

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Ceras Naturales y Extractos de Orégano y Tomillo en la Poscosecha de
Tomate Tipo Bola (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Por:

FRANCISCO MARCOS BERNARDO

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Marzo del 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Ceras Naturales y Extractos de Orégano y Tomillo en la Poscosecha de
Tomate Tipo Bola (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Por:

FRANCISCO MARCOS BERNARDO

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada

Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez
Asesor Principal



Dr. Víctor Manuel Reyes Salas
Coasesor



Ing. René Arturo De La Cruz Rodríguez
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Marzo del 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Ceras Naturales y Extractos de Orégano y Tomillo en la Poscosecha de
Tomate Tipo Bola (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Por:

FRANCISCO MARCOS BERNARDO

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Participación en la ejecución técnica de este proyecto de investigación

María Guadalupe Pérez Ovalle
T.L.Q: María Guadalupe Pérez Ovalle

Saltillo, Coahuila, México

Marzo del 2013

AGRADECIMIENTOS

A DIOS Por darme la oportunidad de poder ver cada día un nuevo amanecer, por mostrarme no solo las cosas buenas de esta vida sino también las cosas malas porque de ello he aprendido a vivir como persona. Además me ha dado la alegría de convivir con mis seres queridos, disfrutar con ellos momentos muy lindos agradezco de igual por mostrarme fuerte ante situaciones difíciles. Nadie en el mundo se posiciona en un segundo o tercer escalón sin antes pasar por el primero mostrándonos ahí los obstáculos, fracasos y momentos muy difíciles es la parte que yo agradezco por me enseña ser mejor cada día “Gracias dio mío por todo”.

Agradezco de ante mano a la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)** por hacer usos de sus servicios durante mi estancia, formándome así como un ciudadano profesionalista en agronomía para el desarrollo de este país.

A la **Doctora Fabiola Aureoles Rodríguez** por brindarme su apoyo en la elaboración de este experimento los agradecimientos son muy especiales ya que dispuso de su tiempo, creatividad, responsabilidad y atención desde el inicio hasta la culminación de este trabajo.

A la **T.L.Q. María Guadalupe Pérez Ovalle** por el apoyo y aportación técnica sobre el uso de los equipos utilizados experimento, más aparte por la disponibilidad de tiempo extras y amabilidad para enseñarme.

Al **Doctor Víctor Manuel Reyes Salas** por su valiosa colaboración en la revisión de esta documento y por aceptar formar parte del comité asesor.

Al **Ingeniero René Arturo de la Cruz Rodríguez** por su ayuda en la revisión de este trabajo y por ser un excelente profesor.

Al **ingeniero Gerardo Galindo Rodríguez** por formar parte del comité asesor de este trabajo.

DEDICATORIAS

Sin haber estudiado en la mejor universidad del mundo, sin ser políticos o investigadores me han mostrado a diestra y siniestra valores como: respeto, honestidad, igualdad ante nuestros semejantes, amor por mí mismo y por los demás, son maestros, escultores que con el tiempo han pulido y enseñando para darle dirección a mi vida soy el reflejo del maravilloso trabajo que han realizado durante mucho tiempo, ahora yo les regreso una pequeña parte de lo mucho que me han enseñando dedicándoles este trabajo a mi padre **Salvador Marcos Bernardo** y a mi madre **Anatalia Bernardo Padilla**.

No me alcanzan las letras en el abecedario para agradecerles por los consejos y enseñanzas que me han dado los amo y los quiere mucho su “bebe”.

A mis hermanos (as) **Tovias, María, Victorino, Fortino, Dominga y Marcelina**, infinitamente gracias por el tiempo, palabras de fortaleza, que me brindaron desde el inicio de este proyecto de vida siempre han tenido y tendrán un lugar especial en mi corazón, ya que son el ejemplo a seguir.

A mi hermoso sobrino **Juan Diego Cruz Marcos** (San Diego) que es la alegría en nuestra familia por su tan sola presencia, a mi cuñado **Edilberto Cruz Torres** ya que también forma parte de la familia.

A mi novia **Delsi Aurelia Velázquez Hernández** ya que es una preciosa flor que dios a puesto en mi camino para compartir mi vida a su lado, me ha enseñado reconocer mis errores, por todo el amor que me ha dado, por entenderme en los buenos y malos momentos que hemos vivido “TE AMO”.

A mis amigos (as) que reímos juntos convivimos como en familia. A Levi, Alejandro, Alday Navarrete, Kennedy, Leo, Margarito, Pedro, Luis Antonio (volador), Ricardo, Esteban, Gumer, Oliverio, Deily y Cecilia. Muchas muchas gracias.

ÍNDICE

	PÁG.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Importancia de tomate	4
Manejo de poscosecha	5
Problemática en la poscosecha	8
Respiración.....	10
Producción de etileno.....	11
Cambios en la composición.....	12
Transpiración.....	14
Deterioro patológico.....	14
Índices de calidad del tomate	15
Tratamientos y técnicas utilizados en la poscosecha	16
Prerefrigeración.....	16
Atmosferas modificadas y atmosferas controladas.....	17
Tratamientos con quitosano.....	18
Irradiación UV-C.....	19
Recubrimientos comestibles.....	20
Aplicación de ceras en frutas y hortalizas	22
Cera de candelilla	25
Cera de carnauba	26

Extracto de tomillo.....	27
Extracto orégano.....	28
MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
Ubicación del experimento.....	30
Material vegetal.....	30
Descripción de los tratamientos.....	30
Metodología experimental.....	31
Parámetros evaluados.....	32
Pérdida de Peso.....	32
Firmeza.....	32
Color.....	33
Tasa respiratoria.....	33
Grado de infección con (<i>Rhizopus stolonifer</i>).....	34
Vida de anaquel.....	34
Diseño experimental.....	34
Análisis estadístico.....	35
Modelo estadístico.....	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
Pérdida de Peso.....	36
Firmeza.....	39
Color.....	41
Tasa Respiratoria.....	47
Grado de infección con (<i>Rhizopus stolonifer</i>).....	50
Vida de anaquel.....	51
CONCLUSIONES.....	54
LITERATURA CITADA.....	55
APÉNDICE.....	64

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁG.
Cuadro 1. Composición química de la Cera de Candelilla.....	26
Cuadro 2. Composición Química de la cera deCarnauba.....	27
Cuadro 3. Elaboración de los tratamientos a base de cera de carnauba y candelilla mas extracto de tomillo y orégano aplicados en la poscosecha de tomate bola.....	31
Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable pérdida de peso por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 4 días después de la cosecha.....	64
Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable pérdida de peso por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 7 días después de la cosecha.....	64
Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable pérdida de peso por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 9 días después de la cosecha.....	64
Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable pérdida de peso por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 11 días después de la cosecha.....	65
Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable pérdida de peso por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 15 días después	

	de la cosecha.....	65
Cuadro 9.	Análisis de varianza para la variable firmeza por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 4 días después de la cosecha.....	65
Cuadro 10.	Análisis de varianza para la variable firmeza por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 7 días después de la cosecha.....	66
Cuadro 11.	Análisis de varianza para la variable firmeza por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 9 días después de la cosecha.....	66
Cuadro 12.	Análisis de varianza para la variable firmeza por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 11 días después de la cosecha.....	66
Cuadro 13.	Análisis de varianza para la variable firmeza por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 15 días después de la cosecha.....	67
Cuadro 14.	Análisis de varianza para la variable luminosidad por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 4 días después de la cosecha.....	67

Cuadro 15.	Análisis de varianza para la variable luminosidad por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 7 días después de la cosecha.....	67
Cuadro 16.	Análisis de varianza para la variable luminosidad por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 9 días después de la cosecha.....	68
Cuadro 17.	Análisis de varianza para la variable luminosidad por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 11 días después de la cosecha.....	68
Cuadro 18.	Análisis de varianza para la variable luminosidad por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 15 días después de la cosecha.....	68
Cuadro 19.	Análisis de varianza para la variable ángulo de matiz (h*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 4 días después de la cosecha.....	69
Cuadro 20.	Análisis de varianza para la variable ángulo de matiz (h*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 7 días después de la cosecha.....	69
Cuadro 21.	Análisis de varianza para la variable ángulo de matiz	

	(h*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 9 días después de la cosecha.....	69
Cuadro 22.	Análisis de varianza para la variable ángulo de matiz (h*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 9 días después de la cosecha.....	70
Cuadro 23.	Análisis de varianza para la variable ángulo de matiz (h*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 15 días después de la cosecha.....	70
Cuadro 24.	Análisis de varianza para la variable cromaticidad (C*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 4 días después de la cosecha.....	70
Cuadro 25.	Análisis de varianza para la variable cromaticidad (C*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 7 días después de la cosecha.....	71
Cuadro 26.	Análisis de varianza para la variable cromaticidad (C*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 9 días después de la cosecha.....	71
Cuadro 27.	Análisis de varianza para la variable cromaticidad (C*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y	

	carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 11 días después de la cosecha.....	71
Cuadro 28.	Análisis de varianza para la variable cromaticidad (C*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 15 días después de la cosecha.....	72
Cuadro 29.	Análisis de varianza para la variable vida de anaquel por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola.....	72
Cuadro 30.	Comparación de medias de la variable pérdida de peso en la poscosecha de tomate bola por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo.....	72
Cuadro 31.	Comparación de medias de la variable firmeza en la poscosecha de tomate bola por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo.....	73
Cuadro 32.	Comparación de medias de Tukey de la variable color en poscosecha de tomate bola en 5 evaluaciones.....	74

INDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 1. Comportamiento de la pérdida de peso por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba (C) más extracto de orégano (EO) y extracto de tomillo (ET) en la poscosecha de tomate bola.....	37
Figura 2. Comportamiento de la firmeza en la poscosecha de tomate bola por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba (C) más extracto de orégano (EO) y extracto de tomillo (ET).....	40
Figura 3. Comportamiento del color en la poscosecha de tomate bola por efecto de los tratamientos con cera de candelilla y carnauba (C) mas extracto de tomillo (ET) y extracto de orégano (EO).....	41
Figura 4. Comportamiento de la luminosidad en la poscosecha de tomate bola por efecto de la aplicación de cera candelilla y carnauba (C) más extracto de tomillo (ET) y orégano (EO).....	42
Figura 5. Comportamiento de la coordenada a* por efecto de la aplicación de las ceras de candelilla, carnauba (C) más extracto de tomillo (ET) y extracto de orégano (EO) en la poscosecha de tomate tipo bola.....	43
Figura 6. Comportamiento de la coordenada b* por efecto de la aplicación de las ceras de candelilla, carnauba (C), extracto de tomillo (ET) mas orégano (EO) en la poscosecha de tomate tipo bola.....	44
Figura 7. Comportamiento en el ángulo de matiz o hue (h*) por efecto de la aplicación de las ceras de candelilla y carnauba (C) mas extracto de orégano (EO) y tomillo (ET) en la poscosecha de tomate tipo bola.....	45
Figura 8. Comportamiento en la cromaticidad (C*) por efecto de la	

	aplicación de las ceras de candelilla y carnauba (C) mas extracto de orégano (EO) y tomillo (ET) en la poscosecha de tomate tipo bola.....	46
Figura 9.	Comportamiento en la tasa respiratoria del tomate bola con la aplicación de cera de candelilla, carnauba (C) mas extracto de tomillo (ET) y extracto de orégano (EO) en la poscosecha de tomate.....	48
Figura 10.	Comportamiento de la tasa respiratoria del tomate tipo bola a los 30 minutos de evaluación con analizador de gas CO ₂ por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba (C) mas extracto de tomillo (ET) y extracto de orégano (EO).....	49
Figura 11.	Grado de infección con <i>Rhizopus stolonifer</i> en la poscosecha de tomate bola tratados con cera de candelilla y carnauba (C) mas extracto de tomillo (ET) y extracto de orégano (EO).....	51
Figura 12.	Vida de anaquel alcanzada en tomate tipo bola por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba (C) más extracto de tomillo (ET) y orégano (EO).....	52

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de prologar por más tiempo la vida de anaquel del tomate bola un producto climatérico muy perecedero. Para ello se estableció un experimento donde los frutos fueron tratados con ceras de candelilla y carnauba a concentraciones de 1.0, 2.0 y 3.0 g y extractos de orégano y tomillo en concentraciones de 5.0 y 10.0 ml. Las variables evaluadas fueron pérdida de peso⁴, color, firmeza, tasa respiratoria, grado de infección con *Rizopus stolonifer* y vida de anaquel. Los datos fueron analizados mediante un diseño completamente al azar con 10 repeticiones por tratamiento y 5 evaluaciones.

Se encontró en el experimento que la aplicación de los tratamientos redujo la pérdida de peso, mantuvieron la firmeza y extendieron la vida de anaquel sin afectar la coloración. Así mismo se encontró que la mayoría de los tratamientos con tomillo resultaron efectivos para reducir la presencia de *Rizopus stolonifer* en tomate bola. El mejor tratamiento fue el formulado con 1.0 g de cera de candelilla más 5.0 ml de extracto de orégano ya que redujo la pérdida de peso de manera favorable, para la firmeza el que se le aplicó 3.0 g de de cera de carnauba mas 5.0 ml extracto de tomillo fue el mejor. Por lo anterior se concluye que las ceras y el extracto aumentan en días la vida de anaquel del tomate conservando sus características cualitativas y cuantitativas ya que esto influye poderosamente en las expectativas comerciales de calidad lo cual constituye una opción.

Palabras claves: Poscosecha, Candelilla, Carnauba, Extractos, Orégano, Tomillo, Tomate.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una planta originaria de América tropical que fue llevada desde México a Europa y luego propagada por todo el mundo. Es una de las plantas hortícolas de mayor importancia ya que proporciona producto para el consumo en fresco y para la industria. Además, es un fruto rico en vitaminas A y C (Giacconi y Escaff, 2004). Esta planta dicotiledónea pertenece a la familia de las Solanaceae (subfamilia Solanoideae) y actualmente se conocen nueve especies del género *Lycopersicon* las cuales presentan semillas discoidales, amarillentas-grisáceas, velludas, y embebidas en una masa gelatinosa que se encuentra en las cavidades del fruto maduro (Nuez, 2001).

México es de los mayores productores de tomate a nivel mundial y el primero en exportación de dicho fruto. El cultivo, la cosecha y la comercialización del tomate genera millones de empleos de manera directa e indirecta, sin embargo, es una de las hortalizas que presenta mayores pérdidas de hasta un 50% del total de la producción por deterioro, tanto por factores físicos como biológicos (Bombelli y Wright, 2006).

Las frutas y vegetales frescos, en su calidad de altamente perecederos, sufren deterioros elevados directa o indirectamente entre el campo y el consumidor final. La pérdida directa es la eliminación de alimento por factores de tipo microbiano o la destrucción por diversos agentes como son los insectos, mientras que las pérdidas indirectas se refiere a la reducción de la calidad del alimento hasta un punto en el cual no puede ser vendido ni consumido (Yahia e Higuera, 1992). Estos daños se debe principalmente a que hace falta conocimientos por parte de los productores para poder cuestiones como: enfermedades, condiciones ambientales y maltrato en el momento de la cosecha. Estas y otras causas hacen que el producto no

alcance buenos precios dentro del mercado y que en ocasiones no se venda o inclusive nada de lo cosechado.

En los últimos años la producción de tomate en México ha mantenido muchas variaciones, en el año 2010 la producción alcanzó 2.9 millones de toneladas, los estados que se destacaron por su producción de tomate fueron Sinaloa, Baja California Norte, San Luis Potosí, Michoacán, Jalisco, Sonora y Nayarit, que en conjunto aportan el 77% de la producción. El principal estado productor es Sinaloa que aporta el 40% de la producción de México.

Los cambios físicos, fisiológicos y bioquímicos que ocurren en poscosecha de hortalizas no pueden ser detenidos pero afortunadamente pueden ser desacelerados dentro de ciertos límites con varios tratamientos que existen en la actualidad (Kader, 1992).

En la actualidad existen recubrimientos comestibles que constituyen una estrategia potencial para reducir los daños en frutas como las películas comestibles, ceras orgánicas, ceras comerciales, polímeros, aceites y atmosferas controladas (Rojas, 2006).

Objetivo general

Conservar la calidad y a al mismo tiempo extender la vida de anaquel de tomate tipo bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) con la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extractos de tomillo y orégano.

Objetivos específicos

- Evaluar los efectos de la cera de candelilla y carnauba más extracto de tomillo y extracto de orégano en la pérdida de peso, firmeza, color, tasa respiratoria, grado de infección con *Rizopus* (*Rizopus estolonifer*) y la vida de anaquel en la poscosecha de tomate tipo bola.

- Determinar una concentración de cera de candelilla, carnauba y extractos de tomillo y orégano que permita mantener la calidad u incrementar la vida de poscosecha en tomate tipo bola.

Hipótesis

Con aplicación de cera de candelilla y carnauba más extractos de orégano y tomillo al menos uno de los tratamientos conservará por más tiempo la calidad y extenderá la vida de anaquel en tomate bola.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del tomate

El tomate es una especie cuyo origen se localiza en la región andina que se extiende desde el Sur de Colombia, al Norte de Chile y desde la costa del Pacífico (incluidas las islas Galápagos) a las estribaciones orientales de los Andes, comprendiendo los países de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile (Nuez, 2001). El vocablo tomate procede del Náhuatl tomatl, aplicado genéricamente para las plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa. México está considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación del tomate. En principio se cree que fue utilizado como planta ornamental y su introducción en Europa se realizó en el siglo XVI, se sabe que a mediados del siglo XVIII ya era cultivada con fines alimenticios, principalmente en Italia.

Durante el siglo XVI se consumían en México de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero para entonces ya había sido llevado a España y servía como alimento también en Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacias y así se mantuvieron en Alemania hasta el siglo XIX. Los Españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, de allí a otros países asiáticos y de Europa se difundió a Estados Unidos y Canadá.

