

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**EVALUACIÓN DE UNA CERA DE CANDELILLA Y CARNAUBA EN LA
POSTCOSECHA DE CALABACITA ZUCCHINI (*Cucurbita pepo* L.)**

Por:

CYNTIA VELÁZQUEZ LUNA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Mayo del 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

EVALUACIÓN DE UNA CERA DE CANDELILLA Y CARNAUBA EN LA
POSTCOSECHA DE CALABACITA ZUCCHINI (*Cucurbita pepo* L.)

TESIS

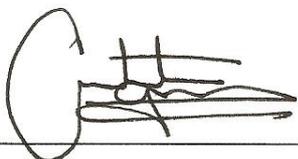
PRESENTADA POR:

CYNTIA VELÁZQUEZ LUNA

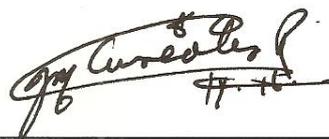
Que se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito
Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

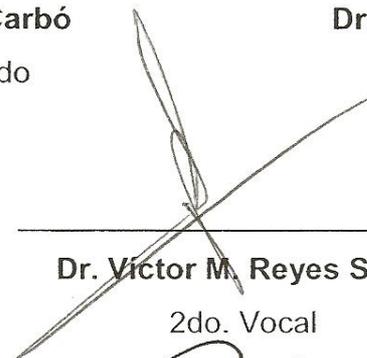
A P R O B A D A



Dr. Antonio Aguilera Carbó
Presidente del Jurado

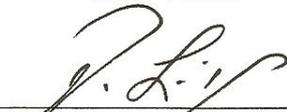


Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez
1er. Vocal



Dr. Víctor M. Reyes Salas

2do. Vocal



Dr. Ramiro López Trujillo

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Mayo del 2011



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

EVALUACIÓN DE UNA CERA DE CANDELILLA Y CARNAUBA EN LA
POSTCOSECHA DE CALABACITA ZUCCHINI (*Cucurbita pepo* L.)

TESIS

PRESENTADA POR:
CYNTIA VELÁZQUEZ LUNA

Participación en la ejecución técnica de este proyecto de investigación:

María Guadalupe Pérez Ovalle

T.L.Q. María Guadalupe Pérez Ovalle

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2011

AGRADECIMIENTOS

Fueron muchos los momentos difíciles a lo largo de este camino, pero afortunadamente me puedo sentar a escribir la parte más emotiva y personal de este trabajo: los agradecimientos a todos aquellos quienes de una manera u otra me ayudaron a alcanzar esta meta.

En primer lugar, a mi Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro “**Alma Terra Mater**” por darme la grandiosa oportunidad de ser buitre y formarme no solo como profesionista sino también como persona.

A mi mami, **Silvia Luna Vargas**. Gracias también a ti por apoyarme en todo. Por estar siempre allí pendiente de mí, por tus constantes llamadas, por preocuparte e interesarte por mi bienestar, por tu cariño y comprensión. Gracias por estar aquí al final del camino, te amo.

Papá, **Rodrigo Velázquez Gonzales**. Muchísimas gracias por haber confiado en mí. Gracias por apoyarme desde el primer momento que decidí continuar mis estudios lejos de casa, gracias por tus palabras de aliento, consejos y recomendaciones a lo largo de todos estos años, y especialmente por todo tu cariño.

Un muy merecido agradecimiento a mis hermanos: **Carlos Alan** (Cacho), a quien jamás podre pagarte todo el apoyo que me has brindado no solo económicamente sino también emocionalmente. **Ivon** (Sanlli), gracias por aguántame en mis momentos de locura, aunque a veces me estresas, siempre te voy a querer. **Horlando** (Landó), gracias por formar parte de mi familia y aquí confieso que mi consentido no es el tigre, eres tú.

Definitivamente gracias a mis abuelitos, **Petra Vargas Martínez** y **Candelario Luna de Jesús**, quien con su sabiduría, nos han sabido guiar

para ser personas de bien y por el apoyo incondicional que nos han mostrado además de el inmenso cariño y amor.

También muchísimas gracias a mi tía preferida, **Magdalena Luna Vargas** (Male), a quien admiro por ser tan luchona e ilustre, gracias por todo el apoyo que nos ha manifestado a mí y a toda la familia.

A mis primas y hermanas **Yazmin Ibet** (Lupita) y **Ana**, a quienes quiero mucho y admiro por su nobleza, un muy especial agradecimiento por los momentos que hemos compartido y por su valiosa amistad.

También gracias al resto de mi **Familia Luna Vargas**, que siempre ha estado en las buenas y en las malas. Que dios los cuide y los colme de bendiciones a todos.

A mi Abuelita **Dominga Gonzales** (†), por los maravillosos momentos que compartimos y a mi Abuelito **Mariano Velázquez** (†), por todo el cariño que me brindo, y que gracias a él jamás olvidare que Horlando se escribe con “H”. Que Dios los tenga en su Gloria.

Un millón de gracias a la **Familia Velázquez Gonzales**, A mis tíos, tías, primos y sobrinos, a quienes quiero mucho y aunque a pesar de la distancia me han hecho sentir a mí y a mi familia el apoyo incondicional, gracias por recibirnos cada vez que nos vemos con tanto cariño y por seguir estando allí... Gracias... ¡Siempre contarán conmigo!

Este pequeño trozo de gratitud va dirigido a una persona muy especial, quien me ha guiado y acompañado en todo momento, quien ha robado muchísimas sonrisas de mis labios en momentos difíciles, quien ha estado siempre muy pendiente de mí (y no solo profesionalmente) y a quien le estaré eternamente agradecida...**Daniel Chepetla Calderón** (Ch-p), gracias por ser mi amigo y esencialmente por confiar en mí, siempre te voy a querer.

A mis amigos, **Kari, Anahi, Francisco** (Paco) y **Mari** (Choki). Gracias por estar allí cuando las necesité, gracias por escucharme, ayudarme y apoyarme cuando creía que el mundo se venía abajo. Gracias por todos los momentos, paseos y emociones que hemos compartido.

Al **Dr. Alfonso Reyes López** (†), por poner en mis manos esta investigación y a su esposa **Silvia Lucio**, gracias por el apoyo y confianza que me brindaron desde que recién llegue a esta ciudad.

Gracias a **T.L.Q. María Guadalupe Pérez Ovalle** del laboratorio de postcosecha quien me ayudo en momentos de angustia. Gracias por no aburrirme con tantos kilos de calabacitas, por estar siempre allí en los momentos más cruciales del experimento y gracias por esas ideas.

Mil gracias a la **Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez**, por la atención brindada con tanta amabilidad en el transcurso de esta investigación, por apoyarme en la revisión, corrección, sugerencias y disponibilidad en todo momento.

Al **Dr. Antonio Aguilera Carbó**, gracias por su apreciable cooperación en la revisión y culminación de esta investigación y por la formación académica que recibí en el transcurso de la carrera.

Al **Dr. Víctor M. Reyes Salas**, gracias por la confianza para aceptar la revisión de este trabajo y ser participe en esta investigación.

Al **M.C. Alfonso Rojas Duarte**, por su apreciable cooperación en la revisión de este trabajo y por su disponibilidad en todo momento, gracias.

