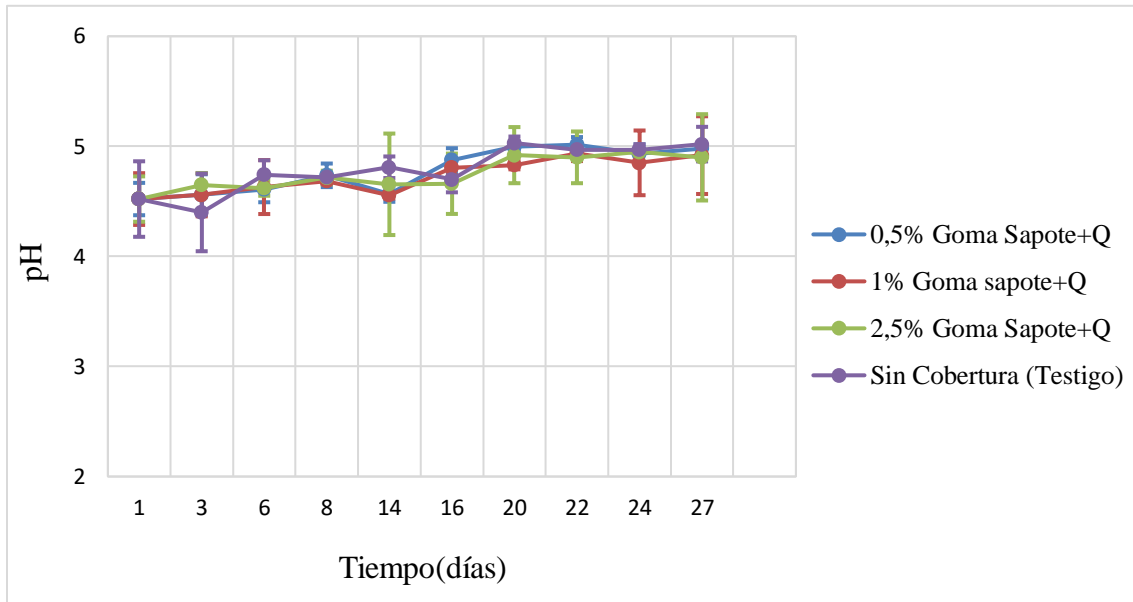


Figura 27: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en el pH de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

Caso muy similar fue reportado por De Oliveira y Valderrama (2017) en persimmon o caqui (*Diospyros kaki L.*) var. “Kyoto” cubierto con una solución de quitosano al 1 % (w/v) y almacenado en dos condiciones distintas y seguidas una de otra (5 °C por 14 días y de 20 °C a partir del día 15 hasta el final del almacenamiento) obteniendo valores de pH de 5,95 al término de la primera condición de almacenamiento y de 6 al término del almacenamiento, no reportando el quitosano efecto significativo en la modificación de los valores de pH desde el inicio hasta el final del almacenamiento.

b. En refrigeración

Durante el almacenamiento en refrigeración, los tratamientos con recubrimiento tuvieron un comportamiento ascendente del pH, pero menor que al medio ambiente, con excepción del tratamiento sin cobertura (Figura 28). Este alcanzó valores mayores que las muestras con cobertura durante casi todo el almacenamiento con una tendencia descendente a partir del día 24 y hasta el día 29 en que fue descartada por presentar deterioro de la calidad. Saks y Barkai (1995) mencionados por Gonzales *et al.* (2016) indican que un aumento en los valores del pH durante el almacenamiento con lleva rápidamente a la senescencia del producto que es lo que se

observó en el tratamiento sin cobertura (testigo) por ello su menor tiempo de duración. El análisis estadístico efectuado indica la existencia de diferencias significativas entre el tratamiento sin cobertura y los tratamientos con cobertura ($p < 0,05$).

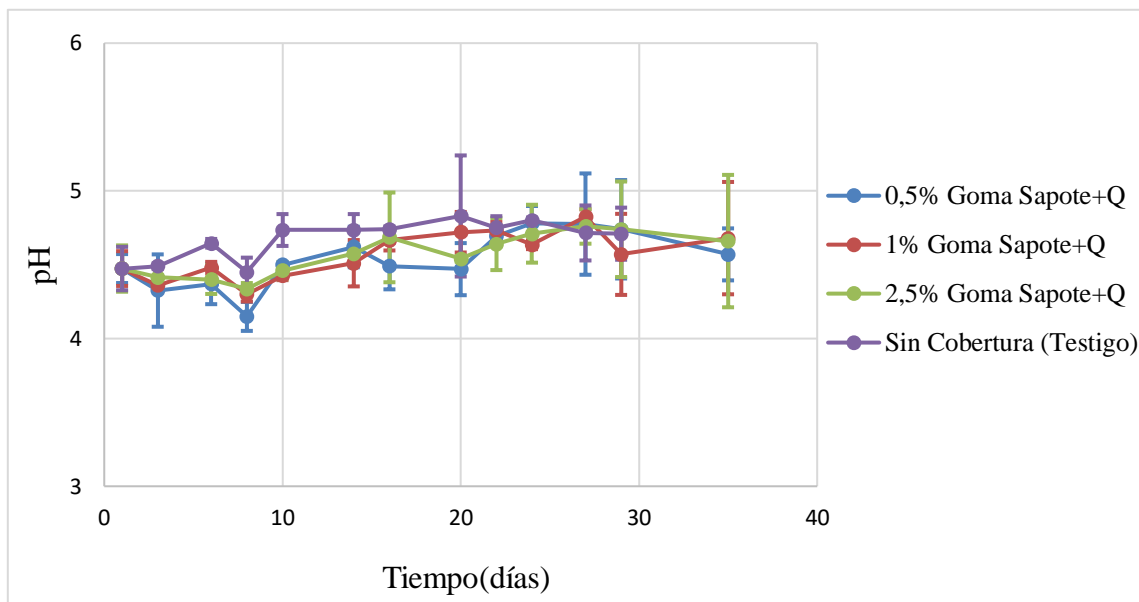


Figura 28: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en el pH de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

García *et al.* (2014) reportan valores de pH que varían de 4,3 a 4,45 en tomates (FA-180 HAZERA) cubiertos con quitosano, quitosano mas Tween 80, quitosano más zeolita y sin cobertura (testigo) durante almacenamiento a 10 °C por 37 días; tendencia similar a lo encontrado en el presente estudio. Estos resultados, sugirieron que la síntesis y/o acción de las enzimas responsables de la degradación de los ácidos es interferida a temperatura de refrigeración.

4.3.9 VARIACIÓN DE LA ACIDEZ EN LOS TRATAMIENTOS CON COBERTURA DE GOMA DE SAPOTE AL AMBIENTE Y REFRIGERACIÓN

a. A temperatura ambiente

Se produjo un ligero descenso en el contenido de la acidez titulable total durante el almacenamiento en todos los tratamientos; este descenso fue más pronunciado durante los

primeros seis días en todos los tratamientos, especialmente en el tratamiento testigo, alcanzando un valor de 0,225 %.

Los tratamientos con cobertura presentaron una disminución poco menor y valores de 0,235 %, en los tratamiento con 0,5 y 1 % (w/v) y de 0,26 % en el tratamiento con 2,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote; esta disminución en la acidez titulable es debido a la reducción de los ácidos orgánicos y es concordante con el aumento del pH de los tratamientos durante el almacenamiento. Después de los seis días se presentan picos de subidas y bajadas (Figura 29); estas fluctuaciones (picos) estarían influenciadas por la variabilidad inherente al comportamiento fisiológico entre los tratamientos analizadas en cada tiempo.

Garelli (1994) mencionado por Hernández (2013) indica que la acidez disminuye con la madurez de los frutos, mientras que el contenido en azúcares se incrementa. La disminución de la acidez es debido a la actividad metabólica que experimentan los productos hortofrutícolas durante la maduración, ya que en este periodo hay una intensa actividad enzimática que provoca cambios metabólicos y dan origen a la conversión de los ácidos orgánicos de reserva en azúcares (Badui 2006).

El análisis estadístico arrojó al final del almacenamiento la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el tratamiento sin cobertura (testigo) y los tratamientos con cobertura de goma de sapote al 0,5 y 1 % (w/v).

El valor más alto de acidez (0,295 %) al final del almacenaje se presentó en el tratamiento con 1 % (w/v) de cobertura y el valor más bajo fue del tratamiento sin cobertura (0,26 %); estos resultados son similares con los reportados por Asgar *et al.* (2010) quienes observaron valores de acidez más altos en tomates con coberturas de 20 y 15 % de goma arábica (0,22 %) y un valor más bajo en el tratamiento testigo (0,13 %).

b. En refrigeración

La variación de la acidez titulable total presentó similar tendencia, aunque menos pronunciada,

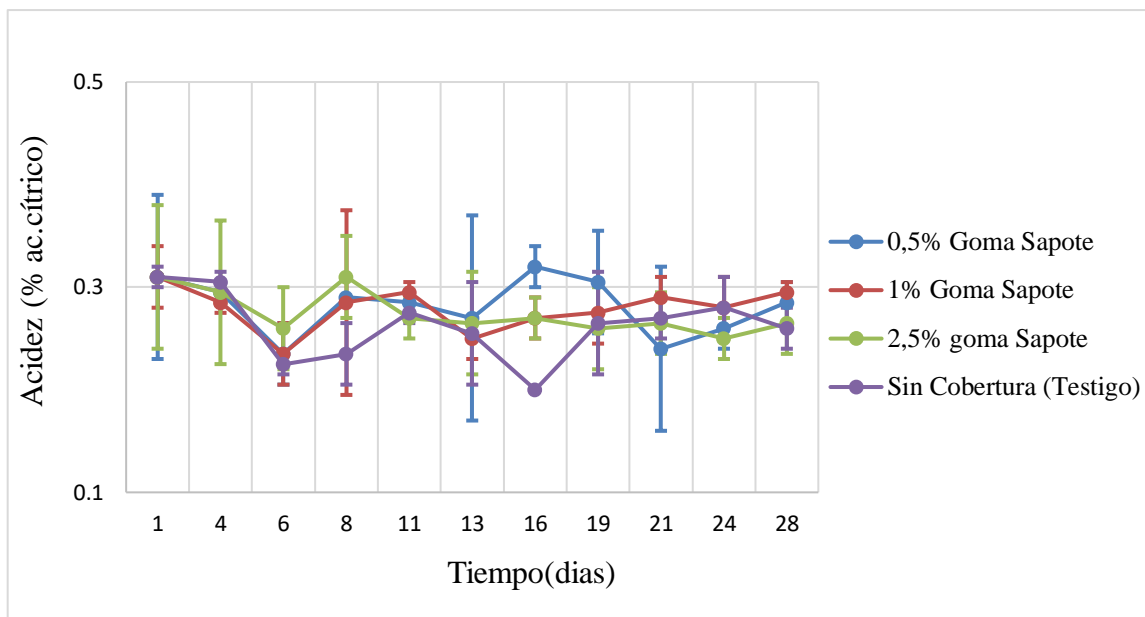


Figura 29: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la acidez titulable total de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

a lo que se produjo al medio ambiente; en este caso la disminución inicial de la acidez fue más rápida durante los primeros tres días (Figura 30).

Los valores de la acidez titulable total variaron desde 0,28 % al inicio del almacenamiento hasta 0,18 % a 0,23 % al final del período de almacenamiento (35 días). En este caso, el incremento de la acidez se presentó después de los ocho a diez días hasta aproximadamente 20 a 22 días, con picos de subidas y bajadas, como se mencionó en el caso del almacenamiento al medio ambiente.

Durante los tres primeros días, todas los tratamientos presentan disminución del valor inicial de acidez, después del cual aumentan llegando a registrar valores de 0,30 % en el tratamiento testigo, de 0,25 % en el tratamiento con cobertura de goma de sapote al 1 % (w/v) y de 0,29 en el tratamiento con recubrimiento al 2,5 % (w/v), para luego mostrar una tendencia a ser constante hasta los 20 días y luego disminuir hasta el final del período de almacenamiento (35 días). Estadísticamente, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos a un nivel de probabilidad de 0,05.

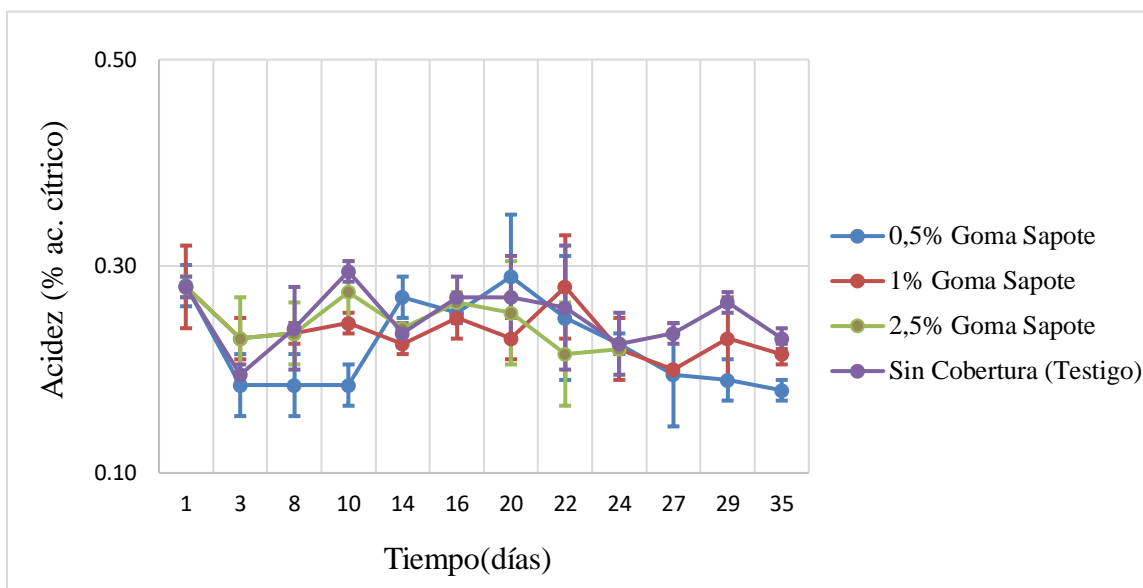


Figura 30: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la acidez titulable total de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

Lo reportado por Dávila-Aviña *et al.* (2011) en tomates en estado de madurez pink (presencia de color rosado o rojo en más del 30 % pero menor del 60 %), es similar a los valores de acidez obtenidos, no viéndose afectados significativamente ($p < 0,05$) por las coberturas comestibles usadas (aceite mineral y cera de carnauba) ; en los frutos con estado de madurez breaker (coloración amarilla oscuro, rosado o rojo en no más del 10 % de la superficie) el valor disminuyó en un 40 % con la primera de las coberturas y en un 25 % con la segunda cobertura respecto al tratamiento testigo.

4.3.10 VARIACIÓN DE LA ACIDEZ EN LOS TRATAMIENTOS CUBIERTOS CON GOMA DE SAPOTE MÁS QUITOSANO AL AMBIENTE Y REFRIGERACIÓN

a. A temperatura ambiente

Durante el almacenamiento, se produjo un ligero descenso de la acidez en los tratamientos con coberturas de 0,5 y 2,5 % (w/v) de goma de sapote, mientras que el tratamiento sin cobertura (testigo) presentó un comportamiento descendente más pronunciado y a la vez más estable, lo que indicaría una mayor velocidad de respiración, que provocó la disminución de los ácidos presentes en el fruto.

Por otra parte, la acidez presentada por el tratamiento con 1 % (w/v) de cobertura disminuyó hasta el día seis, después del cual asciende logrando alcanzar un valor máximo de 0,352 g / 100 g ac.cítrico el día 16, luego desciende nuevamente. Los valores de acidez encontrados variaron desde 0,3 % al inicio del almacenamiento hasta 0,20 a 0,27 % al final del periodo de almacenamiento (27 días) tal como se muestra en la Figura 31. El análisis estadístico arrojó al final del almacenamiento la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos con cobertura y el tratamiento sin cobertura (testigo); y entre el tratamientos sin cobertura, con 0,5 y 2,5 % (w/v) de cobertura respecto al tratamiento con 1 % (w/v) de cobertura de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v).

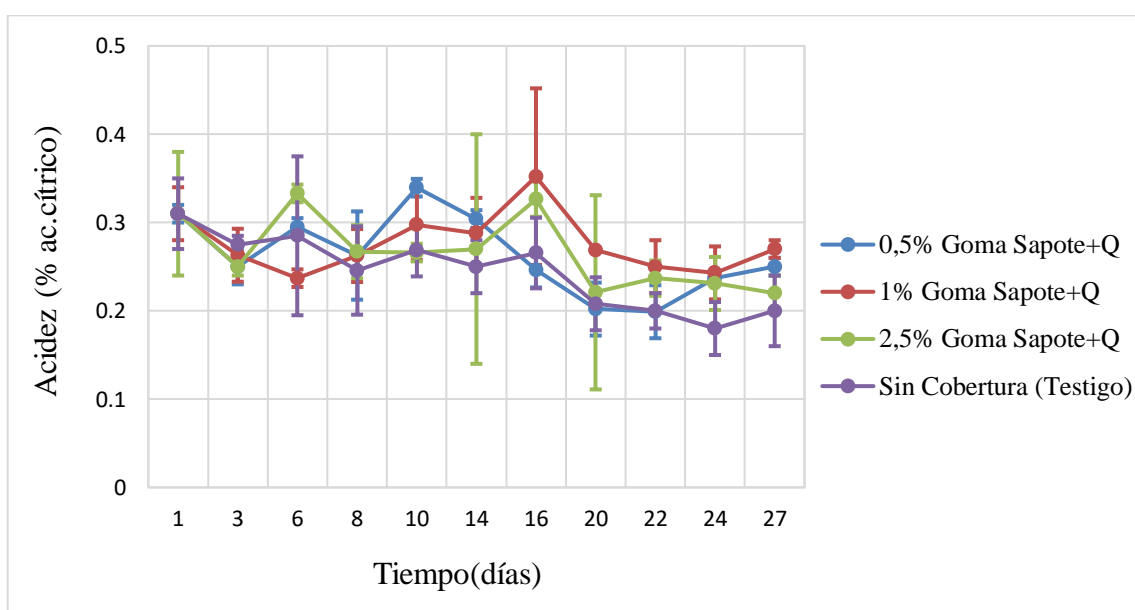


Figura 31: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la acidez titulable total de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

Valores similares de acidez encontraron Pagno *et al.* (2017) en tomate (*Solanum Lycopersicum L*) cubiertos con quitosano 1% (v/v) y tween 20 quien reporta valores de 0,28 a 0,35 % y de 0,27 a 0,33% en el tratamiento sin cobertura (testigo), encontrando diferencias significativas entre ambas.

b. En refrigeración

La variación de la acidez titulable total durante el almacenamiento en refrigeración presentan similar tendencia, a lo que se produjo al medio ambiente; es decir, en todos los tratamientos se

produjo un ligero descenso en la acidez; aunque en este caso el comportamiento presentado por el tratamiento sin cobertura (testigo) fue menos pronunciado y su tiempo de duración poco menor (Figura 32).

Los valores de acidez variaron desde 0,28 % al inicio hasta 0,21 % a 0,30 % al final del periodo de almacenamiento. Durante los tres primeros días, el tratamiento sin cobertura (testigo) y con 1 % (w/v) de cobertura de goma de sapote más quitosano 1% (w/v) presentan aumento del valor inicial de acidez, siendo esta menos pronunciada en el tratamiento testigo, mientras que en los tratamientos con 0,5 y 2,5% (w/v) de cobertura presentan un aumento al día seis.

Las fluctuaciones posteriores (picos) son similares a las presentadas en el caso del almacenamiento al medio ambiente. Estadísticamente, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con cobertura, pero si entre ellos y el tratamiento testigo ($p \leq 0,05$).

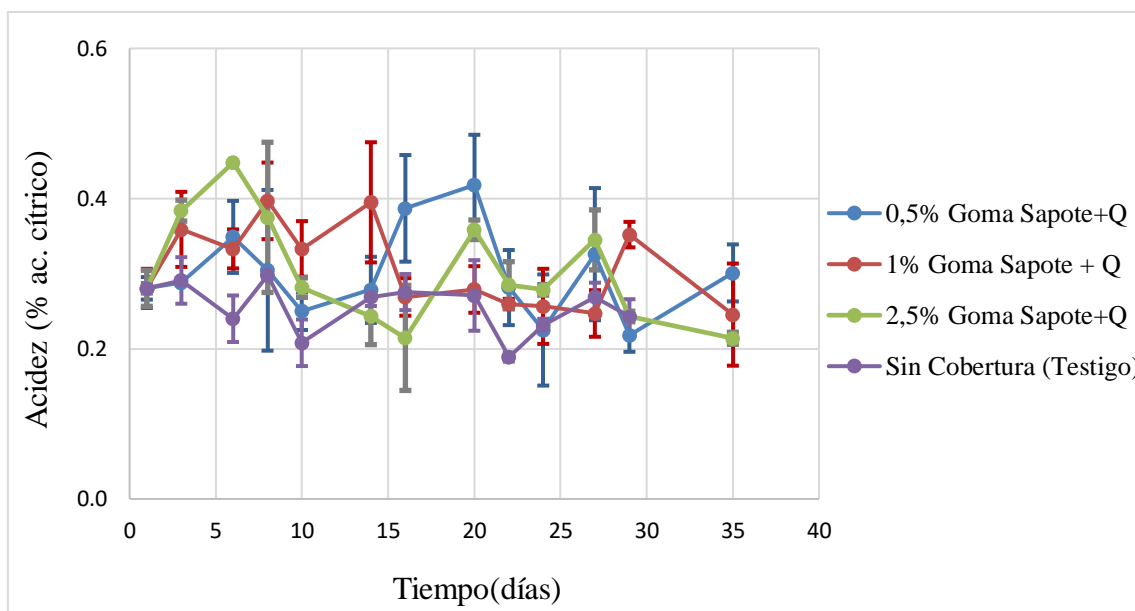


Figura 32: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la acidez titulable total de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

García *et al.* (2014) experimentaron en tomate (*Lycopersicon sculentum* cv. FA-180 HAZERA) con coberturas de quitosano al 1,5 %, en quitosano y tween 80 y en quitosano más zeolita, con resultados que difieren al comportamiento encontrado en este trabajo, no viéndose afectado

significativamente el valor de la acidez de los tres tratamientos en comparación con el tratamiento sin cobertura (testigo).

4.3.11 VARIACIÓN DE LA FIRMEZA EN LOS TRATAMIENTOS CUBIERTOS CON GOMA DE SAPOTE AL AMBIENTE Y REFRIGERACIÓN

a. A temperatura ambiente

Se produjo la pérdida de la firmeza a lo largo del período de almacenamiento en todos los tratamientos almacenados al medio ambiente (Figura 33).

