



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

---

---

**INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**MANEJO POSTCOSECHA DE FLOR DE CALABAZA  
A DIFERENTES CONDICIONES DE  
ALMACENAMIENTO**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

PRESENTA:

**OTONIEL LÓPEZ PÉREZ**

DIRECCIÓN: DRA. Ma. ISABEL REYES SANTA MARÍA

TULANCINGO DE BRAVO, HIDALGO, ENERO 2007

**EL PRESENTE TRABAJO FUE FINANCIADO BAJO EL PROYECTO DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DEL PROFESORADO (PROMEP), CON NÚMERO DE OFICIO DE LA CARTA DE LIBERACION: *PROMEPIIO3.5104/1340*. EL CUAL SE REALIZÓ EN LOS LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS DEL INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO, BAJO LA DIRECCIÓN DE LA DRA. MA. ISABEL REYES SANTAMARIA.**

## DEDICATORIA

A mis padres Simón López Reyes y María Pérez González, por que se que gracias a su valioso e incondicional apoyo he realizado uno mas de mis sueños, por todo esto les doy las gracias, los quiero mucho y quiero que sepan que en cada paso de mi vida ustedes siempre estarán presentes. GRACIAS PAPÁS.

A mi novia Tita que estuvo conmigo durante este tiempo, gracias por todo el apoyo y comprensión que me brindaste de forma incondicional.

A mis hermanas Licenciada Claudia y las gemelas Marisol y Flor de María por su apoyo y comprensión y por estar siempre a mi lado.

A mis compañeros y amigos, Omar, Vicente, Edgar, Enrique Luis Ángel e Ismael por la solidaridad y apoyo que siempre tuvieron para conmigo; a ti Gabriel Hernández que siempre me demostraste el valor de la amistad de verdad muchas gracias amigo.

A mis primos José López y Marco Antonio Alvarado que siempre estuvieron cerca de mí compartiendo momentos inolvidables.

A mi amiga Mari por todo el apoyo y amistad que me brindaste desde el momento en que nos conocimos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Dra. María Isabel Reyes Santamaría, por ser la directora de este trabajo, por todo el apoyo brindado durante la realización del mismo, por su dedicación y empeño, gracias por la confianza que en mí depositó para realizar éste gran proyecto MUCHAS GRACIAS DOCTORA.

Al M en C. Sergio Soto Simental por el apoyo y enorme disponibilidad para conmigo en la realización de éste trabajo, gracias por ser además de profesor un verdadero amigo.

A la Dra. Norma Güemes Vera por todo su apoyo, paciencia y comprensión GRACIAS DOCTORA.

A todos mis revisores por su valiosa orientación y apoyo, así como el tiempo dedicado a éste trabajo.

A todos los profesores que participaron en mi formación, quiero que sepan que trataré de seguir sus consejos y aplicar los conocimientos que me brindaron en el transcurso de la carrera profesional.

A la UAEH por permitirme entrar en sus aulas para estudiar una carrera profesional y así cumplir uno más de mis sueños GRACIAS.

## INDICE

<b>CONTENIDO</b> .....	Pág.
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	i
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	ii
<b>APÉNDICE</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	iv
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>Objetivos</b> .....	2
<b>2 REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 El cultivo de la calabaza.....	3
2.2 Descripción botánica.....	3
2.3 Usos de la flor de calabaza.....	5
2.4 Manejo postcosecha de flores cortadas.....	6
2.5 Senescencia de la flor cortada.....	8
2.5.1 Cambios físicos en tejidos vegetales.....	9
2.5.1.2 Textura.....	9
2.5.1.3 Color.....	9
2.5.1.4 Pérdida de peso.....	9
2.6 Almacenamiento de flores.....	10
2.6.1 Atmósfera controlada.....	11
2.6.1.1 Ventajas e inconvenientes de la atmósfera controlada.....	11
2.6.2 Atmósfera modificada.....	12
2.6.3 Embalajes o empaques.....	14
2.6.4 Dificultades de los productos hortícolas para su empaque.....	15
2.7 Materiales de empaque.....	15
2.7.1 Recubrimientos plásticos.....	16
2.7.1.1 Polietileno de baja densidad (PBD).....	16
2.7.1.2 Celofán (Celulosa regenerada).....	16
2.7.1.3 Cloruro de polivinilo (PVC).....	17
2.7.1.4 Empaque de poliuretano o unicel.....	17
2.8 Refrigeración como técnica de conservación.....	18

<b>3 MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	19
3.1 Establecimiento del experimento.....	19
3.2 Diseño de tratamientos.....	19
3.3 Variables de estudio.....	20
<b>4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	26
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	35
<b>6. RECOMENDACIONES PARA TRABAJOS FUTUROS</b> .....	36
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b> .....	37
<b>8. ANEXOS</b> .....	40

