

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES TIPOS DE CERAS  
COMESTIBLES COMO RECUBRIMIENTO EN LA CALABACITA  
ZUCCHINI (*Cucurbita pepo* L.)**

Por:

**JORGE LUIS PEREYRA COUTIÑO**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre del 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES TIPOS DE CERAS  
COMESTIBLES COMO RECUBRIMIENTO EN LA CALABACITA  
ZUCCHINI (*Cucurbita pepo* L.)

TESIS

PRESENTADA POR:

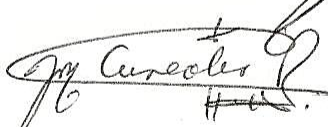
JORGE LUIS PEREYRA COUTIÑO

Que se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como  
Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

**A P R O B A D A**

Dr. Víctor M. Reyes Salas  
Presidente del Jurado

  
Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez  
1er. Vocal

  
Ing. Gerardo Rodríguez Galindo  
2do. Vocal

  
Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo  
Coordinador de la División de Agronomía

  
Coordinación

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Agronomía  
Diciembre, 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES TIPOS DE CERAS  
COMESTIBLES COMO RECUBRIMIENTO EN LA CALABACITA  
ZUCCHINI (*Cucurbita pepo* L.)

TESIS

PRESENTADA POR:

JORGE LUIS PEREYRA COUTIÑO



---

Dr. Víctor M. Reyes Salas  
Presidente del Jurado

  
M.C. Evangelina Rodríguez Solís

  
T.L.Q. María Guadalupe Pérez Ovalle

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Diciembre, 2010

## DEDICATORIA

### *A Dios:*

*A nuestro padre celestial por llenarme de bendición, ser la luz de mi vida, razón de mi existir y por darme la mejor de las familias, gracias Dios todo poderoso.*

### *A Mis padres:*

*Sr. José Bertalí Pereyra Ramos*

*Sra. Gloria Coutiño Marina*

*Gracias por darme su inmenso cariño y amor, por la confianza que depositaron en mí, y por los sacrificios que realizan para que nada me falte, gracias **Papa'** y **Mama'**, por ser los mejores padres que Dios a escogido para mí y que de haberlos escogido yo, volvería a elegirlos a ustedes y que no importa el tiempo y la distancia siempre los llevo en mi corazón, que Dios nuestro padre todo poderoso los proteja y los acompañe siempre.*

### *A mis hermanos:*

*Tere, Betí, Vilcían, Bertalí, Romarico y Angelica*

*A ustedes les dedico este logro por darme su amistad, cariño y amor incomparable, gracias por sus consejos, comprensión y apoyo incondicional que me brindan, por las experiencias que hemos vivido juntos, en las buenas y en las malas, en las tristezas y alegrías. **Los amo**, para ustedes mi admiración y respeto que Dios los guarde y los colme de bendiciones.*

*A mis sobrinos:*

*Carlitos, Fraudith, Fernando, Ericito, M. Victoria, Dieguito, Lupita, Martincito y Noemí.*

*A ustedes que son la fuente de alegría de mi alma, por ser el orgullo y futuro de la familia, a los que con alegría veo crecer, gracias por ser parte de mi vida, el amor que les tengo es inmenso y puro, que Dios nuestro señor llene de luz y de fe sus vidas, guíalos señor por el camino del bien.*

*A Mis cuñados:*

*Heriberto, Eduarth y José.*

*Por formar parte de mi familia y que de una u otra forma me han apoyado para salir adelante, a ustedes gracias por compartir buenos momentos con mígo, por el cariño y respeto que les tengo que Dios los proteja hoy y siempre.*

*A mis tíos:*

*A todos ustedes que con sus consejos y muestra de cariño me han brindado su apoyo desinteresado, por esto y más les doy de todo corazón las gracias.*

*A mis primos:*

*A todos y cada uno de ellos por compartir con mígo la alegría de finalizar mi carrera profesional. En especial a: Leydi, Armando, Migue, Martincito, y Romeo Alfonso. A ustedes porque son con los que más he convivido, por las muchas y buenas experiencias que pasamos juntos, gracias por todo, los quiero y les deseo la mejor de la suerte.*

*A mis amigos:*

*A mis tantos y buenos amigos por estar conmigo en los gratos momentos de alegría y felicidad, en especial a: Elmer y Rogelio, a ellos les dedico este trabajo gracias por sus consejos, apoyo e imitación por sus conocimientos y fuerza de voluntad que dejan en mí, Dios bendigas sus familias.*

*A mis Compañeros de cuarto.*

*A ustedes amiguitos: Mariano Alexander, Alexander Pérez y Alexander Sandoval, por compartir con mígo la alegría de culminar mis estudios, y que hemos convivido durante mi estancia en la Ciudad de Saltillo Coahuila, les deseo éxitos y lo mejor de la vida, Dios los bendiga he ilumine sus caminos.*

## AGRADECIMIENTOS

*A mí Alma Terra Mater.*

*Te agradezco a tí, por brindarme la oportunidad de a ver formado parte de esta institución y formarme profesionalmente.*

*Al Dr. Alfonso Reyes López.*

*Por brindarme su apoyo, sus conocimientos, su amistad y por su valiosa colaboración para la elaboración de esta tesis.*

*Al Dr. Víctor Manuel Reyes Salas.*

*Le agradezco por todo el apoyo, colaboración y conocimientos que me ha brindado, por darme su amistad y confianza, gracias por ser mi amigo, para usted mi admiración y respeto.*

*Al Ing. Gerardo Rodríguez Galindo.*

*Pos su participación, apoyo y confianza, le agradezco Ing. Por su amistad y transmitirme sus conocimientos.*

*A la Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez.*

*Por su participación y colaboración en la realización de esta tesis.*

*A mis compañeros y amigos de la carrera de horticultura:*

*A cada uno de ellos por compartir conmigo la alegría de alcanzar mis metas propuestas gracias por todo, en especial a: Eriberto, Verito, Sergio, Mayra Isabel, Yais, Elena, Emanuel, Adriana, R. Isabel, Mayra, Manolo, Cruz, Dorian, Irvin, Ervin, Gustavo y Juan. A todos ellos un siglo de admiración y respeto les deseo buena suerte en el camino de la vida al que Dios a escogido para ellos.*

*Agradezco a todos y cada uno de las personas que colaboraron y participaron para la realización de esta tesis, Dios los bendiga.*

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
<b>DEDICATORIAS</b> .....	I
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	IV
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	V
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	VIII
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	X
<b>RESUMEN</b> .....	XI
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>OBJETIVO</b> .....	3
<b>HIPÓTESIS</b> .....	3
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
Manejo de postcosecha.....	4
Perdida de postcosecha.....	4
Madurez fisiológica y comercial.....	6
<b>FACTORES FÍSICOS Y BIOLÓGICOS QUE AFECTAN LA CALIDAD</b> .....	6
Temperatura y respiración.....	6
Humedad relativa.....	8
Etileno.....	9
<b>MEDIDAS DE CONTROL PARA MANTENER LA CALIDAD DEL FRUTO</b> .....	9
Prerrefrigeración.....	9
Almacenamiento en refrigeración.....	10
Atmósferas modificadas.....	11
<b>RECUBRIMIENTOS</b> .....	11
Lípidos y ceras.....	11
Tipos de ceras.....	12



Cera de carnauba.....	12
Cera de Abeja.....	13
Cera de candelilla.....	15
Películas y envolturas comestibles.....	16
Función de las películas.....	17
Requerimientos y ventajas al uso de películas comestibles.....	18
Ventajas que se tienen al aplicar cubiertas.....	18
Tipos de cubiertas más usadas.....	20
Componentes de los recubrimientos.....	20
Formación de las películas.....	23
Propiedades funcionales de las películas comestibles y/o biodegradables.....	23
Efectos de la aplicación de recubrimientos a frutos.....	24
Formas de aplicación.....	25
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	26
Localización del área de estudio .....	26
Material vegetativo.....	26
Equipo utilizado.....	26
Descripción de los tratamientos.....	27
Metodología.....	27
Variables evaluadas.....	28
Diseño experimental.....	29
<b>RESULTADOS</b> .....	30
Peso del fruto por efecto de los tratamientos.....	30
Peso del fruto por efecto de las dosis en el tratamiento de cera de carnauba.....	31
Peso del fruto por efecto de las dosis en el tratamiento de cera de abeja.....	32
Peso del fruto por efecto de las dosis en el tratamiento de cera de candelilla.....	33
Firmeza del fruto por efecto de los tratamientos.....	34

Firmeza del fruto por efecto de las dosis en el tratamiento de cera de carnauba.....	35
Firmeza del fruto por efecto de las dosis en el tratamiento de cera de abeja.....	36
Firmeza del fruto por efecto de las dosis en el tratamiento de cera de candelilla.....	37
<b>DISCUSIONES</b> .....	38
<b>CONCLUSIONES</b> .....	40
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	41
<b>APÉNDICE</b> .....	46

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición química de la cera de carnauba.....	13
2	Composición química de la cera de abeja.....	15
3	Composición química de la cera de candelilla.....	16
4	Función de las películas comestibles.....	17
5	Formación de tratamientos utilizados en la vida de postcosecha de la calabacita zucchini.....	27
6	Comportamiento del peso en calabacita zucchini por efecto de los tratamientos (carnauba, abeja y candelilla), en las cinco evaluaciones.....	46
7	Comportamiento del peso en calabacita zucchini por efecto de las dosis del tratamiento de cera de carnauba en las cinco evaluaciones.....	46
8	Comportamiento del peso en calabacita zucchini por efecto de las dosis del tratamiento de cera de abeja en las cinco evaluaciones.....	46
9	Comportamiento del peso en calabacita zucchini por efecto de las dosis del tratamiento de cera de candelilla en las cinco evaluaciones.....	47
10	Comportamiento de la firmeza en calabacita zucchini por efecto de los tratamientos (carnauba, abeja y candelilla) en las cinco evaluaciones.....	47
11	Comportamiento de la firmeza en calabacita zucchini por efecto de las dosis del tratamiento de cera de carnauba en las cinco evaluaciones.....	47

12	Comportamiento de la firmeza en calabacita zucchini por efecto de las dosis del tratamiento de cera de abeja en las cinco evaluaciones.....	48
13	Comportamiento de la firmeza en calabacita zucchini por efecto de las dosis del tratamiento de cera de candelilla en las cinco evaluaciones.....	48