El descenso de la firmeza fue bastante pronunciado durante los primeros seis días. Entre los seis y los 19 días continúa una caída en menor grado en el tratamiento sin cobertura y los tratamientos con cobertura de 1 y 0,5 % (w/v), llegando a valores de 1226,33 g fuerza, 1238,33 g fuerza y 1025,33 g fuerza, respectivamente, mientras que en el tratamiento con cobertura de 2,5 % (w/v) más bien se registra un ligero incremento en la firmeza, 1395,67 g fuerza, un valor no usual y que estaría indicando diferencia entre los frutos tomados para los análisis pertinentes, correspondiendo a tres unidades por cada análisis. Al final del período de almacenaje (28 días) se registra nuevamente una caída aunque menor en la firmeza en todos los tratamientos, llegando a valores finales de: 825 g fuerza en el tratamiento con cobertura de 0,5 % (w/v), 895 g fuerza en el tratamiento con cobertura de 1 % (w/v), 935 g fuerza en el tratamiento testigo, y 999 g fuerza en el tratamiento con cobertura de 2,5 % (w/v).

El análisis estadístico no arrojó diferencias significativas ($p \leq 0.05$ %) entre todos los tratamientos, con lo cual se podría inferir que la goma de sapote como cobertura en las concentraciones usadas (0,5 %, 1 % y 2,5 %) no fue efectiva, lo que habría provocado el aumento en la actividad metabólica y enzimática y por ende, el descenso de la firmeza de los tejidos del tomate (Monzón 2013).

En tomates cubiertos con goma arábica la muestra con mayor cobertura (20 %) partió de 3569 g fuerza y alcanzó el valor de firmeza de 2141 g fuerza al día 12, después del cual no presentó diferencias significativas ($p \leq 0,05$) respecto a las muestras con 5, 10 y 15 % de cobertura.

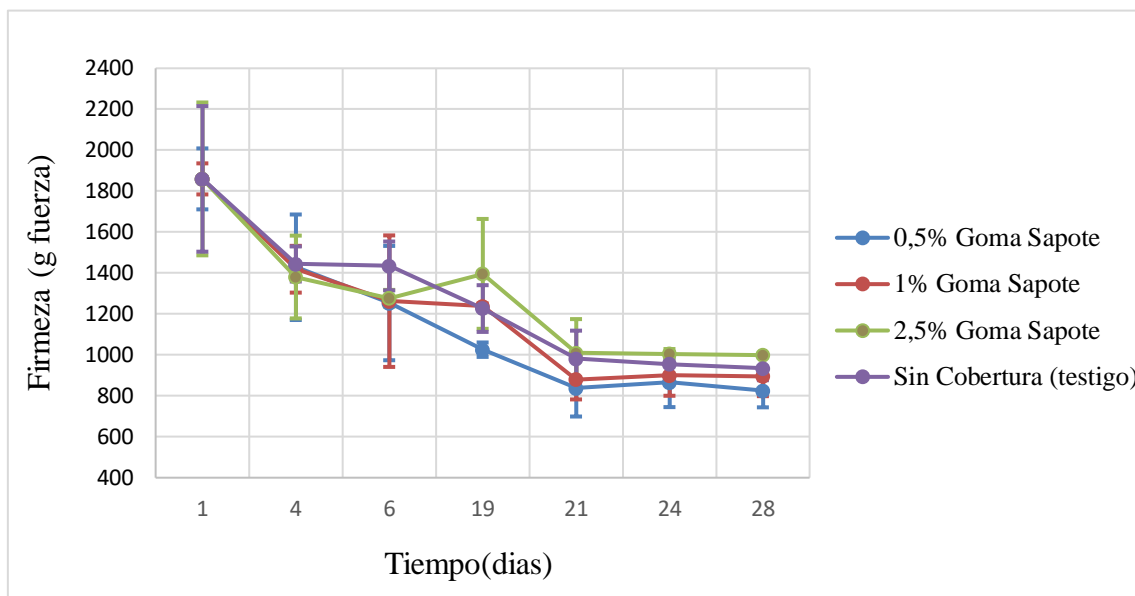


Figura 33: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la firmeza de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

b. En refrigeración

En la Figura 34 se observa disminución en la firmeza de los frutos en todos los tratamientos a lo largo del período de almacenamiento; este ablandamiento que tiene lugar durante la maduración, está asociado a la degradación de la hemicelulosa, la celulosa y la pectina (Hernández 2013) por acción de la enzima poligalacturonasa tal como lo indican Berrospe *et al.* (2018). Esta disminución de la firmeza va desde 2247 g fuerza al inicio del almacenamiento hasta valores de 685 g fuerza para el tratamiento con 0,5 % (w/v) de cobertura, 765 g fuerza para el tratamiento con 1 % (w/v), 751 g fuerza para el tratamiento con cobertura de 2,5 % (w/v) y de 711 g fuerza para el tratamiento testigo al final del almacenamiento. El tratamiento testigo y con coberturas de 0,5 y 1 % (w/v) presentaron una duración de 35 días en estado comestible mientras que el tratamiento con 2,5 % (w/v) de cobertura duraron 24 días.

El análisis estadístico efectuado no arrojó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, por lo que se podría inferir que, como en el caso de los tratamientos almacenadas al medio ambiente, la goma de sapote como cobertura en las concentraciones usadas (0,5%, 1% y 2,5%) no fue efectiva en el control de la actividad metabólica y enzimática y por ende, no disminuyó el descenso de la firmeza de los tejidos del tomate almacenados en refrigeración. Los

resultados encontrados en este trabajo son similares a los encontrados por Dávila-Aviña *et al.* (2011) en los que se produjo disminución de los valores de la firmeza con el tiempo de almacenamiento con los dos tipos de cobertura ensayadas (aceite mineral y cera de carnauba) en tomates con grados de maduración pink y breaker.

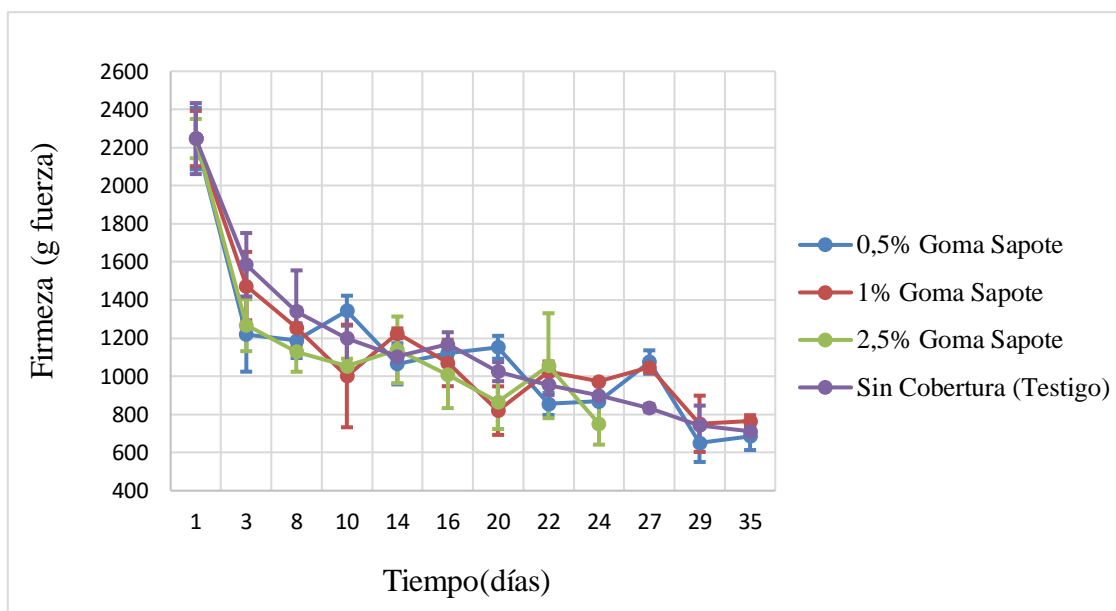


Figura 34: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la firmeza de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

4.3.12 VARIACIÓN DE LA FIRMEZA EN LOS TRATAMIENTOS CUBIERTOS CON GOMA DE SAPOTE MÁS QUITOSANO AL AMBIENTE Y REFRIGERACIÓN

a. A temperatura ambiente

Se produjo pérdida de firmeza a lo largo del período de almacenamiento (28 días) en todos los tratamientos almacenadas al medio ambiente (Figura 35).

El tratamiento testigo presentó un descenso pronunciado durante los primeros seis días llegando a alcanzar un valor de 1700 g fuerza con posteriores picos de subidas y bajadas hasta el final del almacenamiento. Los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) también presentaron disminución del valor pero en diferentes tiempos: el tratamiento con 0,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote más 1 % (w/v) de quitosano disminuyó al tercer día

alcanzando un valor de 2300 g fuerza luego del cual presentó un comportamiento que tiende a la estabilidad hasta el día 22 luego del cual registró el valor más bajo (1400 g fuerza) ; el tratamiento con 2,5 % (w/v) y 1 % (w/v) de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) descendieron a los 10 días de almacenado alcanzando valores de firmeza de 2000 g fuerza y 2100 g fuerza respectivamente. Este tratamiento al igual que el tratamiento con 0,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) presentó una tendencia a la estabilidad. al final del almacenamiento se registró caída en todos los valores de firmeza de los diferentes tratamientos y del tratamiento testigo llegando a registrar: 1450 g fuerza en el tratamiento con cobertura de 0,5 % (w/v) de goma de sapote más 1 % (w/v) quitosano, 1240 g fuerza en el tratamiento con cobertura de goma de sapote al 1 % (w/v) más quitosano al 1 % (w/v) , 1300 g fuerza en el tratamiento con cobertura al 2,5 % (w/v) de goma de sapote más quitosano al 1 % (w/v), mientras que el tratamiento sin recubrimiento (testigo) presentó un comportamiento estable a partir del día 16 hasta el día 24 llegando a registrar un valor final de 1180 g fuerza. El análisis estadístico no arrojó diferencias estadísticas entre los tratamientos con cobertura, tampoco entre los tratamientos con 0,5%, 1% y el tratamiento testigo ($p \leq 0,05$).

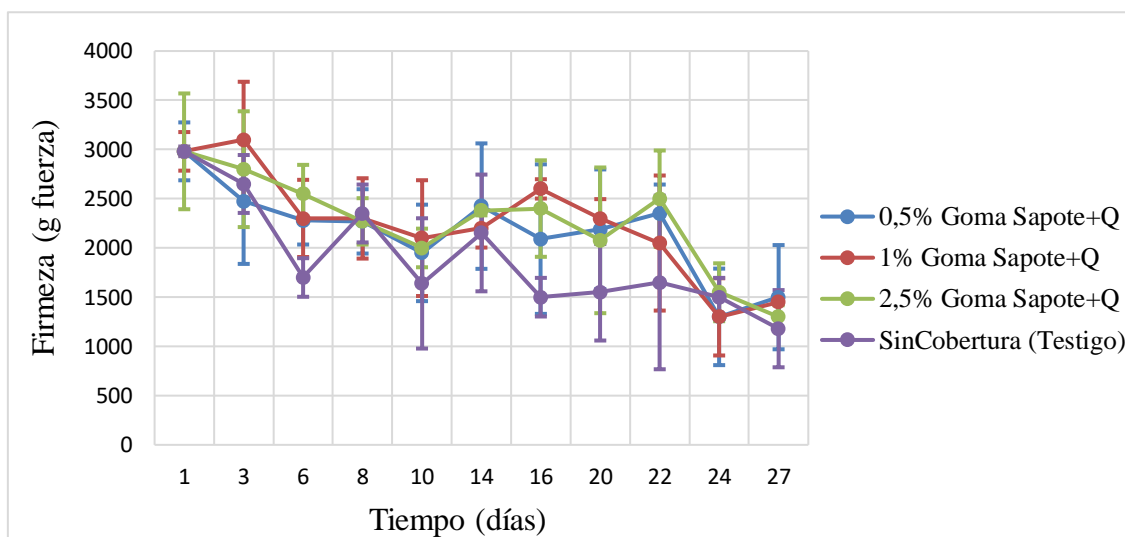


Figura 35: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la firmeza de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

El Gaouth *et al.* (1992) reportan valores de firmeza de 2600 g fuerza en el tratamiento sin recubrimiento (testigo), de 3000 g fuerza en el tratamiento con quitosano al 1 % (w/v) y 3300

g fuerza en el tratamiento con quitosano al 2 % (w/v) en tomates con cobertura de quitosano (1 % y 2 %) y almacenados por 28 días a 20 °C.

b. En refrigeración

En la Figura 36 se aprecia que los valores de firmeza obtenidos por el tratamiento sin cobertura (testigo) presentan un descenso más pronunciado que los tratamientos con cobertura durante 35 días de almacenamiento. El tratamiento testigo tuvo duración de solo 29 días, mientras que los tratamientos con cobertura llegaron a 35 días, lo que indicaría que el uso de quitosano 1 % (w/v) más goma de sapote ejerció cierto efecto como protector de la firmeza y que aunado al uso de baja temperatura habría retardado el proceso de maduración del tomate. Este comportamiento también fue encontrado por García *et al.* (2014) en tomates cubiertos con quitosano, quitosano-zeolita y quitosano-tween 80 almacenados a 10 °C en donde el uso de quitosano ejerció un efecto benéfico en la firmeza del fruto logrando alcanzar valores más altos respecto al tratamiento sin cobertura.

Sin dejar de mencionar el efecto antifúngico que ejerce el quitosano. Los valores de firmeza registrados al final del almacenamiento fueron los siguientes: 2050 g fuerza en el tratamiento con 0,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote más 1 % (w/v) de quitosano, 2150 g fuerza y 2200 g fuerza en los tratamientos con 1 y 2,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote más 1 % (w/v) de quitosano respectivamente y de 1300 g fuerza en el tratamiento sin cobertura (testigo).

El análisis estadístico no arrojó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre todos los tratamientos, con lo que se podría inferir que el efecto causado por la goma de sapote más quitosano al 1 % (w/v) no fue significativo en el control de la actividad enzimática y metabólica y por ende en la disminución de la firmeza en los tejidos. Bal (2013) indica que el uso de cobertura de quitosano al 1 % resultó ser más efectiva en ciruelas var. Stanley que en ciruelas var. Giant, las que partiendo de valores iniciales de firmeza de 3500 g fuerza y 2400 g fuerza respectivamente alcanzaron valores finales de 1700 g fuerza y 2100 g fuerza al término del almacenamiento a 1 °C y HR 90 % \pm 5 por un tiempo de 40 días. El tratamiento sin recubrimiento de quitosano registraron pérdidas de firmeza mayores: de 3500 g fuerza a 1200 g fuerza en las ciruelas variedad Giant y de 2400 g fuerza a 1200 g fuerza en ciruelas variedad. Stanley.

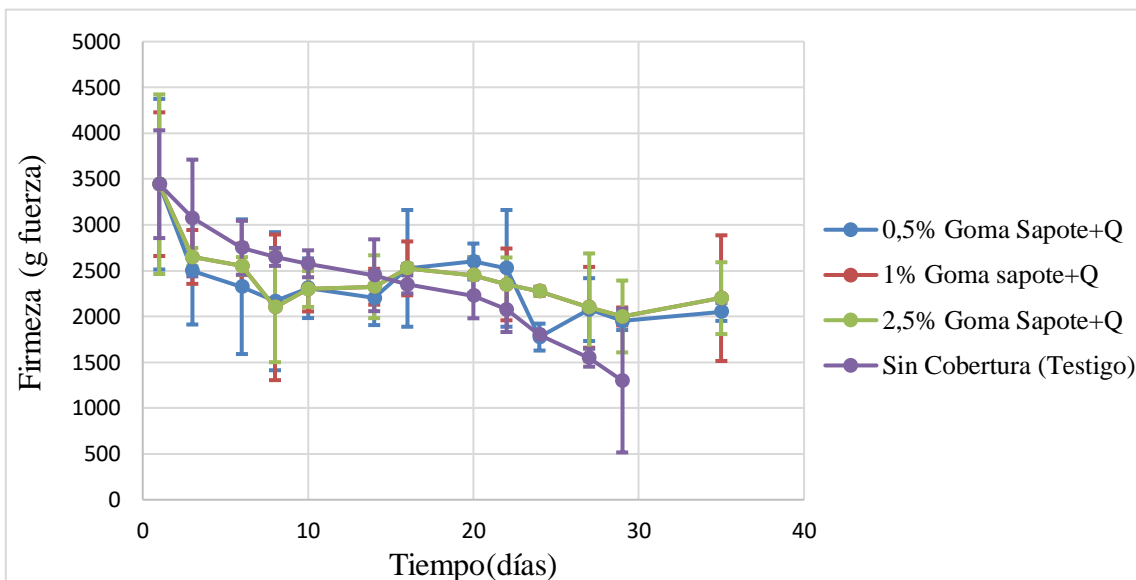


Figura 36: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la firmeza de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

4.3.13 VARIACIÓN DEL COLOR EN LOS TRATAMIENTOS CON COBERTURA DE GOMA DE SAPOTE AL AMBIENTE Y REFRIGERACIÓN

a. A temperatura ambiente

La variación de los valores de luminosidad registrada durante el almacenamiento al medio ambiente se muestra en la Figura 37. Desde el inicio ($L^* = 46,56$) hasta el día seis hubo un descenso pronunciado en el valor de la luminosidad en los tratamientos con cobertura y el tratamiento sin cobertura (testigo), después del cual se observa una tendencia a mantenerse constante hasta el final del almacenamiento, en que los valores de L^* disminuyen un 21,5 % de su valor inicial en el tratamiento testigo y de 18,8 de 17,1 y 18,4 % en los tratamientos con cobertura de 0,5%, 1% y 2,5 % (w/v) de goma de sapote respecto a su valor inicial respectivamente.

No existió diferencias estadísticas significativas entre las muestras con cobertura pero si existió entre ellas y la muestra sin cobertura ($p < 0,05$).

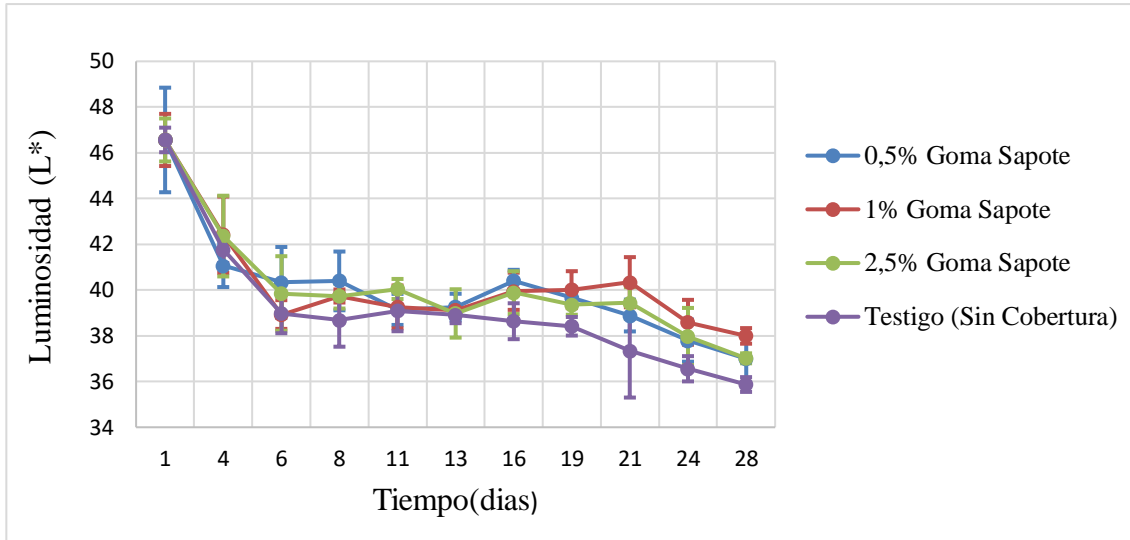


Figura 37: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la luminosidad (L*) de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

El valor de h° , parámetro muy usado para expresar el tono o matiz del fruto durante el proceso de maduración, disminuyó gradualmente (Figura 38) siendo más pronunciado durante los primeros seis días en todos los tratamientos, luego hay una disminución menos pronunciada y después una tendencia a mantenerse constante hasta el final del almacenamiento. Al final del almacenamiento, el tratamiento testigo, y los tratamientos con 0,5 %, 1% y 2,5 % (w/v) presentaron disminuciones de 31, 34,80 de 33,77 y 36,7 % respecto a su valor inicial. No existió diferencias significativas ($p < 0,05$) en los valores de h° entre todos los tratamientos.

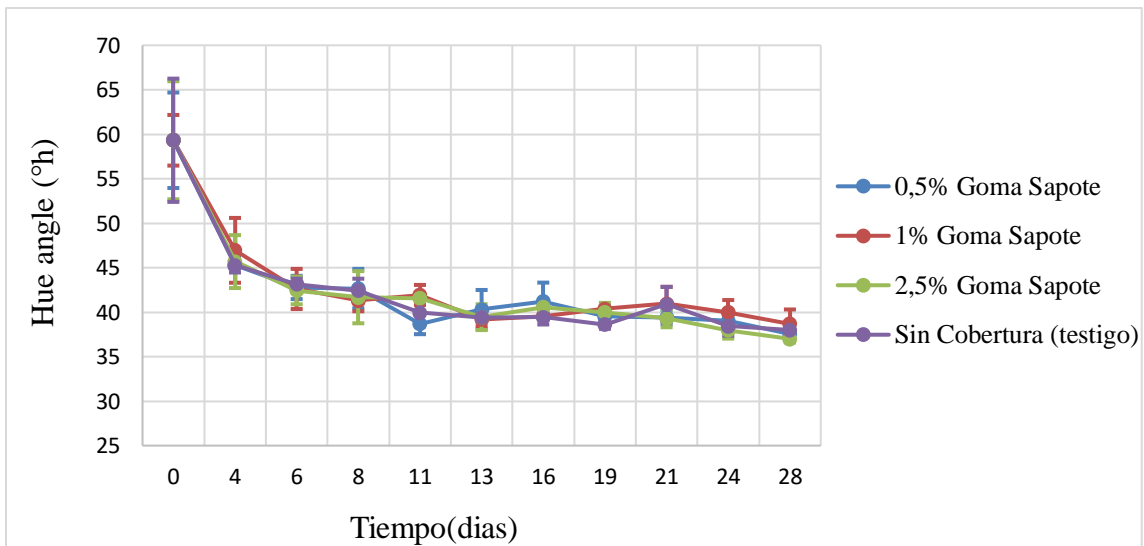


Figura 38: Efecto de la cobertura de goma de sapote en el hue angle (h°) de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

El valor del chroma, parámetro del color relacionado con la pureza o saturación del color, se incrementó sustancialmente hasta el día 4, luego del cual todos los tratamientos tuvieron un incremento gradual menos pronunciado hasta el final del almacenamiento (28 días) tal como se muestra en la Figura 39. Este incremento estaría indicando que la intensidad del color del tomate se va incrementando durante el almacenamiento, como consecuencia del proceso de maduración, siendo en este caso poco mayor en los tratamientos con cobertura que en las muestras testigo (sin recubrimiento). No existió diferencias significativas entre el tratamiento sin cobertura (testigo) y los tratamientos con cobertura de goma de sapote al 0,5 y 1 % (w/v); del mismo modo no existió entre el tratamiento testigo (sin cobertura) y los tratamientos con cobertura de 1 y 2,5 % (w/v) de goma de sapote ($p < 0,05$).