Y aunque al último, y el más importante, gracias a **Dios** y a la **Virgen de Guadalupe** por cuidarme y por darme una familia increíble, invaluable e intensa.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICO	3
1.3. HIPÓTESIS	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Importancia económica de la calabacita Zucchini	4
2.2. Manejo de la Postcosecha	6
2.3. Problemática en la Postcosecha	9
2.3.1. Respiración	10
2.3.2. Producción de Etileno	10
2.3.3. Cambios en la composición	10
2.3.4. Transpiración	11
2.3.5. Deterioro patológico	11
2.4. Índices de calidad de la calabacita	11
2.5. Tratamientos y técnicas utilizados en la postcosecha	13
2.5.1. Preacondicionamiento	14
2.5.2. Envasado Activo	14
2.5.3. Atmósferas modificadas y Atmósferas controladas	15
2.5.4. Irradiaciones	16
2.5.5. Irradiación UV-C	16

2.5.6.	Tratamientos con quitosano	17
2.5.7.	Recubrimientos Comestibles.....	17
2.6.	Aplicación de ceras en frutas y hortalizas	18
2.7.	Cera de candelilla.....	22
2.8.	Cera de carnauba	23
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1.	Ubicación del experimento.....	25
3.2.	Material vegetativo.....	25
3.3.	Descripción de los tratamientos	25
3.4.	Equipo utilizado.....	26
3.5.	Metodología experimental	26
3.6.	Parámetros evaluados	27
3.6.1.	Determinación de peso.....	27
3.6.2.	Determinación de color.....	27
3.6.3.	Vida postcosecha	28
3.7.	Diseño experimental.....	28
3.7.1.	Modelo estadístico	29
IV.	RESULTADOS	30
V.	DISCUSIÓN.....	35
VI.	CONCLUSIONES	37
VII.	LITERATURA CITADA.....	38
VIII.	APÉNDICE.....	44

TABLA DE CUADROS

Cuadro 1	Composición química de cera de candelilla.....	22
Cuadro 2	Composición química de la cera de carnauba.....	24
Cuadro 3	Tratamientos a base de cera de candelilla y carnauba aplicada a la calabacita Zucchini durante su postcosecha.....	26
Cuadro 4	Comparación de medias de Tukey de la variable determinación de pérdida de peso (g) en calabacita Zucchini sobre cuatro evaluaciones en su postcosecha.....	31
Cuadro 5	Análisis de varianza para la prueba determinación de pérdida de peso en calabacita Zucchini en la primera evaluación durante su postcosecha.....	44
Cuadro 6	Análisis de varianza para la prueba determinación de pérdida de peso en calabacita Zucchini en la segunda evaluación durante su postcosecha.....	44
Cuadro 7	Análisis de varianza para la prueba determinación de pérdida de peso en calabacita Zucchini en la tercera evaluación durante su postcosecha.....	44
Cuadro 8	Análisis de varianza para la prueba determinación de pérdida de peso en calabacita Zucchini en la cuarta evaluación durante su postcosecha.....	45
Cuadro 9	Análisis de varianza para la prueba vida postcosecha en calabacita Zucchini.....	45

TABLA DE FIGURAS

Figura 1	Comportamiento de pérdida de peso (g) en calabacita Zucchini por efecto de los tratamientos en cuatro evaluaciones durante su postcosecha.....	32
Figura 2	Comportamiento del color en la postcosecha de calabacita Zucchini por efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de la cera de candelilla y carnauba.....	33
Figura 3	Comparación de medias de la vida de postcosecha en días por efecto de los tratamientos aplicados a la calabacita Zucchini.....	34

RESUMEN

La calabacita Zucchini pertenece a la familia de las cucurbitáceas y es de gran importancia no solo por la superficie sembrada sino también por su alta redituabilidad, fácil manejo y gran demanda de mano de obra.

Pero no obstante esta tiende a sufrir grandes daños durante su postcosecha ya sea por su corta vida de anaquel, por daños de microorganismos, daño mecánico y por lo mismo creando vías de entrada para los patógenos.

Uno de los objetivos primordiales que busca la postcosecha en tanto como frutas y hortalizas es disminuir las pérdidas que existen entre la cosecha y el consumo, y esto lo pretende lograr utilizando varios métodos entre ellos, el encerado de frutas y hortalizas.

Por lo que la presente investigación realizada en el laboratorio de postcosecha del departamento de horticultura de la U.A.A.N., se baso en la aplicación de cera de candelilla y carnauba en concentraciones de 1, 2, 3 y 4 g de cera más un testigo, en calabacita Zucchini (*Cucurbita pepo* L).

Evaluando diferentes parámetros que aseguran su calidad como determinación de pérdida de peso, color y vida postcosecha, mediante un diseño completamente al azar, utilizando el programa estadístico SAS.

Los resultados mostraron que el mejor tratamiento fue aquel que presentó una concentración de 1 g de cera de candelilla y carnauba ya que conservó mejor el peso inicial de los frutos, así como también conservó por más tiempo el color verde jaspeado característico de las calabacitas y aumentó por más tiempo su vida de anaquel en comparación con el testigo quien no recibió ningún tratamiento.

Lo anterior demostró que el encerado a base de candelilla y carnauba en calabacitas es una buena técnica para preservar su calidad y vida poscosecha.

Palabras clave: Calabacita, Postcosecha, Cera, Candelilla, Carnauba.

I. INTRODUCCIÓN

La calabacita es una hortaliza de gran importancia, y se puede asegurar que junto con el maíz y el frijol, la calabaza fue la base de la alimentación de los Incas, Aztecas y Mayas antes de la colonización española. En la actualidad son pocos los países que no cultivan esta especie. La calabacita Zucchini es considerada originaria de México y de América Central.

A nivel mundial los productores más importantes de calabacita son China con 5.9 millones ton/año; India con 3.5 millones ton/año; Rusia con 1.1 millones ton/año; Estados Unidos con 793 mil ton/año, Egipto con 708 mil ton/año, Ucrania con 686 mil ton/año y México con 522.6 mil ton/año (FAO, 2008).

En México durante el 2009 de acuerdo a la SARGAPA la producción de calabacita fue de 464,096 toneladas, con una superficie sembrada de 26,318 hectáreas y una superficie cosechada de 25,841 hectáreas. Los estados que destacaron por su producción de calabacita fueron Sinaloa, Sonora, Puebla, Michoacán, Morelos e Hidalgo, los cuales tuvieron una producción conjunta de 73% de la producción nacional.

Pero desafortunadamente la calabacita no está exenta de problemas, ya que frutas y verduras frescas son tejidos vivos sujetos a cambios continuos después de la cosecha y mientras algunos cambios son deseables, la mayoría de ellos no lo son, especialmente desde el punto de vista del consumidor.

Los cambios físicos, fisiológicos y bioquímicos que ocurren en postcosecha 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).

Uno de los factores que puede causar mayor deterioro de las hortalizas es la deshidratación y daños mecánicos ocasionando a su vez entrada por hongos y bacterias causando daños patológicos muy graves y pérdidas del producto.

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).

Como alternativa a la solución de estos problemas se ha venido desarrollando en los últimos años nuevas técnicas como tratar a las calabacitas con ceras existentes en el mercado como candelilla, cera de abeja, cera de carnauba, Citrus lustre, Decco así como también aplicación de aceites autorizados para reducir la pérdida de agua, el daño por abrasión, mejorar la apariencia y así mismo prolongar su vida de anaquel, es por eso que se plantean los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar diferentes concentraciones de una cera elaborada a base de candelilla y carnauba y observar sus efectos sobre algunos parámetros de calidad en postcosecha de calabacita Zucchini (*Cucurbita pepo* L.)

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Determinar que concentración de cera de candelilla y carnauba es adecuada, para una buena postcosecha de calabacita Zucchini (*Cucurbita pepo* L.).
- ❖ Evaluar el efecto de la aplicación de ceras sobre el peso de calabacita Zucchini (*Cucurbita pepo* L.).
- ❖ Evaluar el desarrollo del color en función del tiempo de almacenamiento de calabacita Zucchini (*Cucurbita pepo* L.).
- ❖ Determinar el comportamiento de la vida postcosecha de calabacita Zucchini (*Cucurbita pepo* L.) con la aplicación de cera.

1.3. HIPÓTESIS

La cera de candelilla y carnauba prolongaran la vida de anaquel de frutos de calabacita Zucchini (*Cucurbita pepo* L.) contribuyendo a una buena postcosecha.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Importancia económica de la calabacita Zucchini

Se dice que la calabacita es originaria de México y de América Central, de donde se distribuyó a América del Norte y del Sur. Su cultivo ha sido de suma importancia por la creciente demanda de la población, debido a su alto contenido de fibra, calcio y fósforo. Donde se consume principalmente fresco, sin haber alcanzado su tamaño definitivo, para consumirse frito en aceite; aunque también se utiliza en cremas, confituras, sin embargo, del fruto maduro se obtienen las semillas que son procesadas y envasada para el consumo y además son utilizadas para preparar condimentos utilizados en la cocina tradicional. El color del fruto es variable, desde el amarillo al verde oscuro, pasando por el verde claro, que es el tipo de calabacita más consumido en el mundo (Casaca, 2005).