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Comportamiento del peso en calabacita zucchini por efecto de los tratamientos (carnauba, abeja y candelilla), en las cinco evaluaciones.....	30
2	Comportamiento del peso en calabacita zucchini por efecto de las dosis del tratamiento de la cera de carnauba en las cinco evaluaciones.....	31
3	Comportamiento del peso en calabacita zucchini por efecto de las dosis del tratamiento de la cera de abeja en las cinco evaluaciones.....	32
4	Comportamiento del peso en calabacita zucchini por efecto de las dosis del tratamiento de la cera de candelilla en las cinco evaluaciones.....	33
5	Comportamiento de la firmeza en calabacita zucchini por efecto de los tratamientos (carnauba, abeja y candelilla) en las cinco evaluaciones.....	34
6	Comportamiento de la firmeza en calabacita zucchini por efecto de las dosis del tratamiento de cera de carnauba en las cinco evaluaciones.....	35
7	Comportamiento de la firmeza en calabacita zucchini por efecto de las dosis del tratamiento de cera de abeja en las cinco evaluaciones.....	36
8	Comportamiento de la firmeza en calabacita zucchini por efecto de las dosis del tratamiento de cera de candelilla en las cinco evaluaciones.....	37

## RESUMEN

De acuerdo a la información obtenida sobre la necesidad de conservar por mayor tiempo la calabacita zucchini y reducir las pérdidas en la fase de postcosecha de este fruto y de las hortalizas en general, las cuales son ocasionadas principalmente por cambios fisiológicos y por los daños físicos que aceleran el proceso natural de deterioro. Por lo que la presente investigación realizada en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el laboratorio de postcosecha del departamento de horticultura, tuvo como objetivo evaluar la aplicación de ceras orgánicas (carnauba, abeja y candelilla), con la finalidad de incrementar la vida en postcosecha de la calabacita zucchini, Estas ceras naturales aplicadas a los frutos como recubrimiento en diferentes concentraciones de 25, 50, y 100%, bajo un diseño completamente al azar teniendo 9 tratamientos con 5 repeticiones y un testigo absoluto el cual no se le aplico ningún tipo de cera.

Las variables evaluadas fueron peso fresco y firmeza del fruto donde se observó que tratamiento con cera de abeja presento mayores diferencias en comparación al tratamiento testigo por lo que los resultados obtenidos mostraron que las ceras naturales se comportaron de forma similar a las ceras sintéticas dando una ligera protección ante la pérdida de agua, controlando la respiración y transpiración manteniendo a si la calidad del fruto.

**Palabras claves:** Calabacita, Ceras Comestibles, Recubrimiento, postcosecha.

## INTRODUCCION

La calabacita zucchini pertenece a la familia de las cucurbitáceas. Es una de las hortalizas más importantes en México por la superficie sembrada, por su alta redituabilidad, fácil manejo y gran demanda de mano de obra. Se consume en estado tierno y se le encuentra en todo el año en los mercados. La calabacita es considerada originaria de México y de América Central, de donde fue distribuida a América del Norte y del Sur. Sus orígenes se remontan al año 700 A.C.

Todas las hortalizas son partes de plantas vivas que contienen de un 65 a un 95 por ciento de agua y cuyos procesos vitales continúan después de la recolección. Su vida después de la cosecha depende del ritmo al que consumen sus reservas almacenadas de alimentos y del ritmo de pérdida de agua. Cuando se agotan las reservas de alimentos y de agua, el producto muere y se descompone. Cualquier factor que acelere el proceso puede hacer que el producto se vuelve incomedible antes de que llegue al consumidor.

Algunas de las ceras existentes en el mercado son la carnauba, cera de abeja, cera de candelilla, citrus lustre, decco, a si como algunas a base de polímeros. Estas ceras son utilizadas como recubrimientos aplicados en frutas cortadas produciendo una atmósfera modificada en la fruta, reducen el deterioro, retrasan la maduración de frutas climatéricas, reducen la pérdida de agua, retardan los cambios de color, mejoran la apariencia, disminuyen la pérdida de aromas, reducen el intercambio de humedad entre trozos de

frutas, transportan compuestos antioxidantes y estabilizantes de la textura, imparten color y sabor, y pudieran servir como transporte de otras sustancias.

El encerado de hortalizas de fruto inmaduro, tales como pepinos y calabacitas, 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.



## **OBJETIVO**

Evaluar la aplicación de ceras orgánicas (carnauba, abeja y candelilla) para incrementar la vida en postcosecha de la calabacita zucchini.

## **HIPOTESIS**

La aplicación de de ceras orgánicas (carnauba, abeja y candelilla) en diferentes concentraciones incrementará la vida de postcosecha de la calabacita zucchini en comparación con el testigo.

## REVISIÓN DE LITERTURA

### **Manejo de postcosecha**

México tiene una gran necesidad de obtener divisas mediante la exportación. Los productos de alto valor como los vegetales frescos se encuentran entre los bienes que nuestro país puede ofrecer, sin embargo es necesario aun mucho trabajo para obtener productos de alta calidad y es prioritario desarrollar tecnología de manejo de postcosecha que permita ofrecerlos y competir con los mercados internacionales (Sandoval 1997). Por lo general entre el campo y el consumidor de los productos hortícolas ocurren pérdidas elevadas en cantidad y calidad. Estas se producen por factores tales como los cambios fisiológicos del producto, el daño mecánico, el calor y la descomposición de tipo patológico producida por hongos y bacterias.

### **Pérdidas postcosecha**

Por lo general entre el campo y el consumidor de los productos hortícolas ocurren pérdidas elevadas en cantidad y calidad. Estas se producen por factores tales como los cambios fisiológicos del producto, el daño mecánico, el calor y la descomposición de tipo patológico producida por hongos y bacterias. Se estima que la magnitud de las pérdidas en postcosecha en hortalizas frescas llega a un 25% en países desarrollados y hasta un 60% en subdesarrollados (Martínez, 2000). Existen causas de las pérdidas postcosecha, las cuales pueden agruparse en primarias y secundarias (Martínez, 2000):

Causas primarias.- a) Biológicas y microbiológicas: básicamente plagas y enfermedades. Las enfermedades son una causa importante de pérdidas postcosecha, generalmente las pudriciones y lesiones de la superficie son ocasionadas por hongos fitopatógenos como *Alternaria* (pudrición negra), *Botrytis* (pudrición por moho gris), *Geotrichum* (pudrición ácida) y *Rhizopus* (pudrición algodonosa), la pudrición blanda bacteriana, causada por *Erwinia* spp.

b) Químicas y bioquímicas: Contaminación con pesticidas y productos químicos, oscurecimiento fenólico, toxinas y sabores desagradables producidos por enfermedades.

c) Mecánicas:

Heridas, abrasiones, caídas y desgarres durante el corte.

d) Medio ambiente:

Sobrecalentamiento, heladas y deshidratación. e) Fisiológicas: Brotación, envejecimiento y cambios causados por la respiración y transpiración.

Causas secundarias.-

a) Secado o encerado inadecuado.

b) Infraestructura de almacenamiento y/o mala administración.

c) Transporte inadecuado.

d) Planificación inadecuada de la producción y de la cosecha.

e) Sistema de mercadeo inadecuado.

## **Madurez fisiológica y comercial**

El grado de madurez es el índice más usado para la cosecha de frutos, en postcosecha madurez fisiológica y madurez comercial tiene significados completamente distintos, la primera se refiere al estado de desarrollo de la fruta. Todas las frutas necesitan un periodo mínimo de desarrollo antes de la recolección. Fruta madura es la que al momento de ser cosechada tiene o puede alcanzar propiedades comestibles aceptables. Una fruta puede ser fisiológicamente madura pero no organolépticamente (Arthey y Ashurst, 1996). Comercialmente, la madurez comprende todo aquellos procesos que tiene lugar desde que inicia el cambio de color, tamaño, forma, textura, dureza y olor para su consumo (Sandoval, 1997)

## **FACTORES FÍSICOS Y BIOLÓGICOS QUE AFECTAN LA CALIDAD**

### **Temperatura y respiración**

El control en postcosecha de la temperatura es importante. La velocidad metabólica del fruto se frena con el descenso de la temperatura de la pulpa; las velocidades de maduración y senescencia disminuyen también al enfriarlas, al igual que la presión de vapor de agua en los tejidos y la velocidad en que la fruta pierde agua. El descenso térmico frena la infección y retarda el desarrollo de la preexistente. La fruta debe enfriarse precozmente tras la recolección, hasta alcanzar una temperatura adecuada que debe de permanecer.

Nunca se sobreestimaré la importancia de una gestión correcta de la temperatura. Las temperaturas elevadas perjudican más la calidad de la fruta tras la recolección que antes de la cosecha. En el momento de proceder a la

recolección cesa el suministro de agua y nutrimentos. La respiración aumenta la velocidad de maduración organoléptica, si se había iniciado ya en la propia planta. La recolección en estado organolépticamente inmaduro, acorta, con frecuencia, el llamado periodo de vida verde o tiempo que tarda la fruta en iniciar la maduración organoléptica. Estos efectos de la recolección reducen la vida útil de la fruta, pero pueden moderarse mediante una gestión correcta de temperatura (Hardenburg *et al.*, 1988).

Numerosas frutas se mantienen mejor a temperatura ambiente que a temperaturas que causen que los tejidos se congelen. Depende de su contenido en sólidos solubles, pero la mayoría de las frutas se congelan a una temperatura de  $-1^{\circ}\text{C}$  o ligeramente más bajo. Por razones prácticas, los almacenes frigoríficos en que las frutas se almacenan se encuentran a  $0^{\circ}\text{C}$ , de modo que las variaciones cronológicas y espaciales de la temperatura de aire en la cámara ( $1^{\circ}\text{C}$ ) no tengan riesgo de congelación. Manteniendo temperaturas más próximas al punto de congelación, se puede incrementar la vida del producto, lo que es técnicamente posible, en un almacén frigorífico bien diseñado. La temperatura óptima de almacenamiento de hortalizas se encuentra alrededor de  $0^{\circ}\text{C}$ .

El deterioro producido en las calabacitas es debido a que son muy sensibles al frío, dicho daño se conoce como “lesión de frío”, a aquellas que no se ven lesionadas mientras su temperatura se mantengan por encima del punto de congelación se le conoce como “insensibles al frío”. Las calabacitas son lesionadas por temperaturas inferiores a  $3 - 5^{\circ}\text{C}$  y los síntomas de lesión no se expresan de inmediato; con frecuencia se observan sólo cuando las calabacitas abandonan el dominio de las bajas temperaturas.