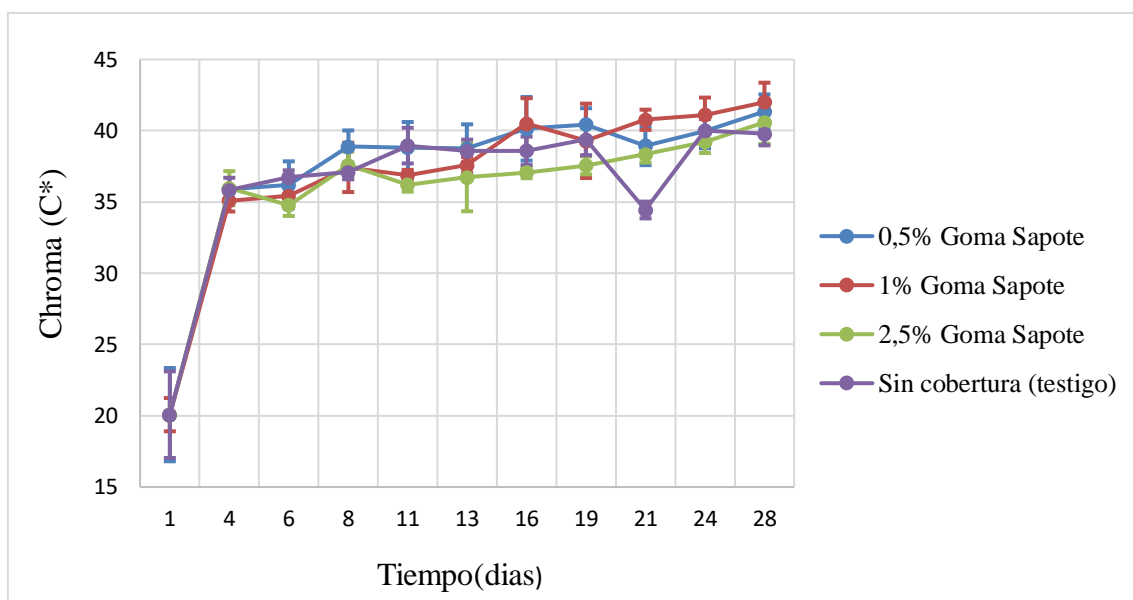


Figura 39: Efecto de la cobertura de goma de sapote en el chroma (C*) de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

Asgar *et al.* (2010) reportan mayor incremento de chroma en tomates sin cobertura almacenados al ambiente entre los 4 a 8 días de almacenamiento mientras que en frutos con cobertura de 5 y 10 % de goma arábica el incremento del chroma se dió entre los 12 a 16 días y en los frutos cubiertos con 15 y 20 % conservaron su coloración verde incluso pasado los 20 días de almacenamiento, resultados que indican que a mayor concentración de goma como cobertura se retardaría el proceso de maduración, fenómeno que no ocurrió en el presente estudio con el Tomate con cobertura de goma de sapote, debido posiblemente a las menores concentraciones

empleadas (0,5 %, 1 % y 2,5 %).

b. En refrigeración

La variación de la luminosidad obtenida en todos los tratamientos al final del almacenamiento (Figura 40) fluctuó entre 19 % a 22 % respecto a su valor inicial ($L^* = 49,82$). El tratamiento con 2,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote aunque tuvo un menor tiempo de almacenamiento (24 días), presentó menor disminución de luminosidad (18,65 %), seguida del tratamiento testigo (19,36 %) y de los tratamientos con 0,5 y 1 % (w/v), los que presentaron descensos de luminosidad de 22 %. No existió diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el tratamiento sin cobertura (testigo) y los tratamientos con cobertura de goma de sapote de 1 y 2,5 % (w/v); asimismo entre el tratamiento testigo, y los tratamientos con 1 y 0,5% (w/v) de cobertura.

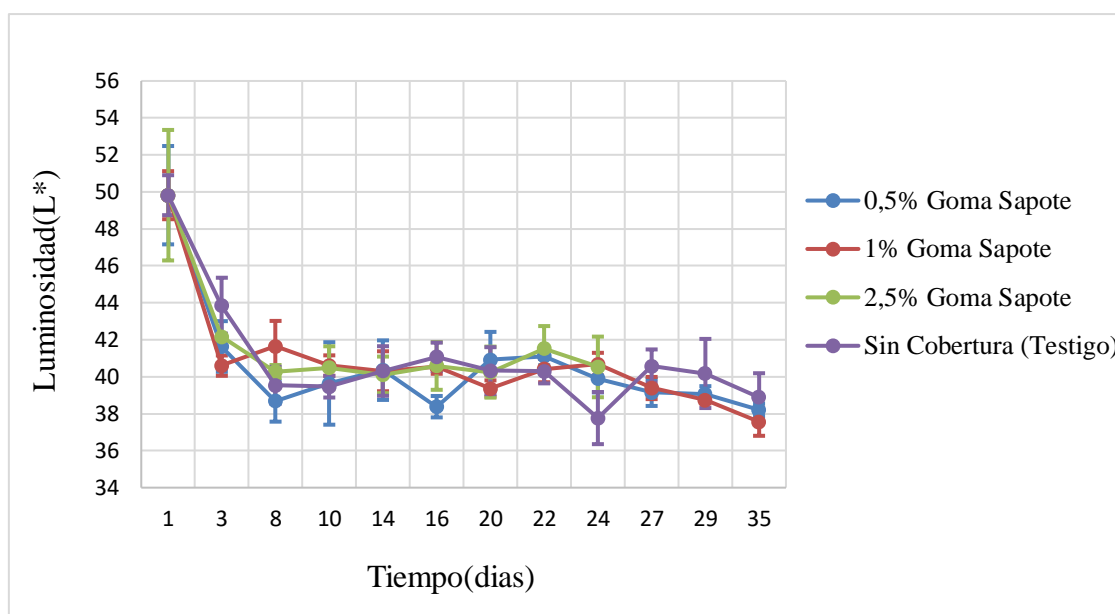


Figura 40: Efecto de la cobertura de goma de sapote en la luminosidad (L^*) de los tratamientos almacenados a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $90 \pm 1,3\text{ \% HR}$.

El valor de h° en todos los tratamientos presentaron una caída brusca (Figura 41) durante los 3 primeros días de almacenamiento, siendo esta caída mayor que la presentada por todos los tratamientos almacenadas al medio ambiente, sin embargo, el comportamiento posterior fue más estable. No se presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre todos los tratamientos (con y sin cobertura con goma de sapote) Al Juhaimi que el valor final de h° estuvo en relación directa

al porcentaje de goma arábica usada, con la diferencia de que las concentraciones de goma arábica usadas en el referido estudio (5 %, 10 %, 15 % y 20 %) fueron mucho mayores que las empleadas en este estudio con goma de sapote (0,5 %, 1 % y 2,5 %).

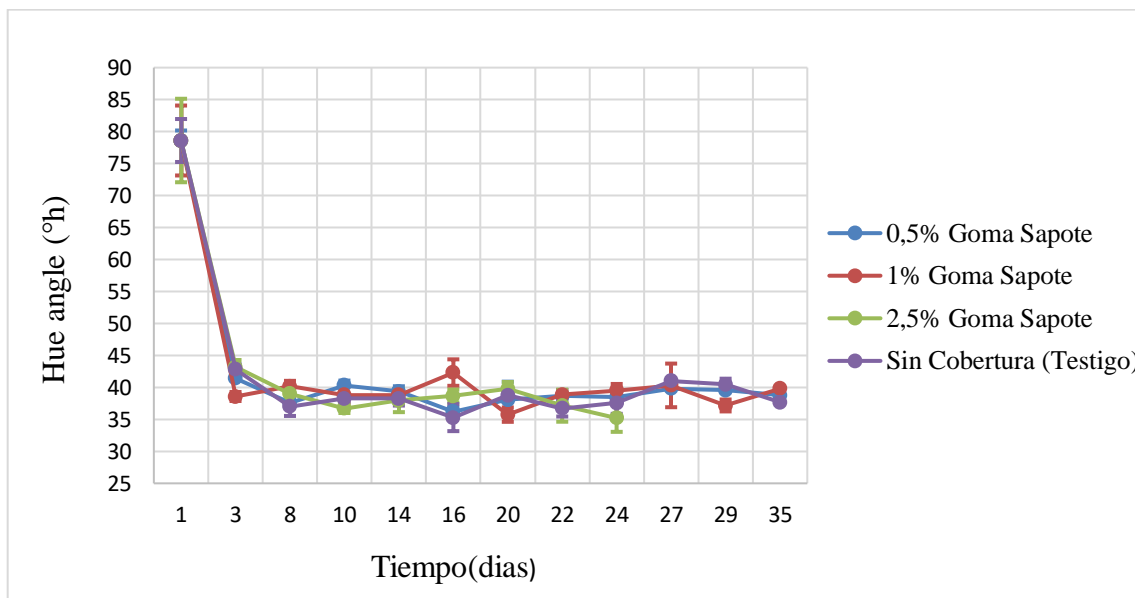


Figura 41: Efecto de la cobertura de goma de sapote en el hue angle (h°) de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

La variación del valor del chroma en todos los tratamientos siguió un comportamiento gradual ascendente pero de forma menos pronunciada y en menor magnitud que lo presentado por los tratamientos almacenadas al medio ambiente (Figura 42). No se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos con y sin recubrimiento.

Al-Juhaimi (2012) reporta una disminución inicial del valor de chroma con leve aumento posterior en tomates recubiertos con goma arábica almacenados en refrigeración, siendo este aumento menor en las muestras cubiertas con 15 y 20 % de cobertura y mayor en el tratamiento testigo; estas diferencias con respecto a lo encontrado con la goma de sapote estarían influidas por las características inherentes de cada goma y por la mayor concentración empleada con la goma arábica.

En conclusión y comparando los valores de luminosidad entre los tratamientos almacenados al

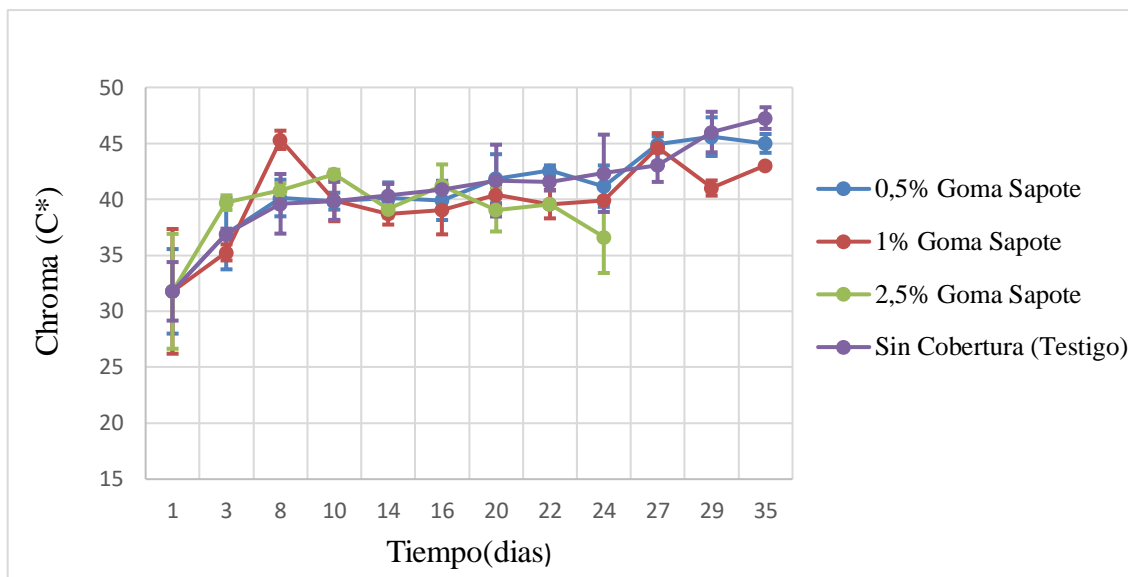


Figura 42: Efecto de la cobertura de goma de sapote en el chroma (C*) de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

medio ambiente y en refrigeración se observa que en ambos casos se produce un descenso, tornándose los tratamientos menos brillantes o luminosos conforme transcurre el tiempo de almacenamiento. Los tratamientos con cobertura presentaron diferencias respecto al tratamiento sin cobertura (testigo) en el almacenamiento al medio ambiente, lo que no ocurrió en el almacenamiento en refrigeración, pudiendo decir que esta condición de temperatura no tuvo efecto significativo. En lo que respecta a los valores de h° , en ambas condiciones de almacenamiento, hubo disminución brusca durante los primeros días (3 a 6) para luego tener una tendencia constante. Por el contrario, el valor de chroma en todos los tratamientos mostró un incremento gradual siendo este menos pronunciado en los tratamientos en refrigeración y poco más pronunciado en los tratamientos almacenadas al medio ambiente.

4.3.14 VARIACIÓN DEL COLOR EN LOS TRATAMIENTOS CON COBERTURA DE GOMA DE SAPOTE MÁS QUITOSANO AL AMBIENTE Y REFRIGERACIÓN

a. A temperatura ambiente

La variación de los valores de luminosidad se muestra en la Figura 43. Desde el inicio ($L^* = 45,99$) hasta el día seis hubo un descenso más pronunciado en el valor de luminosidad en el tratamiento sin cobertura (testigo), $L^* = 38,20$; mientras que en los tratamientos con cobertura

de goma de sapote fue de 41, 42 y 44 para el tratamiento con 1 %, 0,5 % y 2,5 % (w/v) respectivamente. A partir del día 8, todos los tratamientos alcanzan un valor similar, casi constante, hasta el día 22 en que se produjo un ligero incremento, para luego descender en el día 24. Estadísticamente no se reportaron diferencias significativas entre todos los tratamientos a un nivel de significancia de 0,05.

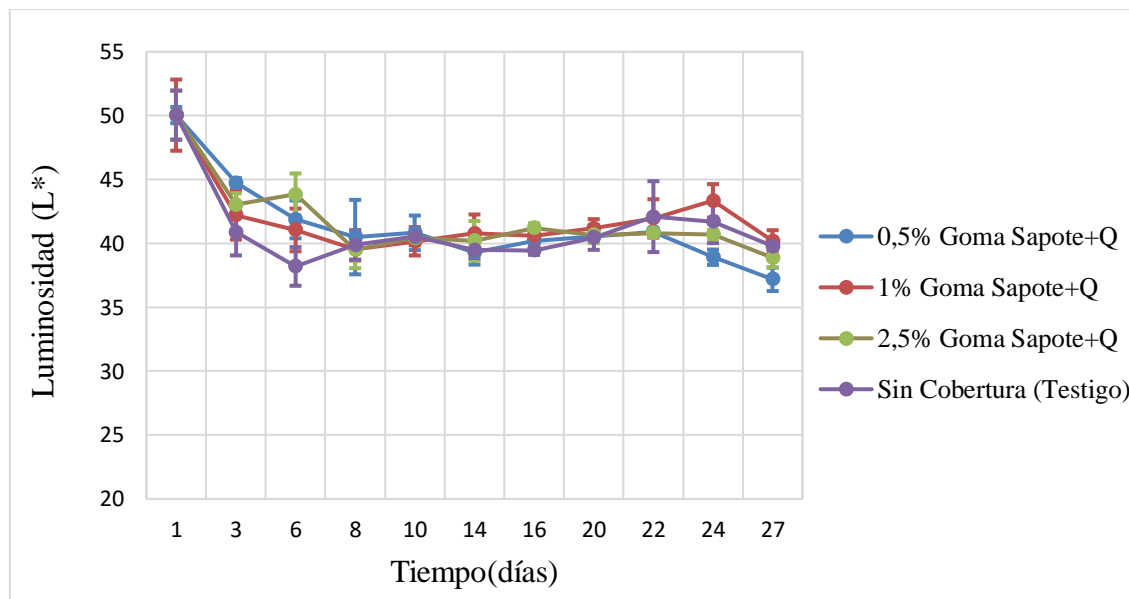


Figura 43: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la luminosidad (L^*) de los tratamientos almacenados a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $85 \pm 3,8\text{ \% HR}$.

Con el uso de quitosano más extracto de pequi (*Caryocar brasiliense Camb*) como cobertura en tomates almacenados a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 16 días. Al respecto, Alvez *et al.* (2016) reportan que hubo una reducción más pronunciada del valor de L^* el segundo día de almacenamiento, lo que se tradujo en un rápido cambio de color. Asimismo reporta una reducción máxima del 50 % de luminosidad respecto al valor inicial al final del almacenamiento. Respecto al valor de h° o ángulo de tono, se observó una disminución pronunciada (Figura 44). La caída brusca de h° se produjo durante los seis primeros días en todos los tratamientos con cobertura y en el tratamiento testigo (sin cobertura), luego del cual tiende a mantenerse constante hasta el final del período de almacenamiento.

El hue angle (h°) es otro parámetro muy usado para expresar el tono o matiz del fruto durante el proceso de maduración, correspondiendo una coloración que va desde el rojo al amarillo en

valores comprendidos en el rango de 0 a 90° y entre 90° a 180° una coloración que va desde el amarillo al verde. El análisis estadístico indicó que no existe diferencias significativas ($p < 0,05$) en los valores de h° entre todos los tratamientos con cobertura y del mismo modo entre el tratamiento sin cobertura (testigo) y los tratamientos con coberturas de goma de sapote de 0,5 y 1 % (w/v).

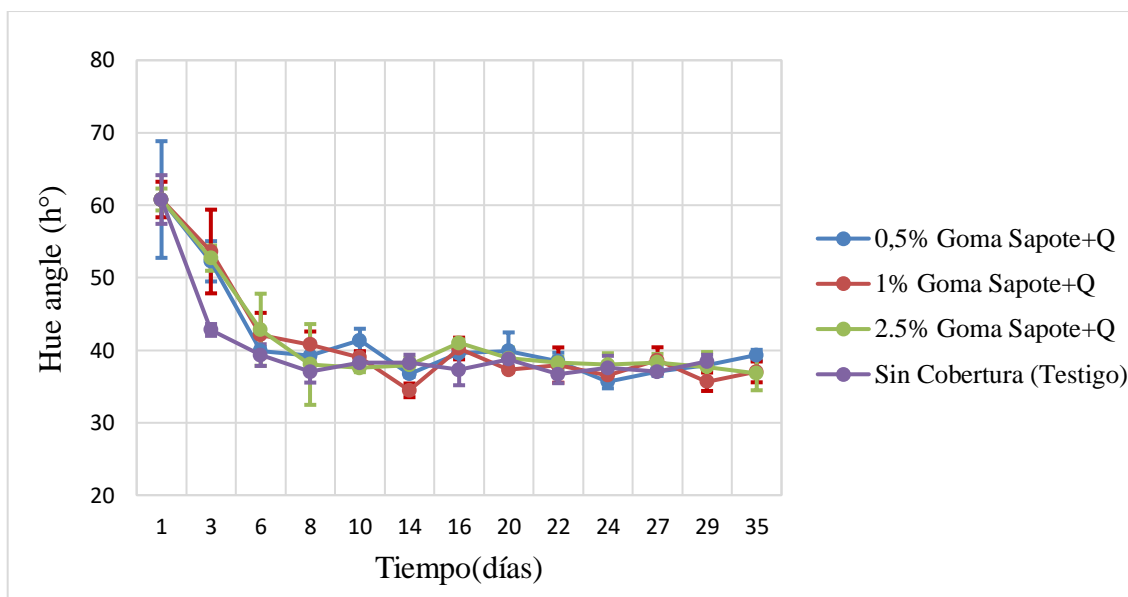


Figura 44: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en el hue angle (h°) de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

Igual comportamiento se encontró en mangos variedad "Ataulfo" con tres tipos de coberturas: quitosano (1 %), quitosano al 1 % más almidón (1 %) y quitosano al 1 % más pectina (1 %), los que durante el almacenamiento en refrigeración ($T^\circ = 10 \pm 2^\circ\text{C}$ por 12 días) presentaron valores de hue angle (h°) relativamente estables, y al ser trasladados a condiciones ambientales ($T^\circ = 22 \pm 2$ por 9 días) presentaron un brusco descenso del valor de hue angle (h°) según lo reportado por Bello-Lara *et al.* (2016).

Los valores del chroma, parámetro del color relacionado con la pureza o saturación del color, es decir, con la intensidad del color, indican que hubo un incremento pronunciado hasta el día tres, mayor en el tratamiento sin cobertura (de 32 a 43) que en los tratamientos con cobertura (35, 36,5 y 38 para 2,5%, 1% y 0,5 % (w/v) de cobertura respectivamente); luego del cual todas los tratamientos siguen incrementando pero de manera gradual. Los valores de chroma

alcanzados al final del almacenamiento fueron de 40,15 para el tratamiento con cobertura de 0,5 % (w/v), de 42,45 para 1 % (w/v), de 39,44 para el tratamiento con 2,5 % (w/v) y de 43,77 para el tratamiento sin cobertura (testigo) tal como se observa en la Figura 45.