México se encuentra en el décimo lugar a nivel mundial en la producción de tomate, sin embargo, ocupa el primer lugar en exportación del fruto según datos de la SAGARPA (2011); su principal mercado es Norteamérica (Estados Unidos y Canadá) con 95%. Los estados con mayor aportación son Sinaloa, Baja California, Michoacán, Zacatecas y Jalisco (SIAP, 2012); juntos totalizan 68% de la producción nacional (FAOSTAT, 2011).

El tomate es la hortaliza que mayor demanda tuvo y ha registrado los últimos dos años. De acuerdo al avance de reporte de siembras y cosechas nacionales del total de la producción de tomate rojo en condiciones controladas y a campo abierto de riego mas temporal en año agrícola 2011, al 31 de diciembre se tiene registradas un total de 1, 670,454 toneladas, de las cuales Sinaloa es el estado que encabeza la producción nacional con un total de 240, 734 toneladas de tomate, le sigue zacatecas con 163,576, Baja California con 162,322, Jalisco, Michoacán y San Luis Postosí con 130,872 128,367 y 106,642 toneladas producidas respectivamente (SIAP, 2012).

Durante el año 2010 hasta el mes de octubre se comercializaron dos millones de toneladas a nivel mundial ocupando México el primer lugar de exportación de tomate con dos millones de toneladas y un ingreso de doce mil 700 millones de pesos anuales (Cázares, 2010).

Entre las diferentes variedades que se producen en México, se encuentra el tomate rojo Saladette, tomate bola, cherry, tomate verde y otras variedades como el criollo que es tan pequeño como una uva y crece en distintas selvas del país. Comparado con otros vegetales, los frutos de tomate son menos perecederos y resistentes a daños de transporte (Berenguer, 2003).

Manejo de Poscosecha

Uno de los objetivos primordiales que busca la poscosecha en frutas y hortalizas es disminuir las pérdidas que existen entre la cosecha y el consumo. El proceso de poscosecha se entiende como un conjunto de actividades que se realizan para el traslado de los productos del campo al consumidor. Esto implica que las hortalizas y las frutas lleguen a su destino en buenas condiciones, con oportunidad, a precios accesibles y sobre todo con la calidad aceptable para el consumidor.

Blandón (2010), define el manejo de la poscosecha como el conjunto de operaciones y procedimientos tecnológicos tendientes no solo a movilizar el producto cosechado desde el productor hasta el consumidor, sino también y más que todo a proteger su integridad y preservar su calidad de acuerdo a su propio comportamiento y características físicas, químicas y biológicas, durante todo su periodo de post recolección: cosecha, acopio local o en finca, lavado y limpieza, selección, clasificación, empaque, embarque, transporte, desembarque y almacenamiento.

En la actualidad existen una progresiva preocupación por parte de los consumidores por el uso de agroquímicos en la poscosecha de los alimentos vegetales, porque muchos de ellos son potencialmente perjudiciales para la salud del hombre y/o causan problemas ecológicos, por lo que se restringe el uso de estos productos e inclusive se prohíbe. Por esta razón se han desarrollado nuevos tratamientos alternativos que no generan residuos tóxicos (Artes, 2000).

Según Kester y Fennema (1986) los recubrimientos comestibles deben presentar ciertos requerimientos funcionales que permitan controlar o aminorar las causas de alteración de los alimentos a recubrir. Algunos de estos requerimientos, dependen de la naturaleza del producto alimenticio al cual se aplica y de su principal mecanismo de deterioro y son:

- Propiedades sensoriales: deben ser transparente, no otorgar sabor ni olor diferente al alimento y no ser detectados durante su consumo.
- Propiedades barrera: presentar una adecuada permeabilidad selectiva a gases y volátiles.
- Debe estar libre de tóxicos y ser seguros para la salud.
- Debe requerir una tecnología simple para su elaboración.
- Más materias primas y el coste de producción del recubrimiento debe ser de bajo costo.

Para que los recubrimientos comestibles sean funcionales y por tanto, óptimos, se deberá otorgar una especial importancia a la selección de los materiales que los forman, ya que sus propiedades están fuertemente afectadas por la naturaleza de sus componentes, composición y estructura final.

En los últimos años se ha incrementado la aplicación de recubrimientos cerosos que intentan devolver al fruto la cera natural perdida en el lavado, y con ello reducir las pérdidas de peso y mejorar la apariencia del fruto, aumentando el brillo de ceras naturales.

El uso de ceras naturales en la post-cosecha de productos como los cítricos puede considerarse una alternativa para mantener la calidad de los frutos y reducir las pérdidas que se producen durante esta la etapa (Martínez *et al.*, 2000).

La ventaja de los recubrimientos es que forman una barrera en la superficie del fruto modificando la respiración y además es una práctica fácil y económica. La composición química de películas cerosas generalmente se basa en ácidos grasos, carbohidratos, alcoholes y carboximetilcelulosa, etc. La efectividad de la película dependerá de su composición y concentración (Bosquez, 1997).

Mazaud y Pierre (2000) proponen algunos factores en el manejo de poscosecha que deben de tomarse en cuenta:

- El momento elegido y la técnica utilizada para hacer la cosecha pueden afectar la calidad de los productos si no se realiza de buena forma y con los cuidados necesarios.
- La selección, criba y clasificación de los productos permite diferenciar el producto y satisface a un mayor número de consumidores.

- El tratamiento químico debe ser realizado con precaución, porque puede ser perjudicial para la salud de los consumidores.
- La preparación permite prolongar la vida de producto, además de poder hacerlo más manejable y atractivo.
- Un lugar de almacenamiento limpio y adecuado contribuye a la buena conservación del producto.
- Las condiciones inadecuadas de transporte pueden perjudicar la calidad de un producto.
- La transformación que modifique de manera química y/o física la naturaleza del producto bruto con el fin de prolongar su duración o de convertirlo en un producto que se presenta más fácilmente a la comercialización alimentaria tiende a detener o ralentizar la degradación del producto.

Las técnicas de poscosecha como el manipuleo y almacenamiento a mediano y/o largo plazo, buscan reducir la tasa respiratoria de los productos cosechados a fin de preservar sus atributos de calidad, asegurando el abastecimiento de los mercados en épocas de escasez y la obtención de los mejores precios para el productor. Todos los productores agrícolas son entes vivientes y la función metabólica que los caracteriza es la reparación. Después de cosechados los productos agrícolas pasan a depender exclusivamente de las reservas acumuladas y es a través del proceso de la respiración que las reservas son consumidas para la supervivencia del producto cosechado (Manrique, 2010).

Problemática en la poscosecha

SICA (2010) cita que el mal manejo poscosecha es un problema que afecta gravemente a la economía de los productores, los comercializadores, los consumidores y por ende a todo el país. En los países desarrollados se

estima que las pérdidas por poscosecha de los productos hortofrutícolas alcanzan del 5% al 25%, en tanto en los países en vías de desarrollo estas alcanzan del 20% al 50% y en algunos casos más. El producto mal manejado es de baja calidad y de corta vida útil, lo que impide que este alcance mercados exigentes y lejanos. Se debe analizar la conveniencia de invertir en un mejor manejo poscosecha, antes de pensar en el incremento de áreas de cultivo. Es muy importante tener en cuenta que el manejo poscosecha no puede mejorar la calidad del producto cosechado, es decir que el buen manejo agrícola es de primordial importancia.

Martínez (2000) menciona que por lo general entre el campo y el consumidor de los productos hortícolas ocurren pérdidas elevadas en cantidad y calidad a consecuencia de factores tales como los cambios fisiológicos del producto, el daño mecánico, el calor y la descomposición de tipo patológico provocada por hongos, bacterias. De tal forma que la magnitud de las pérdidas en poscosecha en hortalizas frescas es elevada y llega hasta un 25 % en países desarrollados y hasta un 60 % en subdesarrollados.

Cantos (2003) indica que la velocidad del deterioro depende del tipo de producto, de las condiciones de cultivo y de las condiciones en que es mantenido. Los cambios que ocurren en la poscosecha no pueden ser detenidos, pero si demorados dentro de ciertos límites.

Las frutas y hortalizas frescas son generalmente las más susceptibles al deterioro poscosecha, lo cual puede deberse a las siguientes razones:

- Cambios fisiológicos como la senescencia y la maduración.
- Daños físico-mecánicos causados por magulladuras por roce, compresión, o impacto.

- Daño químico.
- Descomposición por microorganismos, los cuales en sentido estricto son considerados causas patológicas.

Por su parte Kader (1992) considera algunos factores biológicos importantes que influyen en el deterioro en la poscosecha de frutas y hortalizas.

Respiración

Es un proceso donde las plantas intercambian oxígeno y gas carbónico con el medio. Durante la respiración la producción de energía proviene de la oxidación de las propias reservas de almidón y azúcares y otros metabolitos. Después de la cosecha, el producto no puede reemplazar las reservas que se pierden y como consecuencia el producto se afecta. La respiración obtiene energía, la cual produce calor vital de la respiración para determinar los requerimientos de enfriamiento, refrigeración y ventilación de los productos en la poscosecha (Peralvo, 2008).

La respiración es el proceso mediante el cual reservas orgánicas (carbohidratos, proteínas, grasas) son degradados a productos finales simples como una liberación de energía. El oxígeno (O_2) es usado y el bióxido de carbono (CO_2) es producido en este proceso. La pérdida de las reservas de material orgánico en el producto durante la respiración significa. 1) Una aceleración de la senescencia conforme las reservas que mantienen vivo al producto se agotan, 2) una reducción en el valor nutritivo (valor energético) para el consumidor, 3) pérdida en la calidad de sabor, especialmente la dulzura y 4) pérdida del peso seco vendible (especialmente importante para productos destinados a la deshidratación). La energía liberada como calor, conocida como calor vital, afecta las consideraciones en el uso de tecnología poscosecha, así como estimaciones de los requerimientos de enfriamiento y ventilación. El deterioro (percecibilidad) de productos cosechados es

generalmente proporcional a la tasa respiratoria. Los productos hortícolas son clasificados de acuerdo a su velocidad de respiración. Basados en su respiración y producción de etileno durante la maduración fisiológica y comercial, los frutos pueden ser climatéricos o no climatéricos. Los frutos climatéricos muestran fuerte aumento en la producción de CO₂ y etileno, los cuales coinciden con el proceso de maduración comercial, mientras que los frutos no climatéricos no muestran estos cambios y generalmente, producen bajo CO₂ etileno durante la maduración comercial (Funprover, 2011).

De acuerdo con Kader (2007), la respiración es el proceso metabólico por el cual materiales orgánicos (carbohidratos, proteínas y grasas) son desdoblados en productos terminales simples, con la liberación de energía útil para el desarrollo de diversos procesos bioquímicos. Es en este proceso donde se utiliza oxígeno y se produce bióxido de carbono. El mismo autor cita que es en la respiración donde se da la pérdida de reservas, lo que ocasiona la aceleración de la senescencia, ya que son estas las que mantienen vivo al producto.

Producción de etileno

Peralvo (2008) indica que el etileno es una hormona producida por algunas frutas. Esta sustancia tiene una gran influencia en los procesos de maduración y senescencia de las frutas. La aplicación externa de este gas promueve el deterioro del producto, teniendo como consecuencia una pérdida en la calidad y reducción en el tiempo útil durante la comercialización. Algunos productos dañados o enfermos producen altos niveles de etileno y estimulan que otros productos sanos se maduren con mayor rapidez. Los productos al madurarse se tornan más susceptibles al ataque de enfermedades.

Es el compuesto orgánico más simple que afectan los procesos fisiológicos de la planta, siendo producido por todos los tejidos en plantas

superiores de algunos microorganismos, el etileno regula muchos aspectos del crecimiento, desarrollo y senescencia de igual manera es fisiológicamente activo en concentraciones muy bajas.

Generalmente la tasa de producción de etileno aumenta a medida que el producto se acerca a su madurez, por daños físicos, incidencia de enfermedades, aumento en la temperatura hasta lo 3°C, y estrés de agua (Funprover, 2011).

Cambios en la composición

Muchos cambios en los pigmentos se llevan a cabo durante el desarrollo y la maduración del fruto en la planta. Pérdida de la clorofila, es deseable en frutas pero no en vegetales, desarrollo de carotenoides (color, amarillo y naranja) es deseable en algunos frutos, desarrollo de pigmentos son solubles en agua y son menos estables que los carotenoides y cambios en antocianinas y otros compuestos fenológicos pueden dar como resultado el pardeamiento de tejidos.

A lo largo de la maduración, la materia verde (clorofila) se degrada. La desaparición de la clorofila, va asociada a la síntesis o al desenmascaramiento de los numerosos pigmentos cuyos colores oscilan, entre el amarillo y el rojo. El fruto va tomando progresivamente su color final. Los cambios de color, se deben, a cambios de pH, debidos a la fuga de ácidos orgánicos al exterior de las vacuolas, a los procesos oxidativos responsables de la síntesis de carotenoides y a la acción de las clorofilasas (Fomesa, 2011).

El tomate es un fruto cuyo comportamiento respiratorio es de tipo climatérico, con una intensidad relativamente elevada (10, 15, 22, 35 y 43 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ a 5, 10, 15, 20 y 25°C respectivamente) y una emisión de etileno

moderada de unos 5 a 8 $\mu\text{LC}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ a 12 °C en frutos pintones (algo inferior en frutos verdes y superior en los maduros) y de unos 10 $\mu\text{LC}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ a 20 °C, con un máximo de emisión etilénica coincidente o algo retrasada respecto al pico respiratorio. El tomate es muy sensible al efecto de esta fitohormona, con un umbral de 0,5 ppm C_2H_4 . Los considerables cambios físicos y químicos que suceden en la maduración del tomate durante el climaterio se manifiestan en una rápida evolución del color verde, con degradación de clorofilas), hacia tonos anaranjados y rojos, acompañado de un descenso de la firmeza, una ligera disminución de la acidez y un pequeño aumento (con frecuencia no significativo) de los sólidos solubles, tanto en frutos convencionales como de larga duración (Kader, 2000).

El tomate es un fruto carotenogénico, con una síntesis masiva de carotenoides durante su maduración, habitualmente acompañada por un cambio en su perfil de carotenoides. En los cromoplastos, los carotenoides habitualmente se acumulan en estructuras lipídicas, aunque en el tomate se han encontrado también cristales de carotenoides, principalmente carotenos, inmersos en el espacio estromático (Artés *et al.*, 2002). El color rojo del tomate resulta del reemplazo de las clorofilas degradadas por los pigmentos carotenoides, con aumento de licopeno, su caroteno específico y más abundante (con frecuencia de 4 a 7 mg/100 g) en las variedades rojas, anaranjadas y amarillas, y de xantofilas, cuando los cloroplastos se convierten en cromoplastos. Inicialmente se sintetiza fitoeno (incoloro), para posteriormente convertirse en ζ -caroteno (amarillo pálido), β -caroteno (anaranjado) y xantofila (amarilla). La síntesis de pigmentos amarillentos precede a la de los rojizos (licopeno y β -caroteno), pero la masiva acumulación de éstos termina enmascarando a aquellos. Pero si la maduración sucede a temperaturas inferiores a 12°C, subóptimas para la síntesis de licopeno, en los cromoplastos se acumula β -caroteno, cuya síntesis progresa a esas temperaturas, dando lugar a frutos anaranjados o amarillentos (López *et al.*, 2003).

El desarrollo del color del tomate también está influenciado por la composición de la atmósfera de conservación y se han definido modelos empíricos para predecir los parámetros de color de tomates almacenados bajo concentraciones gaseosas constantes o variables, atendiendo a su madurez inicial, temperatura y cultivar (Artés y Gómez, 2003).

Transpiración

La pérdida de agua es una de las causas principales de deterioro, por que de esto da como resultado no solamente pérdidas cuantitativas directas (pérdida del peso vendible), pero también pérdida en la apariencia (marchitamiento y deshidratación), la calidad de la textura (ablandamiento, flacidez y pérdida de textura), así como valor nutricional. El sistema dermal (cubierta protectora exterior), las células epidérmicas, estomas, lenticelas y los tricomas (pelos).

Además, la calidad de la mayoría de frutas y hortalizas se ve severamente afectada por las pérdidas de agua durante el almacenamiento, que dependen de la temperatura y de la humedad relativa (Pérez *et al.*, 2003).

Deterioro patológico

Uno de los síntomas más comunes y obvios del deterioro es el que resulta de la actividad de las bacterias y de los hongos. El ataque de los organismos ocurre después del daño mecánico, físico o un desorden fisiológico del fruto. El inicio de la maduración en las frutas y la senescencia en todos los productos los hacen susceptibles a las infecciones de los patógenos.

Índices de calidad del tomate

La calidad en frutas y hortalizas juega un papel muy importante para los productores y comerciantes debido que se esfuerzan por tener productos con buena apariencia y pocos defectos visuales para los mayoristas y distribuidores lo más importante los productos hortícolas es la calidad en términos de apariencia, además como la firmeza y una larga vida de almacenamiento (Kader, 1992).

Diversos tratamientos han resultado efectivos para mantener la calidad de los frutos para mantener de los frutos durante el almacenamiento a bajas temperaturas, entre estos se encuentran los tratamientos térmicos (acondicionamiento por temperaturas previas al almacenamiento y temperaturas intermitentes), tratamientos con atmósferas modificadas, controladas y acondicionamiento por choque de CO₂ tratamientos químicos con calcio, benzimidazol, tiabendazol, benomilo y otros como almacenamiento en ambientes muy húmedos, almacenamiento hipobárico y el encerado (Wang 1990; Ritenour, 2004).

El color rojo es el resultado de la degradación de la clorofila, así como de la síntesis de cromoplastos.