Por otra parte se menciona que la calabaza es una de las primeras plantas cultivada en Mesoamérica, cuya fecha más antigua es de hace unos 10,000 años, desde entonces es fundamental dentro de la dieta mexicana. En la época prehispánica la calabaza fue apreciada sobre todo por sus semillas o pepitas pues representan una fuente de proteínas y almacenarse por periodos prolongados de tiempo sin sufrir deterioro, de acuerdo a la SAGARPA (2011), señala que existen 11 especies de calabaza, de las cuales cinco se cultivan en México: calabaza (*Cucurbita pepo*), su presentación más popular es cosechada tierna, producto que conocemos como calabacita; calabaza de castilla (*Cucurbita moschata*), se utiliza ampliamente para dulces y se aprovechan las pepitas enteras o molidas; calabaza pipiana (*Cucurbita argyosperma*), se consumen principalmente sus semillas; chilacayote (*Cucurbita ficifolia*), se consume como verdura si es tierna o para dulces

cuando madura; calabaza kabosha (*Cucurbita maxima*), de piel verde moteada con firme pulpa anaranjada es ideal para postres o platos salados.

Los frutos cocidos de calabacita tienen promediamente en su composición nutritiva cada 100 g, un 77 a 89% de agua, 39 calorías, 6.4 a 8.8 g carbohidratos, 1 a 2 g proteína, 0.5 g de lípidos, 1 g fibra, 439 mg de potasio, 5.7 a 9.8 mg de ácido ascórbico, vitamina A 357 UI, entre otras vitaminas y minerales (Zaccari, 2010).

De acuerdo con datos del SIAP-SAGARPA indican que:

A nivel mundial, de acuerdo con cifras de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en el año 2008 se cosecharon alrededor de 1.5 millones de hectáreas de calabaza y calabacita, obteniéndose cerca de 21 millones de toneladas de producción.

Los productores más importantes de calabaza y calabacita en el mundo concentraron el 63.8% de lo generado en promedio entre los años 2003 y 2008: China con el 28.7% (5.9 millones ton/año); India con el 16.9% (3.5 millones ton/año); Rusia con el 5.1% (1.1 millones ton/año); Estados Unidos con el 3.8% (793 mil ton/año), Egipto con 3.4% (708 mil ton/año), Ucrania con el 3.3% (686 mil ton/año) y México con el 2.5% (522.6 mil ton/año).

En 2009 se tuvo la siguiente distribución de la producción de calabaza tierna o calabacita: calabacita italiana (Zucchini) 92.49%, calabacita criolla 6.23%, calabacita orgánica 0.16%, calabacita de invernadero 0.01%, y calabacita sin clasificar 1.11%.

La calabaza se da mejor en los climas cálidos por lo que la mayor parte de su producción se encuentra en el ciclo Primavera - Verano (P-V). En 2009, el 65.5% de la superficie total fue de riego y se sembró en el ciclo P-V. En este tipo de superficie se generó el 72.7% de la producción.

La calabacita no tiene una fuerte dependencia de los factores climáticos, en 2009 el 48.1% de la superficie contó con tecnificación de riego y se sembró en el ciclo Otoño-Invierno (O-I). En este tipo de superficie se produjo el 55.1% de la producción total.

Entre 2004 y 2009, los estados que se destacaron por su producción de calabaza fueron Sonora, Nayarit, Zacatecas, Guerrero y Michoacán, que en conjunto aportaron el 88% de la producción. El principal estado productor de calabaza fue Sonora, que tuvo una producción promedio en el periodo indicado de 49,659 toneladas, el 60% de la producción de México.

México ha mostrado un comportamiento creciente en lo que respecta a la superficie sembrada y la producción tanto para la semilla de calabaza como calabaza y calabacita, lo que demuestra la confianza del productor en los beneficios del cultivo y en la demanda de los mercados. Se deben encausar mayores esfuerzos en este producto que representa una oportunidad para México, sobre todo en el cultivo que ha mostrado más dinamismo que es el de la calabaza tierna o calabacita, así como perfeccionar los niveles de productividad para lograr un mejor posicionamiento en el mercado internacional aprovechando que, de acuerdo a la FAO, México es uno de los principales países proveedores mundiales de esta hortaliza.

2.2. Manejo de la Postcosecha

El proceso de postcosecha 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 (Valenzuela y Zamorano 2008).

Blandón (2010), define el manejo de la postcosecha como el conjunto de operaciones y procedimientos tecnológicos tendientes no sólo 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.

Uno de los principales objetivos primordiales que busca la postcosecha en tanto como frutas y hortalizas es disminuir las pérdidas que existen entre la cosecha y el consumo.

La tecnología de postcosecha se basa fundamentalmente en el conocimiento de los factores ambientales y biológicos relacionados con este deterioro, así como en la aplicación de procedimientos que permitan demorar el proceso de senescencia, manteniendo la máxima calidad posible (Cantos, 2003).

El manejo de una buena postcosecha es de gran importancia, ya que se ve reflejada en la calidad y su objetivo final es que el producto lo reciba el consumidor en el anaquel tal como se cosecha de la planta (Sandoval, 1997).

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

- El momento elegido y la técnica utilizada para hacer la cosecha pueden afectar a 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 del 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 presta más fácilmente a la comercialización alimentaria tiende a detener o ralentizar la degradación del producto.

Por su parte Defilippi (2009) plantea algunas estrategias en la etapa de postcosecha en frutas y hortalizas:

- a) Variedades adaptadas a condiciones locales.
- b) Variedades adaptadas a requerimientos de mercado.
- c) Condiciones de precosecha adecuadas.
- d) Índices de cosecha y madurez adecuada.
- e) Buen Manejo de temperatura y humedad.
- f) Control de microorganismos.
- g) Disponibilidad de tecnologías.
- h) Higiene.

Las técnicas de postcosecha 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 mejores precios para el productor. Todos los productos agrícolas son entes vivientes y la función metabólica que los caracteriza es la respiración. 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).

2.3. Problemática en la Postcosecha

A nivel mundial las pérdidas en postcosecha en frutas y hortalizas causadas por microorganismos, son de 5-25% en países desarrollados y 20-50% en países en desarrollo. Las frutas y hortalizas frescas son generalmente las más susceptibles al deterioro postcosecha, lo cual puede deberse a las siguientes razones:

- a) Cambios fisiológicos como la senescencia y la maduración,
- b) Daños físico-mecánicos causados por magulladuras por roce, compresión, o impacto,
- c) Daño químico
- d) Descomposición por microorganismos, los cuales en sentido estricto son considerados causas patológicas.

Los patógenos más importantes que causan pérdidas en la postcosecha de frutas y hortalizas son normalmente las bacterias (*Erwinia* y *Pseudomonas*) y los hongos (*Alternaria*, *Botrytis*, *Diplodia*, *Monilinia*, *Penicillium*, *Colletotrichum*, *Phomopsis*, *Fusarium*, *Rhizopus* y *Mucor*); sin embargo, algunos roedores e insectos pueden contribuir a las pérdidas directamente al causando daño mecánico, indirectamente transmitiendo y creando vías de entrada para los patógenos (FHIA, 2007).

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

2.3.1. Respiración

La respiración es el proceso mediante el cual las reservas orgánicas (proteínas, grasas) son degradadas 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 del material orgánico en el producto durante la respiración significa, una aceleración de la senescencia conforme las reservas que mantienen vivo el producto se agotan, una reducción en el valor nutritivo para el consumidor, pérdida en la calidad de sabor, especialmente en la dulzura y pérdida de peso seco.

2.3.2. Producción de Etileno

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.

2.3.3. 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.

2.3.4. Transpiración

La pérdida de agua es una de las causas principales de deterioro, por qué 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), regula la pérdida de agua de los productos. Este sistema incluye la cutícula, las células epidérmicas, los estomas, las lenticelas y los tricomas (pelos).

2.3.5. 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.

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

2.4. Índices de calidad de la calabacita

El término calidad constituye un grado de excelencia del producto o su idoneidad para un uso determinado y depende de características como las

sensoriales, el valor nutritivo los constituyentes químicos, las propiedades mecánicas y funcionales y los defectos (Martínez *et al.*, 2001).

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 en las productos hortícolas es la calidad en términos de apariencia, además como la firmeza y una larga vida de almacenamiento (Kader, 1992).

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.

La apariencia es la primera impresión que el consumidor recibe y el componente más importante para la aceptación y eventualmente la compra. El brillo realza el color de la mayor parte de los productos, es valorado en especies

como manzana, berenjena, tomate, uvas, ciruelas, cerezas, etc., a tal punto que muchas de ellas son enceradas y lustradas para mejorar su aspecto.

La textura, conjuntamente con el sabor y aroma, constituye la calidad gustativa. La firmeza y el color son los principales parámetros para estimar el grado de madurez de un fruto ya que la maduración inicialmente mejora y ablanda la textura del fruto, lo que asociado a los cambios en el sabor y color, hace que alcance la máxima calidad comestible. El sabor es la combinación de las sensaciones percibidas por la lengua y por la nariz (FAO, 2003).