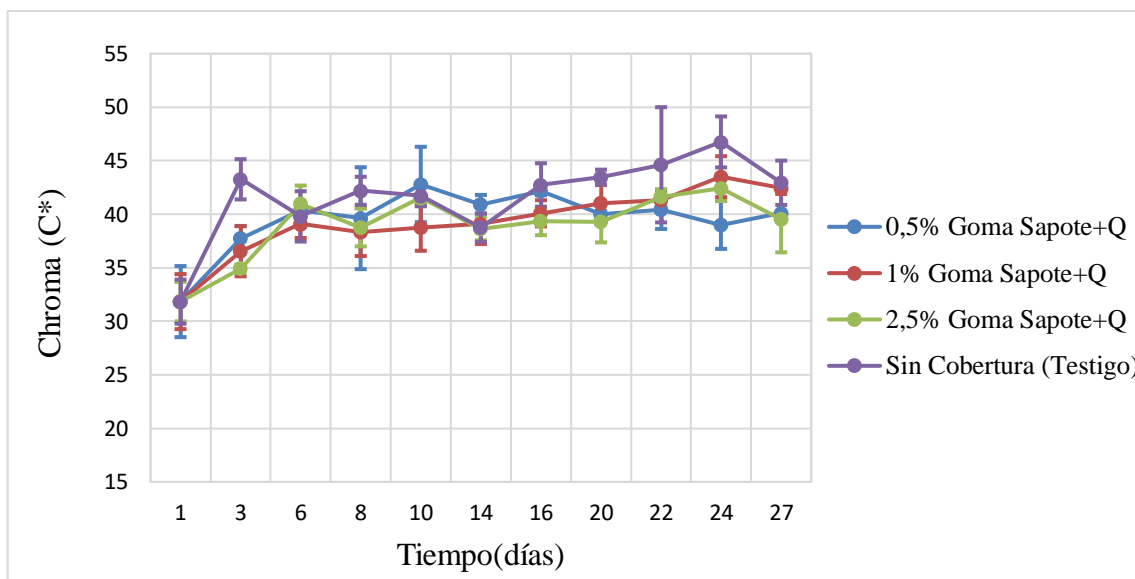


Figura 45: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en el chroma (C*) de los tratamientos almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

b. En refrigeración

La variación de los valores de luminosidad se muestra en la Figura 46. Desde el inicio ($L^*=48$) hasta el día ocho el valor de luminosidad descendió pronunciadamente en todas los tratamientos, siendo más pronunciada en el tratamiento testigo ($L^*=39$), mientras que en los tratamientos con 0,5 %, 1 % y 2,5 % (w/v) de cobertura de goma de sapote más 1 % (w/v) quitosano se llegó a valores de 42, de 42,4 y 41,29 respectivamente. Luego, los valores de L^* en términos generales se mantienen casi constantes a lo largo del periodo de almacenamiento.

La disminución del valor de L^* registrado por los tratamientos con cobertura estuvieron en el rango de 10 al 14 % y en el tratamiento sin cobertura de 16 %. La razón de la menor disminución en los valores de L^* encontrados en los tratamientos con cobertura podría deberse al recubrimiento el cual puede impartir un brillo adicional en la superficie del producto, contribuyendo a aumentar el valor del parámetro L^* (Baldwin y Hagenmaier 2011 citados por Alvez *et al.* 2016).

Estadísticamente, no se encontró diferencias significativas entre todos los tratamientos con cobertura y del mismo modo entre los tratamientos con 0,5 % (w/v), 1 % (w/v) y el tratamiento sin cobertura (testigo) ($p < 0,05$). Este comportamiento también fue encontrado por Rico *et al.* (2012) en mango (*Mangifera indica L*) cubierto con una dispersión de quitosano (2 %) y mezclado con aceite esencial de limón (1 %), almacenados a 5 °C por 11 días, reportando una disminución de sólo 4 % respecto a su valor inicial.

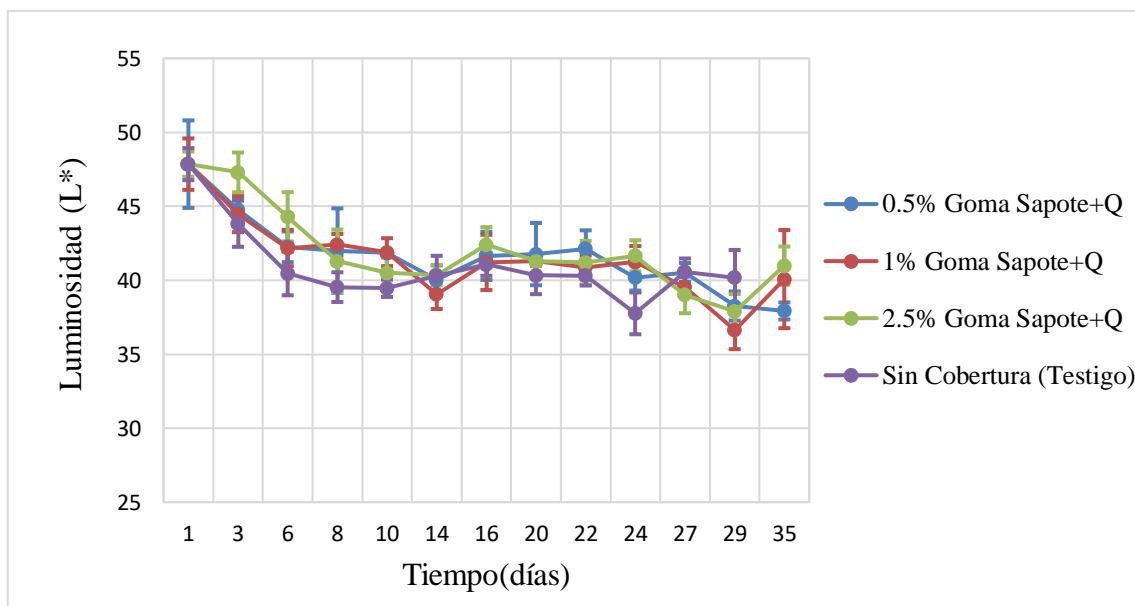


Figura 46: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en la luminosidad (L*) de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

Respecto al hue angle se produjo una disminución más pronunciada durante los cinco primeros días en todos los tratamientos con cobertura y en el tratamiento sin cobertura (testigo) luego de lo cual se aprecia al igual que en los tratamientos a temperatura ambiente una tendencia a mantenerse constante hasta el final del almacenamiento (Figura 47).

El análisis estadístico indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos con recubrimiento de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) estudiados y del mismo modo entre los tratamientos con cobertura de 0,5 % (w/v), 1 % (w/v) y el tratamiento sin cobertura (testigo) a un nivel de significancia de 0,05. Situación similar a lo obtenido por De Oliveira y Valderrama (2017) al reportar disminución de valores de hue angle en frutos de persimmon o caqui

(*Diospyros kaki L.*) var. “Kyoto” cubierto con una dispersión de quitosano al 1 % y almacenados a temperatura de 5 °C y HR= 65 % durante 14 días de almacenamiento.

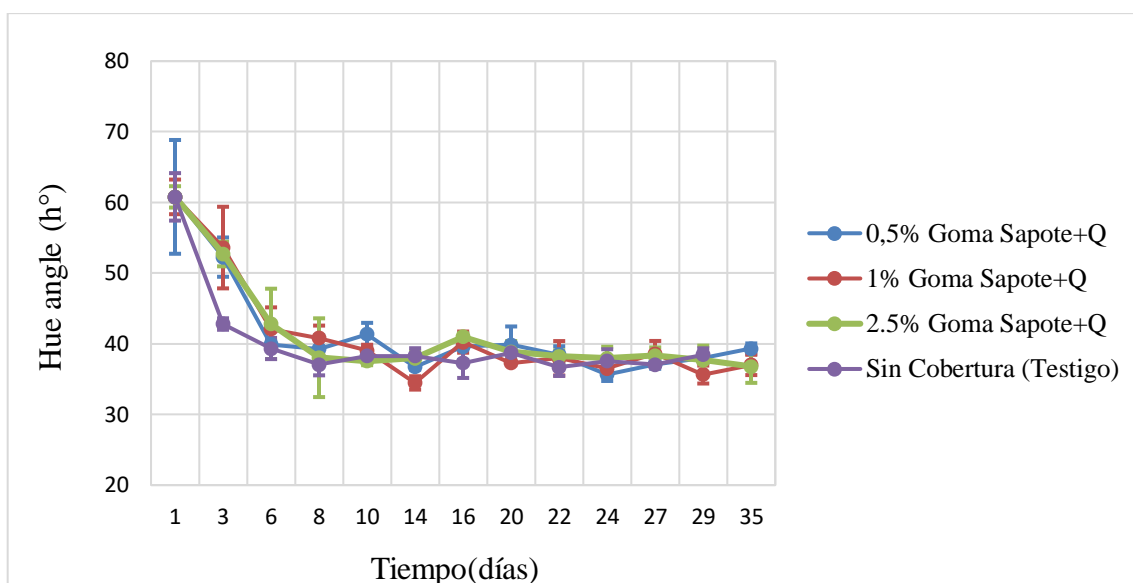


Figura 47: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en el hue angle (h°) de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3% HR.

El chroma en todos los tratamientos siguen un comportamiento gradual, ascendente y con pequeñas diferencias entre ellos (Figura 48), aunque ligeramente más alta en el tratamiento testigo (similar en el almacenamiento al medio ambiente). Al día 14 los tratamientos con cobertura de goma de sapote: 0,5 % y 1 % más 1 % (w/v) de quitosano presentaron un incremento del chroma de 25 %; el tratamiento con 2,5 % (w/v) y el tratamiento testigo un incremento de 28 % y 30,5 % respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre todos los tratamientos ($p < 0,05$).

Comportamiento distinto al reportado por De Oliveira y Valderrama (2017) en frutos de persimmon o caqui cubiertos con quitosano (1 %) cuyo incremento de chroma es mayor en las muestras con cobertura (12 %) que en la muestra testigo (4 %) durante un almacenamiento a 5 °C por 14 días.

En conclusión, los valores de luminosidad (L^*) de todos los tratamientos descendieron durante el almacenamiento, siendo mayor en el tratamiento sin cobertura en ambas condiciones de

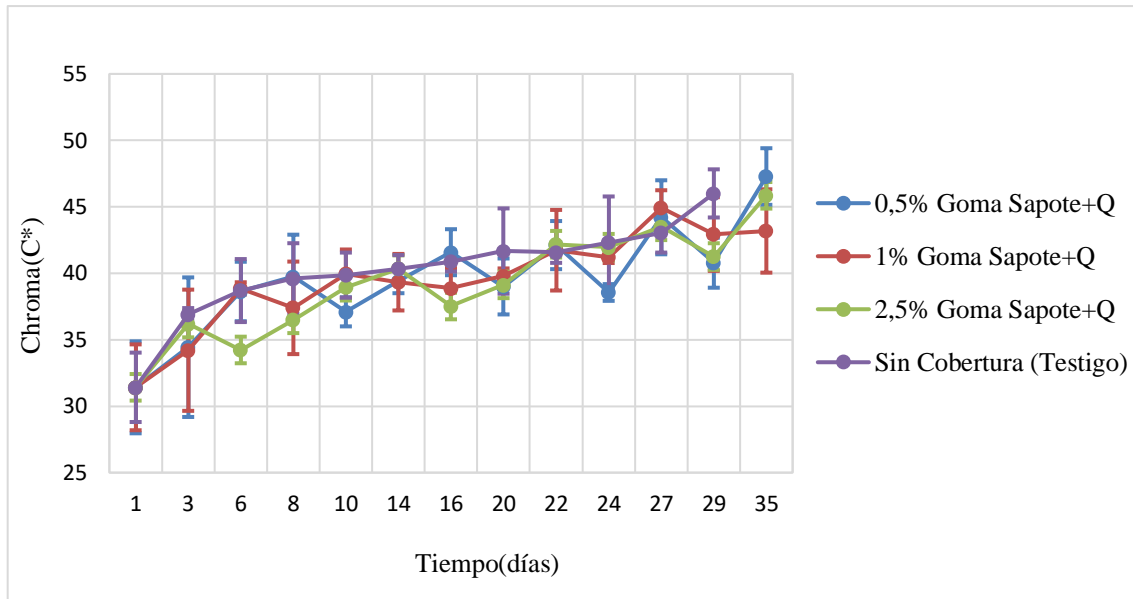


Figura 48: Efecto de la cobertura de goma de sapote más quitosano en el chroma (C*) de los tratamientos almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

almacenamiento. Athmaselvi *et al.* (2013) mencionados por Alvez *et al.* (2016) indican que las lecturas de oscurecimiento en tomates van asociadas a un aumento de la coloración roja que predomina en el fruto maduro. El valor del hue angle (h°) presentó una brusca caída en todos los tratamientos y en ambas condiciones de almacenamiento, luego del cual tienden a mantenerse constantes hasta el final del almacenamiento. Se puede decir que la goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) como recubrimiento y en las concentraciones usadas no tuvo efecto significativo en la disminución de la respiración y por tanto la actividad enzimática que provoca el cambio del color manifestado en el oscurecimiento de los tomates, cuya evidencia estuvo en el bajo valor de h° (hue angle).

La diferencia encontrada a $p < 0.05$ entre los valores de h° registrado por todos tratamientos se debería al bajo porcentaje de cobertura usada y probablemente a la temperatura de almacenamiento.

La variación del chroma (C*) en todos los tratamientos almacenados al medio ambiente y en refrigeración siguen un comportamiento gradual y ascendente, con pequeñas diferencias entre ellos, pero ligeramente más alta en el tratamiento testigo.

El incremento de este parámetro está relacionado con el avance en el proceso de maduración y acumulación de licopeno, por lo que, los tomates tienden a una tonalidad rojiza incrementando el valor de chroma y disminuyendo la luminosidad (Martínez-Romero *et al.* 2007).

4.5 MOHOS Y LEVADURAS

a. A temperatura ambiente

En la Tabla 13 se presentan los resultados del recuento de mohos y levaduras (ufc/g) en los tratamientos con cobertura de goma de sapote (0,5 %, 1 % y 2,5 % (w/v) y los tratamientos con cobertura de goma de sapote 0,5 %, 1 % y 2,5 % (w/v) más 1% quitosano (w/v) almacenadas al medio ambiente. Todos los recuentos de mohos y levaduras efectuados en los tratamientos con cobertura de goma de sapote y goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) están por debajo del nivel máximo ($10^3 \times g$) establecido por la Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano (MINSA 2008).

Tabla 11: Resultados del recuento de mohos/levaduras (ufc/g) en los tratamientos con cobertura de goma de sapote y quitosano almacenados a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR.

Tiempo de almacenaje (días)	Concentración de la cobertura de goma de sapote-ambiente				Concentración de la cobertura de goma de sapote más quitosano-ambiente			
	0,5 %	1 %	2,5 %	Testigo	0,5 %	1 %	2,5 %	Testigo
0	<10	<10	<10	10	<10	10	<10	30
7	75	100	50	16x10	60	40	78	10x10
14	95	80	38x10	30x10	26x10	95	11x10	30x10
21	20x10	95	20x10	27x10	15x10	10x10	13x10	21x10
28	20x10	18x10	28x10	50x10	17x10	35x10	26x10	41x10

b. En refrigeración

El recuento de mohos y levaduras obtenido en los tratamientos con cobertura de goma de sapote y los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano (1 %) almacenados en refrigeración (Tabla 14) se encuentra también por debajo del rango especificado por la Norma

Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano (MINSA 2008).

Tabla 12: Resultados del recuento de mohos / levaduras (ufc/g) en los tratamientos con cobertura de goma de sapote y quitosano almacenados a 15 °C y 90 ± 1,3 % HR.

Tiempo de almacenaje (días)	Concentración de la cobertura de goma de sapote-refrigeración				Concentración de la cobertura de goma de sapote más quitosano-refrigeración			
	0,5 %	1 %	2,5 %	Testigo	0,5 %	1 %	2,5 %	Testigo
0	<10	<10	<10	25	<10	<10	<10	10
7	<10	<10	<10	40	<10	<10	<10	<10
14	15	10	28	88	15	10	15	60
21	30	20	55	22x10	22	20	30	18x10
28	45	60	100	37x10	45	40	60	31x10

Se puede apreciar un ligero incremento del contenido de mohos y levaduras a lo largo del tiempo de almacenamiento y en todos los tratamientos (con y sin cobertura) almacenados al medio ambiente como en refrigeración, pero los niveles alcanzados están en ambos casos por debajo de los límites máximos establecidos por la Norma Sanitaria (MINSA 2008). Al respecto, Gutiérrez *et al.*(2016) indican que la interacción entre bajas temperaturas y coberturas comestibles provoca en el fruto un comportamiento de mayor rigidez durante el almacenamiento debido a la mayor fuerza en la pared celular del fruto dada por la goma, impidiendo con ello el ataque microbiano.

Finalmente, todas las pruebas realizadas a lo largo del presente trabajo de investigación cuya objetivo fue el determinar el efecto barrera de la goma de sapote y de la goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) como cobertura a temperatura ambiente y en refrigeración, no reportaron diferencias marcadas respecto al tratamiento sin cobertura (testigo) almacenado en las mismas condiciones. Las razones podrían atribuirse a diversos factores: falta de uniformidad en el estado de madurez de las muestras trabajadas, uso de soluciones de goma de sapote con baja concentración, no buena interacción química entre las soluciones de goma de sapote y el quitosano, fluctuaciones de la temperatura ambiental y de refrigeración, entre otros.

4.6 PRUEBA DE ACEPTACIÓN DE SABOR:

Las Tablas 15 y 16 muestran la valoración promedio del sabor por 50 panelistas en la prueba de aceptación efectuada a los tratamientos con cobertura de goma de sapote: 0,5 %, 1 % y 2,5 % (w/v) y los tratamientos con cobertura de goma de sapote: 0,5 %, 1 % y 2,5 % (w/v) más quitosano 1 % (w/v) respecto al tratamiento sin cobertura (testigo) almacenados a temperatura ambiente y en refrigeración durante 1,7, 14,21,28 y hasta 35 días.

a. A temperatura ambiente

El análisis de Kruskal Wallis efectuado a los resultados de aceptación de sabor de los tratamientos con cobertura de goma de sapote así como del tratamientos sin cobertura (testigo) almacenados a temperatura ambiente (a 20 °C y 85 % HR) reportó en la mayoría de los casos la no existencia de diferencias significativas en el sabor de todos los tratamientos, con excepción de la prueba realizada a los 14 días (2 semanas) en donde la aceptación del tratamiento testigo y del tratamiento con cobertura de goma de sapote de 0,5 % (w/v) presentaron diferencias estadísticas significativas (Anexo 3). El mismo análisis efectuado a los resultados de aceptación de sabor de los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano, si reveló la existencia de diferencias significativas entre tratamientos en los días 1, 7 y 21 pero no en los días 14 y 28 días. En términos generales, se podría decir que el uso de la goma de sapote y goma de sapote más quitosano como coberturas conservaron el sabor de los frutos no alterando significativamente el sabor, lo que se reflejó en las medias obtenidas en todos los tratamientos cuyos niveles de aceptación estuvieron entre 5 (“no me agrada ni desagrada”) hasta aceptación de 8 (categoría comprendida entre el “no me agrada ni desagrada” hasta “me agrada mucho”). A mayor aceptación, mayor calificación, tal como se puede observar en la Tabla 13 y Anexo 1.

b. En refrigeración

El análisis de Kruskal Wallis efectuado a los resultados de aceptación de sabor de los tratamientos con cobertura de goma de sapote así como del tratamientos testigo almacenados en refrigeración (a 15 °C y 90 % HR) reportó la existencia de diferencias significativas en la aceptación del sabor en la mayoría de los tratamientos, con excepción del almacenamiento a los 35 días, en donde todos los tratamientos obtienen una aceptación promedio muy cercano entre ellos.

Tabla 13: Valoración promedio de la aceptación del sabor en los tratamientos con goma de sapote y quitosano a diferentes tiempos de almacenamiento a temperatura ambiente (a 20 °C y 85 ± 3,8 % HR).

Tiempo de almacenaje (días)	Concentración del recubrimiento de goma de sapote-ambiente				Concentración del recubrimiento de goma de sapote más quitosano-ambiente			
	0,5 %	1 %	2,5 %	Testigo	0,5 %	1 %	2,5 %	Testigo
1	6,2±1,57	6,3±1,43	6,3±1,79	5,9±1,84	6,3±2,34	5,8±2,16	5,6±2,08	5,9±1,84
7	6,4±1,46	6,2±1,45	6,4±1,78	5,8±1,94	5,2±1,35	5,7±1,11	5,8±1,41	5,6±1,60
14	5,4±1,19	5,4±1,55	5,8±1,66	6±1,55	5,8±1,80	5,8±1,57	5,5±1,63	6,1±1,42
21	5,3±1,57	5,5±1,57	5,7±1,77	5,8±1,54	5,6±1,72	5,6±1,56	5,3±1,33	5,9±1,42
28	5,7±1,54	5,4±1,81	5,4±1,78	5,5±1,84	4,8±1,86	4,9±1,62	5±1,80	4,9±2,18

Por el contrario, los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano (1 %) presentaron menor variación en los resultados de aceptación, razón por la cual, a partir del día 21 y en adelante no reporta diferencias significativas entre tratamientos (Ver Anexo 3). Como era de esperar, la diferencia existente con los tratamientos almacenados al ambiente fue la mayor duración a temperatura de refrigeración (35 días).

Al igual que en el almacenamiento a temperatura ambiente, el uso de la goma de sapote y goma de sapote más quitosano como coberturas, no alteró el sabor de los frutos durante el almacenamiento en refrigeración. Los resultados indican niveles de aceptación entre 5 (“no me agrada ni desagrada”) hasta aceptación de 8 (categoría comprendida entre “no me agrada ni desagrada” hasta “me agrada mucho”) tal como se muestra en la Tabla 14 y Anexo 1.

Tabla 14: Valoración promedio de la aceptación del sabor en los tratamientos con goma de sapote y quitosano a diferentes tiempos de almacenamiento en refrigeración (a 15 °C y 90 ± 1,3 %HR)

Tiempo de almacenaje (días)	Concentración del recubrimiento de goma de sapote-refrigeración				Concentración del recubrimiento de goma de sapote más quitosano-refrigeración			
	0,5 %	1 %	2,5 %	Testigo	0,5 %	1 %	2,5 %	Testigo
1	6,7±1,39	5±1,35	6,1±1,20	5,3±1,25	5,4±1,20	5,4±1,28	6,4±1,61	5,3±1,25
7	8,2±1,52	7,3±1,81	6,9±1,44	6,8±2,08	7,3±1,51	6,6±1,33	6,4±1,70	6,8±2,08
14	6±1,41	5,4±1,66	5,4±1,79	6,6±1,71	5,8±2,03	6,3±1,54	6,5±1,44	6,8±1,52
21	6,8±1,94	7±1,93	5,9±1,55	5,5±1,28	5,7±1,50	5,6±1,38	6,1±1,97	6±1,35
28	6,6±1,30	6,5±1,48	6,2±1,56	5,9±1,54	6,7±1,73	7±1,52	7±1,20	6,5±1,51
35	6,1±1,66	6,2±2,31	6,6±1,36	6,4±1,37	6,1±1,45	6,3±1,93	6,2±1,88	6,2±1,34

V. CONCLUSIONES

- El efecto de la goma de sapote en las tres concentraciones evaluadas no fue significativo, con excepción de los tratamientos almacenados al ambiente en donde la pérdida de peso, los sólidos solubles, acidez, luminosidad (L^*) y chroma (C^*) se diferenciaron ($p < 0.05$) de los tratamientos sin cobertura (testigo).
- No se evidenció el efecto de la goma de sapote más quitosano como cobertura, excepto en los resultados de pH, acidez y chroma (C^*) reportado por los tratamientos almacenados en refrigeración donde existió diferencias ($p < 0.05$) respecto al tratamiento sin cobertura (testigo).
- Los tratamientos con cobertura a base de goma de sapote más quitosano 1 % (w/v) alcanzaron un menor recuento de mohos / levaduras. El quitosano mostró su capacidad antimicrobiana pero no sus propiedades de barrera. Y como era de esperar, los mejores efectos se tuvieron durante almacenamiento en refrigeración
- La aceptabilidad del sabor de los tratamientos con cobertura de goma de sapote y tratamientos con cobertura de goma de sapote mas quitosano, varió en las categorías de “No me agrada ni desagrada” y “Me gusta mucho” durante todo el periodo de almacenamiento.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones utilizando otro tipo de coberturas comestibles para obtener la concentración óptima que permita mantener las características físico químicas del producto, evitando o disminuyendo pérdidas por deterioro en tiempos relativamente cortos.
- Investigar respecto a la procedencia de la goma de sapote principalmente en que época del año es recomendable su recolección, y también determinar si la calidad de la goma depende de la edad de los arboles; esto podría ser un factor importante en la calidad de la goma a ser utilizado como cobertura.
- Hacer nuevas investigaciones usando mayor concentración de goma en las coberturas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Agraria de Noticias. 2011. Las mermas en productos frescos son las más grandes del mundo. Disponible en:

<https://agraria.pe/noticias/peru-las-mermas-en-productos-frescos-son-las-mas-grandes-de-2292>

Alarcón, A. 2013. Calidad pos cosecha del tomate (*Solanum lycopersicum L.*) cultivado en sistemas ecológicos de fertilización. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España. Disponible en:

http://oa.upm.es/21908/1/ALEJANDRO_ALARCON_ZAYAS.pdf

Al-Juhaimi. 2012. Physicochemical and sensory characteristics of arabic gum-coated tomato (*Solanum lycopersicum l.*) fruits during storage. Journal of Food Processing and Preservation, 38(2014):975-976.