## INDICE DE CUADROS

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 1.</b> Contenido de proteína en flor de calabaza durante 15 días de almacenamiento.....	28
<b>Cuadro 2.</b> Contenido de humedad en la flor de calabaza durante 15 días de almacenamiento.....	29
<b>Cuadro 3.</b> Contenido promedio de fibra dietaria.....	30
<b>Cuadro 4.</b> Contenido de cenizas en la flor de calabaza durante 15 días de almacenamiento.....	31
<b>Cuadro 5.</b> Contenido de almidón en la flor de calabaza durante 15 días de almacenamiento.....	32
<b>Cuadro 6.</b> Contenido de vitamina C en la flor de calabaza durante 15 días de almacenamiento.....	33
<b>Cuadro 7.</b> Contenido de carotenoides en la flor de calabaza durante 15 días de almacenamiento.....	34

## INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pág.
<b>Figura 1.</b> Flores de calabaza empacadas en bolsa ziploc (a) y PBD (b) respectivamente después de 9 días de almacenamiento a 8 ° C.....	26
<b>Figura 2</b> Flores de calabaza empacada en PBD y bolsa ziploc Respectivamente después de 15 días de almacenamiento a 8 ° C.....	27

## APÉNDICE

<b>Figura 3</b> .Flores de calabaza empacadas en bolas ziploc (a) y PBD. (b). respectivamente después de 3 días de almacenamiento a 8 °C.....	40
<b>Figura 4</b> .Flores de calabaza empacadas en bolsa ziploc (a) y PBD (b) después de 3 días de almacenamiento a 4° C.....	40
<b>Figura 5</b> .Flores .de calabaza empacadas en bolsa ziploc (a) y PBD (b) respectivamente después de 6 días de almacenamiento a 8 ° C.....	40
<b>Figura 6</b> .Flores de calabaza empacadas en bolsa ziploc (a) y PBD (b) respectivamente después de 6 días de almacenamiento a 4 ° C.....	41
<b>Figura 7</b> .Flores de calabaza empacadas en bolsa ziploc (a) y PBD (b). respectivamente después de 9 días de almacenamiento a 4 ° C.....	41
<b>Figura 8</b> .Flores de calabaza empacadas en bolsa ziploc (a) y PBD (b) respectivamente después de 12 días de almacenamiento a 4 ° C.....	41

## RESUMEN

México es uno de los principales productores de calabaza en el mundo. En 1997 ocupó el quinto lugar en superficie cosechada (42,000 ha) para las diferentes especies cultivadas, con un rendimiento promedio de 7.74 ton.ha<sup>-1</sup> y una producción total de 325,000 ton (SARHI 1998).

Un cultivo de calabaza deseable sería aquel que además de dar frutos como verdura, sirva para aprovechar sus flores y sea rendidor en ambos productos de tal suerte que dependiendo del mercado implique mayores ganancias para el productor (Montalvo, 2001).

Una desventaja que presenta la flor de calabaza es su limitada vida de anaquel, además de que solo está disponible en una corta época del año (solo cuando es posible el cultivo de esta especie). Si se comercializa en fechas fuera de época su venta muy &evado y no es fácil de adquirir por la mayoría de la población (Montalvo, 2001).

Es bien sabido que las bajas temperaturas ayudan en la conservación de los productos perecederos ya que impiden un incremento violento en la tasa de respiración de los productos; los empaques también son utilizados como material de conservación debido a que impiden el intercambio gaseoso para una mayor vida de anaquel del producto.

En éste trabajo fueron empleadas dos temperaturas (8 y 4 ° C) y dos tipos de empaques como son el polietileno de baja densidad (PBD) y la bolsa presellable marca ziploc con objeto de alcanzar un periodo de conservación las flores en buen estado para su mercadeo de por lo menos 15 días; esto claro sin dejar de tener en cuenta que el valor nutricional de éstas podría verse disminuido por ello fue necesario hacerlos análisis correspondientes cada tercer día durante el periodo de almacenamiento.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La flor se distingue por su color que va desde tonos amarillos hasta naranjas, y de forma de cálices oblongos; las flores femeninas nacen aisladas en la misma axila o vértice de la hoja que las masculinas, con la diferencia que éstas nacen en grupo (INCA, 1982; citado por Vallejo, 1997).

Las flores, desde siempre, han tenido influencia en la vida cotidiana del hombre; han sido empleadas en la alimentación, medicina y ornato; además, se emplean en ofrendas y altares en rituales religiosos. Su uso culinario en México data desde la época prehispánica, donde no solo se comían como legumbres las hojas y tallos, sino también las flores. Es parte de la cultura indígena comer la flor de calabaza (Franco *et al.*, 1998).

Existe poca información documental sobre el manejo postcosecha que se le pueda dar a la flor de calabaza. Así mismo, es escasa la información sobre su composición química-nutricional, misma que daría idea de la riqueza nutricional que brinda la flor al consumirla, solo se sabe que es exquisita y de fácil preparación (Montalvo, 2001).

Además de sus cualidades en la cocina, la flor de calabaza tiene propiedades benéficas para el organismo. Cada 100 gramos de flor aportan 47 gramos de calcio, 86 miligramos de fósforo y 67 microgramos de retinol. Esta flor es rica en calcio y fósforo, además de que tiene propiedades diuréticas (Montalvo, 2001).