La calidad de las calabacitas se basa en la uniformidad de forma, en lo tierno de la piel y del tejido interno, en la firmeza global, en el brillo de la piel y en la buena apariencia del tallo residual (bien cortado e intacto). La forma (característica de cada tipo o variedad) uniforme es un importante factor de calidad así como la ausencia de frutos retorcidos o con otros defectos por crecimiento desproporcionado.

El tamaño no está incluido en los grados de calidad de las normas estadounidenses pero en los contratos comerciales puede especificarse un diámetro o una longitud mínima, máxima o ambas. Otros factores de calidad son ausencia de defectos de crecimiento y manejo (manchado, cortaduras, magulladuras, abrasiones y picaduras), de pudriciones y de amarillamientos en las variedades verde oscuro (Suslow y Cantwell 2010).

2.5. Tratamientos y técnicas utilizadas en la postcosecha

Las pérdidas en la postcosecha en frutas y hortalizas han sido de gran importancia económica, es por eso que en la actualidad el hombre 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 algunos tratamientos y técnicas que se utilizan en la postcosecha.

2.5.1. Preacondicionamiento

El preacondicionamiento ha sido estudiado como un tratamiento para aliviar el daño causado por temperaturas bajas. Un preacondicionamiento a 15°C por dos días disminuye efectivamente la iniciación del daño por frío en calabaza Zucchini durante el almacenamiento subsecuente a 5°C. El preacondicionamiento altera la composición de lípidos en calabaza Zucchini e incrementa las actividades de CAT y GR, y la relación de formas reducidas a oxidadas de glutatión en comparación con el control. Por ello, se piensa que el mecanismo antioxidante puede desarrollarse en calabazas al aplicar el preacondicionamiento, con lo que se logra una función adaptada por adquirir mayor capacidad para secuestrar radicales libres. Dependiendo del fruto y del tipo de tratamiento de preacondicionamiento aplicado, ya sea con agua o con aire caliente, se tiene una respuesta diferente en cuanto a actividad de enzimas antioxidantes y, por lo tanto, confieren diferente resistencia al frío (Soto y Yahia, 2002).

2.5.2. Envasado Activo

Se entiende como envase activo como un sistema alimento/envase/entorno que actúa de forma coordinada para mejorar la salubridad y la calidad del alimento envasado y aumentar su vida útil. Esta definición amplía el concepto de envase que pasa de ser un contenedor – envase pasivo a desempeñar un papel activo en el mantenimiento o incluso mejora de calidad del alimento envasado. Se han desarrollado envases activos para el control de diferentes problemas de

deterioro o alteraciones de la calidad de los alimentos. Para el envasado de frutas y hortalizas están encontrando aplicaciones de un material permeable al oxígeno. Los sistemas basados en polvo de hierro, en función de su cantidad, absorbe entre cinco y 200 ml de O₂ siendo más efectivos en combinación con materiales de envasado de buena barrera de oxígeno, que evitan su saturación y pérdida de eficacia (Catalá *et al.*, 2001).

2.5.3. Atmósferas modificadas y Atmósferas 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 CO, etileno, propileno, entre otros. Las atmósferas modificadas y controladas presentan grandes ventajas para el manejo de los productos hortofrutícolas entre las que se incluyen:

- Retardar la maduración y senescencia para la vida en postcosecha.
- Prevenir y/o controlar algunos desordenes fisiológicos como son el daño por frío 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.

2.5.4. Irradiaciones

Este término se refiere a varios sistemas (microondas, visibles, ultravioletas, electrones, rayos gamma etc.) sin embargo los sistemas comerciales autorizados por la FDA (Food and Drug Administration) para uso en alimentos son rayos γ (cobalto 60 o de cesio 137), las irradiaciones a dosis bajas son utilizadas en algunos países europeos para el control de brotación durante el almacenamiento de las papas y cebollas. Las irradiaciones (rayos X) fueron sugeridas desde 1930 como tratamiento cuarentenario para el control de la mosca oriental y la mosca del melón en varias frutas y hortalizas. En 1956 las irradiaciones gamma fueron sugeridas para algunos insectos en Hawaii (Yahia y Flores, 2001).

2.5.5. 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 inducidas por la UV-C proporcionan un valor nutricional agregado al alimento, se requiere profundizar sobre los cambios en el metabolismo del producto, como son la 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 desórdenes 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 aumentar la comercialización de alimentos mínimamente procesados (Rivera *et al.*, 2007).

2.5.6. Tratamientos con quitosano

El quitosano, derivado de la quitina es un producto natural que se obtiene de crustáceos principalmente, el uso del quitosano en frutas y hortalizas reduce el desarrollo de pudriciones durante el almacenamiento causado por *Botrytis Cinera*, *Rhizopus Stolonifer*, *Alternaria Alternata* y *Peicillium Expansum* entre otras. Por otro lado al formar una película semipermeable, el quitosano ocasiona cambios físicos-químicos favorables en el metabolismo de las frutas y hortalizas alargando su vida de anaquel. En general la síntesis de CO₂, etileno y la pérdida de agua se reducen. Otros cambios en el producto tratado con quitosano como retraso en la pérdida de firmeza e incremento en el contenido de sólidos solubles totales también se manifiestan. El quitosano al ser un producto biodegradable y no tóxico ayudaría a las necesidades de alcanzar una agricultura sustentable (Bautista *et al.*, 2005).

2.5.7. Recubrimientos Comestibles

Los recubrimientos comestibles se definen como productos comestibles que envuelven el producto, creando una barrera semipermeable a gases (O₂ y CO₂) y vapor de agua. Estos recubrimientos también mejoran las propiedades mecánicas ayudando a mantener la integridad estructural del producto que recubren, a retener compuestos volátiles y también pueden llevar aditivos

alimentarios (agentes antimicrobianos, antioxidantes, etc.). Cuando los frutos son cubiertos por películas comestibles, se crea una atmósfera modificada en el interior del fruto que reduce la velocidad de respiración y por tanto retrasa el proceso de senescencia del producto. Además, crean una barrera a la transferencia al vapor de agua retrasando el deterioro del producto hortofrutícola por deshidratación.

En general, los recubrimientos comestibles están compuestos de ceras naturales, polisacáridos y proteínas, formando un envase ideal desde el punto de vista medioambiental, puesto que son biodegradables y pueden ser consumidos con el producto. Además en el futuro, los recubrimientos comestibles podrían reducir la necesidad de refrigeración y el coste de almacenamiento por el uso de atmósferas controladas (CA por sus siglas en inglés). Los recubrimientos comestibles pueden aplicarse en forma de finas capas de material alrededor (y en algunos casos “dentro”) de los alimentos mediante inmersión, pulverización o envolturas, con el fin de ofrecer una barrera selectiva a la transmisión de gases, vapor de agua y otros solutos y también para proteger al alimento (Pérez *et al.*, 2010).

2.6. Aplicación de ceras en frutas y hortalizas

La aplicación de ceras comestibles se ha vuelto una técnica muy eficiente para usarse como estrategia en la postcosecha de frutas y hortalizas, en las cuales ha presentado buenos resultados con respecto a su calidad es por eso que varios investigadores han tratado de descubrir nuevas maneras para el uso de dichas ceras de acuerdo a esto se citan varias investigaciones con la aplicación de ceras comestibles.

Martínez (2003), menciona que la concentración de 31.25% de polímeros de Agrofilm – T 6 permiten mantener el color prematuro del fruto (verde – amarillo) en guayaba así como su firmeza se mejoró notablemente y se mantuvo durante 40 días del experimento.

Los frutos de limón mexicano tratados con el recubrimiento de quitosano (cera de abeja y cera de candelilla) al 1: 0.2 – 1:1 sometidos a 10 °C con 93% de H.R, lograron reportar a las 24 días de almacenamiento un contenido de jugo, grados brix, y acidez titulable no afectado adversamente obteniéndose además una reducción de la pérdida fisiológica de peso del 24.8% con respecto a una fórmula comercial (Pérez *et al.*, 2010).