Cuando las calabacitas se han mantenido a temperaturas suficientemente bajas durante tiempos lo bastante prolongados, los síntomas aparecen al transferirla a la temperatura ambiente. En general, cuanto más baja sea la

temperatura y más prolongado el tiempo de exposición, más acusada es la lesión (Yahia e Higuera, 1992).

### **Humedad relativa**

Este es el segundo factor que debe considerarse ya que su manejo adecuado durante el almacenamiento minimiza la transpiración y la pérdida de agua de los productos, también ayuda en algunos productos a mantener su vigor y a retardar la senescencia. Un mal manejo de la humedad relativa puede ocasionar condensación, crecimiento de hongos en la superficie, piel agrietada, Mayor deterioro, etc. (Liu, 1992).

La importancia de la humedad relativa de la cámara deriva del hecho de que las pérdidas de agua durante el almacenamiento son proporcionales al gradiente de presión de vapor entre la fruta y el aire de entorno. A medida que la humedad del aire de la cámara se va acercando al interior de la fruta, las pérdidas de agua van disminuyendo.

El control de la humedad relativa es menos importante durante el preenfriamiento, porque durante esta etapa la fruta está más caliente que el aire de la cámara y el gradiente de presión de vapor entre la fruta y el aire vienen determinados fundamentalmente por esa diferencia de temperatura. Una vez que la fruta se ha enfriado hasta alcanzar la temperatura del aire de la cámara, las pérdidas de agua vienen controladas por la diferencia entre la humedad de la fruta y la del aire. Aunque el gradiente sea ahora pequeño, en los períodos de almacenamiento prolongados pueden producirse pérdidas de agua nociva para la calidad. (Soto, 2004).

## **Etileno**

El etileno es un regulador natural del crecimiento de las plantas, sintetizado por todas ellas. Tiene numerosas funciones biológicas en las plantas, pero en los frutos es particularmente importante como promotor de la abscisión (caída del rabo), la maduración y la senescencia. El etileno debilita la unión de las frutas al rabo de las mismas, preparándolas para el desprendimiento de la planta o para su recolección.

El etileno inicia la maduración de las frutas climatéricas y acelera su senescencia final. En los frutos no climatéricos, el etileno solo parece ejercer un efecto acelerador de la senescencia. Los efectos del etileno sobre las frutas son susceptibles de explotación comercial. Para madurar en las frutas, se utiliza con frecuencia el tratamiento con etileno (Arthey y Ashurst, 1996).

## **MEDIDAS DE CONTROL PARA MANTENER LA CALIDAD DEL FRUTO**

### **Prerrefrigeración**

Esta operación consiste en hacer descender lo más rápidamente posible la temperatura que tienen las hortalizas después de la recolección hasta una temperatura inferior que dependerá de la naturaleza del producto, de la duración en almacenamiento de transportes posteriores, de las características con que éstos se realizaran y del destino final de los productos.

En el caso de frutas y hortalizas resistentes, la temperatura debe bajar de 8 a 10° C. Esta operación se realiza porque se consigue reducir la duración del período durante el cual el producto aún caliente, respira activamente, se

recalienta, pierde agua y elementos nutritivos, con la prerrefrigeración se pretende inmovilizar el producto en sus condiciones iniciales (Monroy, 2007).

### **Almacenamiento en refrigeración**

Los productos que van a almacenarse durante varios días deben mantenerse en una cámara frigorífica especialmente diseñada para este fin. La temperatura del almacén frigorífico no debe fluctuar y debe mantenerse, al igual que la humedad, en el valor óptimo para la fruta que se vaya a almacenar. Para la Mayor parte de las frutas, son convenientes humedades relativas altas.

El mantenimiento a una temperatura y una humedad relativa uniformes en todo el almacén frigorífico requiere de una buena circulación de aire. El producto debe de colocarse con una separación de 100 mm entre las paredes, suelo y espacios, que permita que el aire se mueva libremente. El aire del almacén debe ser impulsado continuamente por ventiladores, la potencia necesaria durante esta etapa es menor que la que se precisa para el preenfriamiento y es frecuente desconectar algunos de los que crean el flujo forzado del aire a través de las unidades de evaporador, dejando las demás continuamente en funcionamiento. Es mejor ponerlos así que cíclicamente en marcha, en respuesta al termostato. En los sistemas en que se hace pasar el aire a través de una cortina de agua, los ventiladores deben funcionar de modo continuo (Arthey y Ashist, 1996)

Si se busca el límite máximo de vida de postcosecha, el almacenamiento debe de efectuarse a la temperatura óptima para obtener un fruto con las cualidades que requiere el consumidor, de las cuales se mencionan calidad nutritiva, calidad sanitaria y calidad de conservación (Norman, 1978).



## **Atmósferas modificadas**

Esta técnica consiste en la conservación de frutas y hortalizas, ya sean enteras o cortadas, bajo películas plásticas con una permeabilidad definida, su fundamento se basa en el cambio de las condiciones gaseosas iniciales del entorno inmediato del producto como consecuencia de su metabolismo y la barrera semipermeable que supone el embalaje.

La diferencia entre este sistema y el tradicional de atmósfera controlada, consiste en que aquí no se produce un control externo de la concentración que rodea al fruto sino que la atmósfera depende de un equilibrio dinámico entre la del metabolismo del fruto y la permeabilidad de la película utilizada (Monroy, 2007). Cuando los frutos son cosechados aumentan su metabolismo. Cuando se cubren con un embalaje plástico de permeabilidad determinada, el proceso de respiración modifica la composición de la atmósfera interna inicial, empobreciéndose en O<sub>2</sub> y enriqueciéndose en CO<sub>2</sub> y vapor de agua.

## **RECUBRIMIENTOS**

### **Lípidos y ceras**

Los lípidos son los recubrimientos que mejor resultados han dado en el recubrimiento de frutos. Mediante su utilización se reducen la respiración, deshidratación y mejora el brillo de estos productos, además aportan la barrera al vapor del agua. Los recubrimientos formados por solo lípidos son muy frágiles y friables, por lo que se han de aplicar en combinación con una matriz de soporte no lipídica como lo es la cera de carnauba, cera de abeja, cera de candelilla entre otros (Pérez *et al.*, 2008).

## **Tipos de ceras**

Existen muchas ceras en el mercado que tienen diferentes características pero en general todas reducen la caducidad, evitan la pérdida de peso y oxidación, los frutos en mayor aplicación de encerado son los cítricos. Esta técnica ayuda a prolongar hasta en 50% la vida útil del fruto. Algunas de las ceras existentes en el mercado son la carnauba, cera de abeja, cera de candelilla, Citrus Lustre, Decco, así como algunas a base de polímeros.

### **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 Ceara, al noroeste de Brasil, aunque seda también en menores cantidades en el sur de Brasil y en el norte de Paraguay y Argentina (Multiceras, 2010).

La *Copernicia cerífera* es una palma de tronco recto y de lento crecimiento, con altura promedio de 7 a 11 metros, pero que llega en casos excepcionales hasta los 15 metros de altura. Su corteza es dura, gruesa y en forma de escamas. Las hojas crecen de peciolos largos, por cuyos poros exuda la cera durante los meses más secos del año. La naturaleza provee esta cera para prevenir la excesiva evaporación del agua que contiene la palma. El árbol se reproduce prolíficamente.

Es recomendada por las propiedades de brillo. Combina dureza con resistencia al desgaste y es compatible con muchos otros tipos de ceras (Cuadro 2). Dependiendo de la sección de la hoja de donde se extrae la cera y de la edad de la planta (Multiceras, 2010).

Cuadro 1. Composición química de la cera de carnauba



Componente	% Peso
Hidrocarburos	1.5-3.0
Esteres	84-85
Alcoholes y resinas	6-9
Acidos libres	3.3-5.0
Humedad	0.5-1.5
Residuos inorgánicos	1.0

Fuente: Multiceras, 2010

### Cera de abeja

La Cera de Abeja es llamada Cera Blanca (*Cera Alba*) o Cera Amarilla (*Cera Flava*), dependiendo del grado de refinación del producto. La materia prima básica es secretada por la abeja durante el proceso de construcción de sus panales para obtener una cera limpia. Esta cera cruda tiene un color que varía entre café y amarillo, dependiendo del tipo de flores que existen en la

región donde habitan las abejas. La cera de abeja contiene ácidos libres, esteroides y otros componentes naturales que le dan características especiales, tales como propiedades emulsificantes, plasticidad, compatibilidad con otros productos naturales y olor agradable.

La cera es un cuerpo químicamente es un cuerpo muy estable y sus propiedades no se alteran apenas con el tiempo. Resiste perfectamente a la hidrólisis o la oxidación natural y es totalmente insoluble en agua.

La cera de abeja es de naturaleza lipídica y está constituida químicamente por:

- Hidrocarburos saturados, siendo el más frecuente el heptacosano. Son hidrocarburos que contienen un número impar de átomos de carbono.
- Ácidos o hidroxiacidos igualmente saturados, en la mayoría de los casos, pero cuyo número de átomos de carbono es par, como el ácido palmítico o el ácido tetracosanoico.
- Alcoholes, mono y dioles

La cera se presenta como un cuerpo sólido a temperatura normal, frágil cuando la temperatura es baja, pero cuando esta es de unos 35 a 40°C se vuelve rápidamente plástica. Su punto de fusión se sitúa alrededor de los 64°C ( $\pm 1$ ). Su densidad es de 0.95 ( $\pm 2$ ) para una cera amarilla del comercio a 15°C (Moreno, 2010)

Cuadro 2. Composición química de la Cera de Abeja



Componentes	%
Hidrocarburos	10.5-14.5
Monoésteres de ácidos céreos, hidroxíésteres y triésteres	71
Esteres de colesteroles	1
Alcoholes libres	1-1.25
Ácidos céreos libres	13.5-14.5
Lactosas	0.6
Materias colorantes	0.3
Humedad e impurezas minerales	1-2

Fuente: Bósquez, 2003

### Cera de Candelilla

La cera de candelilla es una sustancia compleja de origen vegetal. Es dura, quebradiza y fácil de pulverizar. Sin refinar es de apariencia opaca. Su color puede variar desde café claro hasta amarillo, dependiendo del grado de refinación y blanqueo. Su superficie puede alcanzar altos niveles de brillo al ser refina, siendo esta una de las propiedades más apreciadas en la cera de candelilla para diversas aplicaciones de especialidad. Disuelve bien los colorantes básicos. Es insoluble en agua, pero altamente soluble en acetona, cloroformo, benceno y otros solventes orgánicos (Instituto de la candelilla, 2010).