Cantos (2003) define algunos conceptos de madurez para tomarlos en cuenta sobre la calidad en frutas y hortalizas:

Madurez fisiológica.- Es el punto de desarrollo de un órgano o una planta en el que ha alcanzado el máximo crecimiento y puede completar su desarrollo después de cosechado.

Madurez comercial.- Es el estado de desarrollo de un órgano o parte de una planta que posee los requisitos determinados por el mercado o su destino. Generalmente tiene que ver poco con la madurez fisiológica y puede ocurrir en cualquier estado del desarrollo. Depende del tamaño, como el

pepino y color como la berenjena, calabacita etc., del grado de compactación como en repollo y en textura como chícharo.

Madurez organoléptica.- Es la sumatoria de características estéticas y/o de calidad nutritiva del producto que conllevan a la visualización en cambios en la composición, textura, sabor y aroma. Estos cambios son el resultado de complejas alteraciones metabólicas.

Tratamientos y Técnicas Utilizados en la Poscosecha

Las pérdidas en la poscosecha en frutas y hortalizas han sido de gran importancia económica, es por eso que el hombre en la actualidad ha creado varias técnicas y estrategias para reducir dichos problemas y de esta forma poder llevar el alimento con buena calidad para el consumidor. A continuación se mencionan algunas técnicas y tratamientos que se utilizan para reducir pérdidas en la poscosecha:

Prerefrigeración

Esta operación consiste en hacer descender lo más rápidamente posible la temperatura que tiene las frutas después de la recolección hasta una temperatura inferior que dependa de la naturaleza del producto, de la duración en almacenamiento, transportes posteriores, de las características con que este se realiza y del destino final de los productos. Es hacer descender la temperatura que tienen las hortalizas después de la recolección a una temperatura inferior. Para las frutas muy perecederas se recomienda llevar la temperatura de 3 o 4° C, para frutas no tan perecederas se recomienda enfriar hasta 5 a 8° C. En el caso de frutas y hortalizas la temperatura debe bajar a 8 a 10° C. Esta operación se realiza por que se consigue reducir la duración del periodo durante el cual el producto aun caliente, respira activamente, se recalienta, pierde agua y elementos

nutritivos, en realidad con la prerrefrigeración se pretende inmovilizar el producto en sus condiciones iniciales.

Atmosferas Modificadas y Atmosferas Controladas

Las atmósferas modificadas se refieren al uso de cualquier ambiente con una atmósfera diferente del aire normal (20 – 21 % de O₂, 78 – 79% N₂, 0.03 % CO₂ y de otros gases). Las atmósferas controladas se refieren a todas aquellas atmósferas que son estrictamente controladas durante el periodo de almacenamiento o transporte de los productos hortofrutícolas. Las atmósferas modificadas y controladas normalmente se fundamentan en la aplicación de una atmósfera con concentraciones bajas de O₂ y/o altas de CO₂, pero también otros gases pueden ser manipulados como el CO₂, etileno, propileno, entre otros. Las atmosferas modificadas y controladas presentan grandes ventajas para el manejo de los productos hortofrutícolas entre las que se incluyen:

- Retardar la maduración y senescencia por la vida en poscosecha.
- Prevenir y/o controlar algunos desordenes fisiológicos como son el daño por frio y el escaldado, entre otros.
- Controlar o prevenir enfermedades y pudriciones ocasionadas por microorganismos.
- Controlan las infecciones ocasionadas por los insectos.
- Mantienen la calidad nutritiva de las frutas y hortalizas.

Las atmósferas modificadas y controladas son utilizadas para el empaque, transporte y almacenamiento de una gran diversidad de alimentos. En el caso de los productos hortofrutícolas las atmósferas modificadas y controladas son utilizadas en el almacenamiento para ciertas frutas y hortalizas.

Tratamientos con Quitosano

Es un biopolímero, que ofrece un amplio potencial que puede ser aplicado a la industria alimentaria debido a sus propiedades fisicoquímicas particulares, tales como biodegradabilidad, biocompatibilidad con los tejidos humanos, el no ser tóxico y en especial sus propiedades microbianas y antifúngicas. Estos aspectos lo hacen de vital interés para la preservación de los alimentos y las tecnologías emergentes (Aider, 2010).

Además de investigaciones basadas en sus características antimicrobianas, se han evaluado y cuantificado sus propiedades mecánicas, térmicas y de permeabilidad a los gases (O_2 , CO_2), encontrándose que películas de gelatina-quitosano plastificadas con agua y polioles sufren un aumento en la permeabilidad conforme se incrementa el contenido de plastificantes. Películas compuestas de almidón de maíz-quitosano plastificadas con glicerina, muestran que la mezcla de estos dos hidrocoloides mejora sus propiedades mecánicas como la elongación a la rotura y la permeabilidad al vapor de agua, en contraste con membranas desarrolladas con uno solo de los componentes estructurales. Esto como resultado de las interacciones entre los grupos hidroxilo del almidón y los grupos amino del quitosano. Además su actividad antibacteriana no fue afectada al observarse zonas de inhibición mediante la difusión de discos del material en agar conteniendo *Escherichia coli* O157:H7 (Liu *et al.*, 2009).

Nuevas investigaciones y revisiones recientes frente al uso de quitosano reúne diversa información referente al efecto de grado de desacetilación sobre la actividad antimicrobiana, su uso dentro del diseño de nuevos films basados en compuesto bioactivos y su interacción frente a otros componentes que hacen parte de los alimentos frescos y mínimamente procesados, tratados con esta tecnología (No *et al.*, 2002; Aider, 2010; Martínez, 2010).

Estudios sugieren que el quitosano, en películas plastificadas o no, muestra actividad fungistática, lo cual hace posible el desarrollo de nuevos empaques activos con buenas propiedades térmicas. Factores como la temperatura de almacenamiento y las modificaciones de las propiedades mecánicas y de barrera influenciadas por aditivos y otros tipos de sustancias antimicrobianas pueden potenciar el efecto antimicrobianas de las películas (Martínez, 2010).

La aplicación de quitosano controla efectivamente las pudriciones poscosecha durante el almacenamiento, retrasa el inicio de la infección y disminuye el proceso de infección. Se ha mostrado una reducción importante de pudriciones durante el almacenamiento de manzana, kiwi, pera, frambuesa, fresa, tomate y naranja Navel al ser tratados con quitosano (Bautista *et al.*, 2004; Bautista *et al.*, 2006).

Irradiación UV-C

La irradiación ultravioleta tipo C se emplea como desinfectante en frutos y hortalizas frescos, porque es un tratamiento que no deja residuos y no genera cambios indeseables en las características sensoriales y nutritivas del producto. La efectividad del tratamiento de irradiación con UV-C depende de muchos factores, como la dosis administrada, la fuente de luz, la especie y el cultivar, entre otros. Al tomar en cuenta que algunas respuestas naturales de defensa inducida por UV-C proporcionan un valor nutricional agregado al alimento, se requiere profundizar sobre los cambios en el metabolismo del producto, como son síntesis de compuestos fenólicos, antioxidantes y antisenescentes, a partir de los efectos visibles en la maduración y calidad organoléptica.

Las aplicaciones potenciales de esta tecnología incluyen el retraso de la maduración durante el almacenamiento, reducción de desordenes fisiológicos, y aumento de fitoalexinas, antioxidantes o vitaminas. El

tratamiento de UV-C podría considerarse como una herramienta complementaria a la refrigeración y al envasado para preservar la calidad organoléptica y nutricional. Y aumentara la comercialización de alimentos mínimamente procesados (Rivera *et al*, 2007).

Recubrimientos Comestibles

Un recubrimiento comestible (RC) se puede definir como una matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento. Por otra parte una película comestible (PC) es una matriz preformada, delgada, que posteriormente será utilizada en forma de recubrimiento del alimento o estará ubicada entre los componentes del mismo. Dichas soluciones formadoras de PC o RC pueden estar conformadas por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de los mismos. Al igual que los RC, las PC poseen propiedades mecánicas, generan efecto barrera frente al transporte de gases, y pueden adquirir diversas propiedades funcionales dependiendo de las características de las sustancias encapsuladas y formadoras de dichas matrices (Vásconez *et al.*, 2009).

El uso de una PC o RC en aplicaciones alimentarias y en especial en productos altamente perecederos, como los pertenecientes a la cadena hortofrutícola, se basa en ciertas características tales como costos, disponibilidad, atributos funcionales, propiedades mecánicas (tensión y flexibilidad), propiedades ópticas (brillo y opacidad), su efecto barrera frente al flujo de gases, resistencia estructural al agua, a microorganismos y su aceptabilidad sensorial. Estas características son influenciadas por parámetros como el tipo de material implementado como matriz estructural (conformación, masa molecular, distribución de cargas), las condiciones bajo las cuales se preforman las películas (tipo de solvente, pH, concentración de componentes, temperatura, entre otras), y el tipo y concentración de los

aditivos (plastificantes, agentes entrecruzantes, antimicrobianos, antioxidantes, emulsificantes, etc.) (Guilbert *et al.*, 1996).

Los recubrimientos comestibles forman una atmósfera modificada pasiva que puede influenciar diferentes cambios en productos frescos y mínimamente procesados en aspectos tales como actividad antioxidante, color, firmeza, calidad sensorial, inhibición del crecimiento microbiano, producción de etileno y compuestos volátiles como resultado de anaerobiosis (Oms *et al.*, 2008).

Las películas (films) y recubrimientos antimicrobianos han innovado el concepto de empaque activo y se han desarrollado para reducir, inhibir o detener el crecimiento de microorganismos sobre la superficie de los alimentos (Appendini y Hotchkiss, 2002).

Las películas comestibles tienen en la actualidad diferentes aplicaciones, y está previsto que su uso se expandirá con el desarrollo de los sistemas de recubrimiento activo (Active Coating Systems). Esta segunda generación de materiales de recubrimiento puede emplear sustancias químicas, compuestos fitoquímicos, enzimas o microorganismos vivos que previenen, por ejemplo, el crecimiento microbiano o la oxidación de lípidos en productos alimentarios que han sido recubiertos. De esta manera los biomateriales actúan como transportadores de dichos compuestos que serán acarreados a lugares objetivo como el intestino, sin perder su actividad al estar dentro de tal matriz o durante su paso por el tracto gastrointestinal (Korhonen, 2005).

La aplicación de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas mejora el brillo y la textura de la corteza, reduce el deterioro de la calidad fisicoquímica y organoléptica, disminuye la pérdida de peso por deshidratación y el intercambio de gases (Pérez *et al.*, 2003).

Aplicación de Ceras en Frutas y Hortalizas

Qualibest (2010) menciona que es bien conocido el hecho que las frutas y verduras deben ser tratadas luego de su cosecha, este tratamiento básico es necesario principalmente para evitar su deshidratación por migración del agua a través de los poros de la fruta o la verdura. La aplicación de una capa de cera sobre los mismos, a simple vista fácil, requiere de ciertos cuidados a ser tenidos en cuenta, como ser tipo de fruta, región, período de cosecha y equipo de tratamiento. Ensayos de laboratorio han demostrado que una fruta sin tratamiento pierde un 20% de su peso al cabo de 14 días mientras que una tratada entre el 2 y 4%. Es decir que más que una capa de cera embellecedora, es una capa protectora que da como resultado un económico y una excelente presentación.

Imagenagropecuaria (2007) afirma que el encerado es una técnica de conservación muy utilizada por comercializadores, supermercados y exportadores en el mundo. Con este método se genera una barrera de protección entre el producto y el medio ambiente para evitar que el fruto respire menos o se deteriore más rápido. Este desgaste se caracteriza por la pérdida de humedad o deshidratación de los productos hortícolas y es un factor de deterioro inevitable contra el que hay que luchar constantemente para mantener la calidad comercial de éstos. Las ceras se utilizan con el propósito de dar mayor brillo y mejor apariencia para el consumidor.

Las ceras reducen la caducidad, evitan la pérdida de peso y la oxidación, esto representa que el fruto se conserve por más tiempo y con mayor calidad. A pesar de elevar un poco el costo de producción, las ventajas que ofrecen las ceras son: prolongar la vida de anaquel, dar mejor apariencia al fruto, mejorar el precio, menor pérdida poscosecha, reducir el riesgo de fisuras en los frutos y disminuir la oxidación. Las ceras funcionan como agentes de recubrimiento, se emplean principalmente por cuestiones estéticas y para evitar la degradación del alimento; actualmente se está

investigando en ceras comestibles, biodegradables, o bien, que aporten alguna proteína adicional a los frutos (Imagenagropecuaria, 2007).

El encerado es una técnica de conservación muy utilizada por comercializadores, supermercados y exportadores en el mundo. Con este método se genera una barrera de protección entre el producto y el medio ambiente para evitar que el fruto respire menos o se deteriore más rápido. Este desgaste se caracteriza por la pérdida de humedad o deshidratación de los productos hortícolas y es un factor de deterioro inevitable contra el que hay que luchar constantemente para mantener la calidad comercial de éstos (Multiceras, 2011).

Las ceras al agua, que son derivadas de resinas naturales y de plantas como la cera de abeja, de aceites orgánicos, la carnauba, la candelilla, resinas de madera, ésteres de sacarosa, ceras a base de proteínas, del suero de la leche, de polisacáridos, etcétera, son más eficientes, producen menor brillo y son menos contaminantes; algunas compañías ya las están produciendo de manera comercial (Multiceras, 2011).

El encerado de hortalizas de fruto inmaduro, tales como pepinos y calabacitas, o de hortalizas maduras, tales como berenjenas, pimientos y tomates, es una práctica común. Las ceras alimentarias se usan para restituir algunas de las ceras naturales que se eliminaron con las operaciones de lavado y limpieza, ayudando a reducir la pérdida de agua durante el manejo y comercialización. Si el producto se encera, se deberá dejar que seque completamente antes de una manipulación ulterior.

La demanda para reducir químicos en el proceso de frutos y vegetales, ha orientado a la búsqueda de sustancias naturales que reduzcan el ataque microbiano y la oxidación. El uso de películas comestibles y recubrimientos para la protección y preservación de los alimentos tiene algunas ventajas; es un producto biodegradable y no contamina, prolongan la vida de anaquel y

protege al alimento del ataque microbiano (Quintavalla y Vinici, 2002), su capacidad para retardar la humedad, el oxígeno, los aromas, y el transporte de solutos, puede mejorarse con la inclusión de aditivos tales como antioxidantes, antimicrobianos, colorantes, sabores, fortificadores de nutrientes y especias en la formulación de la película (Pranoto *et al.*, 2005).

La aplicación de ceras (carnauba, abeja y candelilla), como recubrimiento se comportan muy similar a las ceras sintéticas, ya que mantienen la calidad de la calabacita 'Zucchini' en la vida de postcosecha (Pereyra, 2010).

Las recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla en limón persa logran conservar con una buena calidad por un periodo de 25 días al limón persa con recubrimiento de la formulación Mezquite-Candelilla con aceite Mineral prolonga la vida útil del limón persa por lo menos en un 66% (Bósquez y Vernon, 2003).

Pérez *et al.*, (2003) mencionan que la aplicación de ceras comestibles (fría o caliente) en melón Cantalupo permiten mantener mejores características de calidad (firmeza, composición química y apariencia) después de nueve días a condiciones de mercado (20 °C ; 60 – 65 % HR) o a seis días a 20 °C después de 20 días 1 °C; no obstante el tratamiento con cera caliente (55 °C/ 3 minutos de inmersión) se manifiesta como una alternativa viable para el control de algunos microorganismos causantes de pudriciones en los frutos del melón.

La cera de candelilla y ácido elálgico tratada en manzanas "Golden Delicious" demostró una buena calidad. Se disminuye la pérdida de peso sin causar alteraciones visibles en los frutos. Se obtuvo una menor pérdida de peso en la manzana con la adición de ácido elálgico, sin embargo no se encontró diferencia entre la concentración (cera de candelilla 0.5 a 2.5% y ácido elálgico 0 a 0.02%), así que se seleccionó la menor concentración. La

cubierta seleccionada fue; 0.01% de ácido eláxico y 1.5% de cera de candelilla (Saucedo *et al.*, 2010).

Las ceras naturales como carnauba, abeja, candelilla y polímeros resultan eficaces en la reducción de la pérdida de peso, en el mantenimiento de firmeza y no provocan cambios importantes que puedan producir alteraciones en el sabor de la calabacita Zucchini, los polímeros que se pueden utilizar en el fruto en la fase de almacenamiento y vida de anaquel son de gran beneficio por que pueden retardar la maduración y el envejecimiento (Constantino, 2011).

Bósquez y Vernon (2003) reporta el uso de cera de candelilla y goma de mezquite como cubierta comestible la que mejoran la apariencia de los frutos ya que proporcionan un brillo más alto, en el caso de las frutas climatéricas, como las frutas cítricas, la disminución en la proporción de transpiración esto es importante porque cuando la perdida de agua acelera el envejecimiento y reduce su vida de poscosecha drásticamente. También se puede adicionar otros componentes a las cubiertas como el extracto de orégano y romero a una película logrando determinar la cantidad de fenoles que desprende cada cubierta, por lo que puede resultar una nueva alternativa de uso de la cera.

Cera de Candelilla

La cera de candelilla es de origen vegetal y se obtiene de la planta *Euphorbia antisyphilitica*. Es quebradiza, dura y con facilidad de pulverizarse. Presenta apariencia opaca cuando no es refinada. Su color varía desde café claro hasta amarillo, dependiendo del grado de refinación y blanqueo. Su superficie puede alcanzar altos niveles de brillo al ser refinada, siendo esta una de las propiedades más apreciadas en la cera para diversas aplicaciones de especialidad. Puede disolver muy bien los colorantes básicos. Es insoluble en, pero altamente soluble en acetona, cloroformo,

benceno y otros solventes orgánicos (Instituto de la candelilla, 2010). El Cuadro 1 muestra la composición química de la cera de candelilla.

Cuadro 1. Composición química de la Cera de Candelilla.