Barco *et al.*, (2009) evaluó y comparó el efecto de la cera comercial “Cerabrix de Banano” (recubrimiento natural a base de almidón de yuca hidrolizado) y una muestra testigo sobre el pH, la acidez, la firmeza y sólidos solubles del banano (*Musa sapientum*) los recubrimientos utilizados ayudaron a mantener la firmeza de los bananos en donde la cera comercial arrojó mejores resultados. El uso de recubrimientos naturales y comerciales en los frutos del banano tiene poco efecto sobre el pH, sin embargo, inciden en la reducción de la intensidad de la maduración.

Los 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 el recubrimiento de la formulación Mezquite-Candelilla: Aceite Mineral (2:1). Esto significa que el uso de la formulación Mezquite-Candelilla con Aceite Mineral (2:1) prolonga la vida útil del limón persa en por lo menos en un 66 % (Bósques, 2003).

Pérez *et al.*, (2003) menciona que la aplicación de ceras comestibles (fría o caliente) en melón cantalupe 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 a 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 aplicación de una cera de recubrimiento en cítricos llamada Citrosol A S reduce las elevadas temperaturas que se utilizan durante el secado de los frutos, reduciendo enormemente la cantidad de energía necesaria para el secado de la cera y consecuentemente se reduce la emisión de gases de efecto invernadero generados en este proceso, adicionalmente las temperaturas más bajas conseguidas con Citrosol A S, asegura que no se producirá daños por calor. Los daños por calor en piel del cítrico, son dependientes del binomio tiempo/temperatura; de acuerdo con la investigación, las temperaturas de 48 °C durante más de tres minutos son suficientes para causar visibles daños en la piel de la fruta.

Valle *et al.*, (2008) crearon una película comestible para frutos en CA basada en goma arábica (GA), carboximetilcelulosa (CMC) y glicerol (GL), donde presentó un potencial adecuado para uso en conservación de frutos mediante sistemas de atmósfera modificada. El cambio de las concentraciones en GA, CMC y GL permitió regular las permeabilidades a O₂ y CO₂, modificar sus propiedades mecánicas y obtener capacidad de transmisión de luz mayor a 80%.

En mandarinas “Fortune” la utilización de recubrimientos formulados con hidroxipropilmetil celulosa y cera de abejas al 60% en base seca y con un contenido en sólidos totales del 4% alargan la vida útil de las frutas al reducir su deshidratación sin alterar su calidad organoléptica. También en ciruelas “Angelino” estos recubrimientos han reducido de manera significativa las alteraciones fisiológicas manteniendo su textura en postcosecha (Pérez *et al.*, 2010).

Pereda y Rivera (2010) utilizaron tratamientos hidrotérmicos y encerado con cera de abeja y carnauba en chirimoya y mencionan que utilizando la técnica de atmósfera modificada y aplicando la solución de cera de abeja, se retardó el proceso de maduración de la fruta de chirimoya de dos a tres días y al aplicar esta técnica de atmósfera modificada con cera de carnauba se mejoró el aspecto y calidad de la chirimoya, principalmente en sólidos solubles, acidez brillo, textura y color.

La cera de candelilla y ácido elágico 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 elágico, sin embargo no se encontró diferencia entre la concentración (cera de candelilla 0.5 a 2.5% y de ácido elágico 0 a 0.02%), así que se seleccionó la de menor concentración. La cubierta seleccionada fue; 0.01% de ácido elágico y 1.5% de cera de candelilla (Saucedo *et al.*, 2010).

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).

La aplicación de extracto de nopal solo o combinado con alguna cera como recubrimiento presenta de manera general un menor deterioro de los frutos de la calabacita Zucchini en su vida de postcosecha (Maldonado, 2010).

Las ceras naturales como carnauba, abeja, candelilla y polímeros resultan eficaces en la reducción de 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).

2.7. Cera de candelilla

La mayoría de los constituyentes de las ceras 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 y una cantidad relativamente baja de esteres volátiles. Su contenido de resina puede llegar hasta 40% en peso, lo cual contribuye a sus propiedades adhesivas. Pueden endurecer otras ceras sin aumentar significativamente el punto de fusión de la mezcla.

La cera de candelilla es de origen vegetal. 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).

Cuadro 1. Composición Química de la Cera de Candelilla.

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

Fuente: Instituto de la Candelilla, 2010

2.8. Cera de carnauba

Es un ingrediente indispensable para el encerado de frutas y hortalizas, tratados en la época de postcosecha para alargar su vida además sirve como bactericida y fungicidas.

Las ceras son esterres de los ácidos grasos con alcoholes de peso molecular elevado, es decir son moléculas que se obtienen por esterificación de un ácido graso con un alcohol monovalente lineal de cadena larga. Son sustancias altamente insolubles en medios acuosos y a temperatura ambiente se presentan sólidos y duros.

La carnauba evita la pérdida de la humedad natural de la piel y actúa como buen acondicionante y para la obtención de brillos. Combina con dureza con resistencia al desgaste. Su punto de fusión es de 78 a 86 °C el más alto entre las ceras naturales.

Es un ingrediente indispensable en la elaboración de ceras al agua o emulsificadas para el encerado de frutas (manzana, cítricos, pepinos plátanos y otras) en los tratamientos de postcosecha para alargar su vida de anaquel y conservar su apariencia y lozanía, esto es debido a que disminuye la transpiración y por ello inhibe en ciertos grados la deshidratación, al mismo tiempo que ayuda a preservar de fungosis y bacteriosis etc (Moreno, 2010).

Cuadro 2. Composición Química de la Cera de Carnauba.

Componente Químico	% de Peso
Ácidos libres	3.3 – 5
Alcoholes y resinas	6 – 9
Esteres	84 – 85
Hidrocarburo	1.5 – 3
Humedad	0.5 – 1.5
Residuos inorgánicos	1

Fuente: Multiceras, 2010

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación 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.

3.2. Material vegetativo

Se trabajó con calabacita (*Cucurbita pepo* L.) de la variedad Zucchini Grey obtenidas en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, donde fueron cosechadas el día 29 de octubre del 2010, seleccionándose los frutos de mejor calidad y sin tratamiento alguno.

3.3. Descripción de los tratamientos

Para la preparación de los tratamientos se realizaron las concentraciones de cera de candelilla y carnauba para después disolverla en 0.5 lt de agua con la ayuda de un agitador marca Thermolyne Cimarec, posteriormente se aforo con un matraz de aforación a 1 lt y por último se vaciaron en contenedores. Las concentraciones utilizadas en la calabacita se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Tratamientos a base de cera de candelilla y carnauba aplicada a la calabacita Zucchini durante su postcosecha.

Número de tratamientos	Descripción de los tratamientos
Testigo (1)	Sin tratamiento
2	1 g de cera de candelilla y carnauba /1 lt de agua
3	2 g de cera de candelilla y carnauba /1 lt de agua
4	3 g de cera de candelilla y carnauba /1 lt de agua
5	4 g de cera de candelilla y carnauba /1 lt de agua

3.4. Equipo utilizado

Para la realización de este trabajo se utilizaron los siguientes materiales: una balanza electrónica de presión (OHAUS SCOUT) con capacidad de 400 g, un colorímetro Minolta CR300 con un plato de cerámica no poroso para calibrar y un brazo lector para tomar la lectura, un penetrómetro manual en kg marca EFFGI modelo FT 327 con una capacidad de 13 kg y una puntilla de 8 milímetros,

3.5. Metodología experimental

El día 29 de octubre del 2010 se cosecharon y seleccionaron 350 frutos bien desarrollados, sin ningún daño físico ni biológico y sin tratamiento alguno, posteriormente se clasificaron en cinco grupos de 70 calabacitas cada uno, luego se etiquetaron y se marcaron con la ayuda de un plumón, consecutivamente se registraron los pesos de cada fruto al termino de esto se les aplico dichos tratamientos que se mencionan en el cuadro 3, estos tratamientos se aplicaron por medio de inmersión con una duración de 30

segundos, para cada uno de estos, en seguida se dejaron secar a temperatura ambiente durante 24 horas, una vez finalizado lo anterior la calabacita fue almacenada en el laboratorio a una temperatura ambiente entre 16 y 20 °C durante 18 días en los cuales se realizaron las evaluaciones correspondientes durante este tiempo.

3.6. Parámetros evaluados

Con el propósito de estudiar la calidad de la calabacita en la postcosecha, en relación a la concentración de cera administrada se realizaron evaluaciones de distintas variables como la determinación del peso, color y vida postcosecha.