La mayoría de los constituyentes de la cera de candelilla son componentes naturales que se encuentran en los vegetales y en las frutas. Su composición

química se caracteriza por un alto contenido de hidrocarburos (alrededor del 50%) y una cantidad relativamente baja de esteres volátiles (Cuadro 3). Su contenido de resina puede llegar hasta 40% en peso, lo cual contribuye a su consistencia pegajosa. La cera de candelilla presenta una contracción muy baja, por lo cual es utilizada en función de precisión (Instituto de la candelilla, 2010).

Cuadro 3. Composición Típica de la Cera de Candelilla.

 Candelilla		
(% peso)	cruda	Refinada
Hidrocarburos	48	57
Alcoholes libres	13	14
Ácidos libres	7	7
Esteres simples	2	21
Esteres hidroxilados	8	8
Esteres ácidos	10	0
diesteres	9	0

Fuente: Instituto de la Candelilla, 2010

### **Películas y envolturas comestibles**

La envoltura de protección de frutas y verduras frescas necesita una cierta permeabilidad al oxígeno y sobre todo al anhídrido carbónico. Por lo tanto el control de la respiración de las frutas debe ser a menor costo por el acondicionamiento del almacenamiento. Las películas protectoras deben de presentar buenas propiedades barrera a la humedad, de hecho, el control del contenido de agua y de la actividad de agua de un alimento, condiciona su estabilidad microbiológica y físico-química así como sus características organolépticas (Monroy, 2007).

## Función de las películas

Kester y Fennema (1986) mencionan que las películas comestibles no están diseñadas con la finalidad de reemplazar los materiales de empaque sintéticos ni a las películas no comestibles dicen que la importancia de las películas comestibles recae en la capacidad de actuar como un conjunto para mejorar la calidad del alimento en general, extender el tiempo de vida de anaquel y mejorar la eficiencia económica de los materiales de empaquetamiento.

En muchas aplicaciones de alimentos, la función más importante de las películas comestibles es la reducción de pérdida de humedad, debido a que se deben de mantener ciertos niveles de agua ya que es un factor de suma importancia en la calidad y seguridad del alimento (Labuza y Contreras-Medellin, 1981). En la tabla 1 se mencionan algunas de las propiedades funcionales que desempeñan las películas comestibles aplicadas a algunos alimentos.

Tabla 4. Funciones de las películas comestibles

Reducir la pérdida de humedad
Reducir el transporte de gases (CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> )
Reducir la migración de aceites y grasas
Reducir el transporte de solutos
Mejorar las propiedades mecánicas y de manejo de los alimentos
Proveer integridad estructural a los alimentos
Retener los componentes volátiles
Contener aditivos

Fuente: Kester y Fennema, 1986.

## **Requerimientos y ventajas al uso de películas comestibles**

A las películas comestibles en la mayoría de los casos se les llama aditivos ya que no proveen un valor nutrimental significativo al alimento, por otro lado, si de alguna forma incrementa el valor nutrimental del alimento pueden ser calificadas como ingredientes (Debeaufort y Quezada-Gallo, 1998). Labuza y Contreras-Medellin (1981) comentan que las películas deben de tener tan poco sabor como sea posible o de lo contrario deben tener un sabor compatible con el alimento al cual se está recubriendo.

Debido a que las películas son tanto componentes del alimento como empaques del mismo deben de reunir los requisitos siguientes (Krochta *et al.*, 1994):

- Buenas cualidades sensoriales
- Alta eficiencia mecánica y de barrera
- Estabilidad bioquímica, fisicoquímico y microbiana
- Debe de estar libre de tóxicos
- Seguros para la salud
- De tecnología simple
- No debe de tener contaminantes
- De bajo costo tanto en los materiales como en los procesos

## **Ventajas que se tienen al aplicar cubiertas**

1. Reducir los procesos de transpiración y respiración
2. Sellar en caso de que se tenga algunas lesiones y rasguños en la superficie de la fruta.
3. Aumentar la vida en anaquel de los productos.
4. Sellar la cicatriz que queda al desprender el fruto del pedúnculo.



5. Resaltar el brillo de las frutas y hortalizas mejorando su apariencia (Martínez, 2000).

Guillbert y Biquet (1986)

También Menciona algunas de las ventajas de utilizar películas comestibles:

- Pueden ser ingeniadas por el consumidor.
- Su costo es generalmente bajo.
- Su uso reduce los desechos y la contaminación ambiental.
- Pueden mejorar las propiedades organolépticas, mecánicas y nutricionales de los alimentos.
- Proporcionan protección individual a pequeñas piezas o porciones de alimento.
- Pueden ser usadas en alimentos heterogéneos como barrera entre los componentes.

Algunas desventajas al aplicar recubrimientos comestibles (Pantastico, 1984):

- Pueden provocar pudrición al atrapar microorganismos patógenos en Rajaduras y lesiones minúsculas.
- En el caso de las ceras crean una atmósfera interna baja en O<sub>2</sub> y alta en CO<sub>2</sub>, dando malos sabores a los productos La envoltura de protección de frutas y verduras frescas necesita una cierta permeabilidad al oxígeno y sobre todo al anhídrido carbónico. Por lo tanto el control de la respiración de las frutas debe ser a menor costo por el acondicionamiento del almacenamiento. Las películas protectoras deben de presentar buenas propiedades barrera a la humedad, de hecho, el control del contenido de agua y de la actividad de agua de un alimento, condiciona su estabilidad microbiológica y físico-química así como sus características organolépticas.

## **Tipos de cubiertas más usadas**

1. Ceras naturales: cera de caña de azúcar, cera de carnauba, cera de abeja, cera de candelilla.
2. Derivados del petróleo: compuestos polietilénicos, compuestos parafínicos.
3. Productos abrillantadores: resinas, shellac, goma arábiga (Martínez, 2000).
4. Demerutis (1994), menciona que los tipos de películas cubrientes son Emulsiones aceites – agua, agua – aceite.

## **Componentes de los recubrimientos**

Krochta.(1994) clasifica a los componentes de las películas alimenticias en tres categorías: lípidos, hidrocoloides y mezclas. Los hidrocoloides incluyen proteínas, derivados de celulosa, alginatos, pectinas, almidones y otros polisacáridos. Menciona también que los lípidos incluyen a las ceras, acilglicérols y ácidos grasos. Y las mezclas que contienen componentes lipídicos e hidrocoloides. Los autores mencionan que dependiendo del tipo de componente dependerán las propiedades de cada película.

1. Lípidos.- Ceras o derivados de los mono glicéridos (acilglicérols y ácidos grasos), surfactantes. En general, los lípidos son efectivos retardando la Transferencia de humedad dado su carácter hidrofóbico, lo que se traduce en una menor pérdida de peso del fruto, por lo que son sumamente utilizadas. Los lípidos más empleados en recubrimientos comestibles incluyen ceras de origen natural como la cera de abeja, carnauba, candelilla, así como glicéridos. Pero antes de ser consideradas como películas se consideran como simples cubiertas. Las grasas también son utilizadas para recubrir confitería, pero una de las desventajas es que puede ocurrir rancidez o la superficie se puede poner grasosa (Guilbert, Y Biquet, 1986).

2. hidrocoloides.- estas películas poseen buenas propiedades de barrera para el oxígeno, dióxido de carbono y lípidos. Son utilizadas donde el control de la migración de vapor de agua no es el objetivo. La mayoría de estas películas tienen propiedades mecánicas deseables para trabajar con productos frágiles, no aportan sabor y son sensibles al calentamiento (Donhowe y Fennema, 1994). Los hidrocoloides usados para películas pueden ser clasificados de acuerdo a su composición molecular, carga molecular y solubilidad en agua.

Proteínas.- Colágeno, zeína, glutén de trigo, aislados de proteína de soya, de leche, caseína, albúmina de huevo, lacto albúmina, suero de leche, alginatos, pectinas. Las películas de proteínas se adhieren fácilmente a superficies hidrofílicas pero en la mayoría de los casos no son resistentes a la difusión del agua, otra desventaja es su sensibilidad a los cambios de pH por lo que deben limitarse a las condiciones óptimas de su formación (Baldwin *et al.*, 1994).

Polisacáridos.- Celulosa, almidón, alginato, carragenanos, pectina, quitosano, celulosa y derivados, celofán, acetato de celulosa, etc. Tienen propiedades como barrera a los gases y pueden adherirse a superficies de frutas y vegetales. La desventaja al utilizar este tipo de películas es que las propiedades de barrera a la humedad son muy bajas debido a la naturaleza hidrofílica de las mismas (Guilbert y Biquet, 1986).

Los polisacáridos y proteínas, son poco eficaces como barreras a la transferencia al vapor de agua (solubles en agua) pero ofrecen una mayor barrera a gases (CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>) que los lípidos, proporcionan mejores propiedades mecánicas por lo que son mejores para trabajar con productos frágiles, no aportan sabor y son sensibles al calentamiento (Donhowe y Fennema, 1994).

3. La mezcla de cualquiera de estos grupos.- Otra forma es la combinación entre estos grupos y así tomar ventajas de las propiedades que ofrecen formando lo que se conoce como “recubrimiento comestible compuesto” utilizando las distintas características funcionales para cada clase de formación de la película. Guilbert y Biquet (1986), Donhowe y Fennema (1994), definen los sistemas multicomponentes como dos o más componentes que se mezclan con el propósito de complementarse y aumentar la capacidad de retención de agua así como conservar características físicas como firmeza y brillo entre otras.

Además de estos componentes básicos, se añaden plastificantes, surfactantes, emulsificantes, etc. que ayudan a mejorar la integridad mecánica, la calidad y el valor nutricional de los alimentos:

1.- Plastificantes (ceras, aceites, ácidos grasos).- El plastificante es un factor muy importante ya que afecta las propiedades mecánicas y la permeabilidad de la película. Los plastificantes alteran la estructura de las películas, la movilidad de la cadena y los coeficientes de difusión de gases o agua (Guilbert y Biquet, 1986).

Los plastificantes que se usan en la industria de los alimentos incluyen:

- Monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos (glucosa, jarabes de glucosa o fructosa y miel).
- Sorbitol, glicerol y derivados del glicerol.

2.- Surfactantes y emulsificantes.- grasas y aceites

3.- Antioxidantes y conservadores químicos. Ácido benzoico y ácido sórbico. La influencia que tendrán estos aditivos en las propiedades de las películas dependerá del grado de concentración, la estructura química, el grado de dispersión en la película y en la interacción con los polímeros.

## **Formación de las películas**

Cuando un polímero está siendo aplicado a una superficie, existen dos fuerzas operando: cohesión y adhesión. El grado de cohesión afecta las propiedades de la película, así como la densidad, porosidad, permeabilidad, flexibilidad y fragilidad de la película (Guilbert y Biquet, 1986).