% Peso	Cruda	Refinada
Ácidos libres	7	7
Acoholes libres	13	14
Diesteres	9	0
Esteres ácidos	10	0
Esteres hidroxilados	8	8
Esteres simples	2	21
Hidrocarburos	46	57

Fuente: Instituto de la Candelilla.

Se considera que esta cera es una efectiva barrera contra la humedad y altamente permeable al O₂ y el CO₂, lo cual se traduce en la reducción del ritmo del envejecimiento de las frutas (Domínguez *et al.*, 2003).

Cera de Carnauba

La cera de Carnauba se obtiene de las hojas de una especie de palma que se conoce como (*Copernicia cerífera*), nombrada así en honor del astrónomo polaco Nicolás Copérnico. La planta crece normalmente en las regiones secas de Caerá, al noreste de Brasil, aunque se da en menores cantidades en el sur de Brasil, en el norte de Paraguay y Argentina (Multiceras, 2010).

La cera de carnauba es reconocida por sus propiedades de brillo, ya que combina dureza con resistencia al desgaste y es compatible con muchos otros tipos de cera (Cuadro 2). Dependiendo de la sección de la hoja de donde se extrae la cera de la edad de la planta (Multiceras, 2010).

Cuadro 2. Composición Química de la cera de Carnauba.

Componente	% Peso
Hidrocarburos	1.5 – 3.0
Ésteres	84 – 85
Alcoholes y resinas	6 – 9
Ácidos libres	3.3 – 5.0
Humedad	0.5 – 1.5
Residuos inorgánicos	1.0

Fuente: Multiceras.

Se utiliza con frecuencia como emulsificante en el agua para encerar manzanas, cítricos, pepinos, plátanos, debido a que inhibe en ciertos grados la deshidratación y ayuda en la defensa contra fungosis y bacteriosis. (Moreno, 2007).

Extracto de Tomillo

El tomillo es una planta aromática (*Thymus vulgaris L.*), vivaz (que vive más de dos años), leñosas muy polimorfa, de 10 a 40 cm de altura, alcanzando el medio metro en zonas protegidas. Posee numerosas ramas, leñosas, compactas de color parduzco o blanco aterciopelado.

El aceite de tomillo contiene compuestos como timol, carvacrol, borneol, linalol, cimeno, pineno dipenteno y acetato de bornila), un principio amargo, tanino materias resinosas y pépticas del tomillo actúa como digestivo, antiséptico, vermífugo, y con estimulante sedático en las crisis de tos, (Domínguez, 1997).

En su composición química destacan el aceite esencial y los flavonoides. El aceite esencial (1,0-2,5%) está constituido principalmente por fenoles monoterpénicos, como timol, carvacrol, p-cimeno, gammaterpineno, limoneno, borneol y linalol. No obstante, se ha de tener en cuenta que la composición del aceite esencial es variable según la época y lugar de la cosecha, además de la bien conocida existencia de diferentes quimiotipos, tanto de *T. vulgaris* como de *T. zygis*. Por este motivo, la Farmacopea Francesa exige que la esencia tenga un mínimo del 30% de fenoles totales. Entre ellos, los principales son el timol y el carvacrol, cimol, Vitamina B1, Vitamina C, taninos, Manganeseo, saponinas, triterpenoides, flavonoides (derivados de apigenol y luteolol), ácidos fenoles (ácido cafeico, rosmarínico), alcoholes (borneol, linalol) Terpenos (terpineno, cimeno).

La aplicación de aceites esenciales es un método muy atractivo para controlar enfermedades tanto en cosecha como en postcosecha. Estos materiales son una mezcla compleja de compuestos volátiles producidos en diferentes partes de las plantas, y han sido reconocidos por poseer diversas funciones, incluyendo conferir la resistencia a plagas y enfermedades; algunos aceites esenciales, así como sus constituyentes, han demostrado poseer propiedades antibacterianas y antifúngicas (Oxenham, 2003).

Extracto de Orégano

Orégano (oros, montaña y ganos, ornamenta) es el nombre común que se da a más de 60 especies de plantas de aroma y sabor característicos utilizadas principalmente como especias en diversas partes del mundo. La

mayoría de ellas pertenece a las familias Lamiaceae y Verbenaceae de las cuales las más importantes 33 son las del orégano europeo (*Origanum* sp.) y del orégano mexicano (*Lippia* sp.) (Kintzios 2002).

El aceite esencial se usa en perfumes y cosméticos y su consumo en dosis seguras mejora la función pulmonar en pacientes adultos (42.5±2.0 años) con asma. Otras investigaciones revelan que el extracto etanólico extraído de las flores posee capacidades antioxidantes y que su extracto acuoso inhibe la acción mutagénica de azida de sodio cuando es empleado como pretratamiento en sistemas vegetales en concentraciones de 50, 100 y 200 $\mu\text{g ml}^{-1}$ durante 20 h (Qari, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Postcosecha ubicado dentro del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que se sitúa al sur de la ciudad en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, comprendido entre las coordenadas geográficas 101° 1' 33'' de longitud Oeste y 25° 20' 57'' latitud Norte del meridiano de Greenwich, con una altitud de 1743 m.s.n.m.

Material Vegetal

Se utilizó como material vegetal tomate tipo bola obtenido de un invernadero en el municipio de Saltillo Coahuila que fue cosechado el día 18 de de junio del 2012, tomando los frutos con las mejores características cualitativa y sin tratamiento alguno para así realizar dicha investigación sin error alguno.

Descripción de los Tratamientos

Para la preparación del extracto de tomillo se utilizo un litro de alcohol etílico al 96% al que posteriormente se le aplico 1 manojo de tomillo. Después se dejo reposar por un lapso de 72 horas y al final de este tiempo se realizo el filtrado de la solución para evitar que llevase residuos de tomillo. Un procedimiento igual se utilizó para obtener el extracto de orégano.

Para elaborar los tratamientos se tomaron 5.0 y 10.0 ml de extracto de tomillo u orégano más 1.0 g, 2.0 g y 3.0 g de cera de candelilla con carnauba los cuales se mezclaron como se observa en el Cuadro 3. Dichas mezclas se disolvieron además en 995 ml de agua destilada si se utilizaron 5.0 ml de extracto y 990 ml de agua destilada si se utilizaron 10.0 ml de extracto.

Cuadro 3. Elaboración de los tratamientos a base de cera de carnauba y candelilla mas extracto de tomillo y orégano aplicados en la poscosecha de tomate bola.

Número de tratamiento	Descripción del tratamiento
Testigo	Sin tratamiento
2	1 g de C y 5 ml ET
3	1 g de C y 10 ml ET
4	2 g de C y 5 ml ET
5	2g de C y 10 ml ET
6	3g de C y 5 ml ET
7	3 g de C y 10 ml ET
8	1 g de C y 5 ml EO
9	1 g de C y 10 ml EO
10	2 g de C y 5 ml EO
11	2 g de C y 10 ml EO
12	3 g de C y 5 ml EO
13	3 g de C y 10 ml EO

Simbología: C=cera de candelilla y carnauba, ET= extracto de tomillo, EO= extracto de orégano.

Metodología Experimental

El día 18 de junio del 2012 se cosecharon los tomates en estado de maduración entre verde y sazón en el invernadero ubicado en el municipio de Saltillo, Coahuila. Posteriormente fueron trasladados al laboratorio de poscosecha de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro donde se estableció el experimento dos días después de la cosecha. Se evaluaron 650 frutos en total sin ningún daño físico ni biológico y libre de algún tratamiento

con algún tipo de cera. Posteriormente se concentraron en 13 grupos (tratamientos) de 50 tomates cada uno, se marcaron los frutos con un plumón para identificarlos posteriormente se procedió a determinar el peso de cada fruto. Al término de dicha actividad se aplicaron los tratamientos mediante inmersión con un tiempo de 15 segundos para cada tomate. Para el secado se colocaron sobre papel estraza a temperatura ambiente durante 24 horas. Se realizaron 5 evaluaciones en un lapso de tiempo de 35 días, tomando una lectura inicial a los dos días después de la cosecha que fue el día 22 de junio, para la segunda y posteriores evaluaciones se realizaron los días 25, 27, 29 de junio y 03 de julio.

Parámetros Evaluados

Con la finalidad de conocer el comportamiento de la cera de candelilla y carnauba mas extracto de tomillo y orégano en la vida de poscosecha del tomate se realizaron cinco evaluaciones en las cuales se determinaron las variables que se describen a continuación:

Pérdida de Peso. Para la evaluación de esta variable se tomaron los pesos de los 13 tratamientos (650 frutos en total) como lectura inicial el día 22 de junio los frutos recién llegados del campo. Se determinó el peso con una balanza eléctrica de precisión (OHAUS SCOUT) con capacidad de 400 g, y así sucesivamente se tomaron los pesos de los frutos los días 25, 27, 29 de junio y 03 de julio. Considerando que para las evaluaciones posteriores se tomaron 10 frutos por cada tratamiento. La diferencia se obtuvo en gramos restando cada una de las evaluaciones de peso de la evaluación inicial.

Firmeza. Esta variable se determino con un penetrómetro manual (EFFGI modelo FT 327) en kg/cm^2 . Se utilizó una puntilla cilíndrica de metal de 8 mm

sobre ambas caras de la zona media de los frutos. Una vez terminada esta actividad los frutos fueron desechados.

Color. Esta variable se obtuvo con un colorímetro Marca Minolta CR300 con un plato de cerámica no poroso para calibrar y un brazo lector para la toma de datos. Donde se obtuvieron lecturas tridimensionales de L^* , a^* y b^* donde el valor L corresponde a la luminosidad y presenta una escala de valores de 0 a 100 donde cero es una oscuridad total u opacidad y 100 corresponde al blanco o máxima brillantes. Por su parte los valores a^* y b^* son coordenadas que ubican en color de un objeto en un diagrama de cromaticidad donde $a (+)$ indica el color rojo, $a (-)$ indica el color verde, $b (+)$ indica el color amarillo, $b (-)$ indica el color azul. Para así determinar el cambio de color de los frutos cada día transcurrido y así poder registrar al momento de la evaluación. Así mismo se determinaron los valores de ángulo de matiz (h^*) y cromaticidad (C^*) con las siguientes fórmulas:

Fórmula para la obtención de h^*

$h^* = \arctang(b^*/a^*)$ como los cálculos se obtuvieron en radianes se transformaron a ángulos con la fórmula $180/3.1416$

Fórmula para la obtención de C^*

$$C^* = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

Tasa respiratoria. Para determinar esta variable se pesó el tomate después se introdujo en un recipiente, del que se conoce su volumen, se cerró herméticamente, con la ayuda del sensor de CO_2 se realizó la medición de la cantidad de CO_2 que desprende el tomate. Ya que el sensor reporta ppm CO_2 mediante estequiometría se obtiene la respiración del tomate en mililitros de CO_2 por kilogramo de fruta por hora (ml CO_2 /kg·h.).

Se evaluó en función de la producción de CO₂ para su cuantificación se conecta a la salida del frasco de ventilación que contiene la muestra a un analizador de gas (CO₂) marca Licor los resultados se representaron ml CO₂/kg·h.

Grado de infección con *Rhizopus stolonifer*. En unas de las cajas donde se encontraban los tomates se desarrollo un patógeno en uno de los tomates el cual después se utilizo para inocular otros tomates. Para ello el tomate infectado se aisló, se colocó en una cámara húmeda y se dejo para que se desarrollara el micelio por completo de un hongo desconocido. Una vez terminado el desarrollo de dicho hongo el fruto fue macerado para después tomar una porción y diluirla en 200 ml de agua destilada. La solución obtenida se homogenizó y se utilizó posteriormente para inocular tomates sanos con la ayuda de una brocha de pelo de camello. Para la identificación del hongo se tomaron dos muestras del micelio las cuales se montaron en laminillas y con ayuda de un microscopio electrónico y un especialista en fitopatología en el Depto. de parasitología se logró la identificación del hongo patógeno el cual se determinó que correspondía a *Rhizopus estolonifer*,

Vida de anaquel. Para esta variable se determinó el tiempo de vida del fruto contabilizados en días desde el momento en que se realizo la cosecha del tomate hasta llegar un punto en el cual perdió sus características cualitativas y organolépticas como consistencia, brillo etc.

Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue el diseño completamente al azar (DCA) con trece tratamientos y 10 repeticiones por cada tratamiento donde la unidad experimental fue un fruto.

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos que se realizaron fueron dos, uno que correspondió a un análisis de varianza (ANVA) ($P \leq 0.05$) y a una comparación de medias utilizando la prueba de Tukey ($P = 0.05$). El paquete estadístico utilizado fue el programa Statistical Analysis System (SAS) versión 9 para windows.

Modelo estadístico

El modelo lineal propuesto para este diseño fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable observada

μ = media general

T_i = efecto de tratamiento

E_{ij} = error experimental

$i = 1, 2, \dots, n$ tratamientos

$j = 1, 2, \dots, n$ repeticiones

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizado el experimento donde se realizaron aplicaciones de cera de candelilla y carnauba más extractos de tomillo y orégano se realizaron los análisis de varianza ($P \leq 0.05$) y comparación de medias por el método de Tukey ($P = 0.05$) donde se obtuvieron los resultados que a continuación se describen:

Pérdida de Peso

Los resultados descritos comienzan a detectarse desde el cuarto día después del inicio del experimento en el cual ya se observan diferencias significativas en cuanto a esta variable. De acuerdo a los datos obtenidos durante las cinco evaluaciones se encontró que la aplicación de cera de candelilla, carnauba mas extracto de orégano y tomillo de cierta forma redujeron la pérdida de peso. Esto es debido a que el tomate pierde peso por la pérdida de agua por transpiración de la misma. Como se puede apreciar en la Figura 1 y Cuadro 30 (Apéndice). A los 4 días se observó que el tratamiento conformado con 1.0 g de cera de candelilla y carnauba mas 5.0 ml de extracto de tomillo tuvo una reducción en la pérdida del peso en un 49.07% (0.53 g) con respecto al testigo. A los 7 días sobresalió el tratamiento con 2.0 g de cera de candelilla y carnauba mas 5.0 ml de extracto de tomillo teniendo una reducción del 48.08% (1.38 g) de peso en relación al testigo. A los 9 días supero el tratamiento con 3.0 g de cera de candelilla mas carnauba y 5.0 ml extracto de tomillo manifestándose así una reducción del 48.6% (1.83 g) de peso comparado con el testigo. Mientras tanto a los 11 días el tratamiento que mejor se comporto fue el con 1.0 g de cera de candelilla, carnauba mas 5.0 ml de extracto de tomillo reduciendo el peso en un 45.9% (2.27 g) en comparación con el testigo. A los 15 días el tratamiento 9 hizo acto de presencia de nuevo como con 1.0 g de cera de candelilla y carnauba mas 5.0 ml de extracto de orégano reduciendo así en un 52.29% (3.88 g) de

peso comparándolo con el testigo. De lo visto anteriormente podemos decir que el mejor tratamiento para aminorar la pérdida de peso fue el formulado a base de 1.0 g de cera de candelilla con carnauba más 5.0 ml de extracto de orégano.

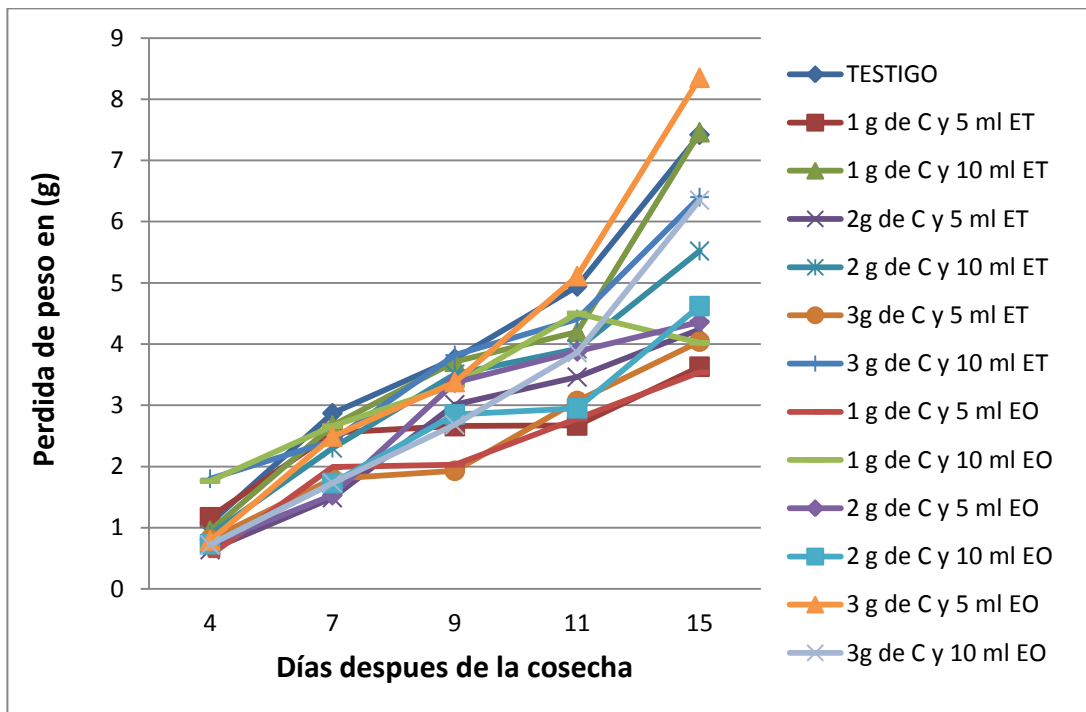


Figura 1. Comportamiento de la pérdida de peso por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba (C) más extracto de orégano (EO) y extracto de tomillo (ET) en la poscosecha de tomate bola.