En estudios recientes en las Islas Fidji, se ha encontrado una muy baja incidencia de cáncer pulmonar, siendo que el nivel de tabaquismo es comparable al resto del mundo. Determinándose que la baja incidencia se debe al gran consumo de luteína vegetal y probablemente a una sustancia desconocida que contiene los vegetales de hoja verde oscuro. Los vegetales que presentan mayor contenido de productos luteínicos como el caroteno son: zanahorias, acelgas, espinacas, jitomate, camote, plátano, papa blanca, flor de calabaza y naranja.

## **OBJETIVOS**

- a. Evaluar los cambios bioquímicos de la flor de calabaza en postcosecha.
- b. Determinar el efecto de diferentes empaques para la flor de calabaza en condiciones de refrigeración.
- c. Determinar el contenido nutricional de la flor de calabaza.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 El cultivo de la calabaza

El cultivo de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) fue importante en el desarrollo de las primeras civilizaciones de América, siendo aún popular en México y en la mayoría de los países americanos donde existen variedades criollas para una determinada región (Pérez *et al.*, 1997). La calabaza representa un recurso vegetal muy importante para el consumidor mexicano, debido a sus estructuras útiles (flor y fruto) las cuales ofrecen una delicia de sabor en sus variadas recetas. Por otro lado, la calabaza contiene varias sustancias nutritivas. La pulpa del fruto madura contiene de 11 a 27% de sólidos totales y hasta 45% de azúcares de acuerdo con las variedades; las semillas son muy ricas en grasas proteínas y albúminas (Guenkov, 1974).

### 2.2 Descripción botánica

La calabaza *Cucurbita pepo* presenta plantas de tipo rastrero de  $6.27 \pm 2.07$ m de largo, trepadoras, o algunas veces de hábitos subarborescentes y arbustivos, anuales (Martínez y García, 1998).

**Raíz.** Las raíces son de tipo fibroso, extenso y profundo, después de la germinación de la semilla, las plantas rápidamente forman una raíz fuerte que puede penetrar hasta 50 cm en el suelo (Pérez *et al.*, 1997).

**Tallo.** El tallo es rígido herbáceo, cubiertos de pequeñas espinas, redondo con cinco bordes a lo largo pudiendo alcanzar hasta 15 cm de longitud; con  $4.8 \pm 1.43$  ramas primarias y con una longitud de entrenudos de  $6.55 \pm 3.02$  cm (Martínez y García, 1998; Lira, 1995).

**Hojas.** Las hojas son láminas de consistencia herbácea y anchas ovaladas sobre pecíolos de 20 a 30 cm de largo; con o sin manchas blancas o plateadas a lo largo o en la intersección de las venas, márgenes denticulados a aserrados.

**Zarcillos.** Presenta zarcillos de dos a seis ramificaciones simples y poco desarrollados, en los tipos subarbustivos, se originan en las axilas de las hojas.

**Flores.** Las flores masculinas sobre pedicelos de 6 a 25 cm de largo; receptáculo campánulado, 9 a 12 cm de largo y 6 a 15 mm de ancho, pubescente. Las flores femeninas se encuentran sobre pedicelos robustos, 2 a 5 cm de largo; ovario de muy diversas formas (globoso, oblado, ovoide, cilíndrico), liso, costado o verrucoso, pubescente, glabrescente con la edad, el receptáculo muy reducido, estilos de 8 a 15 mm de largo; tres estigmas bicobados (Martínez y García, 1998), éstos mismos autores mencionan que el color de la flor varía de naranja a amarillo.

Las flores son unisexuales, monoicas, es decir, los órganos masculinos y los femeninos se presentan en la misma planta, pero en distintas flores, éstas se encuentran en las axilas de las hojas y son grandes y amarillas. Las flores femeninas tienen un ovario ínfero, tricarpelar, trilobular y con muchos óvulos sobre tres placentas parietales que al crecer se juntan en el centro del ovario formando una masa carnosa; el estilo es corto y grueso terminado en un estigma de tres divisiones bifurcadas. Las flores masculinas tienen 5 estambres unidos, formando una columna donde se sueltan formando fascículos, cada uno con dos estambres quedando uno libre que termina en una antera unilocular (Flores, 1974; citado por Garza, 1987).

El patrón de producción de flores que sigue la calabacita, es la de producir primeramente flores masculinas y posteriormente la producción de flores femeninas. En condiciones normales, la relación de flores femeninas a masculinas es de 1:9 respectivamente (Rivera, 1986; Citado por Garza, 1987).

**Fruto.** Los frutos son de diversos tamaños y formas; en algunos cultivares, pueden ser globosos, cilíndricos, aplanados, discoidales, ovoides, piriformes o claviformes, la superficie del fruto comúnmente es con costillas (Martínez y García, 1998).

**Semillas.** Las semillas varían en tamaño, forma y color. La capacidad de germinación se conserva durante 5 a 8 años en condiciones favorables (Pérez *et al.*, 1997).

### **2.3 Usos de la flor de calabaza**

Aunque se produce en varios países, no en todos suelen comerla, como es el caso de Cuba, debido a que desconocen sus usos dentro de la gastronomía.

En cambio México, es una de las verduras más utilizadas en la cocina en los diferentes estados de la República, pese a que por su naturaleza son delicadas, por lo que exigen ser tratadas con cuidado durante su preparación, especialmente cuando se elaboran recetas en las que las flores van rellenas, por ejemplo, de queso.