Si las películas proteicas se exponen a un calor excesivo se afecta la cohesión: ya que las moléculas son inmovilizadas prematuramente provocando defectos como perforaciones y fractura prematura de la película. Las soluciones de concentración intermedia generalmente resultarán en el incremento de la fuerza cohesiva debido a la viscosidad óptima del polímero (Guilbert, y Biquet, 1986).

## **Propiedades funcionales de las películas comestibles y/o biodegradables**

Las películas comestibles y/o biodegradables no siempre reemplazan los empaques sintéticos, sino que racionalizan su utilización, además prolongan el estado de frescura de frutos y vegetales y el tiempo de vida útil de los alimentos y mejoran la eficiencia económica de los materiales de empaque. Las propiedades funcionales de las películas comestibles y/o biodegradables son iguales a las de los empaques no biodegradables o sintéticos.

Entre las principales se tienen: actúan como barreras a la humedad, al oxígeno y al dióxido de carbono. La permeabilidad de las películas o cubiertas comestibles se relacionan con la resistencia a los gases, al vapor de agua y al transporte de solutos (De la Rosa, 2007).

## **Efectos de la aplicación de recubrimientos a frutos**

Las frutas y verduras tienen una cutícula de cera natural en la superficie externa, que al momento de la cosecha, lavado y cepillado, se remueve total o parcialmente; al retirarse, el producto queda más expuesto a los factores ambientales teniendo como resultado el incremento de la velocidad de respiración y transpiración del fruto, así como la infección a través de las pequeñas lesiones que se provocan en la piel y como consecuencia de estos procesos, la disminución de la vida de anaquel del mismo (Pantástico, 1984).

Por ello, la aplicación de tratamientos de posrecolección ha prestado especial interés en el empleo de recubrimientos para la conservación de frutas y verduras. Para poder restaurar las cubiertas naturales del fruto se han empleado aplicaciones de cubiertas de origen natural y artificial, con suficiente grosor y consistencia para evitar que se incremente la velocidad de los procesos que llevan al deterioro de los frutos. Estas cubiertas aplicadas artificialmente sirven para favorecer las condiciones anaeróbicas dentro del fruto, proporcionando además la protección necesaria contra los microorganismos que causan la pudrición (Pantastico, 1984).

Es importante el grosor del recubrimiento, ya que uno demasiado delgado puede dar una protección insuficiente frente a la pérdida de humedad, mientras que una capa muy gruesa puede favorecer la descomposición. La aplicación de barreras físicas con recubrimientos en la superficie de los frutos puede regular la permeabilidad al  $O_2$ ,  $CO_2$  y  $H_2O$  retardando el proceso natural de maduración fisiológica, además de proteger contra las infestaciones de insectos y crecimiento de microorganismos (Mellething y Chen, 1982).

## **Formas de aplicación.**

Existen diferentes métodos por los cuales se puede aplicar el recubrimiento sobre el producto:

1. En forma de espuma: sobre una cabeza de cepillo adecuada se monta un generador de espuma y el tipo de recubrimiento (líquido) se aplica al fruto en forma de espuma.

2. En forma de aspersión: la aplicación tiende a desperdiciar producto, esta forma de aplicación es mediante el uso de boquillas hidráulicas o neumáticas las cuales asperjan el producto y van montadas sobre un transportador de rodillos o cepillos.

Se puede ajustar la cantidad aplicada cambiando las boquillas y la presión.

3. En forma de inmersión: la inmersión implica meter el fruto durante 30 segundos en un tanque que contiene el recubrimiento.

4. Con cepillos: la aplicación con cepillos es eficiente, se coloca el recubrimiento en un cepillo aplicador montado sobre el transportador de rodillos; siendo distribuida sobre el cepillo por medio de un brazo viajero, con el cual se puede controlar el flujo del recubrimiento. Para evitar daños en los frutos el movimiento del cepillo debe mantenerse a la velocidad mínima efectiva (Martínez, 2000).

## MATERIALES Y METODOS

### Localización del área de estudio

El experimento se realizó en el Laboratorio de Postcosecha del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” que se ubica al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, en las coordenadas 101° 1'33" de longitud Oeste y de 25° 20'57" latitud Norte del Meridiano Greenwich con una altitud de 1737 m.s.n.m.

### Material vegetativo

Se trabajo con calabacita (*Cucurbita pepo* L.) de la variedad zucchini grey

### Equipo utilizado.

- Balanza Eléctrica de Presión (OHAUS SCOUT) capacidad de 600 gr.
- Penetrometro marca EFFGI modelo FT 327, puntilla 8 mm.
- Cuarto frio de 7° a 11°C.
- Recipientes de plástico.
- Frascos de vidrio.
- Vasos de precipitado.
- Atomizador.
- Probeta graduada.



## Descripción de los tratamientos

Cuadro 5. Formación de tratamientos utilizados en la vida de postcosecha de la calabacita zucchini.

Numero	Tratamiento	Dosis
1	Cera de carnauba	100%
2	Cera de carnauba	50%
3	Cera de carnauba	25%
4	Cera de abeja	100%
5	Cera de abeja	50%
6	Cera de abeja	25%
7	Cera de candelilla	100%
8	Cera de candelilla	500%
9	Cera de candelilla	25%
10	Testigo	0%

## Metodología

El experimento dio inicio con el lavado de los frutos con el fin de eliminar la tierra o polvo superficial, para después dejarlos secar a temperatura ambiente.



El día 23 de octubre del 2009 se seleccionaron 300 frutos bien desarrollados sin ningún daño físico, ni biológico y se les aplico los tratamientos.



## **Variables evaluadas**

- 1) Peso fresco
- 2) Firmeza

Para la evaluación de la variable peso se utilizaron 5 frutos por tratamiento (65 frutos totales), los cuales se les tomo su peso inicial posteriormente se colocaron en el cuarto frio N0. 1 a una temperatura entre 7° y 11°C. Después se obtuvieron tres pesos intermedios y un peso final, la primera evaluación se realizó el día 23 de octubre, la segunda evaluación el día 25 de octubre, la tercera evaluación el día 27 de octubre, la cuarta evaluación el día 31 de octubre y la quinta evaluación el día 2 de noviembre.



Para la variable firmeza se seleccionaron 25 frutos por tratamiento (325 frutos totales) los cuales se les tomo su firmeza inicial posteriormente se colocaron en el cuarto frio N0. 1 a una temperatura entre 7° y 11°C. Después se obtuvieron tres firmezas intermedios y una firmeza final, la primera evaluación se realizó el día 23 de octubre, la segunda evaluación el día 25 de octubre, la tercera evaluación el día 27 de octubre, la cuarta evaluación el día 31 de octubre y la quinta evaluación el día 2 de noviembre después de cada evaluación se desecharon los frutos.



### **Diseño experimental**

Se utilizó un diseño completamente al azar. Con 13 tratamientos y 5 repeticiones por tratamiento.

## RESULTADOS

### Peso del fruto por efecto de los tratamientos

De acuerdo a los resultados obtenidos por el diseño experimental para la variable peso de la calabacita zucchini, por efecto de los tratamientos carnauba, abeja y candelilla, se observó que la cera de abeja presentó una pérdida de peso de 13.7 g, acumulados en las cinco evaluaciones, seguido del tratamiento de cera de carnauba con una pérdida de 14.0 g y para el tratamiento de cera de candelilla presentó una pérdida de 14.2 g, Todos los tratamientos presentaron menores pérdidas de peso a comparación al testigo que tuvo una pérdida de 15.8 g, Figura 1.

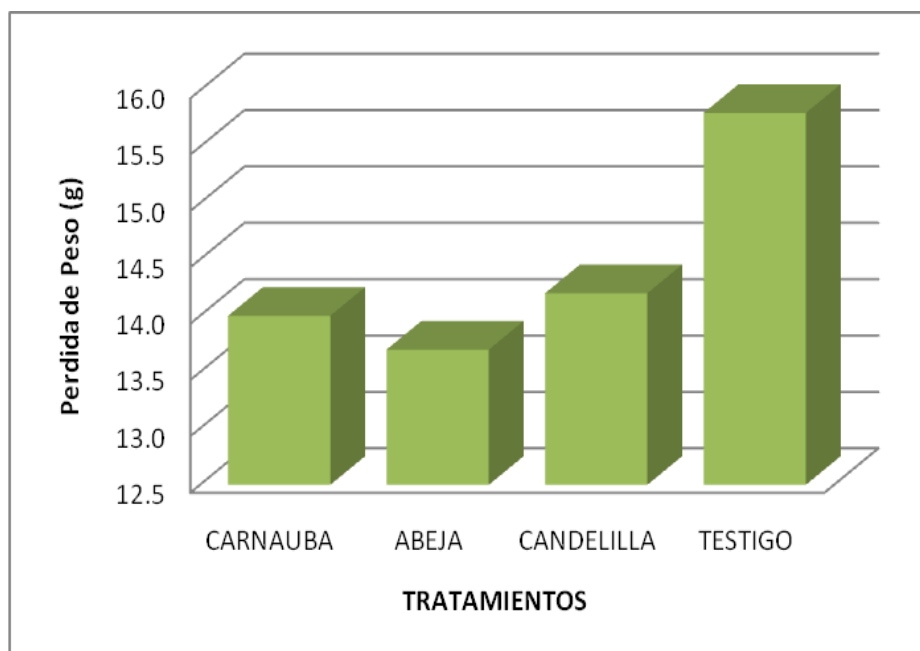


Figura 1. Comportamiento del peso en calabacita zucchini, por efecto de los tratamientos (carnauba, abeja y candelilla), en las cinco evaluaciones.

## Peso del fruto por efecto de las dosis en el tratamiento de cera de carnauba

De acuerdo a los resultados obtenidos por el diseño experimental para la variable peso de la calabacita zucchini, se observó que el tratamiento de carnauba a una dosis de 100% tuvo una pérdida de peso de 13.1 g, acumulados en las cinco evaluaciones, seguido de la dosis al 25%, con una pérdida de 13.5 g y para la dosis al 50% presento una pérdida de 15.4 g, mientras que el testigo se observo una pérdida de 15.8 g, Figura 2.