La pérdida de peso presentó una tendencia creciente mínima en relación a los tomates tratados a medida que avanzó el proceso de maduración, mostrándose así una reducción en el peso de forma gradual conforme transcurrían los días. Esto se debe a la pérdida de agua durante el almacenamiento, que depende de la temperatura y de la humedad relativa (Pérez *et al.*, 2003). Estos cambios se deben a que el fruto transpira después de cosechado degradándose así (carbohidratos, proteínas, grasas) a productos finales simples originando una liberación de energía provocando:

1) Una aceleración de la senescencia conforme las reservas que mantienen vivo al producto se agotan, 2) una reducción en el valor nutritivo (valor energético) para el consumidor, 3) pérdida en la calidad de sabor, especialmente la dulzura y 4) pérdida del peso seco (Funprover, 2011). Mas sin embargo los frutos cubiertos con cera de candelilla mas extracto de tomillo y orégano y cera de carnauba muestran una reducción más notable en cuanto a la pérdida de peso en relación al testigo que se es más notorio en todas las evaluaciones, concordando así con Domínguez *et al.* (2003) menciona que la cera es una efectiva barrera contra la humedad y altamente permeable al O₂ y el CO₂, lo cual se traduce en la reducción del ritmo del envejecimiento de las frutas. De igual manera estudios que realizo Del Valle *et al.* (2005) comprobó la eficiencia del una película comestible de mucilago de nopal como recubrimiento en fresas (*Fragaria ananassa*), observó el incremento de vida útil sin afectar el color y sabor del alimento. Corroborando nosotros de esta manera que al aplicar ceras u extracto de orégano o tomillo ciertamente aminoran la pérdida de peso debido a su composición química de ambos. Bosquez *et al.* (2003) reporta el uso de cera de candelilla y goma de mezquite como cubierta comestible mejoran la apariencia de los frutos ya que proporcionan un brillo más alto, en el caso de las frutas climatéricas, en cuanto a una mayor pérdida de peso podemos apreciar que para el día 4 y 15 el tratamiento que tuvo una menor pérdida de peso fue a base 1.0 g de cera de candelilla mas extracto de orégano. Lo anterior concuerda con lo que menciona Qualibest (2010), que las frutas y verduras deben ser tratadas con cera luego de su cosecha, este tratamiento básico es necesario principalmente para evitar su deshidratación través de los poros de la fruta o la verdura. El mismo autor describe en ese mismo año los ensayos de laboratorio han demostrado que una fruta sin tratamiento pierde un 20% de su peso al cabo de 14 días mientras que una tratada entre el 2 y 4%. Es decir que más que una capa de cera embellecedora, es una capa protectora que da como resultado un económico y una excelente presentación. Saucedo *et al.* (2010) reporta que la cera de candelilla y ácido elágico tratada

en manzanas “Golden Delicious” demostró una buena calidad. Ya que disminuyó la pérdida de peso sin causar alteraciones visibles en los frutos.

El uso de la cera de candelilla no solo es viable en tomate sino en otras hortalizas que son perecederas como lo sugiere Moreno (2007). Que también se utiliza con frecuencia para encerar manzanas, cítricos, pepinos, plátanos, debido a que inhibe en ciertos grados la deshidratación y ayuda en la defensa contra fungosis y bacteriosis, podemos así corroborar que esta cera inhibe la pérdida de peso por un periodo considerable de tiempo.

Firmeza

En el Cuadro 31 y Figura 2 se muestra los resultados en relación a la firmeza en las 5 evaluaciones realizadas en un lapso de tiempo de 15 días en tomate bola una fruta climatérica cuyo proceso de maduración continua después de la cosecha obteniéndose una disminución en la firmeza en cierta etapa de tiempo.

En el análisis de datos se observó que en términos generales todos los tratamientos con cera de candelilla y carnauba más extractos de tomillo u orégano permitieron mantener una mayor firmeza en los frutos de tomate bola (Figura 2, Cuadro 31). El tratamiento que mostró una mayor firmeza fue el elaborado con 2.0 g de cera de candelilla y carnauba mas 5.0 ml de extracto de tomillo ya que logro una firmeza de 4.0 a 4.6 kg/cm² en todo el experimento mientras que los valores alcanzados por el testigo, fueron al inicio del experimento de 4.3 kg/cm² y conforme transcurrieron los días los valores no superaron los 3.4 kg/cm². En relación al tratamiento que mostró la menor pérdida de firmeza que fue el elaborado con 1.0 g de cera y 5.0 ml de extracto de tomillo, a los 4 y 7 días después de realizado el experimento dichos tratamientos mostraron una firmeza de 4.1 y 3.5 kg/cm² respectivamente más sin embargo al final del experimento los frutos de tomate mostraron una firmeza con valores superiores a 3.8 kg/cm².

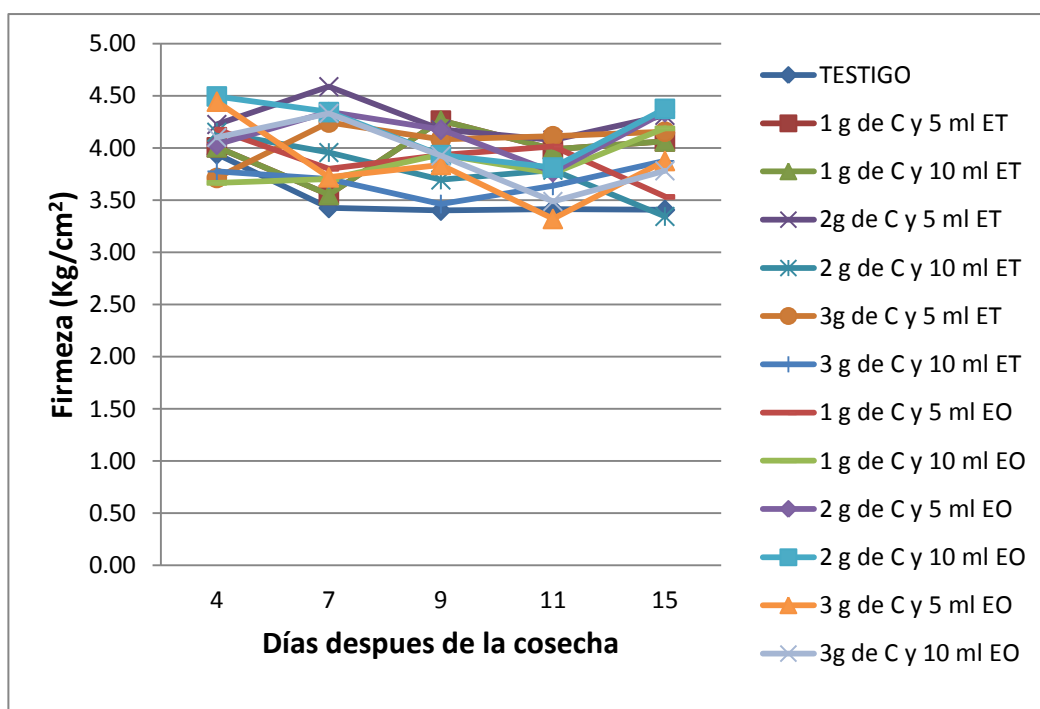


Figura 2. Comportamiento de la firmeza en la poscosecha de tomate bola por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba (C) más extracto de orégano (EO) y extracto de tomillo (ET).

La firmeza es el factor determinante para adquirir una fruta ya que mediante la visualización podemos diagnosticar si se encuentra en las optimas condiciones para poder adquirirlas, en este experimento se observo que la cera de candelilla y carnauba combinado con extracto de orégano y tomillo redujeron de manera favorable la firmeza coincidiendo con lo aportado por Pérez *et al.* (2003) quien menciona que la aplicación de ceras comestibles (fría o caliente) en melón Cantalupo permiten mantener mejores características de calidad (firmeza, composición química y apariencia). El uso de las ceras naturales es una alternativa muy eficaz para alargar por un cierto periodo de tiempo el buen estado de de los frutos ya que conservan las propiedades cualitativas y cuantitativas y no generan alteraciones en el mismo, ni en el organismo humano como lo dice Constantino (2011). Que las ceras naturales como carnauba, abeja, candelilla y polímeros resultan

eficaces en la reducción de la pérdida de peso, en el mantenimiento de firmeza y no provocan cambios importantes que puedan producir alteraciones en el sabor de la calabacita Zucchini, encontrando nosotros resultados similares con el uso de las ceras y el extracto aplicados en tomate.

Color

En la figura 3 se muestra el comportamiento del color del tomate podemos ver que en un principio se encuentra en un verde intenso, de acuerdo a los cambios químicos que ocurren dentro se torna en una coloración anaranjada posteriormente prosigue en una coloración roja debido al incremento del licopeno este último muestra un indicio de madurez.

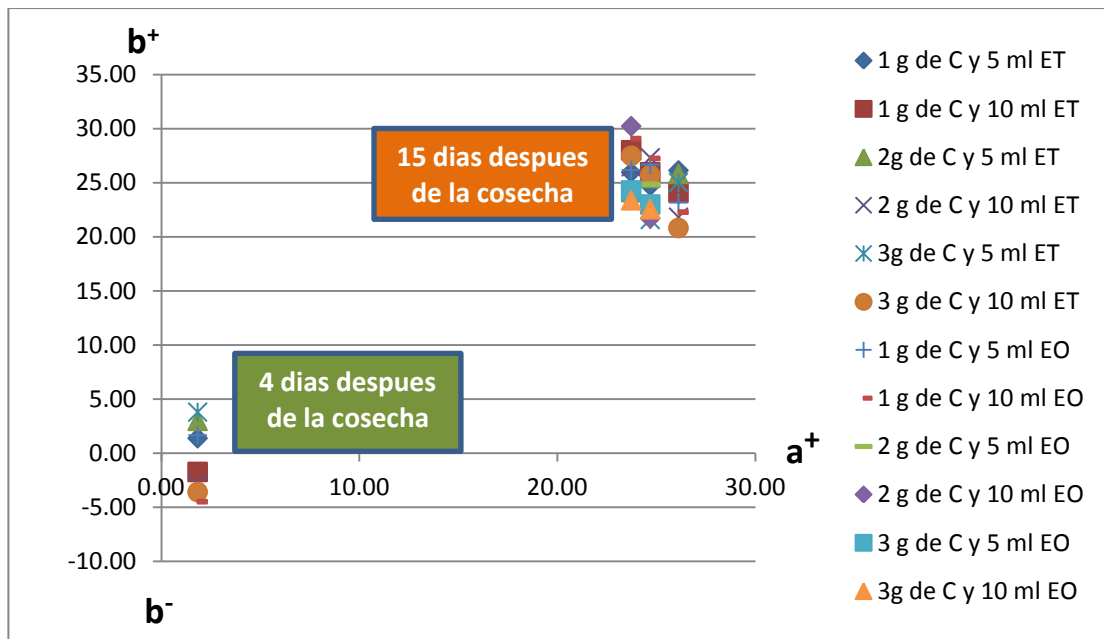


Figura 3. Comportamiento del color en la poscosecha de tomate bola por efecto de los tratamientos con cera de candelilla y carnauba (C) mas extracto de tomillo (ET) y extracto de orégano (EO).

Luminosidad (L*)

En la Figura 4 y Cuadro 32 podemos apreciar que la aplicación de las ceras y el extracto anteriormente mencionado aumenta el brillo del tomate en su vida de poscosecha dando como un mejor resultado los tratamientos con 1.0 g de cera de candelilla, carnauba mas 10.0 ml extracto de tomillo, seguido del tratamiento con 3.0 g de cera de candelilla mas carnauba y 10.0 ml de extracto de tomillo comportándose por arriba del testigo a partir del séptimo día, en un inicio todos los tratamientos parten de un brillo intenso y conforme transcurrieron los días existe una disminución del mismo y mostrándose de esta manera como el peor tratamiento con 3.0 g de cera de candelilla y carnauba mas 10.0 ml extracto de orégano.

Todos los tratamientos pierden brillo en forma gradual pero unos más acelerados que otros tal fue el caso del tratamiento con 3.0 g de cera de candelilla y carnauba mas 10.0 ml extracto de orégano.

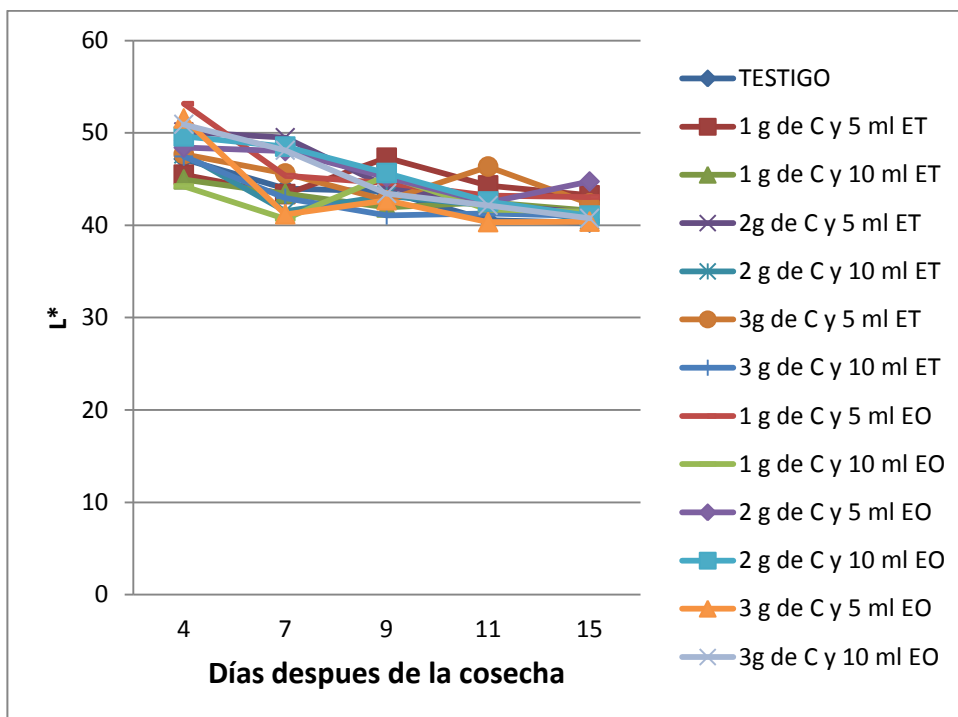


Figura 4. Comportamiento de la luminosidad en la poscosecha de tomate bola por efecto de la aplicación de cera candelilla y carnauba (C) más extracto de tomillo (ET) y orégano (EO).

Coordenada (a*)

Figura 5. Se muestra los cambios de coloración ya que en un inicio dio valores negativos esto quiere decir que algunos frutos se encontraban en estado verde, que progresivamente fueron positivos tomando un color amarillo opaco después tornándose en naranja hasta llegar a su color original que es el rojo mostrándose de esta manera el tratamiento con 1.0 g de cera de candelilla y carnauba mas 5.0 ml de extracto de tomillo por arriba del testigo hasta los 11 días, ya que a partir de este día el resto de los tratamientos se fueron uniformizando su coloración.

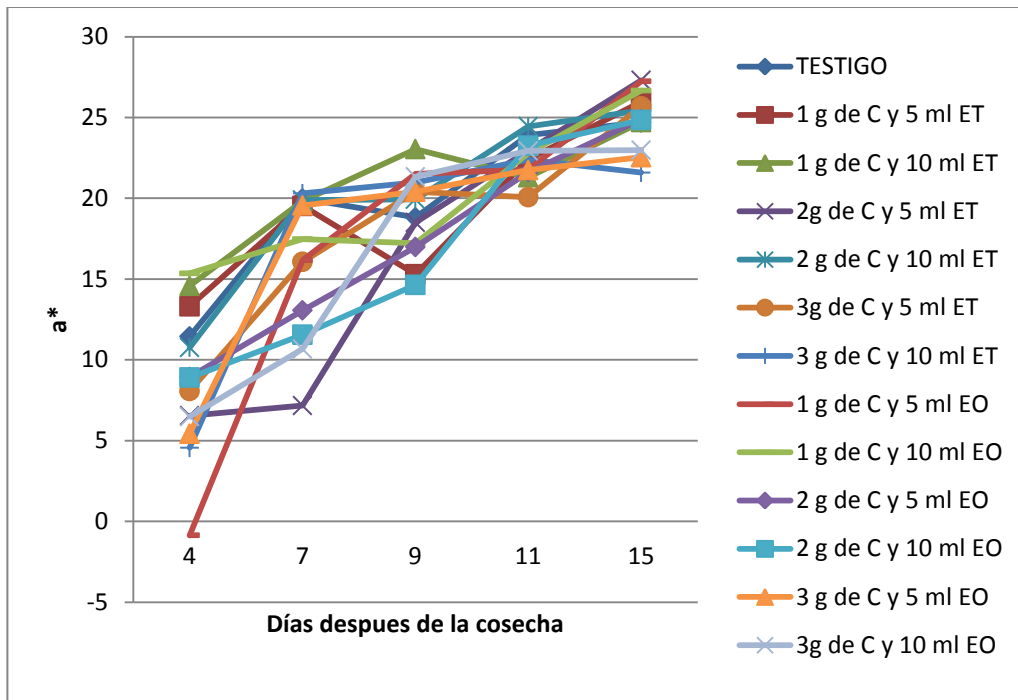


Figura 5. Comportamiento de la coordenada a* por efecto de la aplicación de las ceras de candelilla, carnauba (C) más extracto de tomillo (ET) y extracto de orégano (EO) en la poscosecha de tomate tipo bola.

Coordenada (b*)

En la Figura 6 se puede ver la evolución del tono del color amarillo ya que eso nos indica este parámetro, se puede apreciar los tratamientos se manifestaron de una manera uniformemente partiendo de un amarillo que posteriormente fue perdiendo ese color hasta llegar a una tonalidad roja característico del tomate manteniéndose como el mejor tratamiento a base de 1.0 g de candelilla y carnauba mas 10.0 ml de extracto de orégano manteniendo el color por más tiempo posicionándose por arriba del testigo a partir del séptimo día después de la cosecha.