Las flores de cualquier variedad de calabaza son comestibles y deliciosas, con sabores parecidos a los del fruto. En náhuatl la llaman ayoxochquilitl, se pueden comer crudas o bien cocidas. Se pueden encontrar desde finales de la primavera hasta principios del otoño en los mercados italiano, latino y filipino. Son suaves y sensibles, son demasiado perecederas y sólo pueden ser almacenadas en el refrigerador por no más de un día. Pueden ser usadas como aderezo (enteras o en fracciones) en casi todo, desde una sopa hasta un plato fuerte. También pueden ayudar para dar color y sabor a ensaladas. El método más común de cocinado es el freído después de cortarlas y batirlas ligeramente. Algunas veces se rellenan con queso antes de ser horneadas o batidas y freídas (Tyler, 1996; Citado por Vallejo, 1997).

En la actualidad, muchos de los mejores restaurantes mexicanos incluyen en sus cartas platillos a base de estas flores. Incluso en restaurantes de comida mexicana en el extranjero se venden como especialidades del lugar o como platos “exóticos”, se pueden comer crudas en ensaladas o cocidas al vapor con otras verduras. Por su delicioso sabor, esta verdura puede mezclarse sin ninguna dificultad con diversos ingredientes y obtener como resultado platillos de muy grato sabor y apariencia.

La flor de calabaza es muy conocida por sus propiedades curativas frente a los malestares de la vejiga y cálculos renales. Desintoxica al organismo gracias a sus laxantes y diuréticos naturales. Es de muy fácil digestión, razón por la cual se pueden aprovechar todas sus propiedades nutritivas. Se deben comer crudas o cocidas a vapor para evitar la pérdida de nutrientes (Talavera, 1999).

Talavera, (1999), menciona que la flor de calabaza contiene gran cantidad de vitaminas B1, B2, C y el pigmento caroteno que en el organismo se transforma en vitamina A, así como un abundante contenido de hierro, fósforo y calcio.

López *et al.*, (1998) analizaron el contenido de volátiles y ácidos grasos en flores de *C. pepo* como componentes de sabor. Encontraron 67 compuestos que abarcan cetonas, aldehídos y diversos ácidos grasos dentro de los cuales los más abundantes fueron linolénico, linoleico y palmítico.

Últimamente se le ha industrializado, siendo su exportación al extranjero una alternativa económica de gran beneficio para el país. (Vallejo, 1997).

#### **2.4 Manejo postcosecha de flores cortadas**

Debido a las características intrínsecas de las flores cortadas, que en general son estructuras muy perecederas, su manejo postcosecha se basa principalmente en el uso de bajas temperaturas y soluciones diversas, que van desde agua sola hasta mezcla de compuestos en concentraciones que varían según las especies y el destino de las mismas (Morales, 1994).

La mayoría de las flores deben ser manejadas como productos altamente perecederos: ser refrigeradas inmediatamente después de la cosecha, para evitar la pérdida de humedad, remover el calor del campo y retrasar el deterioro. Las flores deben moverse rápidamente a lo largo de los canales de comercialización (Hardenburg, 1988).

Además de la temperatura y la humedad relativa, deben considerarse otros aspectos fundamentales para prolongar la vida de las flores cortadas: balance

hídrico adecuado, suministro adecuado de sustratos respiratorios, evitar o controlar la exposición al etileno y control de ataque de patógenos (Morales, 1994).

La recolección de la planta en el estado de madurez adecuado es crucial para mantener una buena calidad durante su transporte y comercialización. El estadio de recolección dependerá de la época del año (Zagory *et al.*, 1992).

La mayoría de las flores deben ser cortadas en la etapa que permita el desarrollo floral subsecuente y asegure una razonable longevidad. Algunas se recolectan en la etapa de botón cerrado. Los botones son más fáciles de manejar y menos susceptibles a los daños físicos y a las condiciones ambientales perjudiciales, tales como la temperatura (Hardenburg, 1988). Tener la temperatura apropiada es siempre importante en la comercialización de plantas ornamentales (Zagory *et al.*, 1992).

El control inapropiado de la temperatura es una de las más importantes causas de pérdida, particularmente, cuando las flores se exponen a temperaturas cálidas, durante largo tiempo, y a su vez, mantener las flores a temperaturas muy bajas puede causar deterioro por enfriamiento en algunas de ellas (Hardenburg, 1988).

Según Reid (1981) la deshidratación es uno de los problemas más complejos de postcosecha en el manejo de las flores cortadas, el primer ejemplo es el de “cuello doblado”.

El agotamiento de los fotosintatos puede causar su muerte. La respiración causa el agotamiento de los fotosintatos acumulados (principalmente carbohidratos) y la rapidez con que desaparecen determina muchas veces la duración de las flores. El almacenamiento refrigerado es extraordinariamente efectivo en retardar la respiración y, en consecuencia, preservar la fuente de alimentos (Hardenburg, 1988).

Las magulladuras y los aplastamientos acortan la vida de almacenamiento y reducen las buenas condiciones para el mercadeo, debido a que respiran con mayor rapidez (Hardenburg, 1988).