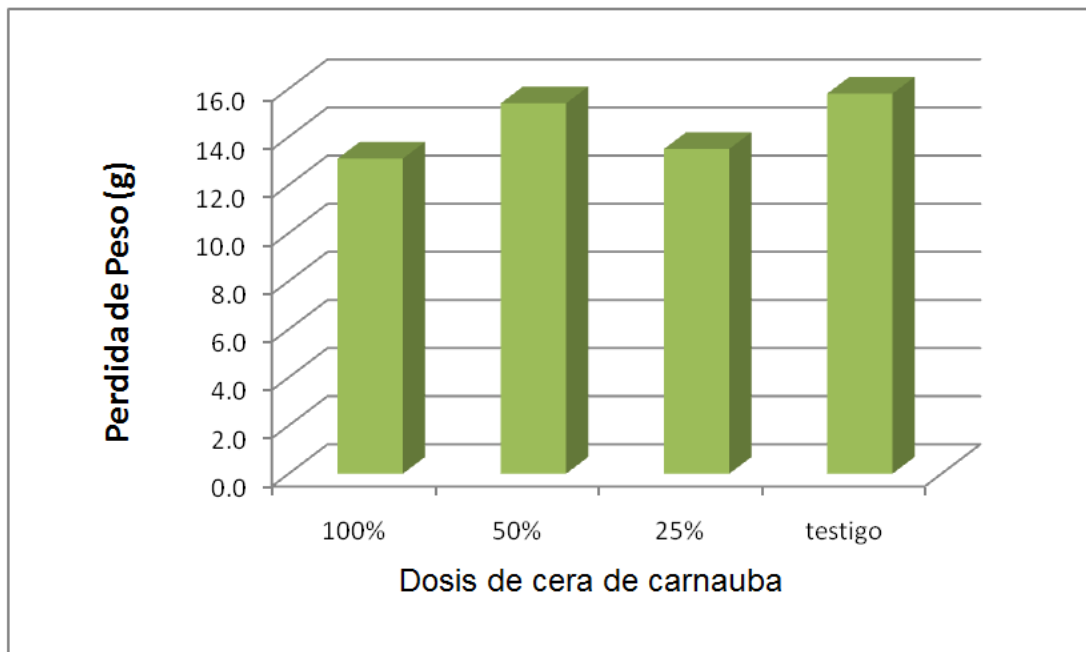


Figura 2. Comportamiento del peso en calabacita zucchini, por efecto de las dosis del tratamiento de cera de carnauba en las cinco evaluaciones.

### Peso del fruto por efecto de las dosis en el tratamiento de cera de abeja

De acuerdo a los resultados obtenidos por el diseño experimental para la variable peso de la calabacita zucchini, se observó que el tratamiento de la cera de abeja a una dosis de 100% tuvo una pérdida de peso de 13.3 g, acumulados en las cinco evaluaciones, seguido de la dosis al 50%, con una pérdida de 13.5 g y para la dosis al 25% presento una pérdida de 14.2 g, mientras que para el testigo se observo una pérdida de 15.8 g, Figura 3.

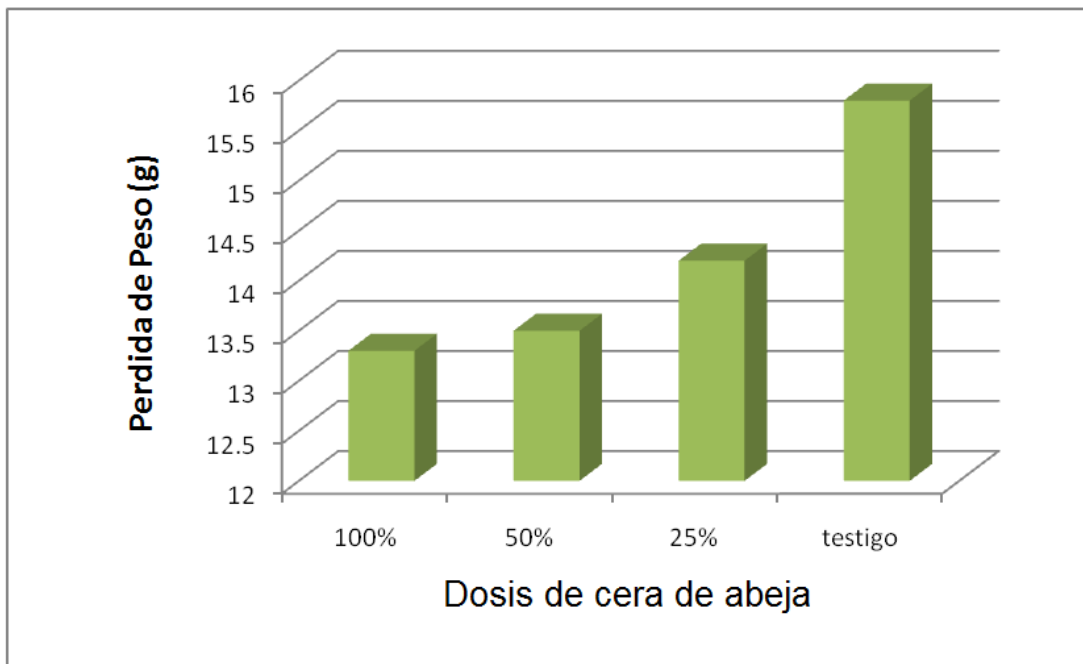


Figura 3. Comportamiento del peso en calabacita zucchini, por efecto de las dosis del tratamiento de cera de abeja en las cinco evaluaciones.

## Peso del fruto por efecto de las dosis en el tratamiento de cera de candelilla

De acuerdo a los resultados obtenidos por el diseño experimental para la variable peso de la calabacita zucchini, se observo que para el tratamiento de cara de candelilla a una dosis al 25% tuvo una pérdida de peso de 13.7 g, acumulados en las cinco evaluaciones, seguida de la dosis al 100%, con una pérdida de 14.2 g y para la dosis al 50% presento una pérdida de 14.6 g, mientras que el testigo se observo una pérdida de 15.8 g, Figura 4.

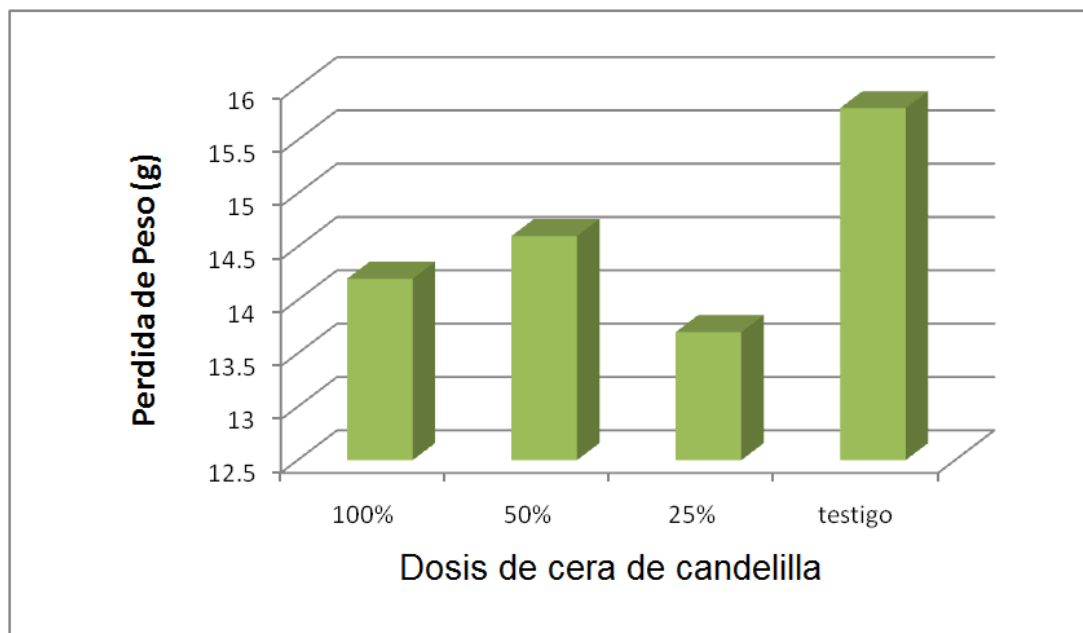


Figura 4. Comportamiento del peso en calabacita zucchini, por efecto de las dosis del tratamiento de cera de candelilla en las cinco evaluaciones

## Firmeza del fruto por efecto de los tratamientos

De acuerdo a los resultados obtenidos por el diseño experimental para la variable firmeza de la calabacita zucchini, por efecto de los tratamientos carnauba, abeja y candelilla, se observó que la cera de abeja presentó una pérdida de firmeza de  $0.833 \text{ kg/cm}^2$ , acumulados en las cinco evaluaciones, seguido del tratamiento de cera de carnauba con una pérdida de  $0.873 \text{ kg/cm}^2$ , y para el tratamiento de cera de candelilla presentó una pérdida de  $0.875 \text{ kg/cm}^2$ . Todos los tratamientos presentaron menores pérdidas de firmeza a comparación al testigo que tuvo una pérdida de  $1.010 \text{ kg/cm}^2$ , Figura 5.

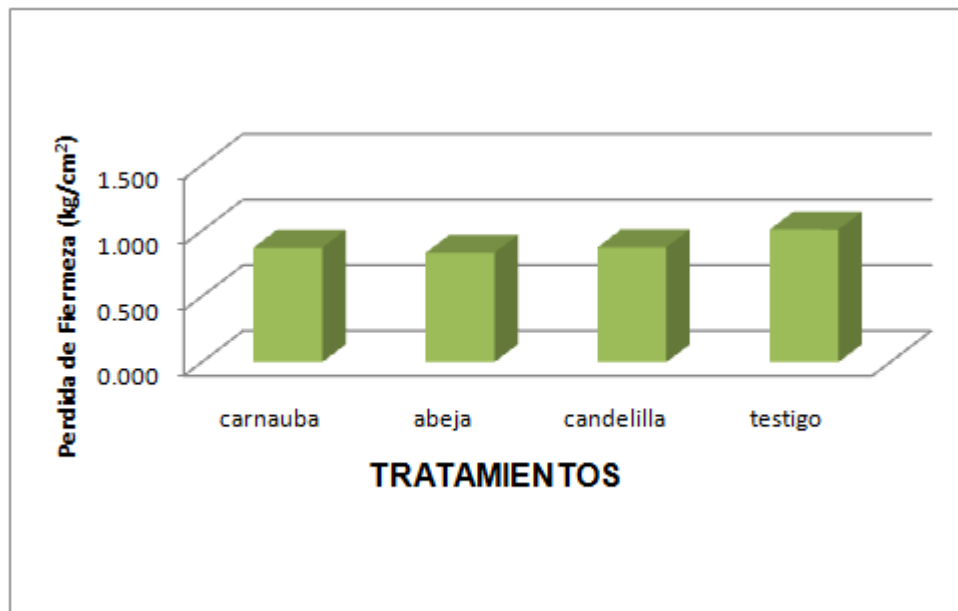


Figura 5. Comportamiento de la firmeza en calabacita zucchini, por efecto de los tratamientos (carnauba, abeja y candelilla) en las cinco evaluaciones.