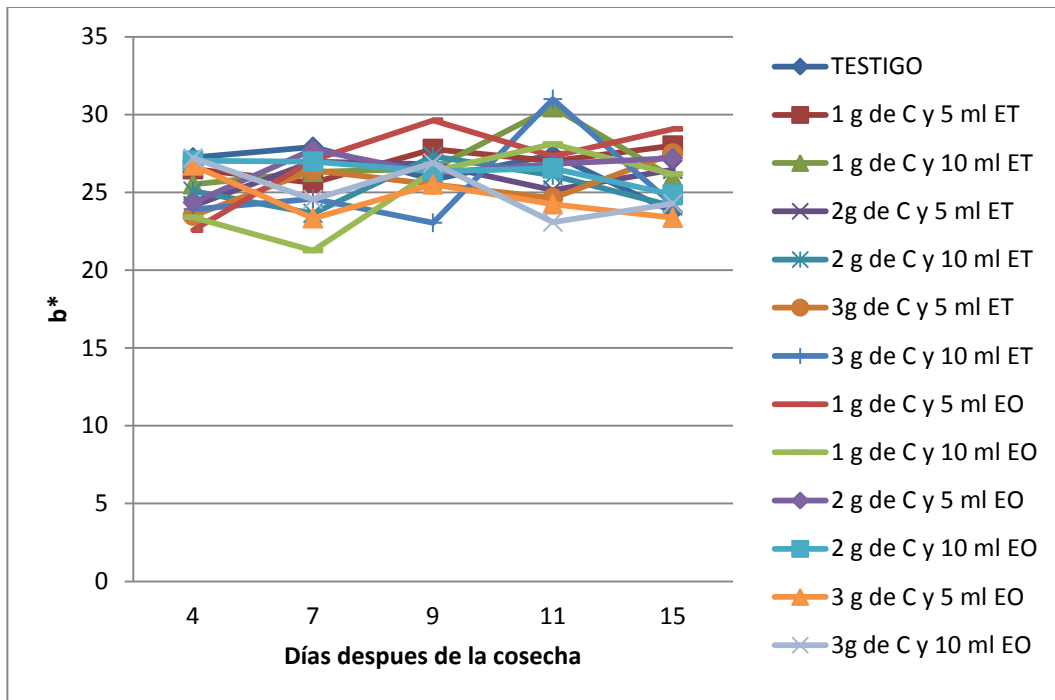


Figura 6. Comportamiento de la coordenada b* por efecto de la aplicación de las ceras de candelilla, carnauba (C), extracto de tomillo (ET) mas orégano (EO) en la poscosecha de tomate tipo bola.

Ángulo de matiz (h*)

En la Figura 7 y Cuadro 32 se muestra el espacio cromático de los valores del ángulo de tono (h*) lo cual nos indica que el tratamiento con 1.0 g de cera de candelilla y carnauba mas 5.0 ml de extracto de orégano presento un ángulo de 57.34° (4 días) a 50.71° (7 días) lo cual nos indica que paulatinamente cambio de color verde a amarillo esto ocurrió con todos los tratamientos que iniciaron con un grado de color más verde tal es el caso del tratamiento con un 1.0 g de cera de candelilla y carnauba mas 10.0 ml de extracto de orégano que presento ángulos de tono de 94.94° a los 4 días mostrándose muy verde al principio disminuyendo conforme transcurrirán los días.

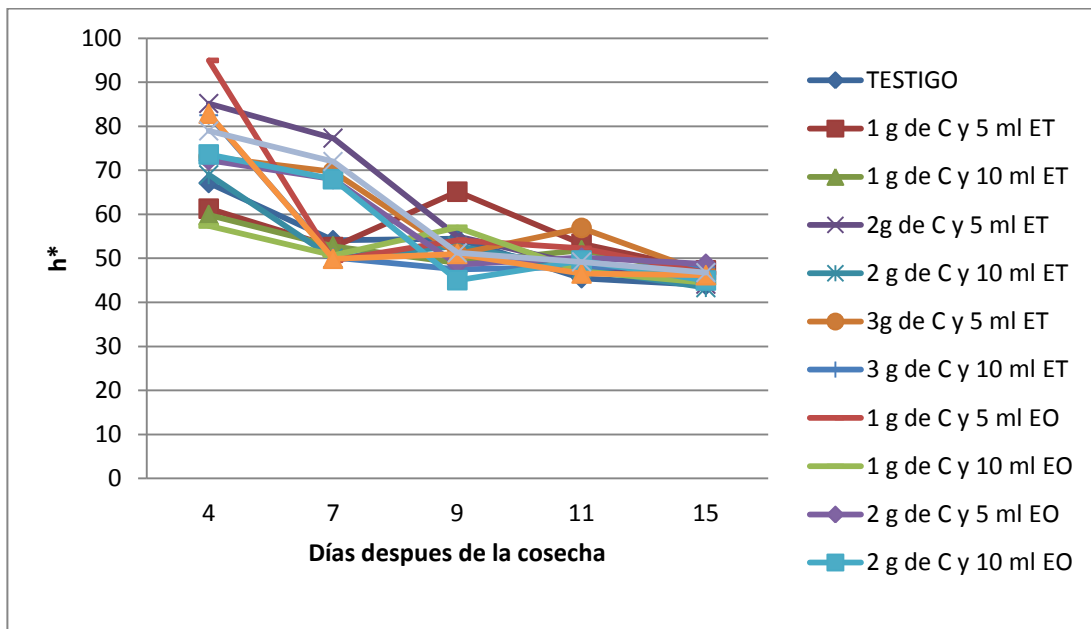


Figura 7. Comportamiento en el ángulo de matiz o hue (h*) por efecto de la aplicación de las ceras de candelilla y carnauba (C) mas extracto de orégano (EO) y tomillo (ET) en la poscosecha de tomate tipo bola.

Cromaticidad (C*)

En la Figura 8 y Cuadro 32 se aprecia el comportamiento de los tratamientos para la cromaticidad (C*) lo cual nos indica cual puro u intenso es el color del tomate en relación a los días, el comportamiento de todos los tratamientos al día 4 se manifiesta con un amarillo intenso tendiente a una tonalidad anaranjada, en el transcurso de los días se refleja el aumento de la coloración teniendo así al tratamiento con 1.0 g de cera de candelilla y carnauba mas 10.0 ml de extracto de orégano que parte del amarillo con tendencia a anaranjado perdiéndose gradualmente en el transcurso de los días para llegar a su coloración original.

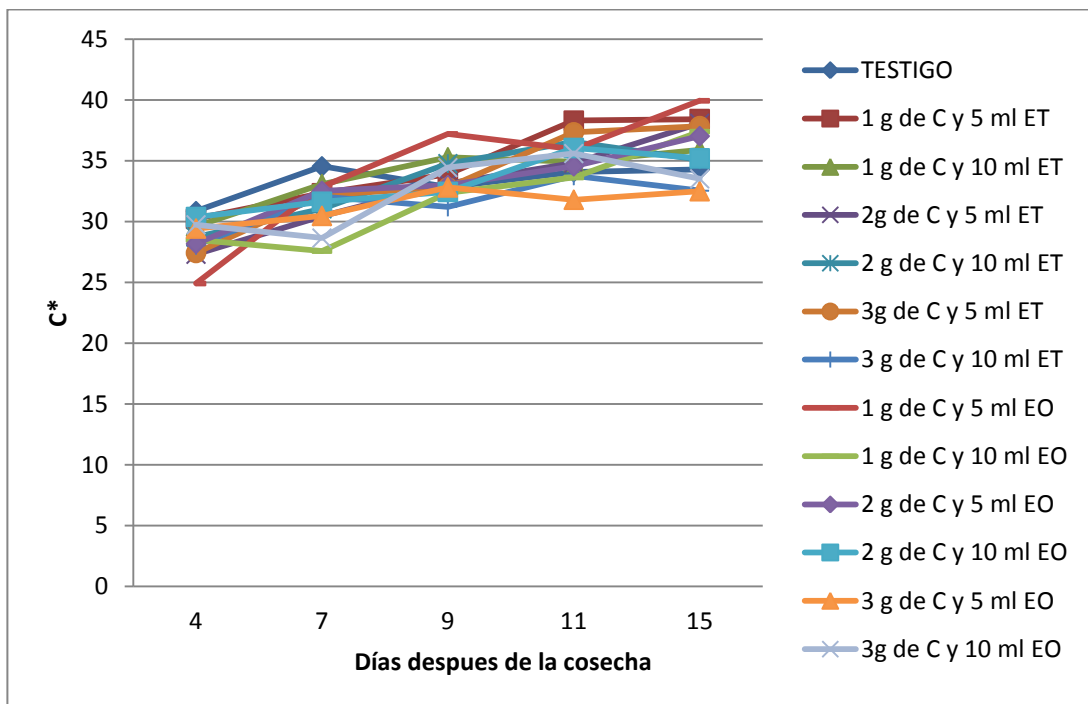


Figura 8. Comportamiento en la cromaticidad (C*) por efecto de la aplicación de las ceras de candelilla y carnauba (C) mas extracto de orégano (EO) y tomillo (ET) en la poscosecha de tomate tipo bola.

El color en tomate es una característica de calidad extremadamente importante, ya que determina la madurez y vida poscosecha, y es el factor determinante en cuanto a la aceptabilidad por parte del consumidor. Todos

los tratamientos partieron de un verde intenso o pintón pero en el transcurso del tiempo comenzaron a perder ese color. Los considerables cambios físicos y químicos que suceden en la maduración del tomate durante el climaterio se manifiestan en una rápida evolución del color verde, con degradación de clorofilas), hacia tonos anaranjados y rojos, acompañado de un descenso de la firmeza, una ligera disminución de la acidez y un pequeño aumento (con frecuencia no significativo) de los sólidos solubles, tanto en frutos convencionales como de larga duración (Kader, 2000).

Con el uso de cera de candelilla y carnauba mas extracto de orégano se logró conservar por más tiempo el brillo, la apariencia y el color con un rojo intenso hasta los 15 días tiempo que duro el experimento lo cual se concuerda con Bosquez *et al.* (2003), reporta que el uso de cera de candelilla y goma de mezquite como cubierta comestible la que mejoran la apariencia de los frutos ya que proporcionan un brillo más alto, en el caso de las frutas climatéricas, como las frutas cítricas, la disminución en la proporción de transpiración esto es importante porque cuando la perdida de agua acelera el envejecimiento y reduce su vida de poscosecha drásticamente.

Tasa Respiratoria

En la Figura 9 podemos apreciar la taza de respiración del tomate en un lapso de tiempo de 30 minutos, con la aplicación de cera de candelilla y carnauba mas extracto de tomillo y orégano, se puede apreciar que al minuto 1 presenta un alto índice de respiración encontrándose por arriba de los 200 $\text{mlCO}_2/\text{kg-h}$ mientras que a los 5 minutos se reduce de manera considerable colocándose por debajo de los 100 $\text{mlCO}_2/\text{kg-h}$, a partir de los 10 minutos la respiración se mantiene uniforme debido a que el fruto va adquiriendo su madurez optima para consumo, mas sin embargo a los 30 minutos el fruto sobre pasa la madurez llegando la etapa previo a la senescencia con la degradación de epidermis perdiendo las características comerciales.

Podemos decir que el mejor tratamiento que tuvo un índice de reparación menor en relación no solo al testigo sino al resto de los tratamientos fue el formulado con 1.0 g de candelilla con carnauba y 10.0 ml de extracto de orégano.

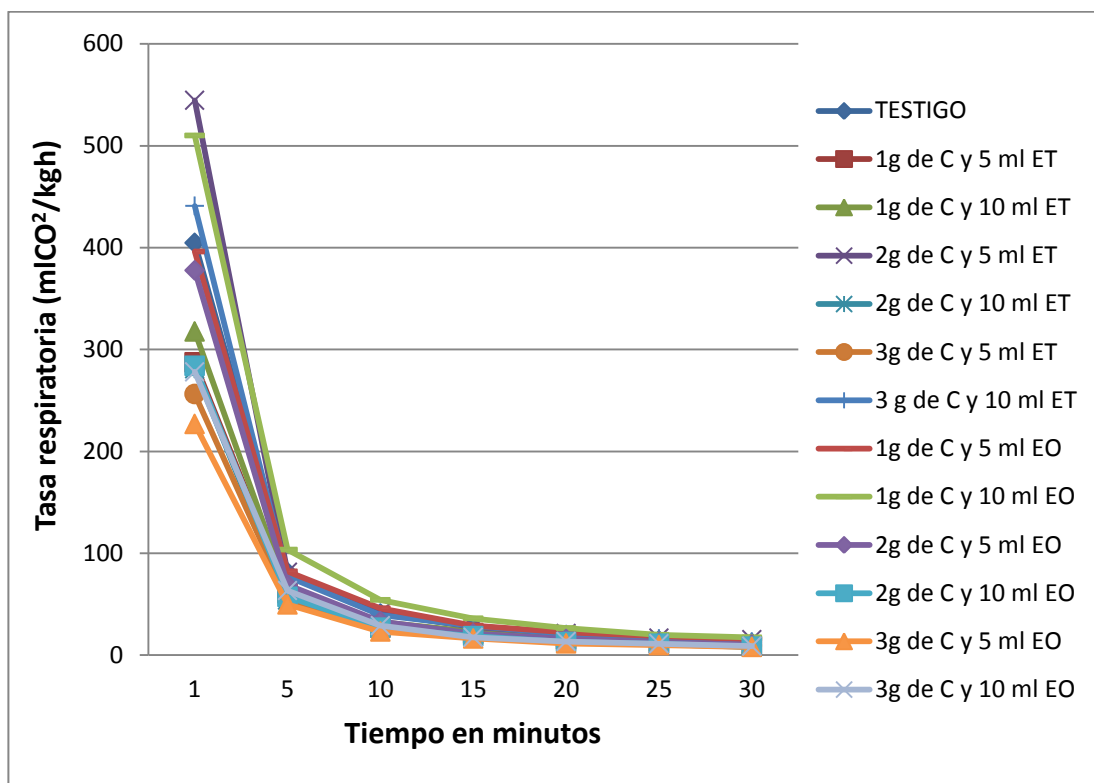


Figura 9. Comportamiento en la tasa respiratoria del tomate bola con la aplicación de cera de candelilla, carnauba (C) mas extracto de tomillo (ET) y extracto de orégano (EO) en la poscosecha de tomate.

En la Figura 10 se observa cómo se comporto el índice de respiración del tomate a los 30 minutos es una etapa previo a la senescencia o sobre madurez, perdiendo así sus atributos de calidad conservándolo en mínimas cantidades, para esta etapa los tratamientos con 1.0 g de candelilla y carnauba mas 10.0 ml de extracto de orégano seguido del tratamiento con 1.0 g de candelilla y carnauba mas 5.0 ml de extracto de orégano y el elaborado con 2.0 g de candelilla mas 5.0 ml de extracto de tomillo tuvieron un reducción de la espiración.

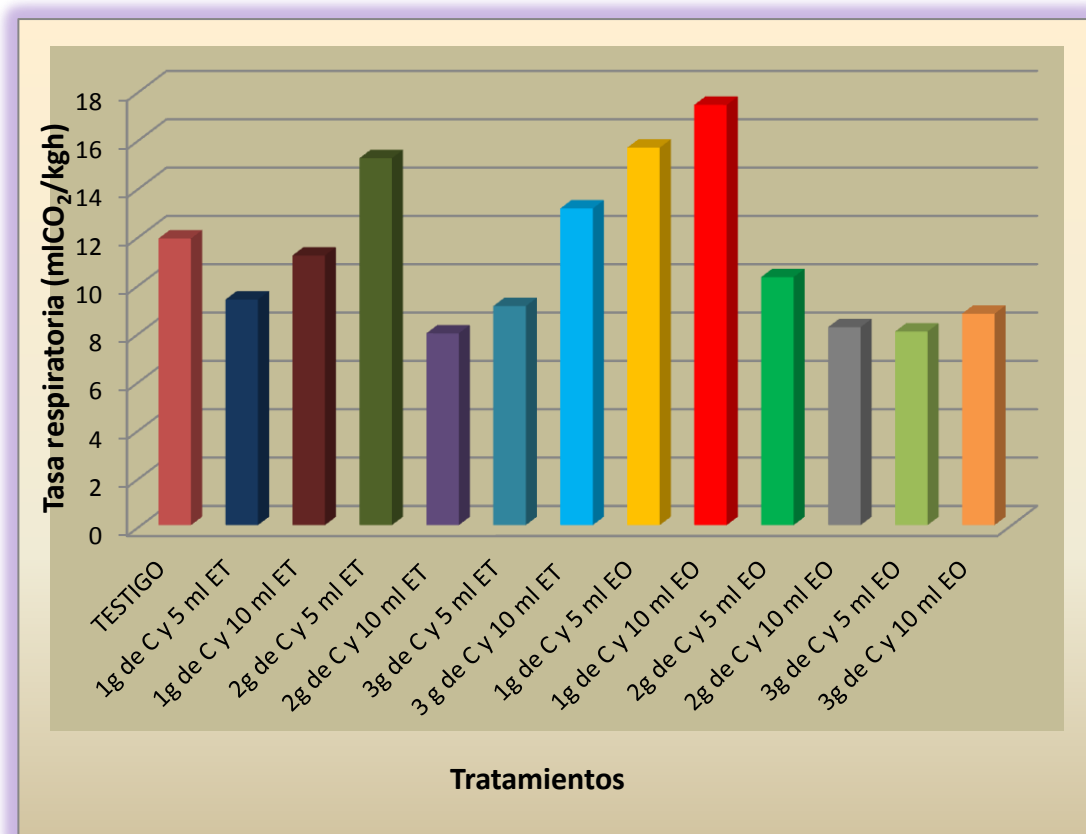


Figura 10. Comportamiento de la tasa respiratoria del tomate tipo bola a los 30 minutos de evaluación con analizador de gas CO₂ por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba (C) mas extracto de tomillo (ET) y extracto de orégano (EO).