## **2.5 Senescencia de la flor cortada**

La senescencia es el proceso que sigue de la madurez fisiológica y conduce la muerte de una célula, un tejido, un órgano o una planta completa (Watada *et al.*, 1984). La senescencia de la flor está genéticamente programada, moderada por fenómenos ambientales, los cuales están aparentemente controlados en gran parte por diferentes hormonas (Halevy y Mayak, 1979; citado por Morales, 1994).

Mayak, (1987) citado por Morales (1994), indica que la senescencia es un conjunto de procesos fisiológicos y bioquímicos relacionados. La última fase de la senescencia ha sido estudiada intensivamente, pero los eventos iniciales de la senescencia permanecen oscuros. Durante el desarrollo de algunas flores de corte como claveles y rosas, una climatérica elevación en la producción de etileno significa la progresión de la senescencia. De ahí en adelante puede ser detectado un cambio en la permeabilidad de los tejidos. Los cambios en membranas son reflejados en variables biofísicos relacionados a la microviscosidad del lípido. Estas observaciones sugieren una secuencia de eventos durante la senescencia: cambios en membranas, elevación en la producción de etileno, pérdida de diferencial de permeabilidad, reducción en el peso debido a una pérdida excesiva de agua.

La senescencia provoca varios cambios morfológicos: cambios en color, marchitamiento de pétalos, pérdida de peso. Estos cambios se relacionan con el metabolismo en general caracterizado por una intensa proteólisis, una rápida absorción del líquido, una fuerte producción de etileno que representa la iniciación de la senescencia y un incremento en la respiración (Paulin y Muloway, 1979).

## **2.5.1 Cambios físicos en tejidos vegetales**

### **2.5.1.2 Textura.**

La textura de los tejidos vegetales es afectada por anatomía y relaciones hídricas a nivel celular, y por la composición de las paredes celulares (Knee y Bartley, 1981).

### **2.5.1.3 Color.**

Con la disminución del contenido de clorofila pueden aumentar o disminuir los pigmentos carotenoides, dependiendo de la temperatura de almacenamiento, grado de madurez y la variedad (Pantastico, 1975).

### **2.5.1.4 Pérdida de peso.**

La pérdida de agua es una de las causas más importantes del deterioro de las cosechas durante el almacenamiento. La mayoría de las frutas y legumbres contienen entre el 80 y el 95% de agua de su peso total, parte de la cual se puede perder por evaporación. Esta pérdida de agua de los tejidos vivos es lo que se conoce como transpiración; esta debe ser reducida al mínimo para evitar la pérdida de peso, el encogimiento y el marchitamiento del producto disponible para la venta, se puede controlar observando cuidadosamente las recomendaciones que se dan en relación con las temperaturas y las humedades relativas óptimas. Parte de la pérdida de peso se debe a la pérdida de carbono en el proceso de respiración; pero es sólo una pequeña parte del total (Hardenburg, 1988).

La intensidad de la transpiración puede reducirse aumentando la humedad relativa, bajando la temperatura del aire, reduciendo el movimiento de aire y usando envolturas protectoras. La humedad relativa óptima, para el almacenamiento de la mayoría de las cosechas hortícolas, se encuentra entre el 85 y 100%. La pérdida de agua bajo humedad relativa dada es más rápida cuando mayor sea la temperatura. No todos los productos pierden agua con la misma intensidad, cuando se almacenan de manera semejante. La cantidad perdida difiere según sea el tipo de tejido que protege la superficie expuesta y según sea el área por unidad de volumen (Hardenburg, 1988).

El almacenamiento a bajas temperaturas reduce el gradiente de la presión de vapor entre el producto y la atmósfera y por tanto se reduce la pérdida de agua por transpiración (Liu, 1992).

Pérdidas de humedad del 3 a 6% son suficientes para producir un marcado desmejoramiento de la calidad de muchos productos. Generalmente, la pérdida de agua es más acentuada durante las primeras horas o los primeros días de almacenamiento, periodo durante el cual el producto se va enfriando (Hardenburg, 1988).

La pérdida de humedad a menudo puede reducirse al mínimo con el uso de embalajes protectores, complementarios de los beneficios que proporcionan la refrigeración y la humedad elevada. Materiales plásticos, tales como las películas de polietileno, pueden ser usados para hacer paquetes de tamaño pequeño, destinados directamente al consumidor (Hardenburg, 1988).

## **2.6 Almacenamiento de flores**

El tiempo de almacenamiento y la posterior conservación de la calidad de la flor depende de varios factores, entre los cuales se incluyen las condiciones de crecimiento precosecha, estado fisiológico de la flor, condición ambiental y condiciones de almacén, así como la temperatura, humedad relativa, luz, calidad de aire y salinidad del agua (Paulin y Muloway, 1979).

Con motivo de mantener la calidad floral es necesario aplicar técnicas adecuadas que minimicen los deterioros en postcosecha. Estas técnicas pueden incluir tratamientos químicos y en algunos casos empaquetar la flor. Además se debe manejar un método de almacenamiento específico para cada especie, de acuerdo a sus requerimientos fisiológicos. Existen varios métodos evaluados para flores cortadas que incluyen: a) almacenamiento en frío; b) atmósfera controlada; c) atmósferas modificadas; d) almacenamiento a baja presión. El método de refrigeración ha funcionado para un gran número de especies (Montalvo, 2001).