3.6.1. Determinación de peso

Para la evaluación de esta variable se tomaron los primeros diez frutos de cada tratamiento (50 frutos totales por evaluación) y se pesaron con una balanza eléctrica de precisión (OHAUS SCOUT) con capacidad de 400 g, utilizando el método gravimétrico, antes de hacer cualquier otra evaluación, para así poder obtener la pérdida de peso que se obtuvo en cada fecha de análisis transcurrida. La primera evaluación se efectuó el día primero de noviembre, la segunda evaluación el tres de noviembre, la tercera evaluación el cinco de noviembre y por último la cuarta evaluación el ocho de noviembre, todas en el año 2010.

3.6.2. Determinación de color

Para la variable color se utilizaron los mismos 10 primeros frutos de cada tratamiento (50 frutos totales por evaluación), y se utilizó un colorímetro Minolta

CR300 para obtener el cambio de color que se obtenía cada que los días iban transcurriendo y registrarlos al momento de evaluar, ya que determina la aceptación en el mercado de la mayoría de las frutas así como también su apariencia. Las evaluaciones se efectuaron el día primero de noviembre, la segunda evaluación el tres de noviembre, la tercera evaluación el cinco de noviembre y por último la cuarta evaluación el ocho de noviembre, todas en el año 2010.

Para la interpretación de los resultados se usó el diagrama de cromaticidad para el espacio de color L^*a^*b (CIE 1976), que representa: **L** es la luminosidad, **a** y **b** son coordenadas, **a (+)** indica el color rojo, **a (-)** indica el color verde, **b (+)** indica el color amarillo, **b (-)** indica el color azul.

A mayor valor numérico mayor coloración o luminosidad (brillo), a menor valor numérico menor intensidad de color o luminosidad (opaco) para cada caso.

3.6.3. Vida postcosecha

En esta variable se determinó el tiempo de vida del fruto en días, desde que se realizó la cosecha de las calabacitas hasta que llegaron en un punto crítico de pérdida de sus características de calidad y dichas características no puedan ser aceptables por el consumidor.

3.7. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el diseño completamente al azar con cinco tratamientos y 10 repeticiones, el cual se utilizó el programa estadístico SAS.

3.7.1. Modelo estadístico

El modelo lineal que se propone es 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

IV. RESULTADOS

Resultados de la evaluación sobre pérdida de peso

Una vez realizado el experimento y el análisis de datos, se obtuvo para la variable pérdida de peso, que la aplicación de los tratamientos en relación a cuatro evaluaciones durante su postcosecha afectó la especie estudiada de forma significativa. En la primera evaluación realizada a los tres días se observó un análisis de varianza donde nos muestra que existe alta significancia entre los tratamientos. En la segunda evaluación realizada a los cinco días se obtuvo un análisis de varianza no significativo. En la tercera evaluación a los siete días no existió significancia entre los tratamientos. Mientras que para la cuarta evaluación realizada a los diez días, el análisis de varianza mostró resultados significativo, esto significa que la cera de candelilla y carnauba aplicada a los frutos en diferentes concentraciones afecto las variables estudiadas. Los cuadros de análisis de varianza se pueden observar en el apartado del apéndice.

De acuerdo al cuadro 4 de la comparación de medias de la variable determinación de pérdida de peso en calabacita Zucchini se encontró, que a los tres días, el tratamiento cinco con 4 g de cera de candelilla y carnauba, tuvo una pérdida del 48.52% que representa el 9.21 g del peso, comparado con el testigo, el cual tuvo una pérdida de 89.14% que representa el 16.92 g del peso. Mientras que los cinco días todos los tratamientos se comportaron iguales con una pérdida de 16.01 g para el tratamiento cinco representando un porcentaje de 45.62% y 35.09 g que es el 100% para el testigo. Por otro lado a los siete días, los tratamientos se comportaron estadísticamente iguales con una pérdida del tratamiento tres de 21.88 g, representando un 46.75% en comparación con el testigo que tuvo una mayor pérdida de 46.80 g representando el 100% de pérdida. En cuanto a los diez días el tratamiento cinco con 4 g de cera perdió

30.46 g de peso que representa el 61.58% en comparación con el testigo quien perdió 49.46 g de peso representando el 100% de pérdida de peso.

Cuadro 4 Comparación de medias de Tukey de la variable determinación de pérdida de peso (g) en calabacita Zucchini sobre cuatro evaluaciones en su postcosecha.

Tratamiento	Descripción (g de cera de carnauba+ candelilla/ lt de agua)	Evaluación			
		1ª	2ª	3ª	4ª
Testigo (1)	0	16.92 A	35.09 A	46.80 A	49.46 A
2	1	18.36 A	34.79 A	30.75 A	34.98 B
3	2	18.98 A	20.77 A	21.88 A	32.02 B
4	3	10.91 B	18.30 A	36.89 A	37.94 AB
5	4	9.21 B	16.01 A	22.46 A	30.46 B

En la figura 1 se puede apreciar el comportamiento de la pérdida de peso de la calabacita Zucchini en diferentes tratamientos durante cuatro evaluaciones, en donde se observa que el testigo alcanzo una pérdida de peso de 49.46 g en diez días, seguido del tratamiento cuatro con 3 g de cera de candelilla y carnauba que tuvo una pérdida de 37.94 g en los mismos diez días, mientras que el tratamiento dos con 1 g de cera perdió 34.98 g de peso, en cuanto el tratamiento tres con 2 g de cera adquirió una pérdida de 32.02 g, por último el tratamiento cinco con 4 g de cera tuvo un desgaste de peso de 30.46 g en diez días. Las mayores pérdidas de peso se observación al realizar la cuarta evaluación que se realizo a los diez días después de su cosecha.

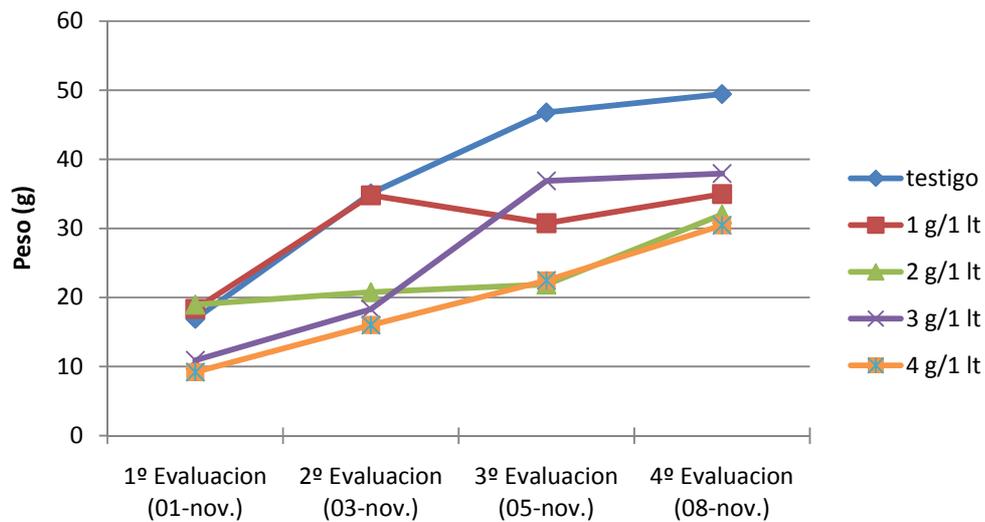


Figura 1 Comportamiento de pérdida de peso en calabacita Zucchini por efecto de los tratamientos en cuatro evaluaciones realizadas durante su postcosecha.

Resultados de la evaluación de color

En la figura 2 se muestra como los tratamientos en general presentaban un color verde y con el transcurso del tiempo fueron perdiendo este color al llegar a un tono amarillento, opaco, como en el caso del testigo que su color original verde permaneció hasta la cuarta evaluación, siendo el segundo tratamiento que corresponde a 1 g de cera de candelilla y carnauba el que su color permaneció hasta la séptima evaluación.