Alvez, C; Lury, D; Benedito, O; Teixeira, M. 2016. Effect of chitosan enriched with pequi (*Caryocar brasiliense Camb*) peel extract on quality and safety of tomatoes (*Lycopersicon esculentum Mill.*) during storage. Journal of food Processing and Preservation, 41(2016): 4-5.

Amaya, P; Peña, L; Mosquera, A; Villada, H; Villada, D. 2010. Efecto del uso de recubrimientos sobre la calidad del tomate (*Lycopersicon esculentum mill*), 77(162). Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S00123532010000200008&script=sci_arttext

Andrade, J; Acosta, D; Bucheli, M; Osorio, O. 2014. Desarrollo de un Recubrimiento Comestible Compuesto para la Conservación del Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea S.*). Información Tecnológica, 25(6). Disponible en:

<http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v25n6/art08.pdf>

A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemist, US. 2007. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 18 ed. Washington D.C.

A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemist, US. 2012. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 19 ed. Washington D.C.

Arellano, J. 2011. Recubrimiento de quitosano en tuna blanca (*Opuntia amyclaea*) mínimamente procesada. Tesis Ing. Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco. Estado de México. Disponible en:

https://issuu.com/edmocmar/docs/recubrimiento_de_quitosano_en_tuna_

Asgar, A; Mehdi, M; Senthil, R; Alderson, P. 2010. Gum arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum L.*) fruit. Postharvest Biology and Technology. 58(10):42-45.

Asgar, A; Maqbool, M; Alderson, P; Zahid, N. 2013. Effect of gum Arabic as an edible coating on antioxidant capacity of tomato (*Solanum lycopersicum L.*) fruit during storage. Postharvest Biology and Technology. 76 (2013): 119,121.

Bal, E. 2013. Postharvest Application of Chitosan and Low Temperature Storage Affect Respiration Rate and Quality of Plum Fruits. Journal of Agricultural and Science Technology, 15(6): 1222. Disponible en:

<http://jast.modares.ac.ir/article-23-10098-en.pdf>

Badui, S. 2006. Química de los Alimentos. D.F México, México: Pearson Educación.

Bautista, S; Gonzales, R; Ramos, M. 2017. Propiedades físicas de películas de quitosano adicionadas con aceite esencial de limón y su impacto en la vida de anaquel del jitomate (*Lycopersicon esculentum l.*). Revista Mexicana de Ingeniería Química, 17(1). Disponible en:

<http://docplayer.es/75746219-Revista-mexicana-de-ingenieria-quimica.html>

Begazo, K; Llacsahuanga, D; Gonzales, E; Galindo, I; Venancio, M. 2013. "Principales productos no maderables de sapote (*Capparis scabrida* H.B.K), Motupe, Lambayeque, Perú".

Disponible en:

http://www.cnf.org.pe/secretaria_conflat/memorias/DIPOSITIVAS%20MESAS/MESA%204/Kar%EDn%20Begazo.pdf

Bello-Lara, J; Baloi-Morales, R; Juarez-Lopez, P; Alia-Tejacal, I; Peña-Valdivia, C, Jiménez-Zurita, C Sumaya-Martínez, M; Jiménez-Ruiz, E. 2016. Coatings based on starch and pectin from "Pear" banana (*Musa ABB*), and chitosan applied to postharvest "Ataulfo" mango fruit.

Revista Chapingo Serie Horticultura. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/609/60947915005.pdf>

Berrospe-Ochoa, E; Saucedo-Veloz, C; Ramírez-Guzmán, M; Saucedo-Reyes, D. 2018. Componentes del sabor y contenido de ácido ascórbico de jitomates (*solanum lycopersicum l.*) nativos e híbridos comerciales .Agrociencia México. 52(4): 623-625. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/326131635_COMPONENTES_DEL_SABOR_Y_CONTENIDO_DE_ACIDO_ASCORBICO_DE_JITOMATES_Solanum_lycopersicum_L_NATIVOS_E_HIBRIDOS_COMERCIALES_FLAVOR_COMPONENTS_AND_ASCORBICACID_CONTENT_IN_NATIVE_AND_COMMERCIAL_HYBRID_TOMA

Bosquez, E. 2003. Elaboración de recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla para reducir la cinética de deterioro en fresco del limón persa (*Citrus latifolia Tanaka*). Tesis doctoral. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Disponible en:

<http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2597/UAMI10845.pdf>

Bravo, S. 2012. Optimización del contenido y disponibilidad del licopeno y otros compuestos bioactivos en tomate y productos elaborados con tomate. Tesis doctoral. Universidad de Murcia. Murcia. España. Disponible en:

<https://digitum.um.es/jspui/bitstream/10201/30054/1/Tesis%20Doctoral%20Sergio%20Bravo%20Lozar%20de%20la%202007-%20negro.pdf>

Capristán, A; Aquino, E; Chávez, J; Velásquez, V, Vera, A; Viveros, R, Verdalet, I. 2017. Cambios en los parámetros fisicoquímicos en tomate de árbol (*Solanum betaceum*) durante su almacenamiento pos cosecha a 5°C. Avances de la Ciencia en México. 1022-1024. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/322508736_Cambios_en_los_parametros_fisicoquimicos_en_tomate_de_arbol_Solanum_betaceum_durante_su_almacenamiento_poscosecha_a_5_C

Cardozo, C; Ríos, C. 2012. Determinación de la tasa respiratoria del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/110920856/Determinacion-de-La-Tasa-Respiratoria-en-El-Tomate>

Casierra - Posada, F; Aguilar – Avendaño, O. 2008. Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cosechados en diferentes estados de madurez. Agronomía Colombiana. 26(2). Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/1803/180314732015.pdf>

Collazos, C. 1993. La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú. Lima. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Nutrición.

Constán, C. 2014. Biofortificación con potasio en plantas de tomate cherry: Estudio de la producción y calidad de frutos en cosecha y post cosecha. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Granada. España. Disponible en:

<https://hera.ugr.es/tesisugr/24463772.pdf>

Cheftel, J. 1976. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Zaragoza, España: Acribia.

Dávila-Aviña, J; Villa-Rodríguez, J; Cruz-Valenzuela, R; Rodríguez-Armenta, M; Espino-Díaz, M; Ayala-Zavala, F; Olivas-Orozco, G; Heredia, B; Gonzales-Aguilar, G. 2011. Effect of edible coatings, storage time and maturity stage on overall quality of tomato fruit. *American Journal of Agricultural and Biological Science*, 6(1): 164-166.

De Mendiburu, F. 2017 *Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research*. R-package version 3.3-1. Disponible en:

<https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>.

De Mendiburu, F. 2017. *Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research R Package Version 1*. pp. 2–8. Disponible en:

<https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>.

De Mendiburu F. 2017. *Agricolae: statistical procedures for agricultural research*. R package. Version 3.3-1 ed. Available at. Disponible en:

<http://tarwi.lamolina.edu.pe/~fmendiburu>.

De Oliveira, A; Valderrama, N. 2017. Effect of chitosan coatings on the quality of persimmon under commercial storage conditions. *Brazilian Journal of Food Research*. 8(1): 96-99. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/322647910_Effect_of_chitosan_coatings_on_the_quality_of_persimmon_under_commercial_storage_conditions.

Díaz, R. 2003. *Con goma de mezquita creó una cubierta para la conservación de frutas tropicales*. Universidad Veracruzana. Veracruz. México.

El Gaouth, A; Ponnampalam, R; Castaigne, F; Arul, J. 1992. Chitosan coating to extend the storage life of tomatoes. *HortScience*. 27(9): 1017. Disponible en **file:///C:/Users/pc/Downloads/Chitosan_Coating_to_Extend_the_Storage_L.pdf**

El Gaouth, A; Arul, J; Ponnampalam, R; Boulet, M. 1991. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *Journal of Food Science*. 56(6): 1618-1620. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/249481521_Chitosan_Coating_Effect_on_Storability_and_Quality_of_Fresh_Strawberries

El Kader, D; Molina, E; León de Pinto, G; Negrón G; Lachman, M. 2002. Caracterización analítica de 5 gomas Mimosaceae Venezolanas y su posible aplicación industrial. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 19(3): 3-5.

El Kader, D, Molina, E; Montero, K; Gutiérrez, O; Troncone, G. 2008. Datos analíticos de la goma de la semilla de *Leucaena leucocephala*. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 25(1): 102-105.

Escalona, V; Alvarado, P; Monardes, H; Urbina, C; Martin, A. 2010. Características botánicas. *Nodo Hortícola., El cultivo del tomate* (p. 10). Disponible en: http://www.hortyfresco.uchile.cl/docs/manuales_innova/Manual_cultivo_tomate.pdf

Escalante, A. 2015. Influencia de un recubrimiento comestible a base de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) sobre la calidad de fresas (*Fragaria ananassa* cv. *Aromas*). Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1993. *Prevención de pérdidas de alimentos pos cosecha: frutas y hortalizas; raíces y tubérculos*. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t0073s/t0073s00.htm>

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2003. *Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas*. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s06.htm>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2006. Tomate (*Lycopersicon esculentum*). Disponible en:

<http://www.fao.org/3/a1374s/a1374s07.pdf>

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2007. Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. *Capparis scabrida*. Disponible en:

http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/redes/sisag/arboles/per-capp.htm

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2011. Estadísticas de Producción. Disponible en:

<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2014. Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe. Disponible en:

<http://www.fao.org/3/a-i3942s.pdf>

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAOSTAT. 2015. Disponible en:

<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Fernández, D; Bautista, S; Fernández, D; Ocampo, A; García, A. 2015. Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación pos cosecha de frutas y hortalizas. Revista Ciencias Técnica Agropecuarias. 24(3): 2-3. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000300008

García, M; Casariego, A; Díaz, R; Roblejo, L. 2014. Effect of edible chitosan/zeolite coating on tomatoes quality during refrigerated storage. Food Science and Nutrition. 26(3): 240-244. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/269806832_Effect_of_edible_chitosanzeolite_coating_on_tomatoes_quality_during_refrigerated_storage.26\(3\)](https://www.researchgate.net/publication/269806832_Effect_of_edible_chitosanzeolite_coating_on_tomatoes_quality_during_refrigerated_storage.26(3))

Garrido, M. 2015. Estimación de modelos no lineales. Tesis Economía. Universidad de Valladolid. España. Disponible en:

<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/15687/TFG-E-144.%20MARGARITA%20GARRIDO%20GARC%CDA%20ECO.pdf;jsessionid=A7136DE428C0BFE3130AE1910248B684?sequence=1>

Gonzales, H; Llacsahuanga, D; Valdiviezo, N. 2015. Compendio de trabajos de investigación realizados en el Subproyecto 1: Goma de sapote. Disponible en:

https://www.academia.edu/30937917/INVESTIGACIONES_SAPOTE_Capparis_scabrida_-_COMPENDIO

Gonzales, E; Begazo, K; Guzmán, D; Chire, G; Ascencios, D. 2013 . Sub proyecto Sapote, el árbol de sapote (*Capparis scabrida*) como recurso forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. Disponible en:

http://www.lamolina.edu.pe/vlir/?wpfb_dl=8

Gonzales, E. 2009. Procesamiento de Alimentos. Universidad San Carlos de Guatemala.

Gonzales, R; Cervantes, Y; Caraballo, L. 2016. Conservación de la guayaba (*Psidium guajava* L.) en pos cosecha mediante un recubrimiento comestible binario. Revista Temas Agrarios. 21(1): 55,58. Disponible en:

<https://biblat.unam.mx/hevila/Temasagrarios/2016/vol21/no1/5.pdf>

Gutiérrez, M. 2015. Propiedades de barrera a la humedad y al crecimiento microbiano de recubrimientos de quitosano-cera de carnauba-aceite esencial de orégano en frutos de pepino. Tesis Mg Sc. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Hermosillo. México. Disponible en:

<https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/95/1/Guti%C3%A9rrez%20Pacheco%20Mar%C3%ADa%20Melissa.pdf>

Gutiérrez, J; Sánchez, S; De Jesús, A; Altamirano, S; López, C; Raya, J; Aguirre, C. 2016. Aplicación de un recubrimiento comestible a base quitosano para conservación de litchi en fresco. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. 1(2): 400. Disponible en:

<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/3/69.pdf>

Hardenburg, R; Watada, A. 1988. Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=O9m3fM-iQeQC&pg=PA26&lpg=PA26&dq=perdida+de+peso+del+tomate+a+traves+del+tallo&source=bl&ots=x57n92SYO3&sig=ACfU3U0ezvD53GH_60DG50IJW4ZnyhRaA&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwixjuTwlPjmAhV4GLkGHTljBywQ6AEwCXoECAoQAQ#v=onepage&q=perdida%20de%20peso%20del%20tomate%20a%20traves%20del%20tallo&f=false

Hernández, J. 2013. Caracterización físico-química y microbiológica del tomate margariteño (*Lycopersicon esculentum* var. *España*) y evaluación de la efectividad de tratamientos de pre-ensado para el incremento de su vida comercial a temperatura ambiente. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. España. Disponible en:

<http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/9925/2013000000724.pdf?sequence=1>

Herz, K. 2007. Análisis físicoquímicos de la goma exudada de la especie sapote (*Capparis scabrida* H.B.K) proveniente de los bosques secos de Lambayeque. Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

Hidrobo, G. 2011. Desarrollo de un método de extracción a escala de laboratorio de gomas provenientes de las semillas de guarango (*Caesalpinia spinosa*), para aplicación en la industria alimenticia. Tesis Ing. Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Ecuador. Disponible en:

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4067/1/CD-3796.pdf>

Hossain, M; Iqbal, A. 2016. Effect of shrimp chitosan coating on postharvest quality of banana (*Musa sapientum L.*) fruits. International Food Research Journal. 23(1): 280-282. Disponible en: [http://www.ifrj.upm.edu.my/23%20\(01\)%202016/\(41\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/23%20(01)%202016/(41).pdf)

INACAL. Instituto Nacional de Calidad. 2012. Lista de normas técnicas peruanas NTP. Lima. Perú

INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2012. Informe Técnico No 5. Lima. Perú. Disponible en: <http://www.inei.gob.pe/web/Boletin/Attach/14232.pdf>

Jaramillo, J.; Rodríguez, V.; Guzmán, M.; Zapata, M.; Rengifo, T. 2007. Buenas Prácticas Agrícolas – BPA – en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Gobernación de Antioquía y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –CORPOICA. Colombia.

Jerez, M; Sotoca, S. 2010. Econometría II. Universidad Complutense de Madrid. España. Disponible en: <https://es.slideshare.net/mjerez/series2-5771115>

Kader, A. 2011. Biología y Tecnología Pos Cosecha: Un Panorama (3° ed.). California, Estados Unidos: Postharvest Technology Research & Information Center. Disponible en: http://books.google.com.pe/books?id=x62K8WywAt4C&pg=PA45&lpg=PA45&dq=magnitud+de+perdidas+postcosecha+en+productos+hortofructícolas&source=bl&ots=yLWII0WZf3&sig=RGr-IMqGkk1_ysAOHEb8oXfytZE&hl=es-419&sa=X&ei=wYCKUfSwGpW34AO0uoHYCg&sqi=2&ved=0CEcQ6AEwBg#v=onepage&q=magnitud%20de%20perdidas%20postcosecha%20en%20productos%20hortofructícolas&f=false

Kutner, J; Nachtsheim, C; Neter, J; Li, W. 2005. Applied Linear Statistical Models. New York, Estados Unidos: Mac Graw Hill.

Larez, C. 2008. Algunas potencialidades de la quitina y el quitosano para usos relacionados con la agricultura en Latinoamérica. Mérida. Venezuela.

López, D; Cuatin, L; Andrade, J; Osorio, O. 2015. Evaluación de un recubrimiento comestible a base de proteínas de lactosuero y cera de abeja sobre la calidad fisicoquímica de uchuva (*Physalis peruviana L.*). Acta Agronómica. 65(4):326-327. Disponible en:

https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/50191/56919.

Llacsahuanga, V; Venancio, M. 2011. Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta procesadora de goma de sapote (*Capparis scabrida*) con fines de exportación al mercado europeo. Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

Márquez, C; Cartagena, J; Pérez-gago, M. 2009. Efecto de recubrimientos comestibles sobre la calidad pos cosecha del níspero japonés (*Eriobotrya japonica T.*) Revista de la Facultad de Química Farmacéutica. 16(3):306. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v16n3/v16n3a04.pdf>

Martínez-Romero, D; Guillen, F; Valverde, J; Serrano, M; Zapata, P; Bailén, G; Castillo, S; Valero, D. 2007. Aloe vera gel como recubrimiento comestible en frutas y hortalizas. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/237759886_Aloe_vera_GEL_COMO_RECUBRIMIENTO_COMESTIBLE_EN_FRUTAS_Y_HORTALIZAS.

Mendoza, M. 2005. Composición nutricional, características sensoriales y vida de anaquel del tomate (*Lycopersicon esculentum*) cultivado en sustrato orgánico, hidropónico y convencional Tesis Nutrición. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Merodio, C; Escribano, M. 2003. Maduración y pos recolección de frutas y hortalizas. Madrid.España. Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=6-5_zylBL8cC&pg=PA237&dq=recubrimiento+con+gomas+por+el+instituto+valenciano+

de+investigaciones+agrarias&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi6jf_yz4jZAhUPzlkKHZ3UD1UQ6AEIJTAA#v=onepage&q=recubrimiento%20con%20gomas%20por%20el%20instituto%20valenciano%20de%20investigaciones%20agrarias&f=false

MINAGRI. Ministerio de Agricultura y Riego. Boletín Estadístico de producción. 2016. Disponible en:

<http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/prod-agricola-pecuaria-avicola/2016/boletin-produccion-comercializacion-avicola-mayo2016.pdf>

Ministerio de Agricultura y Riego. Boletín Estadístico de producción. 2017. Disponible en:

<http://minagri.gob.pe/portal/boletin-estadistico-de-produccion-agricola-y-ganadera>

MINSA. Ministerio de Salud. 2008. Resolución ministerial N° 591-2018- Criterios Microbiológicos para frutas, hortalizas, frutos frescos y otros vegetales. Disponible en:

https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/alimentos/RM591MIN SANORMA.pdf

Monsalve, J; Machado, M. 2007. Evaluación de dos métodos de deshidratación del tomate (*Lycopersicum esculentum mill*) variedad manzano. Ciencia del Agro y del Mar. 7(3): 260.

Disponible en:

<http://www.redalyc.org/pdf/904/90470303.pdf>

Monzón, C. 2013. Evaluación del rendimiento de tomate de crecimiento indeterminado (*Lycopersicum sculentum mill*) de variedades híbridos utilizando abonos fermentados de gallinaza y cuyaza – Abancay. Tesis Ing. Agronómica. Universidad Tecnológica de los Andes. Abancay. Perú.

Mossel, D. 2003. Microbiología de los Alimentos. Zaragoza, España: Acribia.

Nevado, D; Borja, P. 2016. Evaluación del color del epicarpio de tomate (*Solanum lycopersicum*) en el espacio cromático cielab, en relación a sus propiedades fisicoquímicas, en el proceso de maduración. Tesis Ing. Agroindustrial y de Comercio Exterior. Lambayeque. Perú

Oliveira dos Santos, F; Lins de Aquino, L; Gutiérrez, M; Santos, A; Nunes, M; Oliveira, M; Narain, N; Azevedo, M. 2017. Impact of edible coatings base in cassava starch and chitosan on the post-harvest shelf life of mango (*Mangifera indica*) “Tommy Atkins” fruits. Food Science and Technology Campinas. 38(1): 92. Disponible en:

<http://www.scielo.br/pdf/cta/2017nahead/0101-2061-cta-1678-457X16417.pdf>

Pagno, C; Castagna, A; Trivellini, A; Mensuali-Sodi, A; Ranieri, A; Ferreira, E; De Oliveira, A; Hickman, A. 2017. The nutraceutical quality of tomato fruit during domestic storage is affected by chitosan coating. Journal of Food Processing and Preservation. 2017(e13326): 3-4.

Pasquel, A. 2001. Gomas: Una aproximación a la industria de alimentos. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Loreto. Perú.