### **2.6.1 Atmósfera controlada.**

Es una técnica frigorífica de conservación en la que se interviene modificando la composición gaseosa de la atmósfera en una cámara en frigoconservación, en la que se realiza un control de regulación de las variables físicas del ambiente (temperatura, humedad y circulación del aire). Se entiende como atmósfera controlada (AC) la conservación de un producto hortofrutícola, generalmente, en una atmósfera empobrecida en oxígeno (O<sub>2</sub>) y enriquecida en carbónico (CO<sub>2</sub>). En este caso, la composición del aire se ajusta de forma precisa a los requerimientos del producto envasado, manteniéndose constante durante todo el proceso (Montalvo, 2001).

Esta técnica asociada al frío, acentúa el efecto de la refrigeración sobre la actividad vital de los tejidos, evitando ciertos problemas fisiológicos y disminuir las pérdidas por podredumbres. La acción de la atmósfera sobre la respiración del fruto es mucho más importante que la acción de las bajas temperaturas. Esta atmósfera controlada ralentiza las reacciones bioquímicas provocando una mayor lentitud en la respiración, retrasando la maduración, estando el fruto en condiciones latentes, con la posibilidad de una reactivación vegetativa una vez puesto el fruto en aire atmosférico normal (Montalvo, 2001).

#### **2.6.1.1 Ventajas e inconvenientes de la atmósfera controlada**

##### **A) Ventajas:**

- Prolongación del periodo óptimo de la conservación entre un 40 y 60 %, respecto de la conservación en atmósfera normal.
- Reducción de alteraciones y podredumbres típicas del frío, de la conservación frigorífica a 0° C, ya que permite elevar temperaturas.
- Reducción de las mermas por peso.
- Reducción de fisiopatías.
- Mayor resistencia del producto después de la conservación en cuanto al reinicio del metabolismo.

- Permite el empleo de temperaturas elevadas, necesitando menos frigorías respecto al frío Normal.
- Efecto fungicida debido a la elevada concentración de CO<sub>2</sub>.
- Se reduce el calor de respiración del fruto como consecuencia de la mínima intensidad respiratoria debido al bajo contenido en O<sub>2</sub> y la elevada concentración de CO<sub>2</sub>.

#### **B) Inconvenientes:**

- Inversión inicial elevada.
- Mantener la adecuada composición de la atmósfera.
- Necesidad de un instrumental tecnológico elevado para su control.
- Limitaciones de apertura de la cámara.
- Aumento de la problemática de incompatibilidades entre variedades a consecuencia de las diferentes condiciones de conservación.
- Nuevas fisiopatías y desórdenes propios de la AC.

#### **2.6.2 Atmósfera modificada.**

El envasado en atmósfera modificada (EAM) para ampliar la vida útil de productos vegetales sometidos a tratamiento térmico marginal es una técnica algo más moderna que la aplicación de atmósfera controlada de productos crudos preparados. La técnica se basa en el empleo de nitrógeno sólo o mezclado con dióxido de carbono, y en la reducción del contenido en oxígeno hasta niveles normalmente inferiores al 1% (Montalvo, 2001).

La atmósfera modificada se consigue realizando vacío y posterior reinyección de la mezcla adecuada de gases, de tal manera que la atmósfera que se consigue en el envase va variando con el paso del tiempo en función de las necesidades y respuesta del producto (Montalvo, 2001).

En la técnica del envasado en atmósfera modificada se deben tener en cuenta cuatro componentes básicos: el envase empleado, la mezcla de gases, los materiales de envase y los equipos de envasado; todos ellos condicionados a su vez por la naturaleza del producto a envasar (Montalvo, 2001).

La composición normal del aire utilizada en el EAM es de 21% de oxígeno, 78 % de nitrógeno y menos del 0,1 % de dióxido de carbono (Montalvo, 2001).

El CO<sub>2</sub> es un gas altamente soluble en agua y con propiedades bacteriostáticas y fungiestáticas, lo que retarda el crecimiento de hongos y bacterias aeróbicas. El CO<sub>2</sub> actúa alargando la fase vegetativa del crecimiento microbiano. El dióxido de carbono no es totalmente inerte y puede influir sobre el color, la consistencia y otros atributos de la calidad de las hortalizas. Las concentraciones de CO<sub>2</sub> han de estar comprendidas entre el 20 y 60%, siendo más efectiva su acción a bajas temperaturas (Montalvo, 2001).

En el envasado en atmósfera modificada se procura reducir al máximo el contenido en oxígeno para disminuir el deterioro de los productos por oxidación. El nitrógeno se caracteriza por ser un gas inerte. La utilización del N<sub>2</sub> evita el colapso de los envases en aquellos casos en los que el producto absorbe CO<sub>2</sub> (Montalvo, 2001).

Los factores que afectan a la intensidad de estos procesos y las condiciones de manipulación y comercialización, deben ser tenidos en cuenta para diseñar las características del sistema: producto-envase-entorno. Por ello, para efectuar el envasado en atmósfera modificada, debe seleccionarse una película polimérica con características de permeabilidad adecuadas (Montalvo, 2001).