## Firmeza del fruto por efecto de las dosis en el tratamiento de cera de carnauba

de acuerdo a los resultados obtenidos por el diseño experimental para la variable firmeza de la calabacita zucchini, se observó que el tratamiento de cera de carnauba a una dosis de 100%, tuvo una pérdida de firmeza de  $0.740 \text{ kg/cm}^2$ , acumulados en las cinco evaluaciones, seguido de la dosis al 25%, con una pérdida de  $0.820 \text{ kg/cm}^2$ , y para la dosis al 50%, que tuvo una pérdida de  $0.920 \text{ kg/cm}^2$ , por último se observó que el tratamiento testigo tuvo una pérdida de  $1.010 \text{ kg/cm}^2$ , Figura 6.

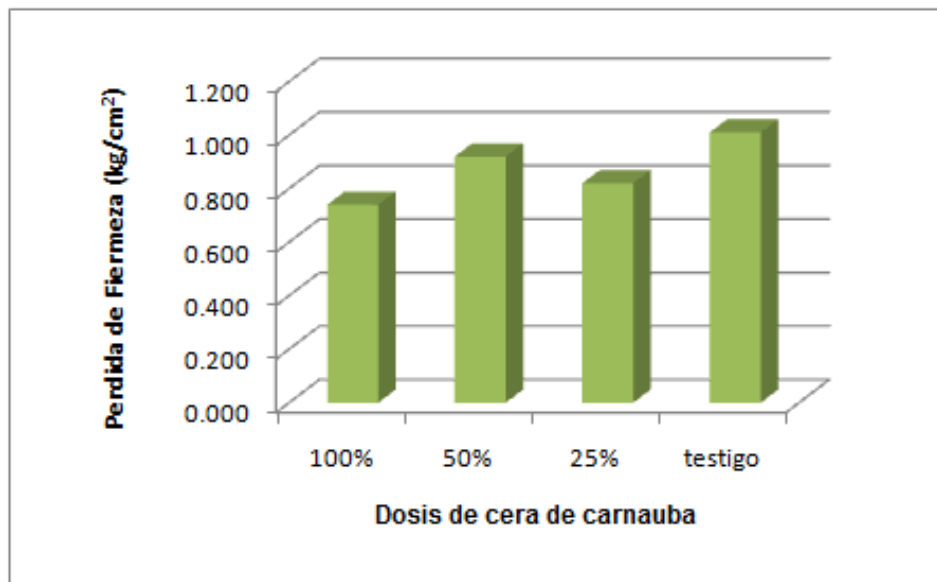


Figura 6. Comportamiento de la firmeza en calabacita zucchini, por efecto de las dosis del tratamiento de cera de carnauba en las cinco evaluaciones.

## Firmeza del fruto por efecto de las dosis en el tratamiento de cera de abeja

de acuerdo a los resultados obtenidos por el diseño experimental para la variable firmeza de la calabacita zucchini, se observó que el tratamiento de cera de abeja a una dosis de 25%, tuvo una pérdida de firmeza de 0.750 kg/cm<sup>2</sup>, acumulados en las cinco evaluaciones, seguido de la dosis al 50%, con una pérdida de 0.760 kg/cm<sup>2</sup>, y para la dosis al 100%, que tuvo una pérdida de 0.810 kg/cm<sup>2</sup>, por último se observó que el tratamiento testigo tuvo una pérdida de 1.010, Figura 7.

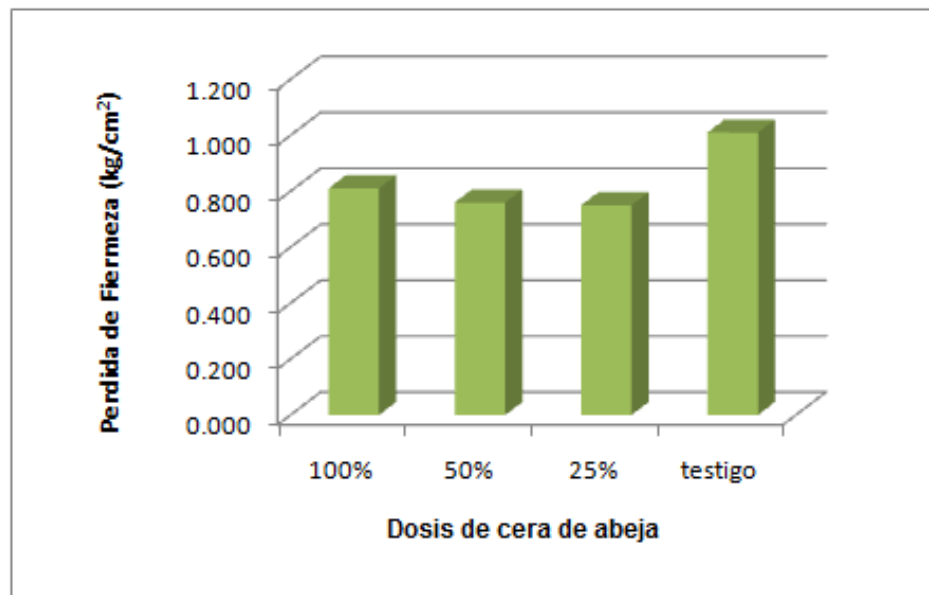


Figura 7. Comportamiento de la firmeza en calabacita zucchini, por efecto de las dosis del tratamiento de cera de abeja en las cinco evaluaciones.

## Firmeza del fruto por efecto de las dosis en el tratamiento de cera de candelilla

Una vez realizado el diseño experimental para la variable firmeza de la calabacita zucchini, se observó que el tratamiento de cera de candelilla a una dosis de 100%, tuvo una pérdida de firmeza de  $0.740 \text{ kg/cm}^2$ , acumulados en las cinco evaluaciones, seguido de la dosis al 50%, con una pérdida de  $0.770 \text{ kg/cm}^2$ , y para la dosis al 25%, que obtuvo una pérdida de  $0.980 \text{ kg/cm}^2$ . Por último se observó que el tratamiento testigo tuvo una pérdida de  $1.010 \text{ kg/cm}^2$ , Figura 8.

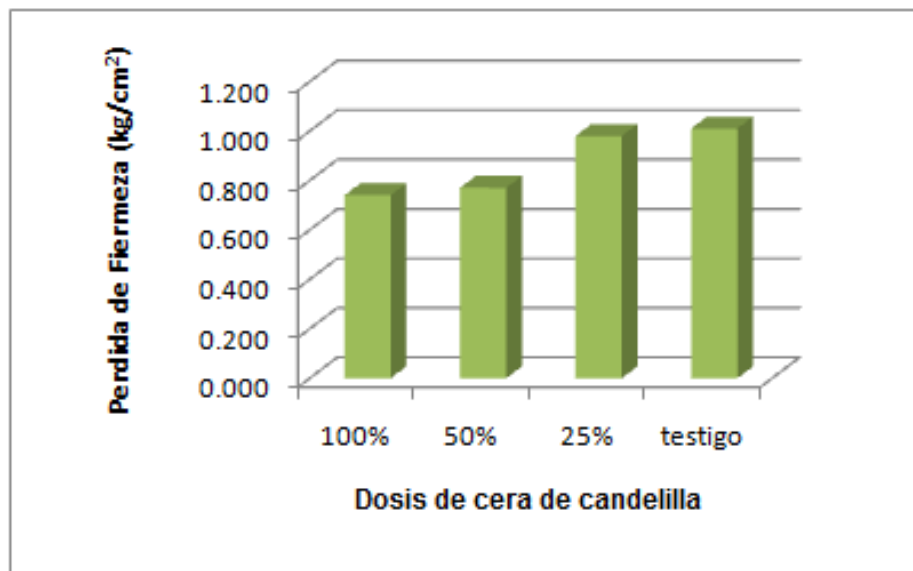


Figura 8. Comportamiento de la firmeza en calabacita zucchini, por efecto de las dosis del tratamiento de cera de candelilla en las cinco evaluaciones.

## DISCUSIÓN

La aplicación de ceras en el fruto de calabacita zucchini, mantuvo significativamente el peso, durante las cinco evaluaciones en un 86.7% en comparación al testigo el cual no se le aplicó ninguna de las ceras, siendo este el que presentó mayor pérdida de peso, lo anterior concuerda con lo encontrado por Moreno (2010) quien menciona que existen muchas ceras en el mercado que tienen diferentes características pero en general todas reducen la caducidad, evitan la pérdida de peso y la oxidación, por lo tanto conservando la calidad y sobretodo lograr extender la vida de anaquel por mucho más tiempo después de haber sido cosechados esto debido probablemente a que las ceras impiden la salida de humedad del fruto por la diferencia entre la humedad relativa del producto por la existente en su entorno lo que provoca la transferencia de agua desde el fruto a la atmósfera que lo rodea y, en consecuencia, produce pérdida de peso, marchitamiento y pérdida de calidad comercial, esto es consecuencia del factor ambiental y del propio fruto (Nuez, 2001).

La aplicación de ceras orgánicas en el fruto de calabacita zucchini, mantuvo significativamente la firmeza durante las cinco evaluaciones en un 82%, en comparación al testigo al que no se le aplicó ninguna de las ceras, siendo este el que presentó mayor pérdida de firmeza. Lo anterior concuerda con lo encontrado por Rojas (2006) quien menciona que algunos recubrimientos utilizados se obtuvieron una reducción de cambios de color, pérdida de peso y firmeza en los frutos. Esto probablemente se debe a que la firmeza de los frutos está influenciada por una serie de factores tanto estructurales como

químicos, entre los que se encuentran los constituyentes bioquímicos de los orgánulos celulares, el contenido de agua, y finalmente la composición celular. Por tanto cualquier agente externo que afecte a uno o a varios de estos factores pueden modificar la firmeza, y en consecuencia, inducir cambios que modifiquen la calidad final del producto (Sams, 1999).

## **CONCLUSIONES**

La aplicación de ceras naturales (carnauba, abeja y candelilla), como recubrimiento se comporto muy similar a las ceras sintéticas ya que mantuvieron la calidad de la calabacita zucchini en la vida de postcosecha.