Pastor, C. 2010. Recubrimientos comestibles a base de hidroxipropil metilcelulosa: caracterización y aplicación. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. España. Disponible en:

<http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8534/tesisUPV3363.pdf>

Pavón-Vargas, D; Valencia-Chamorro, S. 2016. Efecto de recubrimientos comestibles compuestos a base de goma de tara en la calidad pos cosecha de frutilla (*Fragaria ananassa*). Revista Iberoamericana de Tecnología Pos cosecha. 17(1): 65. Disponible en:

<http://www.redalyc.org/html/813/81346341009/>

Pérez, L. 2003. Aplicación de métodos combinados para el control del desarrollo del pardeamiento enzimático en pera (variedad blanquilla) mínimamente procesada. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España. Disponible en:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/2663/tesisUPV1784.pdf>

Petit, D; Terán, Y; Rojas, B; Salinas, R; García, J; Báez, R. 2010. Efecto de las ceras comestibles sobre la calidad en frutos de papaya. Revista Iberoamericana de Tecnología Pos cosecha. 11(1): 39-40. Disponible en:

<http://www.redalyc.org/pdf/813/81315093006.pdf>

Pinzón-Bedoya, M; Cardozo, C; Portilla, M. 2013. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas en el proceso de maduración del tomate cv. Milano producido a campo abierto y bajo invernadero. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 11(1): 27-28. Disponible en:
file:///C:/Users/pc/Downloads/486-1110-1-PB.pdf

Quintero, J; Falguera, V; Muñoz, A. 2010. Películas y recubrimientos comestibles: Importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Revista Tumbaga*. 2010(5): 94-97. Disponible en:
file:///C:/Users/pc/Downloads/Dialnet-PeliculasYRecubrimientosComestiblesImportanciaYTen-3628239%20(3).pdf

Ramos, M. 2011. Efecto del tratamiento hidrotérmico en la conservación pos cosecha de tomate (*Solanum lycopersicum L*) CV. Nabateo. Tesis Mg. Sc. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. Disponible en:
http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/dpactl/lecturas/Efecto%20del%20proceso%20hidrotermico%20en%20tomate%20madurez.pdf

Rico, F; Gutierrez, C; Diaz-Moreno, C. 2012. Efecto de recubrimientos comestibles de quitosano y aceites esenciales en la calidad microbiológica del mango (*Mangifera indica L*) minimamente procesado. *Revista Vitae*. 19(1): 117-119

Rodríguez, M; Ramos, V. 2000. Preservación de tomate con aplicación de capas de quitosano. *Información Tecnológica*. Centro de Información Tecnológica. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=tRKNQIFpPPsC&pg=PA25&lpg=PA25&dq=influencia+en+el+fruto+de+quitosano&source=bl&ots=bIjtc0Kc5v&sig=oi8Jxx8VTv26qIxTP4fh4Ud8k&hl=es&sa=X&ei=ObpSVYDQAdHkgwSK0oDoBw&ved=0CFUQ6AEwBw#v=onepage&q=influencia%20en%20el%20fruto%20de%20quitosano&f=false

Rodríguez, E; Bussman, R; Arroyo, S; López, S; Briceño, J. 2007. *Capparis scabrida* (Capparaceae) una especie del Perú y Ecuador que necesita planes de conservación urgente. *Researchgate*. 14(2): 270-271. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/228108008_Capparis_scabrida_Capparaceae_una_especie_del_Peru_y_Ecuador_que_necesita_planes_de_conservacion_urgente_Capparis_scabrida_Capparaceae_a_species_from_Peru_and_Ecuador_in_urgent_need_of_conservation_pl

Salazar, M; Valderrama, A. 2013. Preparación y caracterización de películas de quitosano despolimerizado y reticulado con tripolifosfato de sodio. Revista de la Sociedad Química del Perú. 79(3):1. Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2013000300002

Sánchez, D. 2012. Determinación de la tasa de respiración. Disponible en:

<https://idoc.pub/documents/determinacion-de-la-tasa-de-respiracion-k546mg6zvwn8>

Santander, M; Mejía, D; Osorio, O. 2013. Estandarización del protocolo para evaluar la actividad enzimática de peroxidasa en tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*). Revista Temas Agrarios. 18(2). Disponible en:

<https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/715>

Sigma-Aldrich. 2015. Especificaciones técnicas del quitosano de alto y bajo peso molecular.

Siccha, A; Lock, O. 1994. Hidrocoloides de tres especies de caesalpineas y su análisis químico. Revista de Química. 8(2): 158-159. Disponible en:

[file:///C:/Users/pc/Downloads/5533-Texto%20del%20art%C3%ADculo-21306-1-10-20130416%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/5533-Texto%20del%20art%C3%ADculo-21306-1-10-20130416%20(1).pdf)

Suseno, N; Savitri, E; Sapei, L; Padmawijaya, K. 2014. Improving shelf-life of Cavendish Banana using chitosan edible coating. Procedia Chemistry. 9(2014):114-115.

Trevor, S y Cantwell, M. 2014. Recomendaciones para mantener la calidad pos cosecha. Postharvest Center. Disponible en:

http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Vegetables_Spanish/?uid=30&ds=803

Valle-Guadarrama, S. 2008. Recubrimiento comestible basado en goma arábica y carboximetilcelulosa para conservar frutas en atmósfera modificada. Revista Chapingo Serie Horticultura. 14(3): 1-2. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2008000300002

Vargas, M., González-Martínez, C., Chiralt, A., Cháfer, M. 2010. Quitosano: una alternativa natural y sostenible para la conservación de frutas y hortalizas. Disponible en:

https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2010/ix-congreso/cd-actas/p1-calidad-agroalimentaria_PDF/1-7-quitosano-vargas.pdf

Vásquez, J, Vidal, M. 2011. Caracterización y alternativa de uso de una película biodegradable de quitosano a partir de la extracción de quitina de langostino (*pleuroncodes planipes*) para la industria de alimentos. Tesis Ing. De Alimentos e Ing. Químico. Universidad de El Salvador. San Salvador. Recuperado de

http://ri.ues.edu.sv/2099/1/Caracterizaci%C3%B3n_y_alternativa_de_uso_de_una_pel%C3%ADcula_biodegradable_de_quitosano_a_partir_de_la_extracci%C3%B3n_de_quitina_de_la_langostino_%28pleuroncodes_planipes%29_para_la_industria_de_alimentos.pdf

Vásquez-Briones, M; Guerrero-Beltrán, J. 2013. Recubrimientos de frutas con biopelículas. Temas selectos de Ingeniería de Alimentos. 7(2): 1-3, 9-10. Disponible en:

<http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Vazquez-Briones-et-al-2013.pdf>

Villaman, M. 2007. Elaboración y caracterización de films comestibles basadas en mezclas entre proteínas de quínoa y quitosano. Tesis Ing. En Alimentos. Universidad de Chile. Santiago de Chile. Recuperado de

http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/villaman_m/sources/villaman_m.pdf

Zavaleta, N. 2017. Efecto de la cobertura de quitosano y aceite esencial de canela en la conservación de fresa (*Fragaria ananassa*) var. Aroma, mínimamente procesada. Tesis Ing. Agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Ficha empleada en la prueba de aceptabilidad de sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote y goma de sapote más quitosano

PRUEBA DE ACEPTACIÓN

NOMBRE:

EDAD:.....

FECHA:.....

HORA:

Por favor observe y deguste el tomate que se le presenta y marque con una X sobre cualquier parte de la línea de acuerdo a su apreciación de aceptabilidad en función al **SABOR**.

|-----|-----| A

|-----|-----| B

|-----|-----| C

Me desagrada
mucho

No me agrada ni
me desagrada

Me agrada
mucho

Comentarios:.....

.....

Muchas Gracias!

Anexo 2: Fotos



Foto 1: Medición de la concentración de O₂ y CO₂



Foto 2: Medición de los °Brix



Foto 3: Medición de la firmeza



Foto 4: Tomate licuado para medición de acidez



Foto 5: Medición de la acidez



Foto 6: Dispersiones de goma de sapote listas para ser usadas



Foto 6: Dispersiones de goma de sapote mas quitosano listas para ser usadas

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote almacenados al medio ambiente al día 1.

Puntajes							
0,50%		1%		2,50%		Sin cobertura	
5,7	7,2	7,4	5	3,8	8,9	4,3	5
9,3	9	7,5	5,8	8,3	6	7,4	4,4
8,8	4,1	5,8	9	7,3	5,7	6	8,2
5,9	6,6	9	5	7,4	2,8	7	6
4,7	5,7	5	8,6	4	7	10	7,7
5	8,1	8,6	7,4	5	5,5	3,3	6,8
8,3	7,7	7,4	7	8,9	8,1	5	7
5	5,9	7	6	6	5,5	8,3	8,3
4,4	4,3	5,7	4,5	5,7	5,6	1,2	5,3
7,9	3,4	4,5	5	2,8	2,5	7,2	6,7
7,4	8,2	8,7	6,4	10	4	6,1	7,6
7,2	5	6,4	5,1	5,5	5,8	4	6,7
8,8	3,7	8,3	5,6	9	5,7	8	5,1
5	5	5,6	5,7	7,5	5	6,9	6,9
5	7,7	4,4	5	5,6	4,3	5,5	5,5
5	5	4,2	4,5	5,6	7	1	6,1
4,5	6,5	7,5	6,3	6,7	6	6,2	5,8
5	5,7	5	5,6	10	6,1	1,3	4,5
6	3,9	8	4,5	9	8	4,4	8
4,5	4,4	5,6	5	7,4	5,4	7,1	6
8	7	8	6	4,6	4,9	4,6	7,2
7,1	6,9	6	7,3	5,6	7,8	7	4,6
6,2	8	7,2	6,6	7	8,2	3,45	6
5,5	5,5	9	5,7	5	6,9	5	6,6
7	7	4,9	4,5	6,7	7,8	7,3	5
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
308,7		313,8		314,9		294,55	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
6,17		6,28		6,30		5,9	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote almacenados al medio ambiente al día 7.

Puntajes							
0,50%		1%		2,50%		Sin cobertura	
7	6,3	4	6,4	3	2,1	2	1
9	4,8	5	4,9	6	6,2	4	3,6
7,3	8	6,4	7,1	5,7	4,5	3,5	4
6,2	6,2	2,3	8	5,5	6	5,5	6,1
9	7	7,1	5,5	2,5	7,1	1,9	3,9
9,2	5	9,2	3,9	8,4	7,5	8,6	5,5
6,3	7	5,5	7	5,5	6,6	6	9
8	4,8	7	5,4	9	4,4	6	8,6
8,2	7,1	7,8	4,5	8,3	5,5	5	4,3
4	6,3	4,4	7,8	7,1	5	6	5,8
5,9	6,8	6,3	5	4,5	6,4	5	6,1
5	4	7	5,9	8	5,2	5	8
6,2	7	7,3	8	8,2	7,1	6,1	6,9
4,1	6,45	6,6	6,2	6,7	7,6	2,5	8
6,2	4,8	5	7,2	8,5	8	6,9	5,9
4	5,2	6,4	6,5	9	7,6	8	7
6,1	6	7,1	7	6,1	4,6	6,1	7,8
7,4	7	8,4	8,3	7,3	8,5	6,2	6,4
5,2	4,8	7,1	6	5,9	7	3,4	8
7	7,3	8	5,4	9	6,1	9	3,2
7,1	5,6	6,6	6,8	8,5	9	5,8	7,1
2,8	5,5	7	7	6,6	5,5	9	6,3
5,8	7,1	5,8	8,2	7	6,5	5,5	5
6,9	5,2	7,2	6	5,3	2,2	6,3	5,5
5,5	6,1	6	5,3	5	8	7	6,5
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
310,75		319,8		320,8		289,8	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
6,22		6,40		6,42		5,8	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote almacenados al medio ambiente al día 14.

Puntajes							
0,50%		1%		2,50%		Sin cobertura	
6	2,9	7	5,4	8	8,8	7	7,5
5,2	3	6,8	2	8,6	4	7	6,9
4,7	7,4	5,3	6,6	5	6,1	6,4	5,8
5	3,9	2,9	5	7,2	5,8	6,6	3,3
6,8	5,1	7,7	3	3	5	7,9	5
6,3	3,2	4,6	5,7	9,7	5,2	8,1	6,1
5	4,4	5,4	4	7,1	4,3	8	4,9
5,6	5,1	4,6	5,5	6,2	8	7,2	5,2
6,1	6,8	4,2	5,7	5,3	4,4	8,8	6
6	6	5,4	4	7,1	3,8	8	5,4
5	3,3	4,7	2,9	5,5	6,5	5	6
5	4,9	3	7	7	5,3	3,1	5,3
6,4	7	4,3	4,6	5,5	4	5,5	5
6,8	5,6	8	7	5,9	5,2	6,2	6,3
6,6	5	5,2	6,1	5,2	6	5,5	5,6
4,6	4,8	3,6	5	6,6	5	5,6	5,1
6,7	6	5,7	6,3	3,8	5,7	9	4,3
6	3,6	6	4,5	7	6,4	8,2	5,7
6,7	5,3	6,4	6	7,2	3,7	8,7	4,9
6	6,7	8	3,1	7	3	9,7	4,8
5	6	6,9	7,1	3,7	7,8	6,8	5
5	5	4	8	6,9	5	6	6
3,3	5	7,1	5,1	3,8	5	2,4	4,8
7	5,5	8	4,3	3	5,6	5	6
3,3	6,8	7,8	5,5	9,1	4	5	4,3
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
268,4		272		288		301,9	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
5,37		5,44		5,76		6,04	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote almacenados al medio ambiente al día 21.

Puntajes							
0,50 %		1%		2.5%		Sin Cobertura	
5,9	5	6,1	5,9	3,4	9	7	5,6
2,7	3	5,9	4,9	7,2	4,6	6	3,7
5,7	5,4	7,3	4,6	6,7	6,1	5	5
3,2	6	4,1	5,3	6	4	5,9	4,5
7,6	4,3	1,4	6	4,3	5	5	6
5	3	5,4	7	6,5	5,9	5,2	5
2,3	8	7,4	4	5	3,3	6,3	4,4
5	7,2	5	7,5	10	9	6	5
5	5	5	2,5	5	5	6,8	5,7
5,5	5,2	3,8	5,4	5	5,9	8	3,9
4	5	7	5	3	4	8	5,2
6	7	6	6,1	6	6,1	6,9	3,6
8,4	4,3	3,5	6	2,5	6	5	6,3
8,9	5,2	7	3,9	7,2	4,8	4,4	5
2	6	8	5	9	5	5,7	6,1
4	6,4	6,6	6,5	5,9	3	5	5
6,3	5	6,4	5	8,7	4,8	5,4	4,4
2,4	6,2	3,3	5,7	5	7	9	5,2
5	5,6	3	6	6,2	2,5	3,2	6
5,7	4,5	7,9	3,5	7,9	6,2	7	5,4
6,8	3,6	8,3	5	8	8	9	7,5
6,6	7	5,7	4,1	7	4,7	9,2	3,2
5,5	4,8	7,1	6	3,3	6	9	6
3,6	5,7	5	8	6	5,5	9	4
7,2	6	7	2,7	5	5	6	5
Puntaje Total	Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		
264,7	274,8		286,2		289,7		
Promedio	Promedio		Promedio		Promedio		
5,29	5,50		5,72		5,79		

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote almacenados al medio ambiente al día 28.

Puntajes							
0,50%		1%		2,50%		Sin cobertura	
4,7	5,9	2	5,5	5,4	6,1	5	7,2
5	6,4	6	4	4,2	5	5,1	6,3
5	3,5	9	7	1	7,1	6,4	4,8
4,3	5,7	3,6	5,6	8,3	4,1	6,6	5,5
7,6	4	7,2	8	6,8	5	2,1	6
4,9	5	5,9	5,9	5,4	2,8	1	5,6
5,2	5,9	5,8	7,1	5,2	8	7,4	3
3,2	5,1	5,6	2,9	5,6	5	1	4,2
4	7	3	6,8	7	6,1	4,6	6,4
8	3,2	6	7	7	4,6	2	2
5,9	5	4,7	4,4	6,9	4,2	3,9	7
9	7,5	1	5	1	6	6,3	5,4
5,3	6	5	3,1	5	7,7	5,4	4,6
7,2	6,9	8	4	7,6	6	6,7	4,8
7,9	4,5	5,7	7,2	8,5	4,8	7,6	5,7
8	5,9	3	5,5	2	5,5	8,5	8,2
3,9	7	2,9	7	5,7	6,6	9,4	5,9
7	4,9	3,5	6	4,7	7	7,2	6,6
6,9	3,7	4,3	5,1	1	5,5	2,4	6
3,7	5,3	8,5	4,5	4,5	7,7	7	5,2
5,3	4,3	6,8	5	5	5	5,1	4,3
9	8	9	4,8	7	6,3	7	7,2
4,8	5,6	8	5,5	4,3	3	5	5
8	6,7	6	6,2	6,5	4,8	6,2	6,5
4,1	5	3,7	4,1	5	5,2	4,5	5,8
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
285,9		271,4		269,7		272,6	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
5,72		5,43		5,39		5,45	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote almacenados en refrigeración al día 1.

Puntajes							
0,50%		1%		2,50%		Sin cobertura	
10	7,2	5	6,3	5	7	4	3,9
10	7,4	0,5	4	7,85	5,45	5,3	6
9,15	5,3	3,85	4,5	6	5,8	1,6	5
5	6	7,15	6	6,9	6	5	5,8
6,7	5,1	6	5,4	5,8	6,4	6,1	6,1
9,2	5,7	6,75	3	6,6	6	5,2	7
6,1	9	5	6,35	5	5,35	5	8
5	8	6,4	3,5	5,65	8,1	5,5	6
6,1	8,15	0,8	6	9,45	8,3	6	5
5,1	6,1	5,9	4,8	4	4,45	7,3	5,6
6	7	5,5	5,5	8,5	7,5	8,2	5,6
7,1	8,6	5,7	3,6	5,6	6,5	8	6,6
5	8	6,2	5	7,9	7,5	5	4,3
8,6	6	5	5,1	6,75	6,2	5,7	6
8,1	6,3	7,1	6,35	6,5	5,95	4,4	6
7,2	7	5,8	3	5,4	4,8	5	5
5	6	4,3	5,4	5,3	7	1,3	5
6,35	5,4	4	5	5	6,5	4	5
6	7	3,9	4,6	6,6	4,9	5,1	4,5
5,3	8	3,5	6,5	4,75	4,5	6	5,5
5,9	5,75	5	5	5,2	7	5	4,5
8,4	6,5	5,45	6	5	5,5	5	5
6	6	5,1	4,7	7	5	5	5,5
4,6	6,8	5,5	5	5,1	4,8	5	5
6,2	6	5,5	4,3	5	5,35	4,8	6
Puntaje Total	Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		
336,4	249,8		303,7		266,4		
Promedio	Promedio		Promedio		Promedio		
6,73	4,99		6,07		5,33		

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote almacenados en refrigeración al día 7.

Puntajes							
0,50%		1%		2,50%		Sin cobertura	
5,5	7,45	6,35	8,1	3,7	7	7	10
9,55	8,8	7	7,1	7,7	8	8,6	9,4
5,55	9,8	5,8	7,2	6,2	5,7	6,6	6,6
9,7	8,4	10	9	4,9	7	7,2	8,4
9,4	10	5	7,5	7,4	6,45	5,8	6,2
7,45	7,2	8,45	7,2	4	6,4	6	9,4
9,6	9,5	8,5	10	4,7	5,3	8	4
10	8,8	8,9	8,45	7,8	7	5,2	6,3
9,7	8,5	9,1	6	7,45	8,1	10	8,8
8,6	7,7	1,9	2,4	10	8,6	5	10
5	5,75	5	6,35	5,4	6,5	8,1	9,3
10	8,9	3,9	5	9,35	8,7	8,5	9,4
9,5	9	7,85	8	9,8	10	7,2	5,9
10	8,5	10	9	7	7	8,3	6,4
10	9,6	10	8,9	8	7,3	6,6	3,9
7,8	7,45	8	7,45	6,9	5,15	6,4	6,5
9	6,9	5,9	5,1	5,6	7	7,6	6
8,2	7,95	5,5	6,8	6,7	8,1	1	4,1
6	8,25	6,8	7,4	7,2	5,2	5	3,9
5,5	6,35	8	7,3	8	7	9,5	8
6,9	10	7,4	8,9	8,1	8	8,7	4
8,1	6,9	8,3	7,6	6,5	5,5	5,7	5
8,8	8	7,5	5	5,6	5,1	10	4,4
4,9	5,5	8	8,4	7,6	6	7,4	6
9,1	8,65	8,9	7,9	7,1	6,6	3,2	5,1
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
407,7		364,1		345,4		339,6	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
8,15		7,28		6,91		6,79	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote almacenados en refrigeración al día 14.

Puntajes							
0,50%		1%		2,50%		Sin cobertura	
9,6	8	8,4	6,8	0,35	5,65	7	5
5	7,6	2,2	4	0,2	4,2	9	8,5
9,7	6	3,35	4,55	6	6	9	2
5	5,8	8	7,1	10	8	8	6,5
2,2	5,45	6,35	4,5	4,5	3,9	5,6	6,1
4,15	4	7,35	8,3	7,45	7,2	7,4	6,4
3,7	6,5	5,6	5,1	4,4	5	5,7	6,1
8,9	6	6,7	5,7	6,7	4,9	5,6	8
5,2	4,7	4,8	4,4	5,7	6	9	5
7	7,5	5,9	5	6	7	7,1	6
6	6	3,8	5,2	4,7	6	8,5	8
7,7	6	7	5	5,8	6,7	7	5
4,65	5,4	5,5	4,5	3,7	5	8,2	2
5	6,2	6,8	5,5	10	6	6,8	7,1
8	8,1	3,4	5	5	7,2	6,7	6
6,2	5,45	5,3	4,15	7,7	5	8,2	5,4
6	6	6,5	5	6,1	3,9	8,3	4,6
6	5,6	5,1	4,4	6,15	4	9	5,9
6	5,2	3,65	5,7	3,7	3,7	7	4
6,2	6,15	4,9	5,4	6,9	4,35	7	5,5
4,1	5,5	4,5	5,25	4,2	5	9	4,5
6	6,5	5,5	5,6	4	4,4	9	6,6
6,25	5,8	6	7,5	5,8	6	8,2	5
6,2	5,7	4,45	6,5	4,3	5,5	7,7	5,3
6	5,6	4,1	5	6,25	5	5	4,8
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
301,5		270,3		271,2		328,3	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
6,03		5,41		5,42		6,57	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote almacenados en refrigeración al día 21.

Puntajes							
0,50%		1%		2,50%		Sin cobertura	
5	7,35	4,55	5,3	2,3	5,9	7,1	4
5,35	6,55	5,7	6,9	9,55	6,15	6,1	6
8,9	9	9,65	7,6	4,6	5,7	7	3,9
6,65	6,35	5,55	8,1	5	5,25	8,1	5,5
5	7,35	5	7	5	6,4	3,7	4
5	4,55	5	5,85	10	4,9	7	5,1
5	6	7,6	9	5,7	5,2	5	3,7
8,55	7,25	9,9	5	5,9	8	5	6,1
9	8	7,85	6,9	3,3	7,6	7	5,8
5	6,35	10	8	5	5	6	5
10	8	7,2	5,65	5	6	5	5
5,35	6,25	7,35	4,2	3	7	5,8	4,9
5,4	5	8,4	5,55	6,4	6,5	6	3,7
10	9,1	2	6,75	6	8,1	5	5
7,85	6,85	6,6	6	3,9	6,5	7	6,2
9	7,15	8,5	7,3	6,25	5	6,4	4,5
5	6,9	10	10	10	5,9	4	3,5
3	6,65	10	6,1	5	6,7	7	6
8,2	7,45	7,7	4,8	5,2	5,2	6	5,1
6,35	5	5,3	8	6	6,1	6,2	4
3,75	4,15	8,7	7,5	3,75	5,4	9	6
9,05	7,1	8,55	7	7,5	6,5	7,7	5
7,75	7,9	5,65	5	6,55	5,8	5,3	4,5
8	4,55	6,9	8,3	5	6	5	3,1
6,85	8,2	7,95	5,5	6	7,7	6,8	5
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
338		348,9		296,4		274,8	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
6,76		6,98		5,93		5,5	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote almacenados en refrigeración al día 28.