El empleo de películas de diferente permeabilidad dará lugar a la formación de atmósfera de equilibrio distinto y por tanto la evolución de los frutos también será diferente. La envoltura individual de los frutos con una película retráctil conforma una segunda lámina externa de protección y una micro atmósfera alrededor del fruto. Esta barrera evita la pérdida de humedad, protege frente a la propagación de

podredumbres y mejora las condiciones higiénicas en la manipulación (Montalvo, 2001).

### **2.6.3 Embalajes o empaques**

La función principal de los empaques es de contener y proteger los productos. El tamaño del empaque es importante y debería estar diseñado de acuerdo a la finalidad en el mercado o consumidores que requieren de una sola unidad. En otras circunstancias el tamaño del empaque influye para que una persona pueda manipularlo y transportarlo. La protección del producto es influenciada por la larga distancia durante el viaje o transporte, también por las condiciones ambientales y el tipo de manipulación (Thompson, 1996).

Hardenburg (1971) menciona que el embalaje de productos frescos tienen en la actualidad, que cumplir una serie de requisitos como:

1. Los empaques deben tener la resistencia mecánica suficiente como para proteger al contenido durante el transporte.
2. El material en su construcción no debe contener productos químicos que puedan contaminar al producto y no ser tóxico para el hombre.
3. EL envase debe cumplir con las exigencias del mercado y las necesidades impuestas por el manejo, en lo que hace referencia al peso, forma y tamaño.
4. Proporcionar servicios y motivación de ventas.
5. Reducir costos de transporte y de mercado.
6. Debe ser ligero y fácil manejo.
7. Proteger la calidad y reducir los desperdicios ya que:
  - a. Protege contra pérdidas de humedad.
  - b. Puede proporcionar una atmósfera modificada benéfica.
  - c. Puede evitar hurtos.

#### **2.6.4 Dificultades de los productos hortícolas para su empaque**

Hotchkiss (1992) menciona que los productos hortícolas son los alimentos que presentan un mayor grado de dificultad para su empaque, algunas de las dificultades más importantes son:

1. Son frágiles y su apariencia se altera notablemente con ligeros daños físicos.
2. Son voluminosos y pesados.
3. Transpiran y se deshidratan rápida y fácilmente. Esto proporciona un deterioro en la textura.
4. Absorben oxígeno y producen bióxido de carbono.
5. Son susceptibles a sufrir infecciones y contener una variedad de microorganismos que pueden descomponer al producto, especialmente si éste se encuentra dañado.
6. La velocidad de deterioro depende de la temperatura y en muchos casos la reducción de este parámetro trae como consecuencia una disminución en la velocidad de deterioro.

#### **2.7 Materiales de empaque**

Los tipos de empaque y envases son usados para prolongar la vida de anaquel de los productos hortofrutícolas, reduciendo la infestación de patógenos (Tompson, 1996).

##### **2.7.1 Recubrimientos plásticos**

La evolución del papel al plástico en la industria fue lenta. Tanto los consumidores como los comercios desconocían los numerosos beneficios del plástico. Los consumidores cambiaron de opinión acerca del uso de bolsas de plástico, y actualmente 4 de cada 5 bolsas para comestibles utilizadas en los EE.UU. es de plástico. Se estima que el mercado de bolsas en la industria de productos alimenticios es de 5,500 millones de bolsas, en el cual un 11 % corresponde a bolsas de papel y el 89% a bolsas de plástico.

En la actualidad están disponibles materiales plásticos con un amplio rango de permeabilidad a los gases lo cual ha generado un mayor interés en el uso de plásticos en atmósferas modificadas para alargar la vida postcosecha de frutos y hortalizas frescas. Por otro lado la utilización de los plásticos como material de empaque ha permitido una amplia variación en su uso. Se utilizan para proteger, preservar, almacenar y vender los productos (Tompson, 1996).

Algunos de los plásticos utilizados son:

- Acetato de celulosa (CA)
- Polietileno de alta densidad (HDPE)
- Polietileno lineal de baja densidad (LLDPE)
- Polietileno de baja densidad (LDPE)
- Tetraftalato de polietileno (PET)
- Polistereno (PS)
- Cloruro de polivinilo (PVC)

Las características de algunos de estos plásticos flexibles se mencionan a continuación:

#### **2.7.1.1 Polietileno de baja densidad (PBD)**

Se utiliza mucho en el empaque para los consumidores. Es fuerte, resistente a la humedad y compuestos químicos además es barato.

#### **2.7.1.2 Celofán (Celulosa regenerada)**

Es de varios tipos con diferentes características, se fabrica para cubrir charolas, hacer bolsa o como tapa de canastas. El celofán sin recubrimiento, aunque barato es permeable al agua, polvo, grasa o aceite y no puede sellarse. Es impermeable a los gases secos pero permeables a los gases húmedos. En base a lo anterior se producen celofanes con un recubrimiento de nitrocelulosa para mejorar sus propiedades. El acetato de celulosa y el polistireno son otros plásticos transparentes con altas velocidades de transmisión de gases

### **2.7.1.3 Cloruro de polivinilo (PVC)**

Este tipo de plástico más nuevo utilizado ampliamente para cubrir charolas o productos frescos. Algunos tipos de PVC, como el acetato de celulosa son relativamente permeables al O<sub>2</sub> y al vapor de agua. Es muy flexible y se puede estirar lo que da una apariencia estirada.