La aplicación de la cera de abeja mantuvo por mayor tiempo el peso y la firmeza del fruto, por lo que se traduce como el mejor tratamiento evaluado en las ceras naturales, ya que extiende la vida de postcosecha de la calabacita zucchini.

## BIBLIOGRAFIA

**Aguilar, A. R.** 2004. Comportamiento en características de calidad de líneas extra firmes de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) en poscosecha. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo. Coah. México.

**Arthey y Ashist. P. R.** 1996. Almacenamiento, Maduración y manipulación de Frutas. "Procesado de Frutas". Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España. pp. 43 – 66.

**Baldwin E. A, Nisperos-Carriedo M. O, Baker R. A.** 1995. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. HortScience. 30(1): 35-38.

**Debeaufort, F; Quezada-Gallo, J. A. and Voilley, A.** 1998. Edible films and coatings: Tomorrow's packaging: a review. Critical reviews in food science 38:299 313.

**Demerutis, P. C.** 1994. Apuntes del Curso de Manejo de Postcosecha de Productos. Escuela Superior De Agricultura de la Región Tropical Humeda. E. A. R. I. H.

**De la Rosa, O. B.** 2007. Aplicación y evaluación de Látex de Poliacetato de vinilo (PVAc) como recubrimiento en Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*). Tesis Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

**Donhowe I. G. and Fennema, O.** 1994. Edible and coatings: Characterization, formation, definitions and testing methods. "Edible coatings and films to improve food quality". Editado por Krotcha, J., Baldwin, E., y Nisperos Carriedo, M. Ed. Technomic Publishing Co. E.U.

**Guilbert S. y Biquet B.** 1986. Funciones y Aplicaciones, Generalidades de las películas y envolturas Comestibles. Cap. 22, pp. 331 – 352 y 364. Editorial Trillas, pp. 12 – 18.

**Hardenburg, R. E; Watad, A. E. and Wang, C.** 1988. Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existentes de floristería y viveros. IICA. Pp. 30-31.

**INSTITUTO DE LA CANDELILLA.** 2010. Instituto de la candelilla. Consultado el 5 de febrero de 2010. Disponible en: <http://www.candelilla.org/>

**Kester, J. J. and Fennema, O. R.** 1988. Edible films and coatings. "Edible coatings and films to improve food quality". Editado por Krotcha, J., Baldwin, E., y Nisperos Carriedo, M. Ed. Technomic Publishing Co. E.U.

**Krochta J. M; Baldwin E. A. and Nisperos-Carriedo M.** 1994. Edible coatings and films to improve food quality. Lancaster, PA: Technomic Publishing Co. 379p.

**Labuza, T. P. and Contreras-Medellin, R.** 1981. Prediction of moisture protection requirements for foods. Cereal foods World, v. 26, pág. 335,

**Liu W. F.** 1992. Sistemas de Almacenamiento para Productos Hortalizas. En Yahia E.M. (Ed.) Fisiología y Tecnología Postcosecha en Productos Hortícolas, Editorial Limusa, México.



**Martínez C. R.** 2000. Utilización de ceras sobre tomate y limón mexicano en postcosecha en Saltillo, Coahuila, México. Tesis en Licenciatura U.A.A.A.N, Buenavista, Saltillo Coahuila, México

**Mellething W. P. and Chen B.** 1982. In line application of porous wax coating materials to reduce frection discoloration of Bartlet and Anjou Pears. Hortsciens.17 215-216.

**Monroy, G. L.** 2007. Uso de Agrofilm AP en la vida de post cosecha de calabacita (*Cucúrbita pepo*) bajo. Tesis Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

**Moreno, J. R.** 2010. Uso de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas, historia y tendencia. Monografía licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo Coh. México.

**MULTICERA.** 2010. Instituto de la candelilla consultado el 5 de febrero de 2010 disponible en: <http://www.multiceras.com/acweb/index.php?aid=13>

**Molinas M. Y Duran S.** 1970. Etileno y Prerrefrigeración . “Frigoconservación y anejo, Frutas, Flores y Hortalizas” Ed. Aedos, Barcelona, pp. 26 y 44.

**Norman N.** 1978. Factores Adicionales de Calidad. “La Ciencia de los Alimentos” Ed. Edutex, S.A., pp. 130 – 131.

**Nuez, F.** 2001. El cultivo del tomate. Ed. Mundi prensa, Madrid, España. P. 614.

**Pantástico, E. R. B.** 1984. Fisiología de la posrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales, Compañía Editorial Continental, segunda impresión.

**Pérez-Gago, Maria B. M. A. del Rio, C. Rojas-Argudo.** 2008. Recubrimientos comestibles en Frutas y Hortalizas. Rev. Industria, distribución y socioeconomía hortícola. N° 207, Pag. 54-57.

**Sandoval, R. A.** 1997. Almacenamiento poscosecha de chile ancho verde en saltillo, Coahuila. Tesis maestría, U.A.A.A.N. Buenavista, saltillo, coah. México.

**Sams, C. E** 1999. Aloe vera leaf gel: a review update. Journal of ethnopharmacology 68: 3-37.

**Soto, A. F.** 2004. Estudio de un polímero y un Oligosacarido en la Vida de Postcosecha y Anaquel de la Calabaza ( Cucúrbita pepo ) Saltillo, Coahuila, México. Tesis licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

**Yahia., E. e Higuera C.,** 1992. Fisiología y Tecnología Postcosecha de Productos Hortícolas. Editorial Limusa, S. A. de C. V. Primera edición. Impreso en México.

# APÉNDICE

Tabla 6. Comportamiento del peso en calabacita zucchini, por efecto de los tratamientos (carnauba, abeja y candelilla), en las cinco evaluaciones.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>PERDIDA DE PESO (g)</b>
CARNAUBA	<b>14.0</b>
ABEJA	<b>13.7</b>
CANDELILLA	<b>14.2</b>
TESTIGO	<b>15.8</b>

Tabla 7. Comportamiento del peso en calabacita zucchini, por efecto de las dosis del tratamiento de cera de carnauba en las cinco evaluaciones.

<b>DOSIS</b>	<b>PESO INICIAL 1ª eva (g)</b>	<b>2ª eva (g)</b>	<b>3ª eva (g)</b>	<b>4ª eva (g)</b>	<b>5ª eva (g)</b>	<b>PERDIDA DE PESO (g)</b>
100%	114.2	110.5	107.9	103.5	101.1	<b>13.1</b>
50%	121.3	117.7	113.8	110.2	105.9	<b>15.4</b>
25%	149.62	144.8	142.4	138.7	136.2	<b>13.5</b>
Testigo	165.7	162.0	159.9	154.6	149.9	<b>15.8</b>

Tabla 8. Comportamiento del peso en calabacita zucchini, por efecto de las dosis del tratamiento de cera de abeja en las cinco evaluaciones.

<b>DOSIS</b>	<b>PESO INICIAL 1ª eva (g)</b>	<b>2ª eva (g)</b>	<b>3ª eva (g)</b>	<b>4ª eva (g)</b>	<b>5ª eva (g)</b>	<b>PERDIDA DE PESO (g)</b>
100%	145.1	141.3	137.9	134.4	131.9	<b>13.3</b>
50%	139.7	136.0	132.8	130.6	126.2	<b>13.5</b>
25%	172.3	166.6	163.9	161.5	158.0	<b>14.2</b>
testigo	165.7	162.0	159.9	154.6	149.9	<b>15.8</b>

Tabla 9. Comportamiento del peso en calabacita zucchini, por efecto de las dosis del tratamiento de cera de candelilla en las cinco evaluaciones.

<b>DOSIS</b>	<b>PESO INICIAL 1ª eva (g)</b>	<b>2ª eva (g)</b>	<b>3ª eva (g)</b>	<b>4ª eva (g)</b>	<b>5ª eva (g)</b>	<b>PERDIDA DE PESO (g)</b>
100%	217.8	213.2	210.5	207.2	203.7	<b>14.2</b>
50%	184.3	179.8	178.2	173.4	169.6	<b>14.6</b>
25%	246.0	241.7	239.3	234.3	232.3	<b>13.7</b>
Testigo	165.7	162.0	159.9	154.6	149.9	<b>15.8</b>

Tabla 10. Comportamiento de la firmeza en calabacita zucchini, por efecto de los tratamientos (carnauba, abeja y candelilla) en las cinco evaluaciones.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>PERDIDA DE FIRMEZA (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
CARNAUBA	<b>0.873</b>
ABEJA	<b>0.833</b>
CANDELILLA	<b>0.875</b>
TESTIGO	<b>1.010</b>

Tabla 11. Comportamiento de la firmeza en calabacita zucchini, por efecto de las dosis del tratamiento de cera de carnauba en las cinco evaluaciones.

<b>DOSIS</b>	<b>F. INICIAL 1ª eva (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>2 eva (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>3 eva (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>4ª eva (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>5ª eva (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>PERDIDA DE FIRMEZA (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
100%	3.960	3.910	3.550	3.520	3.220	<b>0.740</b>
50%	4.150	3.840	3.520	3.390	3.230	<b>0.920</b>
25%	4.300	3.900	3.760	3.660	3.480	<b>0.820</b>
testigo	4.130	3.960	3.640	3.240	3.120	<b>1.010</b>

Tabla 12. Comportamiento de la firmeza en calabacita zucchini, por efecto de las dosis del tratamiento de cera de abeja en las cinco evaluaciones.

<b>DOSIS</b>	<b>F. INICIAL 1ª eva (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>2ª eva (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>3ª eva (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>4ª eva (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>5ª eva (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>PERDIDA DE FIRMEZA (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
100%	4.270	4.110	3.830	3.670	3.460	<b>0.810</b>
50%	4.180	3.920	3.710	3.500	3.420	<b>0.760</b>
25%	4.450	4.090	3.920	3.870	3.700	<b>0.750</b>
Testigo	4.130	3.960	3.640	3.240	3.120	<b>1.010</b>

Tabla 13. Comportamiento de la firmeza en calabacita zucchini, por efecto de las dosis del tratamiento de cera de candelilla en las cinco evaluaciones.

<b>DOSIS</b>	<b>F. INICIAL 1ª eva (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>2ª eva (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>3ª eva (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>4ª eva (kg/cm)</b>	<b>5ª eva (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>PERDIDA DE FIRMEZA (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
100%	4.180	3.990	3.720	3.580	3.440	<b>0.740</b>
50%	4.230	4.010	3.780	3.590	3.460	<b>0.770</b>
25%	4.700	4.110	3.900	3.810	3.720	<b>0.980</b>
Testigo	4.130	3.960	3.640	3.240	3.120	<b>1.010</b>