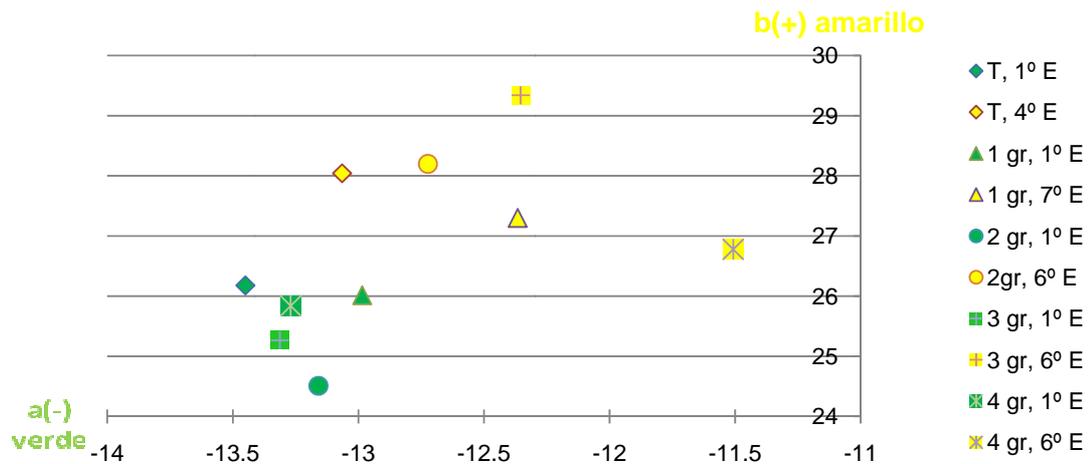


Figura 2 Comportamiento del color en la postcosecha de calabacita Zucchini por efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de cera de candelilla y carnauba.

Resultados de la vida de postcosecha

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de varianza, para la variable vida postcosecha, se muestra en el cuadro 9 que se encuentra en el apartado del apéndice, que presentan diferencia altamente significativa entre los tratamientos es decir que la aplicación de los tratamientos afecto esta variable.

En la figura 3 se muestra la vida de postcosecha en días por efecto de los tratamientos aplicados a la calabacita Zucchini, pudiendo observar que el testigo tuvo una conservación de 10 días, en comparación con el tratamiento dos que corresponde a la dosis de 1 g de cera de candelilla y carnauba, el cual tuvo una durabilidad de 18 días.

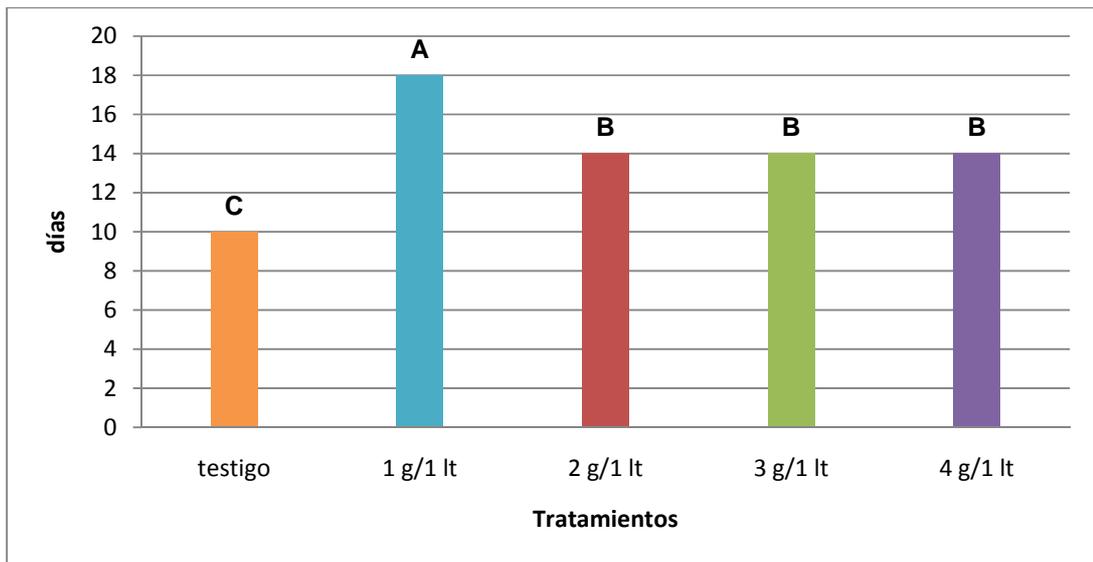


Figura 3 Comparación de medias de la vida de postcosecha en días por efecto de los tratamientos aplicados a la calabacita Zucchini

V. DISCUSIÓN

De acuerdo al experimento realizado se obtuvo que el mejor tratamiento en la variable peso fue el que se trató con una concentración de 4 g de cera de candelilla y carnauba; ya que, este a la vez mantuvo el peso un 38.42% durante cuatro evaluaciones en comparación con el testigo a quien no se le aplicó ningún tipo de tratamiento, y quien resultó ser el que tuvo una pérdida más drástica de peso respecto con las demás concentraciones. Esto significa que los tratamientos superaron al testigo observando que las ceras de candelilla y carnauba pueden detener la pérdida de peso paulatinamente en la postcosecha esto concuerda con lo que menciona Pereyra en el 2010 en que la aplicación de ceras de carnauba, abeja y candelilla aplicadas como recubrimiento mantienen la calidad de la calabacita Zucchini en la vida de postcosecha. Así mismo Bosques en el 2003 señala que los recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla pueden prolongar la vida útil, esto en la postcosecha debido a que dicho investigador pudo lograr mejores resultados en un cítrico utilizando cera de candelilla.

En cuanto al color el tratamiento con 1 g de cera de candelilla y carnauba fue el que conservó mejor el color de verde jaspeado característico de la calabacita Zucchini por más tiempo llegando a la séptima evaluación, mientras que el testigo fue perdiendo el mismo brillo pero este solo llegó hasta la cuarta evaluación, Por lo tanto las ceras de candelilla y carnauba presentaron menos pérdida de brillo en el fruto manteniendo así su color por más tiempo, de acuerdo, a esto se asemeja con la investigación de Pereda y Rivera en el 2010 donde utilizaron tratamientos hidrotérmicos y encerado con cera de abeja y carnauba en chirimoya donde señalan que la aplicación de dicha cera retardó el proceso de maduración de la fruta de chirimoya y se mejoró el aspecto y

calidad, principalmente en sólidos solubles, acidez brillo, textura y color. Por otra parte Pérez y colaboradores 2003 mencionan que la aplicación de ceras comestibles en melón Cantalupe permite mantener mejores características de firmeza, composición química y apariencia, lo cual se relaciona con el efecto de las ceras en la calabacita Zucchini.

Para la variable vida de postcosecha se pudo observar que el mejor tratamiento que conservo por más tiempo la calabacita Zucchini fue el tratado con 1 g de cera de candelilla y carnauba el cual produjo que la calabacita persistiera por 18 días su vida de anaquel. Mientras que los frutos tratados con dosis de 2 g, 3 g y 4 g de cera se comportaron iguales, manteniendo a el fruto durante 14 días en buenas condiciones. Por otro lado el testigo tuvo menor durabilidad, ya que, este a su vez solo conservo a la calabacita por 10 días, esto significa que los tratamientos superaron a el testigo, por lo menos ocho días más, concordando con lo mencionado por Bosques en el 2003 quien menciona que los recubrimientos con goma de mezquite y cera de candelilla lograron conservar por 25 días el limón persa prolongando un 66% de su vida útil, por su parte Maldonado en el 2010 sugiere que la aplicación de extracto de nopal combinado con alguna cera como recubrimiento, genera menor deterioro en frutos de calabacita Zucchini prolongando así su vida postcosecha, las cera naturales como carnauba, abeja y candelilla son de gran importancia ya que pueden mantener la calidad de los frutos y se pueden utilizar en la fase de almacenamiento y vida de anaquel, ya que estas a su vez son de gran beneficio por que pueden retardar la maduración y el envejecimiento en calabacita de acuerdo con Constantino en el 2011.

VI. CONCLUSIONES

En la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- ❖ La aplicación de la cera de candelilla y carnauba en calabacita Zucchini (*Cucurbita pepo*) resultó efectiva en la postcosecha, ya que prolongó su vida útil.
- ❖ La menor pérdida de peso se presentó con el tratamiento elaborado con la concentración de 4 g de cera, ya que disminuyó un 38.42% la pérdida de peso respecto al testigo.
- ❖ La aplicación del tratamiento con 1 g de cera de candelilla y carnauba mantuvo y disminuyó gradualmente el color original de la calabacita (*Cucurbita pepo* L.). Así mismo también mejoró la vida postcosecha, firmeza y menor pérdida de peso.
- ❖ Las ceras comestibles pueden ser una buena alternativa en el manejo de la postcosecha, ya que no pueden presentar efectos tóxicos al fruto o de igual forma al medio ambiente.