El proceso de respiración es un factor muy importante en los frutos climatéricos ya que en función de ello depende la vida misma del producto en consecuencia de esto se ha buscado alternativas para reducir este proceso al nivel mínimo y que no repercuta tanto en el fruto dañando así su comercio, autores como Pérez *et al.* (2003). Dice que uso de las ceras comestibles en frutas y hortalizas mejora el brillo y la textura de la corteza, reduce el deterioro de la calidad fisicoquímica y organoléptica, disminuye la pérdida de peso por deshidratación y el intercambio de gases. Domínguez *et al.* (2003) reporta que la cera de candelilla es una efectiva barrera contra la humedad y altamente permeable al O₂ y el CO₂, lo cual se traduce en la reducción del ritmo del envejecimiento de las frutas. Bósquez (1997) menciona la función

de los recubrimientos que forma una barrera en la superficie del fruto modificando la composición de respiración y además es una práctica fácil y económica. La esencia de las ceras se basa en su composición química de películas cerosas generalmente en ácidos grasos, carbohidratos, alcoholes y carboximetilcelulosa.

Grado de infección con *Rhizopus stolonifer*

En la Figura 11 se puede apreciar el índice de severidad del ataque del hongo *Rhizopus stolonifer* en tomate bola. Se observó al término del almacenamiento cuando se cuantificó en porcentaje de infección que los frutos que presentaban una baja infección fueron los tratados con cera de candelilla y carnauba mas extracto de tomillo en relación al testigo, por otro lado los tratamientos que contenían cera de candelilla y carnauba aunado extracto de orégano mostraron una alta infección de este patógeno encontrándose más del 50% de los frutos dañados, esto quiere decir que aquellos frutos que son tratados con extracto de tomillo redujeron de manera favorable la entrada de patógenos en poscosecha de tomate.

Rhizopus stolonifer es un hongo muy versátil que puede crecer y desarrollarse en una amplia gama de temperaturas y humedades relativas. Su rápida velocidad de crecimiento le permite colonizar la superficie de los productos agrícolas y causar la enfermedad conocida como pudrición blanda que ocasiona importantes pérdidas económicas. En este experimento pudimos comprobar que las ceras naturales reducen la incidencia de patógenos en poscosecha de tomate y entre otros aspectos importantes como lo menciona Oms *et al.* (2008). Este investigador menciona que los recubrimientos comestibles forman una atmósfera modificada pasiva que puede influenciar diferentes cambios en productos frescos y mínimamente procesados en aspectos tales como actividad antioxidante, color, firmeza, calidad sensorial, inhibición del crecimiento microbiano y producción de etileno.

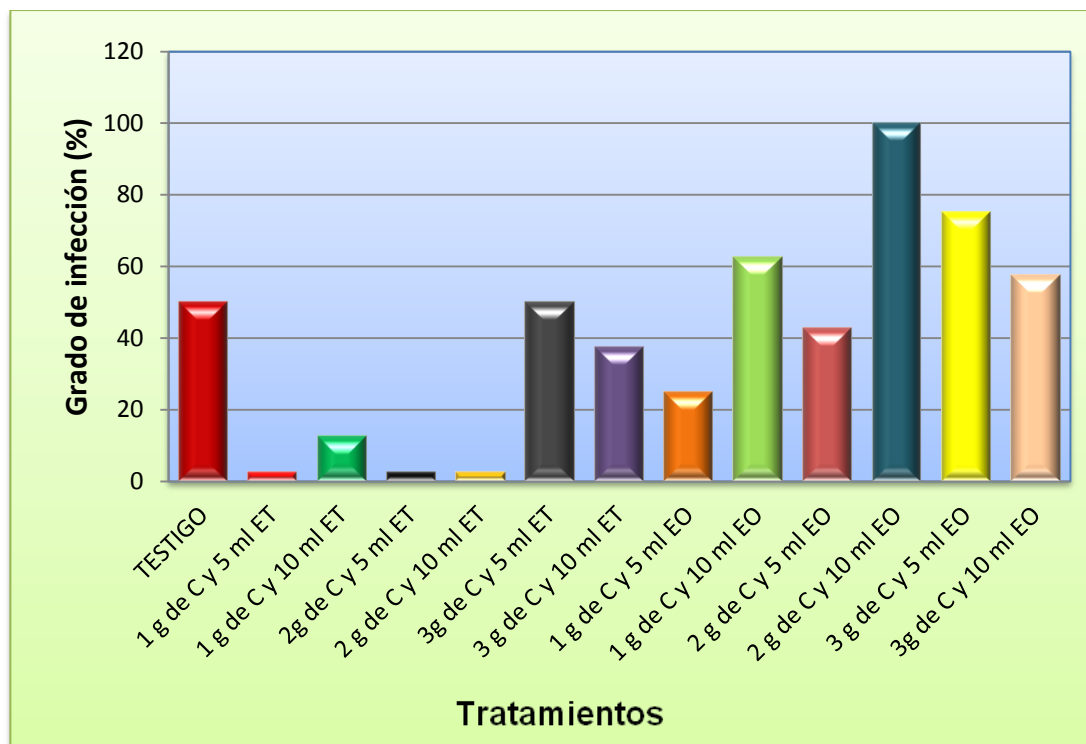


Figura 11. Grado de infección con *Rhizopus stolonifer* en la poscosecha de tomate bola tratados con cera de candelilla y carnauba (C) mas extracto de tomillo (ET) y extracto de orégano (EO).

Vida de anaquel

En base a los resultados obtenidos del análisis de varianza para la variable vida de anaquel no se tuvo diferencia significativa estadística mas sin embargo existe diferencia numérica entre tratamientos.

En la Figura 12 podemos apreciar que los mejores tratamientos fueron todos aquellos elaborados con cera de candelilla y extracto de tomillo ya conservaron la vida de anaquel por un periodo de 34.5 días en comparación con el testigo y el resto de los tratamientos donde se aplicó cera de candelilla y carnauba más extracto de tomillo que solo lo preservaron los frutos por un lapso de 31 a 32 días existiendo así una diferencia de 3 días en promedio en ganancia de tiempo.

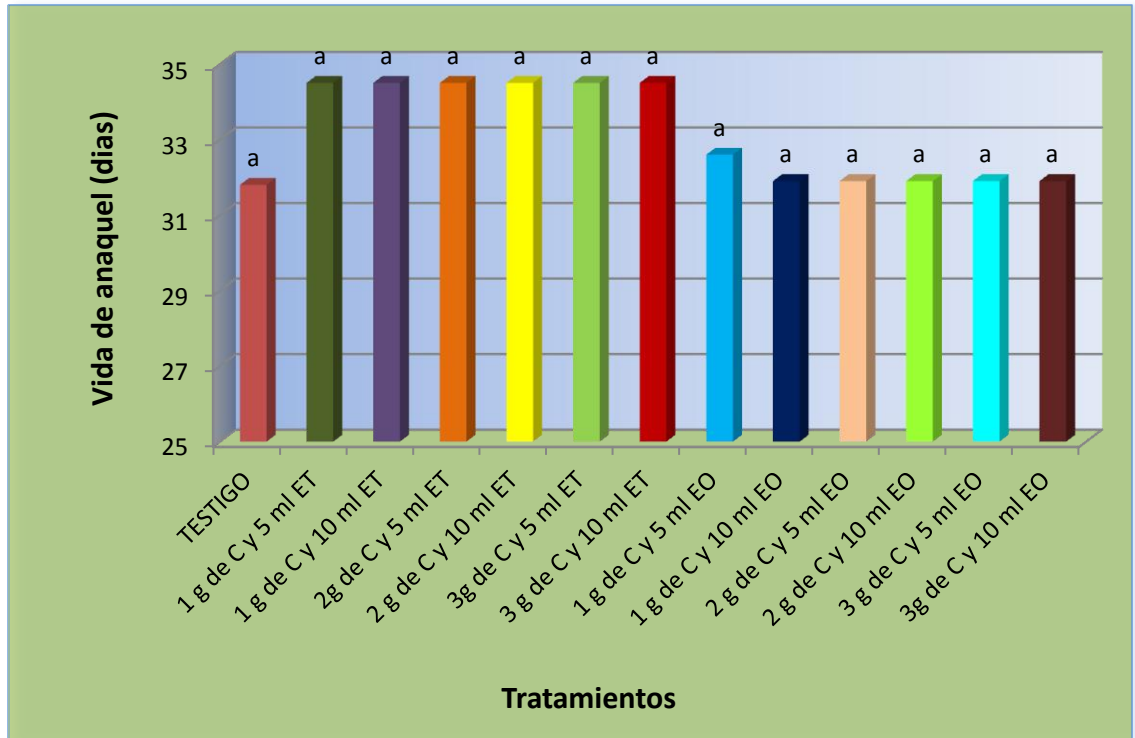


Figura 12. Vida de anaquel alcanzada en tomate tipo bola por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba (C) más extracto de tomillo (ET) y orégano (EO).

Conservar la vida de anaquel es un objetivo muy importante para que una fruta tenga excelente apariencia en el mercado. En este estudio se encontró que aplicar ceras de candelilla, carnauba y el extracto de tomillo o extracto de orégano se logró largar el periodo de vida útil del tomate bola por más tiempo en comparación con los no tratados. Resultados similares obtuvo Bósquez y Vernon (2005) con recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla en limón Persa logran conservar con una buena calidad por un periodo de 25 días al limón persa con recubrimiento de la formulación Mezquite-Candelilla con aceite Mineral prolonga la vida útil del limón persa. De esta manera se comprueba que las ceras son excelentes conservadores no solo la vida de anaquel sino también protectores del ataque de patógenos ya que se inoculo un hongo llamado (*Rhizopus stolonifer*) obteniendose que los tomates tratado con cera las

ceras y los extractos evitaron la entrada de este hongo debido a sus propiedades químicas lo cual se hace constatar con lo obtenido por Moreno (2007) quien utilizó cera de carnauba para encerar manzanas, cítricos, pepinos, plátanos, debido a que inhibe en ciertos grados la deshidratación y ayuda en la defensa contra fungosis y bacteriosis. El uso de estas ceras no alteran las propiedades organolépticas por ser muy naturales ya que Del Valle *et al* (2005), comprobó la eficiencia de una película comestible de mucilago de nopal como recubrimiento en fresas (*Fragaria ananassa*), observando un incremento de vida útil sin afectar el color y sabor del alimento.

CONCLUSIONES

- ❖ La aplicación de las ceras naturales de candelilla y carnauba más extracto de orégano y tomillo resultó un efectivo método de conservación en tomate bola dado que redujo la pérdida de peso, mantuvo una mayor firmeza, no afectó de forma negativa la coloración de los frutos e incrementó la vida de anaquel.
- ❖ Los tratamientos que mostraron las mejores respuestas fueron aquellos elaborados con cera de candelilla y carnauba más extracto de tomillo ya que lograron un incremento de 3 días la vida de anaquel comparado con el testigo y con los tratamientos elaborados con la misma cera pero con extracto de orégano, así mismo proporcionaron una mayor protección a la infestación con *Rizopus stolonifer*.
- ❖ El tratamiento elaborado con 1.0 g de cera de candelilla y carnauba más 5 ml de extracto de tomillo se consideró el mejor tratamiento en este experimento ya que proporcionó a lo largo del mismo valores más bajos en la pérdida de peso, valores altos en la firmeza, un incremento de 3 días en la vida de anaquel comparado con el testigo, no mostró alteración en la coloración, valores aceptables en la producción de CO₂ y es económicamente más viable.

LITERATURA CITADA

- Aider M. 2010.** Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review. *LWT – Food science and technology* 43:837–842.
- Appendini P., Hotchkiss J. H. 2002.** Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food science and emerging technologies* :113–126.
- Artes F. 2000.** Tratamientos alternativos para preservar mejor la calidad de los cítricos refrigerados. *Levante Agrícola. Especial Postcosecha* 352:229-238.
- Artés F., Domínguez M. I. y Homero. D. 2002.** Analysing changes in fruit pigments. In: *Colour in Food. Improving Quality*. Ed. D. B. Mac Dougall. Edit. CRC Press and Woodhead Publishing Ltd. Chap. 10: 248-282.
- Artés F. y Gómez P. 2003.** Packaging and colour control: the case of fruit and vegetables. In: *Novel Food Packaging Techniques*. Ed. R. Avenhainen. Edit. CRC Press and Woodhead Publishing Ltd. Chapter 20. 416-438.
- Bautista B., Bravo M., Luna B. 2004.** Evaluación del quitosano en el desarrollo de la pudrición blanda del tomate durante el almacenamiento. *Rev.Iberoamer. Tec. Postcosecha* 6(1):63-67.
- Bautista B. S., Hernández L. N., Velásquez del Valle M., Hernández, López M., Barka A., Bosquez M. E., Wilson C. 2006.** Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection* 25:108, 118.

- Berenguer, J. J. 2003.** Manejo del cultivo de tomate en invernadero, en: curso Internacional de Producción de Hortalizas en Invernadero. Editores; Castellanos, J. Z. y J. J. Muños, R. Celaya, Guanajuato, México. Pp. 147-74.
- Blandón, S. 2010.** Ingeniería de Postcosecha II. En línea: <http://almez.pntic.mec.es/~jrem0000/dpbg/1bch/1bch.htm>.
Actualización: enero 2011.
- Bósquez, E. 1997.** Encerado (Aplicación de películas cubrientes).Cap. 9 Manejo Poscosecha del Mango.
- Bósquez M. E. y Vernon C. J. E. 2005.** Efecto de plastificantes y calcio en la permeabilidad al vapor de agua de películas a base de goma de mezquite y cera de candelilla. Revista Mexicana de Ingeniería Química, 4:157- 162.
- Bósquez, 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). En línea: <http://148.206.53.231/UAMI10845.PDF>. Actualización: Enero 2011.
- Cantos, S. 2003.** Cosecha y Postcosecha de Hortalizas. En línea: <http://faa.unse.edu.ar/document/apuntes/hortic/hortic11.pdf>.
Actualización: Febrero 2011.
- Cázares, C.M. 2010,** Consejo Nacional del sistema producto tomate. Primer foro de agronegocios, Centro de estudios de negocios y estratégicos del ITSON. 190 pg.

- Constantino, J. 2011.** Efectos de la aplicación de ceras comestibles en la vida de postcosecha de la calabacita Zucchini (*Cucurbita pepo* L). Tesis en licenciatura U.A.A.A.N, Buenavista, Saltillo. 51 pg.
- Del Valle V. P., Hernández M. A., Guarda M. J. 2005.** Development of cactus mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf life. Food Chemistry 91(4):751-756.
- Domínguez X. 1997.** Métodos de Investigación Fotoquímica., Chiros-México., pp. 229.
- Domínguez E., Cortés V., Avila R. M., Olvera, L., Vernon J., Bosquez E., Domínguez J. 2003.** Aumento de la vida postcosecha del limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle) producido en Apatzingán, Mich., mediante el uso de recubrimientos naturales a diferentes temperaturas. Rev. Iber. de Tec. Post. 5: 128-133.
- FAOSTAT. 2011.** Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Tomate. De: faostat.fao.org. Consultado en octubre de 2011.
- Fomesa. 2011.** El fruto y su fisiología. En línea. Disponible en <http://www.fomesa.com/Calidad/Factores/F02024.htm>. Consultado 15 de agosto del 2011.
- Funprover. 2011.** Tomate dentro de la huerta. Disponible en <http://www.funprover.org/formatosmanualTomateBiologia%20y%20Tecnologia%20de%20Postcosecha.pdf>. Consultad 15 de agosto del 2011.
- Giaconi M. V., Escaff G. M. 2004.** Cultivo de Hortalizas. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. p. 267.

Guilbert S., Gontard N., Gorris L. G. M. 1996. Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. *Lebensmittel Wissenschaft und Technology*, 29:10–17.

Imagenagropecuaria. 2007. Prolongan ceras naturales vida de anaquel hortofrutícola. http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_sec=11&id_art=19. Consultado 9 mar. 2010.

Instituto de la candelilla. 2010. www.candelilla.org/com. Actualización Marzo 2011.

Kader, A. 1992. Índices de madurez, factores de calidad, normalización e inspección de productos hortícolas. Yahia, E.M. (E.d.). *Fisiología y Tecnología Postcosecha en Productos Hortícolas*. Editorial Limusa. México. 56 pg.

Kader, A. A. 2000. Modified atmospheres during transport and storage. En: *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Third edition. Edit. A.A. Kader. University of California. 11: 85-92.

Kader, A. A. 2007. *Tecnología poscosecha de cultivos hortofrutícolas*. Tercera Edición. Universidad de California. Centro de Investigación y Tecnología Poscosecha. USA. p. 234-244.

Kintzios S. E. 2002. *Oregano: the genera Origanum and Lippia*. International Ltd. Padstow. Cornwall. Pp.3-6.

Korhonen H. 2005. Technology options for new nutritional concepts. *International Journal of Dairy Technology*. 55(2):79–88.