Puntajes							
0,50%		1%		2,50%		Sin cobertura	
6,4	8,4	7	8,4	7,6	7,4	7	8,1
6,8	7,9	6,65	6,4	5	9	5	6,5
3,7	5	8,75	5,7	8,3	9	6,3	5,5
6,4	6,3	5	4,1	7	6,5	5	4,1
6	7	7,65	7,6	7,4	4,8	7,5	4
8,3	6,5	8,3	7	8,2	5,3	5	5
5,4	7	3,9	5,5	8,8	5	3,9	4,5
7,7	8,1	6,4	3,9	7	6,3	2,5	3,5
5	6	4,7	6,5	7	5,1	4,5	6,5
8,6	6,1	8	6	2,9	5	7	6
6,5	7,5	6	6,5	1,2	7	6	6,1
7,4	9	3,9	4,5	6	4,3	3,9	4
6,5	7	5	3,5	7	5,5	5	3,5
5,2	6	9,8	8,5	5	4,4	6,5	5
8,2	7,5	8,4	7	4,5	4,6	6,4	7
5,6	5,7	6	5,9	6,7	5,5	5	4,9
8,9	6	6,6	6	6,6	4,4	7	6
10	7	10	8	8	5,7	3,5	8
6,4	8,5	6	5,6	7,3	4,8	6	4,6
7	5,6	7	6,4	5	6,3	4,5	6,4
7,4	7,1	4,9	6	4,5	6	5,5	5
6,7	5,6	5,7	4,7	5	5	4,2	4,7
5,1	8	7,25	6	5,9	4,5	7	6
6	6	5,5	7,5	6	6	5	5
8	7	6,35	6,5	5,7	4,9	3,25	2,5
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
341		347,5		295,9		264,85	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
6,82		6,95		5,92		5,29	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote almacenados en refrigeración al día 35.

Puntajes							
0,50%		1%		2,50%		Sin cobertura	
6,1	7,1	6,5	4,6	9,1	7	5	6,2
8	7	8,5	5,6	8	8	7,7	5,3
10	6,2	10	8,2	5	7,3	7,5	6,4
8	6,7	7,1	6	5,9	5,6	9	5
6,6	6	5	8,5	5,5	6	5,9	4,9
6,2	5,2	8,2	6,6	9,1	8	5,6	7
5,35	6,7	7,85	7,2	7,9	5	5,7	4,6
5,2	5,2	3,3	4,3	4,6	6,1	4,7	6,3
6,8	7	2,2	3,7	5,3	7,3	6,9	5,7
6,5	8	6,9	5,1	7,5	7	7,9	5
4,8	5,4	4,6	3,9	7	7,35	4	7,1
5,6	6	2,6	6,7	3,4	5,9	5	6
0,3	5,8	5,4	5,5	8,8	6,4	6,6	3,9
1,1	3,9	8,3	6	8,1	8,2	8	8,1
7,1	6,25	5,8	5,6	7,2	6,6	5,5	5
7	6	8,4	8	6,2	7,6	9,2	6,9
3,9	4,8	6	4,1	8,2	7,3	7,2	6,2
8,1	7,5	4,4	7,7	8,8	6,45	6,4	5,5
8,8	6,3	9,7	6,9	6,5	6,3	9	7,2
6,8	5,8	4	7,1	7	4	8,7	6,4
7	6,7	6,1	6,9	5,8	7	7,4	5,2
6,5	6	6,7	5,5	7,1	5,9	4,4	8,7
4,05	5,2	7,25	6,25	6,3	7	6,1	8,1
5,4	4,95	5	6	6,5	4,5	5,6	7,5
7,95	7,45	8	4,1	3,8	5	5,9	6,5
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
306,3		307,85		331,4		319,6	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
6,13		6,16		6,63		6,39	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano almacenados al medio ambiente al día 1.

Puntajes							
0,5 %		1 %		2,5 %		Sin Cobertura	
5	2,5	7	2,3	6,2	6	4,3	5
10	6,5	8,3	5	5	1,3	7,4	4,4
7	5,1	7,2	5,5	6	5,6	6	8,2
1	8	1	1,8	5	8,2	7	6
9,5	8,5	9,4	4,6	9	4,5	9	7,7
5	5	5	9,4	5,8	6,3	3,3	6,8
5	5,6	4,6	4,9	5	5	5	7
4,7	6,7	1,7	4,7	5,6	4,5	8,3	8,3
8	5,5	8	5,8	3	5,9	1,2	5,3
9,8	6,7	4,7	5	1,2	7	7,2	6,7
7,4	7	3	7,1	1,4	6,4	6,1	7,6
6,5	7,3	8,4	9,2	5,7	10	4	6,7
7,3	2,8	5	6,7	6,2	5,8	7	5,1
8,8	4,9	5	7,3	3,9	8,7	6,9	6,9
1,6	4,8	3,5	9	3,3	6,2	5,5	5,5
5,6	7,4	4,4	6,5	2	5,4	4	6,1
6,5	9,8	6,1	8	8,1	6,7	6,2	5,8
5	7,4	5	5,8	4,7	8,4	1,3	4,5
9,2	6,5	9,2	6	5	6,8	4,4	8
2,6	4	4,1	7	9,2	2,6	7,1	6
5,3	6,7	5,5	7,3	6,6	4	4,6	7,2
6,5	5	5,5	6,1	4,7	7,6	6	4,6
9,5	8	5	5,8	4,1	5,6	3,45	6
9,4	7	5,7	3,9	5	8	5	6,6
7,2	4	3,6	7,3	5,5	5,5	7,3	5
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
317,1		287,9		279,2		294,55	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
6,34		5,76		5,58		5,89	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano almacenados al medio ambiente al día 7.

Puntajes							
0,5 %		1 %		2,5 %		Sin Cobertura	
5,6	4,5	9	5	7,2	6	2	5
5	8	4	8	4	7,4	4	4,7
2,5	6	5	4,9	7,6	5,1	3,5	5
5,7	4,5	5	5,8	5	5,5	5,5	5,1
5	5	7,5	5	3,9	4	1,9	6,3
5,6	1	9,3	5,1	7	7,5	8,6	5,9
4,5	6,7	5,6	4,6	6,1	6,6	6	6
6	4,6	6,1	5,1	6,1	7	6	8
5,5	5	7,2	6	4,6	4	5	5
4,6	4	5,4	4,8	3,9	6,7	6	5,9
4,6	6,1	5,6	5,1	6,5	5	5	4,6
6,3	4,4	5,6	5	5,4	5,5	5	6,3
8	5,3	7	4,3	5	6,1	6,1	5
5	7	6	5	7,9	5	2,5	6,5
3,8	5,5	6	6,1	7,5	7,1	6,9	6
6,7	6,2	5	5	3	7,6	8	8
6,1	5,4	6,6	5,4	5,5	6,1	6,1	5,1
6	4,8	6	6	7	5	6,2	3
5	6,1	6	5,5	5	7	3,4	8,1
3	6	5	4	8	6	9	6
4,5	5,8	5,5	5	7,7	5,2	5,8	5,7
5,3	5,8	5,9	5	4,8	4	9	5,5
1	6	5	6,1	9	5,5	5,5	6
5	3,9	7,9	5,7	5	6,2	6,3	5,8
5,7	5,7	5,5	6	3,9	3	3,5	6
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
259,3		286,2		290,7		281,3	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
5,19		5,72		5,81		5,63	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano almacenados al medio ambiente al día 14.

Puntajes							
0,5 %		1 %		2,5 %		Sin Cobertura	
5	7,8	3,8	9,5	3,8	5	7	7
8	2,5	3	4	6	6,8	7	6,9
5	4,1	5,3	3	5	4,3	6,4	5,8
2,5	5	4,5	6,9	4,8	8,8	6,6	6
2,3	6,2	3,6	3,5	4,2	3,5	7,9	7
3,3	7,8	4,6	5	5,7	5,7	8,1	6,2
7	5	4	6,9	3	7,1	7	5,9
7,4	5	6	6	6	6	7,2	5,5
6,8	6,1	6,7	5,2	5,5	4,1	8,8	6,1
6	8	8	4,4	5	5,3	5	8,1
5	7,2	7,8	6,9	9	7,3	5	6,5
6,6	8	5	5,4	3,8	5,4	3,1	5,9
5,4	4,4	6,3	6	6,4	6,3	5,5	4,9
8,4	3,2	6	6,5	5,6	7	4,2	6,1
7,3	5,2	6,2	6	7,2	6	5,5	7
6,5	6	5,5	6,5	7,3	6,2	5,6	5,8
5	5	4	5,5	3	5,6	9	5
3,2	8,1	6,7	6,2	9,3	7	8,2	7
8,1	4,5	7,8	7	3,4	5	4,7	4,8
8,9	8	9,3	5,8	4,1	5,5	9,7	5,2
7,5	5,5	6	5	5,2	5,6	6,8	5,4
8	3,6	7	8	7	4,2	6	5
6,5	6,3	4,4	5,1	4,3	8	2,4	7
5	7	7,9	6,9	1	5	5	6,2
2,4	5,6	2,3	6	3,8	6,1	5	4,1
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
292,2		288,9		276,2		307,1	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
5,84		5,78		5,52		6,14	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano almacenados al medio ambiente al día 21.

Puntajes							
0,5 %		1 %		2,5 %		Sin Cobertura	
3	7	6	5,5	7	4,7	7	6
3	6,3	4	7,1	5	3,9	6	5,9
8,7	5,5	4,5	4,5	6,8	5,7	5	5
6,6	4	5	6,1	3,5	5	5,9	5,8
6	7,5	2,5	5	8,1	3,5	5	5
5	3	5,8	4,5	4,3	4	5,2	6
4,1	6	3,7	7	8,3	5,3	6,3	5,5
5	5	3	6,6	7	3,7	6	7
5	5,9	3,3	7	7,7	4,5	6,8	4,6
4	8,3	1,7	4,5	5,7	5	8	5
5,7	6	7,1	5,8	4,5	5,3	8	6,3
5,9	5	3,1	3,3	2,5	5	6,9	6
7,8	8	7	7,1	7,8	5,4	5	5
8,3	5	6,7	6,7	6,5	4,6	4,4	5,2
6,1	7,8	7,5	5,2	4,2	5,8	5,7	4,8
6	4,2	6	8	5	6	5	5,9
3,1	5,7	5,2	3,3	6,1	5	5,4	5
5	9	9	6	6	6,2	9	5,2
4,2	5	8	5,2	5,3	5,1	3,2	6
4	7,1	6	5,8	4	5	7	7
1	5,2	5	6,5	5	5	9	5,2
5,7	4,4	4,7	7,4	6,8	3,8	9,2	3,5
9	7,5	5	5,3	8	3	9	5,1
5	6,1	7	6,7	5	5	9	5
4,6	6	6	6,1	6	4,7	5,2	4
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
282,3		279		266,3		299,2	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
5,65		5,58		5,32		5,94	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano almacenados al medio ambiente al día 28.

Puntajes							
0,5 %		1 %		2,5 %		Sin Cobertura	
6,6	5,2	8,7	4,8	5,6	6	5	5,4
9,8	2,4	7,3	5,9	5,7	3,6	5,1	6,7
4,2	6,2	5,7	3,1	4,1	2	6,4	7,1
5	3,8	3,8	2,6	6,2	5	6,6	7,2
1,6	5	2,3	4,7	2,2	5,5	2,1	2,4
2,8	6,1	2,2	3,2	1,6	5	1	5
5,6	5,8	3	7,5	1	3,2	7,4	5,1
4,4	3,3	7,5	6,1	9,3	4,7	3	3,9
3	6,2	5	2,8	5,6	5	4,6	5,3
6,1	1,6	4,4	4	4,5	3,8	2	2
6,8	5,2	7,4	5	5	5	3,9	4,6
4,3	4,4	4,5	3,7	6,6	4,8	6,3	1
6,2	5,2	5	5,2	6,2	6	5,4	3,9
1,6	2,1	4,4	4,5	4,9	5,2	6,7	5,3
5	3	8,2	3,5	9,2	2,6	7,6	4,7
5	6,1	6,1	6	7,1	4,4	8,5	6,4
6,4	3,2	5,5	5,6	5	5	7,4	5
5,9	5	4,8	6	7,5	3,6	6,2	2,1
6,5	4,8	5,9	7	9,6	5,7	2,4	2
3,9	2	6,3	5,2	3,9	4,1	7	5,6
5,5	5	6,9	3,1	4,1	5,9	5,1	2
4,8	3,8	5,1	2	6,2	2,2	7	3,6
6	4,5	4,5	3,5	6,9	3	5	5,4
2,2	8,5	5,6	3	5,3	5,1	4,2	5,8
4,7	6,1	5	4,3	4,3	4,5	6,3	4,4
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
238,4		247,4		248,5		244,1	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
4,77		4,95		4,97		4,88	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano almacenados en refrigeración al día 1.

Puntajes							
0,5 %		1 %		2,5 %		Sin Cobertura	
6,6	4,9	5,2	6,7	8	8	4	3,9
5	3,5	6,45	4,15	8,8	9,8	5,3	6
5	6	5,6	5	10	6,9	1,6	5
5	4,2	3,8	6,7	7,2	6,5	5	5,8
3,7	5,7	4,65	4,8	9,5	7,2	6,1	6,1
3,35	5	4,7	5,8	7	8	5,2	7
5,2	6,3	5,5	2,1	5,4	7,1	5	8
5,6	6,9	4,5	5,6	3,3	6	5,5	6
5	5	7,5	5	5	7,7	6	5
5	6,8	5,4	4	5,45	7,1	7,3	5,6
4,65	6	7,8	7,4	5,55	4,9	8,2	5,6
5,3	5,65	2,85	4,7	4,6	6,3	8	6,6
5,8	6,6	5,8	6	5,8	4	5	4,3
6,85	5	4,6	6,2	1,5	5,15	5,7	6
9,4	7	7,3	8,5	5,45	7,8	4,4	6
5	5,85	5,95	5,5	7,95	4,4	5	5
6,25	6,1	7,4	5,8	6,8	7	1,3	5
4,6	5	5,5	3,6	7,6	5,7	4	5
6,1	4,8	4,9	5	8	6	5,1	4,5
6	5,8	3,7	4,7	5,4	6,4	6	5,5
3,45	2	5,6	5,4	7	5,8	5	4,5
5,5	6,75	4,35	7	5,6	5,25	5	5
4,3	3,7	4	5	5,55	6,6	5	5,5
6,7	4,9	5,6	4	7	5,1	5	5
5,1	5	6,3	5,7	7,8	6,5	4,8	6
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
268,9		269,3		322,45		266,4	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
5,38		5,39		6,45		5,33	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano almacenados en refrigeración al día 7.

Puntajes							
0,5 %		1 %		2,5 %		Sin Cobertura	
7,8	9,1	4,6	6,8	6,9	6,9	7	10
7,7	8,25	6,75	7,1	5	5,7	8,6	9,4
7	7,4	8	6,9	8,6	6,5	6,6	6,6
7,2	8,25	5,5	6	9	6,8	7,2	8,4
5,9	6,4	5,8	5	5,85	5	5,8	6,2
6,1	5,35	7,2	6,4	4	6,6	6	9,4
10	7	3,25	8,45	10	7,8	8	4
8,2	8,9	6,5	9	5,4	5,5	5,2	6,3
8,3	7,4	5,1	6,3	1,7	5,75	10	8,8
8,75	6,7	5,8	5,5	2,5	6	5	10
9,2	7,1	4,5	5,6	5,5	7	8,1	9,3
7	8	10	6,6	9,1	7,1	8,5	9,4
4,4	6,6	9,1	8,4	7,2	8	7,2	5,9
5,7	6,1	7,3	7	7,35	5,5	8,3	6,4
8,3	10	6,6	4,5	4,5	6,6	6,6	3,9
8,05	8,6	5,6	5,9	7	8	6,4	6,5
9	10	7,5	8,8	6,5	7,7	7,6	6
4	4,55	6	5,7	7	8	1	4,1
7,5	7,5	8,4	6,9	6	5,6	5	3,9
6	7,3	5,8	7,7	6,2	5	9,5	8
9,8	4,4	8	5,1	10	8,3	8,7	4
8	7,8	6,5	5,9	8	7	5,7	5
7,2	8	7	6,35	6,5	5,5	10	4,4
6,5	5,8	6,7	6,5	6	5,9	7,4	6
5	6,1	7	6,1	4,8	2,85	3,2	5,1
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
365,2		329		321,2		339,6	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
7,30		6,58		6,42		6,79	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano almacenados en refrigeración al día 14.

Puntajes							
0,5 %		1 %		2,5 %		Sin Cobertura	
8	4,6	7,45	7	4,3	6,7	7	5
2,25	5	5,35	6,6	8,5	8,6	9	8,5
2,9	6,9	8,4	7,1	5,6	6,1	9	2
5,7	7,25	7,3	6,7	7,35	7	8	6,5
8,05	6,4	2,35	4,9	10	8	5,6	6,1
4,8	5,3	5,2	6,5	5,2	6	7,4	6,4
1,6	4,8	8,8	8,4	8,3	7,1	5,7	6,1
5	6	5	5,6	10	6,9	5,6	8
2,4	6,1	8,7	7,2	5,7	5,65	9	5
7,7	7,5	2,7	6,6	5	7,55	7,1	6
1,1	5,9	8,4	5,25	5,55	8,1	8,5	8
10	5	5,45	4,9	7,7	7,65	7	5,4
8,3	6,8	8,4	6,65	8,3	5,25	8,2	4
5,3	4,8	9	5,9	3,7	3,75	6,8	6,5
9,45	7,5	3,9	7,7	6,5	5,15	6,7	5
7,6	6	9,3	7,1	6	6,75	8,2	8
6,5	5	6,1	5,35	8,5	6,8	8,3	5,3
4,5	8	6,8	6,45	7,7	6,1	9	6,4
8	4,1	4,6	8	5,6	5,7	7	7
6	5,8	5	5,25	5,35	6,95	7	6
3,8	7,9	4,7	5,95	6,2	7,5	9	5
4,5	1,9	7,55	5,45	6	6,9	9	7,3
7,7	2,6	6,1	5,1	5,9	4,55	8,2	5
5,7	5,7	5	6,1	4,45	6,4	7,7	6
7	7	6,2	6	5,2	5,45	5	8
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
287,7		315,5		325,2		341,5	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
5,75		6,31		6,50		6,83	

Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano almacenados en refrigeración al día 21.

Puntajes							
0,5 %		1 %		2,5 %		Sin Cobertura	
9	8,5	5	5	9	5,25	7,1	4
4,7	5	2,85	5,1	6,45	6,45	6,1	7
5	5,65	5	5,7	10	5,7	8	5,1
5	6	4,3	5,45	3,05	6	8,1	5
7,35	6,8	5	4,75	5	5	3,7	6,2
4	5	4	5	7,3	6,5	7	7
7,55	5,35	5,65	5	7,55	4,5	5	5,3
6	5,3	5,45	6,2	5,9	5	5	4
6,4	7	6,3	5,8	2,25	3,95	7	6,2
2,5	4,6	5	5,4	5	4,1	6	5
5	4,2	6,15	5	5,5	5	5	5,4
5	5	8	6	8	7	5,8	5
7,05	5,45	6	8	3,7	6,25	6	8
5	4,9	2	3,95	4	5,1	5	6,1
5	5,5	6,5	6	5,25	6	7	5
4,2	4,9	5,9	5,5	9,4	5	9	7
5,65	6	7,3	6,3	9,3	5,1	4	6
4	5	6	5	9,2	6,1	8	5,8
8,6	7,45	5,5	7,1	6,55	5	6	7
3	5,5	5,45	4,9	8	6,5	6,2	4,9
6	7	6,3	5,25	6,9	8	9	4,1
6,5	6	7	6,1	6,45	5,1	7,7	6
5	6	6,6	5,6	6,7	6,1	5,3	3,7
7,4	5,35	5	6,7	5,6	7	5	5,1
6,55	5	6,9	4,3	6,9	5	8	6
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
283,9		278,25		303,65		299,9	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
5,68		5,57		6,07		5,99	

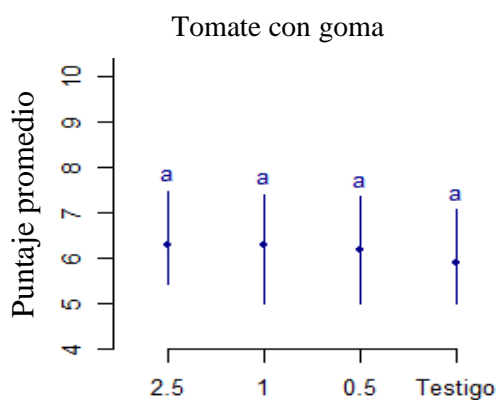
Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano almacenados en refrigeración al día 28.

Puntajes							
0,5 %		1 %		2,5 %		Sin Cobertura	
5,8	8	6,1	8,1	6,2	7,65	7,6	7,4
7,7	6,65	8,35	6,6	8,9	7	5	9
8,15	7,9	9,3	7,5	9	8	8,3	9
9,1	4,9	10	8,9	8,75	7,4	7	6,5
3,85	5,2	5,7	6	6,75	6	7,4	5,9
8,8	7	6,5	8	7,95	7,5	8,2	7,2
2,5	6,2	8,75	5,5	8,25	8	8,8	4,5
3,95	6,7	8,5	8	7,9	7,2	7	8,1
9	9	4,45	7,3	6	5	7	5
8,8	8,7	8,45	8,5	9	7,25	2,9	7,9
10	7	5	5	5	7	1,2	8
8,9	7,8	8,95	9,1	8,9	6,6	6	6
5,3	5,8	9,5	7,9	6,1	6	7	7,1
7,15	6	7,8	4	7,4	6,7	5	5,6
6	4,4	4,2	7,8	8,8	7,9	4,5	6,4
6,3	6,85	7,45	6,9	5	7,1	6,7	7,5
6,9	8,8	7,8	7,7	8,6	6,25	6,6	5,8
4,8	7	6,15	6	7,45	7,2	8	6,6
6	8,15	8,1	5,7	5	6,6	7,3	7
7,7	6,4	6	4,5	7,4	7	5	6,5
6,6	9,5	7	7,6	6,1	6,5	4,5	7
5	4,1	5,9	5	8	7,1	5	7,5
7	5,8	6,4	7	5	5	5,9	6,2
4,8	3,45	9	6,6	6,45	7,25	6	8,2
7,2	6	5,7	6	5,9	4,7	5,7	5,8
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
334,6		352,25		349,7		325,3	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
6,69		7,05		6,99		6,51	

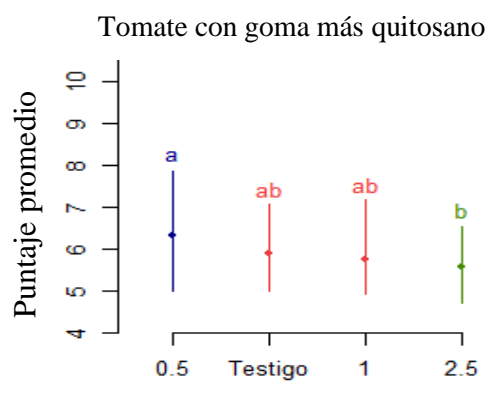
Anexo 3: Resultados de la prueba de aceptación del sabor en los tratamientos con cobertura de goma de sapote más quitosano almacenados en refrigeración al día 35.