VII. LITERATURA CITADA

Barco, P.; Burabano, A.; Medina, M.; Mosquera, S.; Villada, H. 2009. Effect of natural coating and commercial wax on the maturation of banana (*Musa sapientum*). En línea: <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol7-2/EFFECTO%20DE%20RECUBRIMIENTO%20NATURAL%20Y%20CERA%20COMERCIAL.pdf>. Actualización: Enero 2011.

Bautista, S.; Hernández, A.; Velázquez, M.; Bosquez, E.; Sánchez, D. 2005. Quitosano: una alternativa natural para reducir microorganismos postcosecha y mantener la vida de anaquel de productos hortofrutícolas. En línea: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/813/81370102.pdf> . Actualización: Marzo 2011.

Blandón, S. 2010. Ingeniería de postcosecha II. En línea: <http://almez.pntic.mec.es/~jrem0000/dpbg/1bch/1bch.htm>. Actualización: Enero 2011.

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.

Casaca, D. 2005. El cultivo de la calabacita (*Cucurbitaspp.*). En línea: <http://www.sag.gob.hn/files/Infoagro/Cadenas%20Agro/Hortofruticola/OtraInfo/GuiaHortalizas/Calabacita.pdf> . Actualización: Diciembre 2010.

Catalá, R.; Hernández, P.; López, G.; Gavara, R. 2001. Materiales para el envasado de frutas y hortalizas con tratamientos mínimos. En línea: http://www.horticom.com/revistasonline/extras/extra09/60_65.pdf .

Actualización: Noviembre 2010.

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.

Defilippi, B. 2009. Postcosecha de Frutas y Hortalizas. En línea: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2422.pdf. Actualización: Noviembre 2010.

FAO, 2003. Calidad organoléptica de la calabaza. En línea: <http://www.fao.com.org>. Actualización: Octubre 2010.

FAO, 2008. Monografía de la calabaza. . En línea: <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4893S/y4893s04.htm>. Actualización Febrero 2011.

FHIA, 2007. Deterioro de las frutas y hortalizas frescas en el periodo de postcosecha. En línea: www.fhia.org.hn. Actualización Febrero 2011.

Instituto de la candelilla. 2010. Instituto de la candelilla. En línea: www.candelilla.org/. 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.

Maldonado, V. 2010. Uso de ceras orgánicas como recubrimiento en la vida de postcosecha de la calabacita Zucchini (*Cucurbita pepo* L). Tesis en licenciatura U.A.A.A.N, Buenavista, Saltillo.

Manrique, K. 2010. Nociones del Manejo de

Post-Cosecha. En línea:
<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Calabacita.shtml>.
Actualización Marzo 2011.

Manrique, K. 2010. Nociones del manejo de postcosecha. En línea:
<http://www.horticom.com/pd/nociones-postcosecha/53/173/53173.pdf>.
Actualización Febrero 2011.

Martínez, M.; Serrano, M.; Pretel, M.T.; Romojaro, F. 2001. Calidad en la
postcosecha. En línea:
<http://www.horticom.com/pd/imagenes/53/172/53172.pdf>. Actualización Marzo
2011

Martínez, S. 2003. Evaluación y efecto de un polímero comercial en el
mantenimiento de la calidad de guayaba almacenada en refrigeración. Tesis en
licenciatura U.A.A.A.N, Buenavista, Saltillo.

Mazaud, F.; Pierre, J. 2000. Manejo post-cosecha. En línea:
http://www.mag.go.cr/rev_agr/v24n02_077.pdf. Actualización Enero 2011.

Moreno, G. 2007. Uso de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas,
historia y tendencia. Monografía licenciatura U.A.A.A.N, Buenavista, Saltillo.

Pereda, L.; Rivera, R. 2010. Tratamiento hidrotérmico y encerado en chirimoya
utilizando cera de abeja y carnauba. En línea:
http://www.agrointeramsa.com/pdf_files/recubrimientochirimoya.pdf
Actualización Marzo 2011.

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.

Pérez, B.; Bringas, E.; Saucedo, E.; Núñez, M.; Báes, 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, B.; del Río, M.; Rojas, C. 2008. Recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. En línea: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/69/831/69831.pdf>. Actualización Marzo 2011.

Pérez, J.; Soberá, L.; Lafuente, V.; Toledano, M. 2010. Resultados comparados entre tratamientos postcosecha en naranjas cv “salustiana” y cv “valencia”. En línea: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/813/81350212.pdf>. Actualización Enero 2011.

Rivera, D.; Gardea, A.; Martínez, M.; Rivera, 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. 2009. Principales Estados Productores de Calabacita en México entre 2004-2009. En línea: <http://www.sag.gob.hn/productores/Infoagro/Cadenas%20Agro/Hortofruticola/OtraInfo/GuiaHortaliza.pdf>. Actualización Enero 2011.

SAGARPA. 2011. Cultivo de la calabacita (*Cucurbitaspp*). En línea: <http://www.sag.gob.hn/files/Infoagro/Cadenas%20Agro/Hortofruticola/OtraInfo/GuiaHortalizas/Calabacita.pdf>. Actualización Marzo 2011.

Sandoval, R. A. 1997. Almacenamiento de postcosecha en chile ancho verde en Saltillo, Coahuila, México. Tesis de Maestría U.A.A.A.N, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

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/acido-elagico/rmf_28_1_articulo_5.pdf. Actualización Marzo 2011.

SIAP-SAGARPA, 2011. Monografía de la Calabaza: Fruto y Semilla. En línea: <http://www.sag.gob.hn/files/Infoagro/Cadenas%20Agro/Hortofruticola/OtraInfo/GuiaHortalizas/Calabacita.pdf>. Actualización Enero 2011.

Soto, G.; Yahia, E. 2002. Compuestos Antioxidantes y Tratamientos Poscosecha. En línea: <http://www.horticom.com?50252>. Actualización Diciembre 2010.

Suslow, T.; Cantwell, M. 2010. Calabacita: (Zapallo de Verano). En línea: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Calabacita.shtml>. Actualización Marzo 2011.

Valenzuela, T.; Zamorano, M. M. 2008. Postcosecha y Control de Calidad de Productos Hortícolas. Segunda edición 2010. Impreso en México.

Valle, S.; López, O.; Reyes, M.; Castillo, J; Santos, A. 2008. Recubrimiento comestible basado en goma arábica y carboximetilcelulosa para conservar frutas en atmósfera modificada. En línea: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=60914301>. Actualización Diciembre 2010.

Yahia, E.; flores, R. 2001. Tratamientos físicos en postcosecha de frutas y hortalizas. En línea: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/53/173/53173.pdf>. Actualización Marzo 2011.

Zaccari, F. 2010. Una breve revisión de la morfología y fisiología de las plantas de zapallos (*Cucurbita*, sp.). En línea: <http://www.philotec.es/public/imagenes/53/172/53172.pdf>. Actualización Marzo 2011.

VIII. APÉNDICE

Cuadro 5 Análisis de varianza para la prueba determinación de pérdida de peso en calabacita Zucchini en la primera evaluación durante su postcosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	809.9172000	202.4793000	10.89	<.0001**
ERROR	45	836.794000	18.595422		
TOTAL	49	1646.711200			
C.V. (%)	28.98				

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

Cuadro 6 Análisis de varianza para la prueba determinación de pérdida de peso en calabacita Zucchini en la segunda evaluación durante su postcosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	3412.548800	853.137200	3.24	0.0202*
ERROR	45	11840.20800	263.11573		
TOTAL	49	15252.75680			
C.V. (%)	64.90				

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

Cuadro 7 Análisis de varianza para la prueba determinación de pérdida de peso en calabacita Zucchini en la tercera evaluación durante su postcosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	4377.021832	1094.255458	1.28	0.2934 ^{NS}
ERROR	45	38619.92561	858.22057		
TOTAL	49	42996.94744			
C.V. (%)	92.25				

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: ; P>F: ; ^{NS}: no significativa; CV: coeficiente de variación.

Cuadro 8 Análisis de varianza para la prueba determinación de pérdida de peso en calabacita Zucchini en la cuarta evaluación durante su postcosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	2277.836800	569.459200	6.51	0.0003**
ERROR	45	3937.644000	87.503200		
TOTAL	49	6215.480800			
C.V. (%)	25.30				

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

Cuadro 9 Análisis de varianza para la prueba vida postcosecha en calabacita Zucchini

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	320.0000000	80.0000000	257.14	<.0001**
ERROR	45	14.0000000	0.3111111		
TOTAL	49	334.0000000			
C.V. (%)	3.984095				

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