- Kester, J. J., Fennema, O. R. 1986.** Edible films and coatings: A review. Food Technology, 40, 47- 59.
- Liu F., Qin B., He L., Song R. 2009.** Novel starch/chitosan blending membrane: antibacterial, permeable and mechanical properties. Carbohydrate Polymers 78:146–150.
- López C. A. L., Gómez P. y Artés F. 2003.** Use of a* and b* colour parameters to assess the effect of some growth regulators on carotenoid biosynthesis during postharvest tomato ripening. Acta Horticulturae, 599: 305-308.
- Manrique, K, 2010.** Nociones del manejo de postcosecha. En línea: <http://www.com/pd/nociones-postcosecha/53/53173.pdf>. Actualización febrero 2011.
- Martínez, C. R. 2000.** Utilización de Ceras Sobre Tomate y Limón Mexicano en Postcosecha en Saltillo Coahuila México. Tesis Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 50 pg.
- Martínez C. 2010.** Chitosan composite films: Thermal, structural, mechanical and antifungal properties. Carbohydrate Polymers, doi:10.1016/j.carbpol.2010.04.069.
- Martinez J., J. M., Cuquerella J., Del Rio M. A. 2000.** Investigaciones actuales en tecnología postcosecha en frutos cítricos. Levante Agrícola. Especial de postcosecha 352:216-220.
- Mazaud, F.; Pierre, J. 2000.** Manejo de Postcosecha. En línea: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v24n02_077.pdf. Actualización: enero 2011.

Moreno G. 2007. Uso de recubrimientos comestibles en frutos y hortalizas, historia y tendencia. Monografía licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 60 pg.

Multiceras. 2010. Instituto de la candelilla.
<http://www.multiceras.com/acweb/index.php?aid=13>. Consultado el 5 de febrero de 2010

Multiceras. 2011. Características de las ceras para poscosecha.
<http://www.multiceras.com.mx/appapel.htm>. Consultado 12 de agosto del 2011.

No H. K., Park N. Y., Lee S. H., Meyers S. P. 2002. Antibacterial activity of chitosans and chitosan oligomers with different molecular weights. International journal of food microbiology 74: 65 – 72.

Nuez F. 2001. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi Prensa. Bilbao España. p.538.

Oms O. G., Soliva F. R., Martin B. O. 2008. Using polysaccharide-based coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. LWT- Food science and technology, 41:1862–1870.

Oxenham S. K. 2003. Classification of an *Ocimum basilicum* germplasm collection and examination of the antifungal effects of the essential oil of basil [Tesis doctoral]. Glasgow: University of Glasgow.

Peralvo, D. 2008. Conceptos básicos de poscosecha.
<http://www.agrytec.com/articulos-tecnicospostcosecha/conceptos-basicos-de-postcosecha-2.html>. Consultado 5 mar. 2010.

- Pereyra, J. 2010.** Efecto de la aplicación de tres tipos de ceras comestibles como recubrimiento en la calabacita Zucchini (*Cucurbita pepo* L.). Tesis en licenciatura U.A.A.A.N, Buenavista, Saltillo, Coahuila, 49 pg.
- Pérez B., Bringas E., Mercado J., Saucedo C., Cruz L. y Báez S. R. 2004.** Aplicación de cera comestible en mango. Parte II: estudios fisiológicos asociados a la maduración del fruto durante el almacenamiento comercial, Rev. Iber. Tecn. Postcosecha, 6 (1):24-33.
- Pérez B., Bringas E., Saucedo E., Núñez M., Báez R. 2003.** Efecto del uso de cera comestible en las características físico-Químicas de melón Cantaloupe. En línea: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/813/81350212.pdf>. Actualización: Enero 2011.
- Pérez K., Mercado J. y Soto V. H. 2003.** Effect of storage temperature on the shelf life of Hass avocado (*Persea americana*). Food Sci. Tech. Int. 10(2):73-77.
- Pranoto Y., Salokhe V. M. y Rakshit. S. K 2005..** Physical and antibacterial properties of alginate based edible film incorporated with garlic oil, Food Research International: 38(3): 267-272.
- Qari S. H. 2008.** Invitro evaluation of the anti-mutagenic effect of *Origanum majorana* extract on the meristemetic root cells of *Vicia faba*. Journal for Science of Taibah University. 1:6-11.
- Qualibest. 2010.** Línea de fruticultura. <http://www.erpe.com.ar/lineas/fruti.htm>. Consultado 21 mar. 2010.
- Quintavalla S. y Vinici L. 2002.** Antimicrobial food packaging in meat industry. Meat Science 62: 373-380.

- Ritenour M. A. 2004.** Orange. *In: The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks.* U.S. Department of Agriculture. Handbook No. 66. Online version. <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/contents.html>. Septiembre, 2006.
- Rivera D., Gardea A., Martínez M., González G. 2007.** Efectos bioquímicos postcosecha de la irradiación uv-c en frutas y hortalizas. En línea: <http://bioquimicos.irradiacion.uv-c.mx/pdf/813/81350212.pdf>. Actualización diciembre 2010.
- Rojas M. 2006.** Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: Una nueva estrategia de conservación. En línea: http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UdL/AVAILABLE/TDX-0406107-181316/Trgmj1de4.pdf. Actualización Diciembre 2010.
- SAGARPA. 2011.** Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Paginas/Agricultura.aspx>. Consultado enero de 2011.
- Saucedo S., Saenz A., Jasso D., Aguilar M., Aguilar C. 2010.** Influencia del ácido eláxico y de cera de candelilla de cubiertas comestibles en la vida de anaquel de manzanas. En línea: http://sociedadmexicanadefitopatologia.org/acidoelagico/rmf_28_1_articulo_5.pdf. Actualización Marzo 2011.
- SIAP. 2012.** Servicio de información agroalimentaria y pesquera, con información de las delegaciones de la SAGARPA. Consultado enero 2012.

- SICA** (Servicio de Información y Censo Agropecuario. EC). 2010. Manejo de poscosecha de productos hortifrutícolas en fresco. En línea. Disponible en http://www.sica.gov.ec/agronegocios/sistema%20valor/poscosecha_hortifuticolas.htm. Consultado 5 de mar. 2010.
- Vásconez M., Flores S., Campos C., Alvarado J., Gerschenson L. 2009.** Antimicrobial activity and physical properties of chitosan–tapioca starch based edible films and coatings. Food Research International. 42:762–769.
- Wang C. Y. 1990.** Chilling Injury of Horticultural Crops. CY Wang (ed). CRC Press. Boca Raton, Florida. USA. 313 p.
- Yahia M. E., Higuera C. I. 1992.** Fisiología y tecnología poscosecha de productos hortícolas. Editorial Limusa. México. 303 pg.

APÉNDICE

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable pérdida de peso por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 4 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	16.58400000	1.38200000	10.32	<.0001
ERROR	117	15.66800000	0.13391453		
TOTAL	129	32.25200000			
C.V (%)	38.119				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable pérdida de peso por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 7 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	27.34769231	2.27897436	5.37	<.0001
ERROR	117	49.65700000	0.42441880		
TOTAL	129	77.00469231			
C.V (%)	30.000				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable pérdida de peso por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 9 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	46.47600000	3.87300000	2.97	0.0012
ERROR	117	152.49200000	1.3033504		
TOTAL	129	198.96800000			
C.V (%)	37.066				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable pérdida de peso por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 11 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	77.4107692	6.4508974	5.16	<.0001
ERROR	117	146.2450000	1.2499573		
TOTAL	129	223.6557692			
C.V (%)	29.214				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable pérdida de peso por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 15 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	230.2152692	19.1846058	10.02	<.0001
ERROR	117	223.9450000	1.9140598		
TOTAL	129	454.1602692			
C.V (%)	26.776				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable firmeza por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 4 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	9.13020308	0.76085026	1.88	0.0431
ERROR	117	47.23989000	0.40375974		
TOTAL	129	56.37009308			
C.V (%)	15.768				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 10. . Análisis de varianza para la variable firmeza por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 7 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	17.77870923	1.48155910	4.05	<.0001
ERROR	117	42.77894000	0.36563197		
TOTAL	129	60.55764923			
C.V (%)	15.342				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 11. . Análisis de varianza para la variable firmeza por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 9 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	9.65586769	0.80465564	2.37	0.0090
ERROR	117	39.71112000	0.33941128		
TOTAL	129	49.36698769			
C.V (%)	15.052				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable firmeza por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 11 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	10.51613077	0.87634423	3.72	<.0001
ERROR	117	27.52663000	0.23527034		
TOTAL	129	38.04276077			
C.V (%)	13.009				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 13. . Análisis de varianza para la variable firmeza por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 15 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	16.60993077	1.38416090	97.70	<.0001
ERROR	117	1.65763000	0.01416778		
TOTAL	129	18.26756077			
C.V (%)	3.050				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable luminosidad por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 4 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	843.553223	70.296102	2.06	0.0248
ERROR	117	3993.011420	34.128303		
TOTAL	129	4836.564643			
C.V (%)	12.085				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable luminosidad por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 7 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	1068.065151	89.005429	3.54	0.0002
ERROR	117	2945.183930	25.172512		
TOTAL	129	4013.249081			
C.V (%)	11.204				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable luminosidad por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 9 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	345.481108	28.790092	1.09	0.3769
ERROR	117	3097.116120	26.471078		
TOTAL	129	3442.597228			
C.V (%)	11.716				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación

Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable luminosidad por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 11 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	238.485789	19.873816	2.10	0.0218
ERROR	117	1107.162460	9.462927		
TOTAL	129	1345.648249			
C.V (%)	7.247				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable luminosidad por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 15 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	207.5102508	17.2925209	2.59	0.0044
ERROR	117	781.4320600	6.6789065		
TOTAL	129	988.9423108			
C.V (%)	6.200				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable ángulo de matiz (h*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 4 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	14534.34568	1211.19547	1.99	0.0306
ERROR	117	71070.53257	607.44045		
TOTAL	129	85604.87824			
C.V (%)	33.451				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable ángulo de matiz (h*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 7 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	11578.58118	964.88176	3.70	<.0001
ERROR	117	30496.20083	260.65129		
TOTAL	129	42074.78200			
C.V (%)	27.810				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 21. Análisis de varianza para la variable ángulo de matiz (h*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 9 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	3071.24343	255.93695	0.42	0.9550
ERROR	117	72102.11096	616.25736		
TOTAL	129	75173.35439			
C.V (%)	47.335				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable ángulo de matiz (h*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 9 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	1193.161854	99.430154	2.46	0.0068
ERROR	117	1193.161854	40.436810		
TOTAL	129	5924.268653			
C.V (%)	12.787				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 23. Análisis de varianza para la variable ángulo de matiz (h*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 15 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	329.840421	27.486702	1.61	0.0991
ERROR	117	2002.852467	17.118397		
TOTAL	129	2332.692888			
C.V (%)	9.003				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 24. Análisis de varianza para la variable cromaticidad (C*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 4 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	308.621755	25.718480	1.11	0.3566
ERROR	117	2704.497968	23.115367		
TOTAL	129	3013.119724			
C.V (%)	16.742				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 25. Análisis de varianza para la variable cromaticidad (C*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 7 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	420.410485	35.034207	1.76	0.0632
ERROR	117	2330.587002	19.919547		
TOTAL	129	2750.997487			
C.V (%)	14.174				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 26. Análisis de varianza para la variable cromaticidad (C*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 9 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	289.539057	24.128255	1.41	0.1687
ERROR	117	1995.278789	17.053665		
TOTAL	129	2284.817847			
C.V (%)	12.308				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación

Cuadro 27. Análisis de varianza para la variable cromaticidad (C*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 11 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	354.416344	29.534695	1.60	0.1012
ERROR	117	2161.766507	18.476637		
TOTAL	129	2516.182851			
C.V (%)	12.220				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación

Cuadro 28. Análisis de varianza para la variable cromaticidad (C*) por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola a los 15 días después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	669.098878	55.758240	5.56	<.0001
ERROR	117	1172.477440	10.021175		
TOTAL	129	1841.576318			
C.V (%)	12.220				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación

Cuadro 29. Análisis de varianza para la variable vida de anaquel por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo en la poscosecha de tomate bola.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	12	220.892308	18.407692	0.40	0.9613
ERROR	117	5390.000000	46.068376		
TOTAL	129	5610.892308			
C.V (%)	20.510				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: P>F; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 30. Comparación de medias de la variable pérdida de peso en la poscosecha de tomate bola por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo.

Tratamiento	Días después de la cosecha				
	4	7	9	11	15
Testigo	1.080 cd	2.870 a	3.760 a	4.940 a	7.42 a
1 g de C y 5 ml ET	1.170 bc	2.550 ab	2.660 abc	2.670 d	3.630 c
1 g de C y 10 ml ET	0.950 dc	2.670 ab	3.710 ab	4.200 abcd	7.460 a
2 g de C y 5 ml ET	0.640 dc	1.490 d	3.010 abc	3.460 abcd	4.240 c
2 g de C y 10 ml ET	0.890 dc	2.300 abcd	3.510 abc	3.920 abcd	5.520 abc
3 g de C y 10 ml ET	1.750 a	2.420 abcd	3.820 a	4.410 abc	6.400 ab
3 g de C y 5 ml ET	0.810 dc	1.800 bcd	1.930 c	3.070 bcd	4.040 c
1 g de C y 5 ml EO	0.550 d	1.990 abcd	2.030 bc	2.780 dc	3.540 c
1 g de C y 10 ml EO	1.660 ab	2.660 ab	3.330 abc	4.500 ab	4.020 c
2 g de C y 5 ml EO	0.740 dc	1.530 cd	3.370 abc	3.880 abcd	4.360 c
2 g de C y 10 ml EO	0.730 dc	1.730 bcd	2.850 abc	2.950 bcd	4.620 bc
3 g de C y 5 ml EO	0.790 dc	2.490 abc	3.380 abc	5.110 a	8.350 abc
3 g de C y 10 ml EO	0.720 dc	1.730 bcd	2.680 abc	3.860 abcd	6.350 ab
C.V	38.11	30.00	37.06	29.21	26.77

Cuadro 31. Comparación de medias de la variable firmeza en la poscosecha de tomate bola por efecto de la aplicación de cera de candelilla y carnauba más extracto de orégano y extracto de tomillo.

Tratamiento	Días después de la cosecha				
	4	7	9	11	15
Testigo	3.939 a	3.427 c	3.401 a	3.414	3.409 fg
1 g de C y 5 ml ET	4.008 a	3.551 bc	4.264 a	3.989 a	4.061 d
1 g de C y 10 ml ET	3.657 a	3.514 bc	3.489 a	3.515 ab	3.470 fg
2g de CC y 5 ml ET	4.226 a	4.591 a	4.177 a	4.075 a	4.311 abc
2 g de C y 10 ml ET	4.153 a	3.958 abc	3.694 a	3.789 ab	3.341 g
3 g de CC y 5 ml ET	3.713 a	4.244 abc	4.083 a	4.114 a	4.160 dc
3g de CC y 10 ml ET	3.776 a	3.704 abc	3.464 a	3.638 ab	3.879 e
1 g de C y 5 ml EO	4.176 a	3.800 abc	3.932 a	4.013 a	3.530 f
1 g de C y 10 ml EO	3.667 a	3.701 abc	3.938 a	3.760 ab	4.190 dc
2 g de C y 5 ml EO	4.031 a	4.346 ab	4.175 a	3.770 ab	4.341 ab
2 g de C y 10 ml EO	4.495 a	4.346 ab	3.933 a	3.815 ab	4.379 a
3g de C y 5 ml EO	4.445 a	3.719 abc	3.837 a	3.088 b	3.880 e
3 g de C y 10 ml EO	4.101 a	4.333 abc	3.927 a	3.489 ab	3.780 e
C.V.	15.76	15.34	15.05	13.00	3.05

Cuadro 32. Comparación de medias de Tukey de la variable color en poscosecha de tomate bola en 5 evaluaciones.

Tratamiento	Días después de la cosecha														
	4			7			9			11			15		
	L*	h*	c*	L*	h*	c*	L*	h*	c*	L*	h*	c*	L*	h*	c*
TESTIGO	47.16	67.11	30.85	43.97	54.09	34.53	43.65	54.43	32.84	40.54	45.48	34.07	40.28	43.95	34.28
1g de C y 5 ml ET	45.46	61.27	30.22	43.35	52.54	32.32	47.30	65.12	33.89	44.29	53.30	38.29	43.23	47.26	38.42
1g de C y 10 ml ET	44.95	59.83	29.60	43.43	52.75	33.08	41.91	48.92	35.28	42.47	51.84	34.91	41.58	46.38	35.89
2g de CC y 5 ml ET	50.09	85.16	27.31	49.48	77.29	30.43	44.19	54.98	33.13	42.06	48.50	34.79	41.38	44.11	38.08
2g de CC y 10 ml ET	47.70	68.97	28.74	41.50	50.01	31.05	43.18	52.76	34.76	42.08	47.66	36.55	40.58	43.32	35.07
3g de CC y 5 ml ET	47.68	73.07	27.42	45.59	69.68	32.16	42.69	51	32.80	45.58	56.89	37.33	42.34	46.68	37.84
3g de CC y 10 ml ET	47.43	82.49	28.04	42.94	50.18	32.04	41.06	47.52	31.2	41.98	48.08	33.75	40.98	47.95	32.53
1g de C y 5ml EO	53.14	94.94	24.90	45.35	49.55	32.86	44.55	54.13	37.20	43.04	52.25	35.92	43.23	46.66	39.92
1g de C y 10 ml EO	44.23	57.34	28.49	40.69	50.71	27.57	45.34	57.04	32.37	42.13	47.04	33.62	41.49	44.45	37.39
2g de C y 5 ml EO	48.4	72.27	28.17	48.02	67.98	32.5	45.19	48.59	32.98	42.69	50.15	34.54	44.72	48.75	37.02
2g de C Y 10 ml EO	49.61	73.58	30.37	48.50	67.97	31.62	45.64	45.03	32.43	42.43	49.48	36.04	41.03	44.95	35.19
3g de C y 5 ml EO	51.55	82.84	29.42	41.13	49.89	30.46	42.69	51	32.80	40.00	46.54	31.79	40.38	46.16	32.49
3g de C y 10 ml EO	50.91	78.93	29.73	48.11	71.99	28.64	43.43	51.24	34.43	42.44	49.19	35.58	40.74	46.74	33.51
C.V.	12.08	33.45	16.74	11.20	27.81	14.17	11.71	47.33	12.30	7.24	12.78	12.22	6.20	9.00	8.79