Puntajes							
0,5 %		1 %		2,5 %		Sin Cobertura	
5	6,25	5	2,9	5,8	6,1	5	5,9
7,8	3,9	7,5	5,8	7,5	2,7	7,7	6,6
8,9	8,5	9,5	8,1	2,8	5	7,5	5,1
7,3	6,5	8,5	5,6	6,1	8	9	6,2
8	4,7	7,1	4,95	4,9	5,2	5,9	7,7
5,5	7	5,6	7	8,4	6	5,6	6
4,9	6,3	8,9	7,2	8,3	5,4	5,7	8
6,3	4,6	5,1	5,6	8,5	7,9	4,7	4
6,7	6,1	7,6	3,1	8,2	8,2	6,9	5,4
3,9	4,4	8,3	7,4	10	5,8	7,9	6
4,8	5,4	5	5,15	5	3,8	4	5,6
5,6	8,2	8,6	10	8,5	5	5	6,2
8,3	5	7,3	7,1	8,4	7,2	6,6	4,7
6,1	6,1	5,8	6	6,8	5,7	7	5
5	7,2	2,9	4,25	7	6	5,5	7,2
7	5,7	2,7	3,55	3,5	4,1	8	4
3,9	8,4	10	8,2	7,8	6,7	7,2	6,9
7,2	5	5,2	5,6	8,4	5,4	5,4	5
8	7	6,5	6,1	8,2	6,9	9	7,7
5,1	5,9	9,4	8,2	1,8	4,5	8,7	4,9
6	6,6	5,6	6	2,8	3,1	7,4	6,8
3	7,7	8,3	6,85	5,5	7,5	5,7	4,3
5,1	3,8	2,4	4,9	5,2	5,6	5,1	5,9
7,7	5,9	5,2	6	6,1	7,8	8	5
5,5	4,1	4,7	5,35	8,3	6,8	5,8	4,8
Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total		Puntaje Total	
302,85		313,6		310,2		309,2	
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
6,06		6,27		6,20		6,18	

Anexo 4: Análisis de Kruskal Wallis a los resultados de la prueba de aceptabilidad del sabor a los tratamientos con cobertura de goma de sapote y de goma de sapote más quitosano almacenados a temperatura ambiente y en refrigeración,

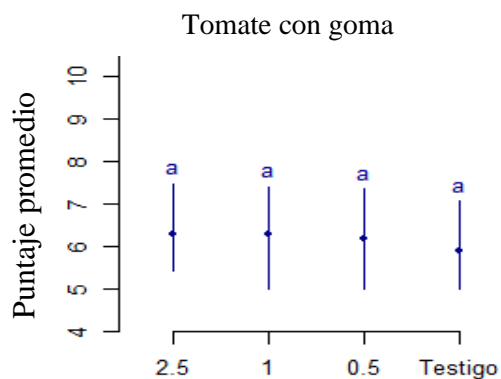


Goma de sapote (%)

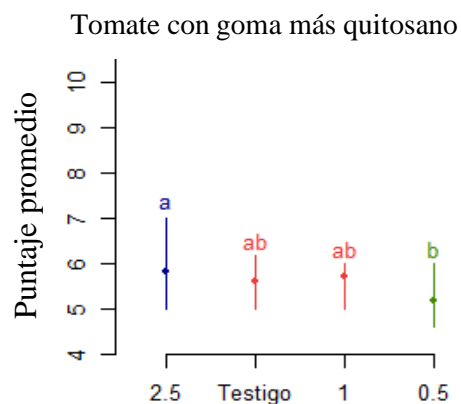


Goma de sapote (%) más quitosano (1%)

Análisis de Kruskal Wallis a resultados en prueba de aceptación de sabor a los tratamientos almacenados al ambiente al día 1.

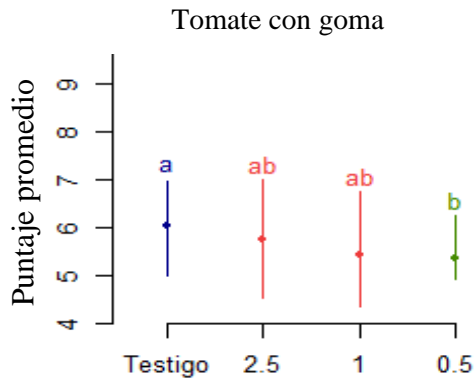


Goma de sapote (%)

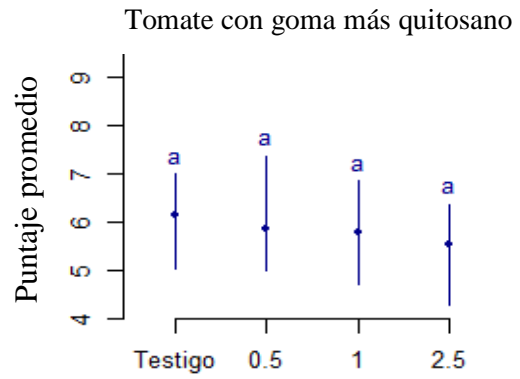


Goma de sapote (%) más quitosano (1%)

Análisis de Kruskal Wallis a resultados en prueba de aceptación de sabor a los tratamientos almacenados al ambiente al día 7.

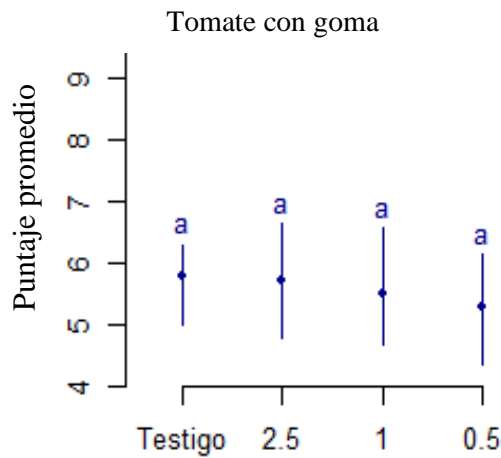


Goma de sapote (%)

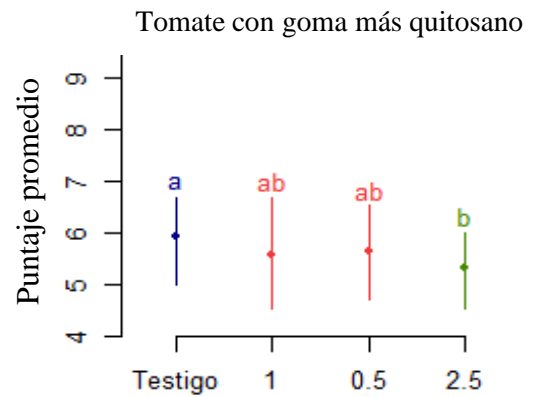


Goma de sapote (%) más quitosano (1%)

Análisis de Kruskal Wallis a resultados en prueba de aceptación de sabor a los tratamientos almacenados al ambiente al día 14.

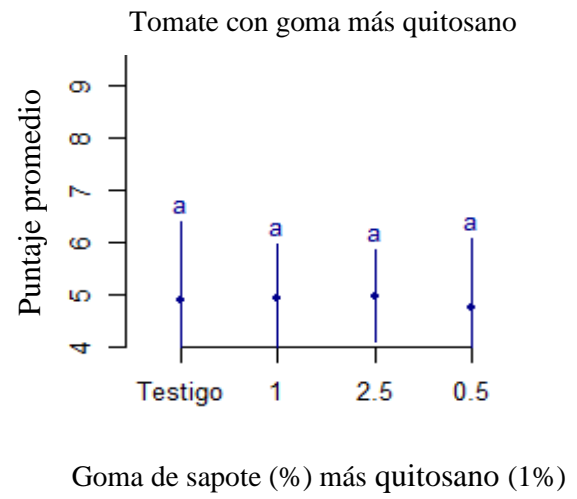
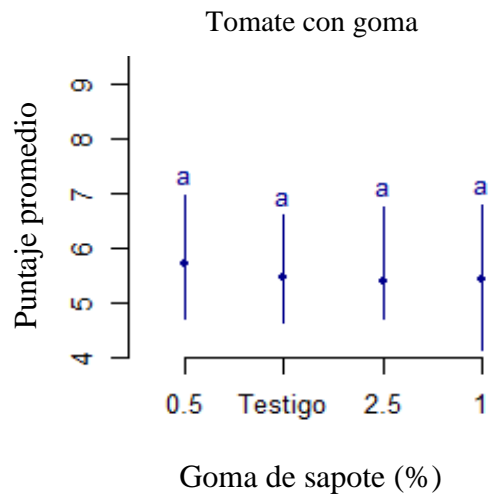


Goma de sapote (%)



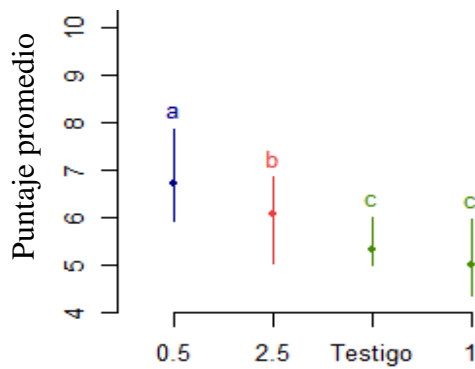
Goma de sapote (%) más quitosano (1%)

Análisis de Kruskal Wallis a resultados en prueba de aceptación de sabor a los tratamientos almacenados al ambiente al día 21.



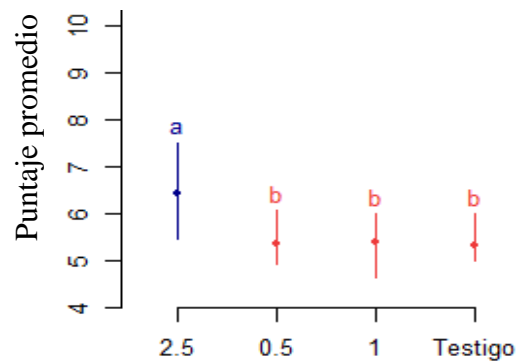
Análisis de Kruskal Wallis a resultados en prueba de aceptación de sabor a los tratamientos almacenados al ambiente al día 28.

Tomate con goma



Goma de sapote (%)

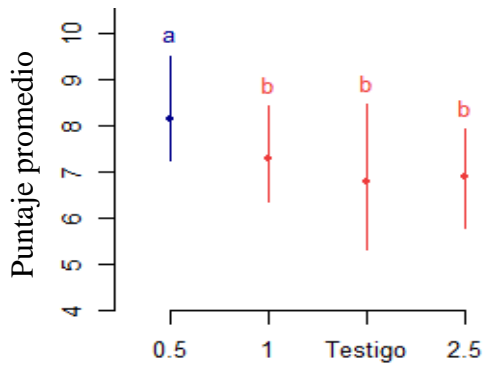
Tomate con goma más quitosano



Goma de sapote (%) más quitosano (1%)

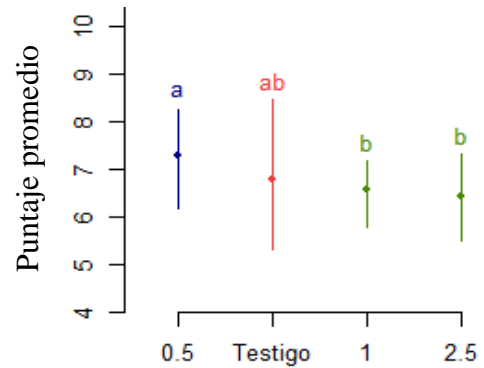
Análisis de Kruskal Wallis a resultados en prueba de aceptación de sabor a los tratamientos almacenados en refrigeración al día 1.

Tomate con goma



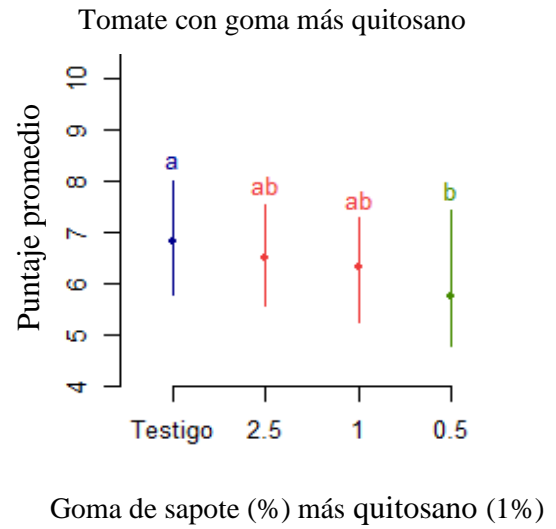
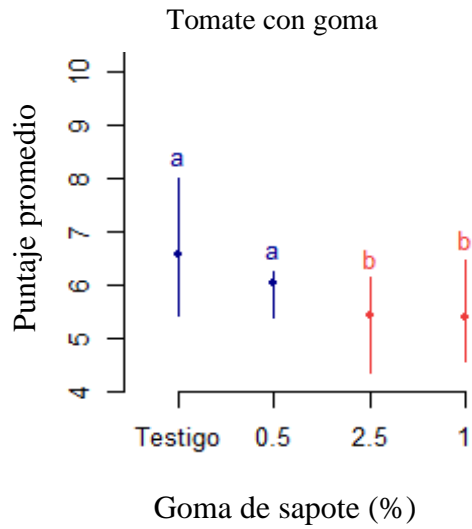
Goma de sapote (%)

Tomate con goma más quitosano

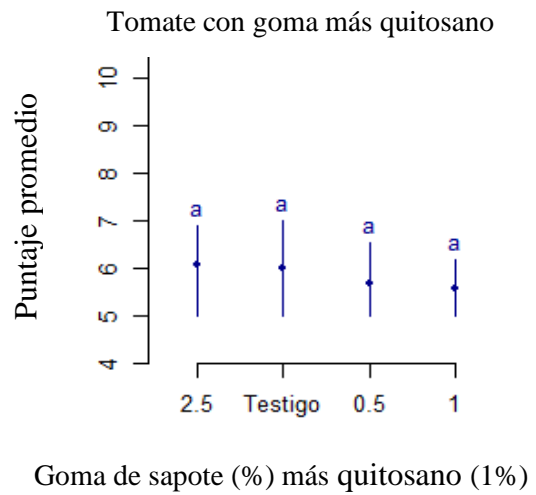
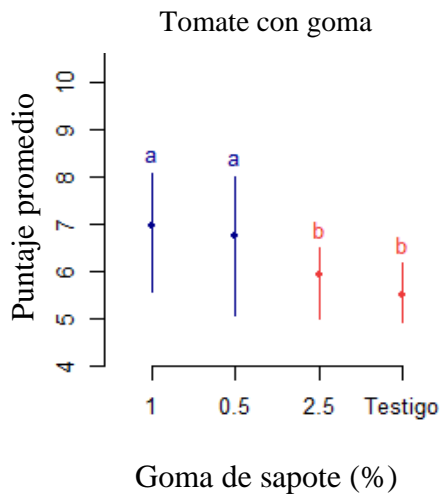


Goma de sapote (%) más quitosano (1%)

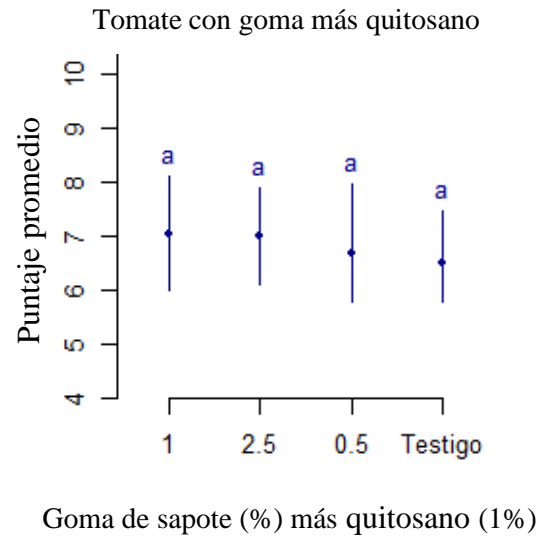
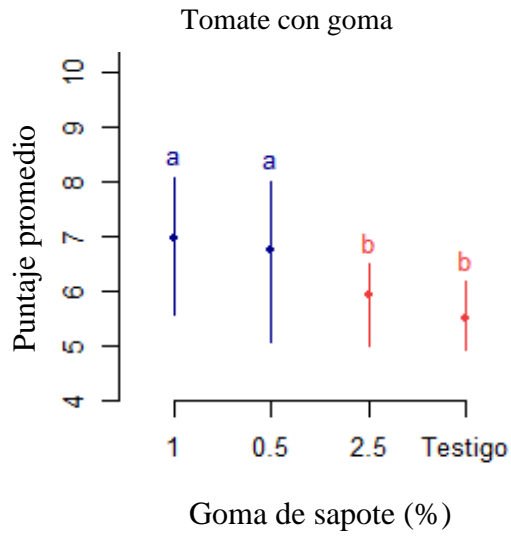
Análisis de Kruskal Wallis a resultados en prueba de aceptación de sabor a los tratamientos almacenados en refrigeración al día 7.



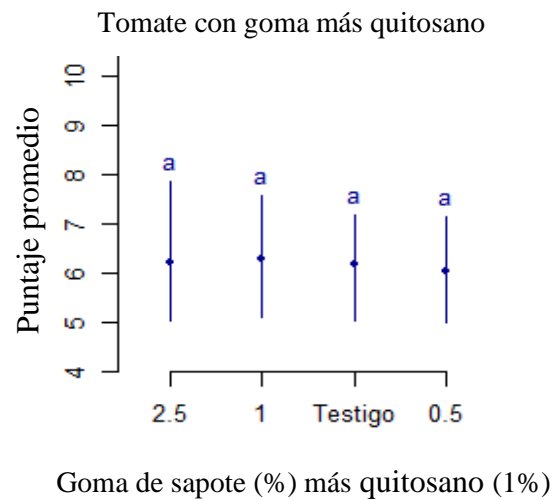
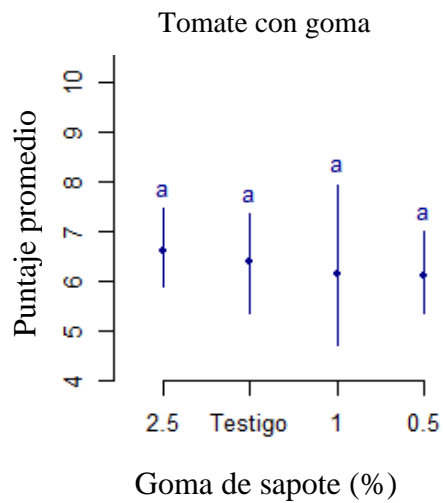
Análisis de Kruskal Wallis a resultados en prueba de aceptación de sabor a los tratamientos almacenados en refrigeración al día 14.



Análisis de Kruskal Wallis a resultados en prueba de aceptación de sabor a los tratamientos almacenados en refrigeración al día 21.



Análisis de Kruskal Wallis a resultados en prueba de aceptación de sabor a los tratamientos almacenados en refrigeración al día 28.



Análisis de Kruskal Wallis a resultados en prueba de aceptación de sabor a los tratamientos almacenados en refrigeración al día 35.

Anexo 5: Informe de Ensayo efectuado a la goma de sapote en polvo



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos

INFORME DE ENSAYOS

N° 005809 - 2015

SOLICITANTE : ODALYS DEL PILAR TEJADA MENDOZA
DIRECCIÓN LEGAL : CA. EL ALCAZAR 121 - SURCO
RUC : — **Teléfono**: 4495258 / 975639203
PRODUCTO : GOMA DE ZAPOTE EN POLVO
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN MTRA. : S.I.
CANTIDAD RECIBIDA : 1005,8 g (+ envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en bolsa de plástico cerrada.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-003731 -2015
REFERENCIA : PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 26/08/2015
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ENSAYO	RESULTADO
1.- % Kcal. proveniente de Grasa	0,5
2.- % Kcal. proveniente de Proteínas	12,4
3.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	70,5
4.- Energía Total(Kcal / 100 g de muestra original)	323,8
5.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	87,1
6.- Humedad(g / 100 g de muestra original)	14,7
7.- Grasa(g / 100 g de muestra original)	0,2
8.- Proteína(g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	10,0
9.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	4,6
10.- Taninos(g / 100 g de muestra original)	0,0
11.- Ácido(g / 100 g de muestra original) (Expresado como ácido sulfúrico)	0,52
12.- pH	4,2
13.- Fibras Crudas(g / 100 g de muestra original)	3,0

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

- 1.- Por Cálculo MS-INN Colizos 1993
- 2.- Por Cálculo MS-INN Colizos 1993
- 3.- Por Diferencia MS-INN Colizos 1993
- 4.- Por Cálculo MS-INN Colizos 1993
- 5.- Por Cálculo MS-INN Colizos 1993
- 6.- NTP 205.037 (Revisada al 2011) 1975
- 7.- AOAC 935.39(D) Cap. 32 Ed. 19 Pág. 71-72 2012
- 8.- AOAC 920.87 Cap. 32 Ed. 19 Pág. 14 2012
- 9.- AOAC 923.03 Cap. 32 Ed. 19 Pág. 2 2012
- 10.- AOAC 905.35 Cap. 43 Ed. 18 Pág. 3 Revisión 4, 2011 2005

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 005809 - 2015

Pág 1/2



Av. La Universidad 595 La Molina Lima - Perú
 Telefaxes: (511) 3495640 - 3492507 - 3495794 - 3492191
 E-mail: calidad@infnegocio.net.pe / mktg@lamolina.edu.pe
 Máxima Calidad - Calidad Total - Calidad Total



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos

INFORME DE ENSAYOS N° 005809 - 2015

- 11.- NTP 206.010 (Revisado el 2011) 1981
- 12.- NTP 205.100 1989
- 13.- NTP 205.003 (Revisado 2011) 1980

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 27/08/2015 Al 04/09/2015.

ADVERTENCIA :

- 1.- El receptor, las condiciones de recepción, transición y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
- 4.- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

La Molina, 4 de Setiembre de 2015



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
[Firma]
Ing. Amanda Elva Araujo Huamán
DIRECCIÓN TÉCNICA
CIP N° 102348

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA



Pág 20