Al utilizar materiales plásticos se restringe la transmisión de los gases. Esto resulta en la acumulación de dióxido de carbono y disminución del oxígeno alrededor del producto, esto aumenta la vida de almacenamiento (Thompson, 1996).

### **2.7.1.4 Empaque de poliuretano o unigel**

Las charolas de unigel son utilizadas como empaque, además de un película plástica transparente que sirve como recubrimiento y ayuda a fijar los productos (Hotchkiss, 1992). Existen diferentes tipos de poliuretanos, todos se caracterizan por la presencia del grupo del isocianato.

El envase de poliuretano está formado por una o dos partes de polímeros, esto quiere un curado en el aire (con humedad y calor) formando un material duro o suave, rígido o elástico, químicamente inerte, y polímeros resistentes a la abrasión; los envases que son utilizados, se hacen en forma rígida y de espuma flexible. Tiene la peculiaridad de que la conductividad no decrece de forma regular con el descenso de la temperatura (Griffin *et al.*, 1995).

La utilización de empaques de material de poliuretano es de dos formas: sólido y espuma. El material sólido es como una película resistente a la abrasión, y el poliuretano de espuma se utiliza desde 1945 en E.U.A. El material soporta temperaturas de -50 a 200 °F (Nalón, 1971). Las charolas de unigel o poliuretano pueden proteger al producto de daños mecánicos externos y sus paredes no raspan a los alimentos (Anónimo).

## **2.8 Refrigeración como técnica de conservación**

La refrigeración es la técnica comercial más adecuada con que cuenta en la actualidad para prolongar la vida de las frutas y hortalizas después de la cosecha (Ramos y Martínez, 1998). Una flor es un ser vivo cuyo metabolismo prosigue, aún después de cosechada; la única diferencia estriba en que, separada de la planta, la flor vive a expensas de sus reservas. Estas reservas tienen un límite, y la refrigeración no hace otra cosa sino que inhibir el metabolismo (respiración) de las flores para que este límite se alcance lo más tarde posible. El almacenamiento refrigerado, se recomienda para incrementar la vida útil de muchos productos perecederos, en virtud de que retarda su senescencia y/o deterioro al reducir la velocidad de los procesos metabólicos inherentes a los productos (Harderburg *et al.*, 1986).

El objetivo de la conservación por refrigeración podemos definirlo como “mantener al máximo la vida de la flor”, permitiéndole realizar el intercambio gaseoso pero de manera que sea lo más lenta posible, a fin de retrasar al máximo los fenómenos de la maduración gustativa” (Molina y Torrallardona, 1970).

La refrigeración del almacén tiene como objetivo eliminar el calor generado por la respiración de los productos almacenados y mantener una buena circulación del aire mediante la instalación de ventiladores, así como, eliminar el calor que penetre en el local a través de sus paredes (Sáenz, 1994).

Existe poca información documental sobre el manejo postcosecha que se le pueda dar a la flor de calabaza por tal motivo en este trabajo se plantean los siguientes objetivos:

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Establecimiento del experimento

Se utilizaron flores de calabaza en botón de calabaza tipo larga cuya variedad es conocida como “Hollard” las cuales fueron cosechadas en una región del estado de Hidalgo conocida como “la vega de Metztlàn”. Las flores se trasladaron en bolsa de plástico a los laboratorios del Centro de Investigación en Ciencia y tecnología de los Alimentos (CICyTA) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Como se aprecia en el cuadro 1 las flores fueron almacenadas a dos temperaturas 4 y 8 °C en cámaras de refrigeración con control de temperatura así como dos tipos de empaques bolsa presellada marca ziploc y polietileno de baja densidad (PBD) todo esto durante un periodo de 15 días de almacenamiento en el cual se tomaron muestras cada tercer día empezando por el día cero para evaluar el comportamiento de la flor de calabaza así como la apariencia física de la misma, es decir, si se encontraba apta para el mercado.

#### 3.2 Diseño de tratamientos

Empaque	Temperatura	
	4 °C	8 °C
ziploc	4 °C ziploc	8 °C Ziploc
PBD	4 °C PBD	8 °C PBD

Las evaluaciones se realizaron durante 15 días se hicieron 3 repeticiones por variable y tratamiento.

### 3.3 Variables de estudio

#### Humedad

Para estimar el porcentaje de humedad en las muestras, éstas se sometieron a peso constante, inmediatamente después del corte, en una estufa. La diferencia entre el peso fresco y seco dividido entre el primero de ellos y después multiplicando por cien se considera como el porcentaje de agua contenida en la flor, lo que se expresa como:

$$H = \frac{Pf - Ps}{Pf} * 100$$

Donde:

**H** = Cantidad de agua o humedad contenida en la flor (%),

**Pf** = Peso fresco de la flor (g),

**Ps** = Peso seco de la flor (g).

#### Azúcares solubles totales.

Se realizó de acuerdo a Withem *et al.* (1971) con las siguientes modificaciones:

Se pesaron 0.5 g de tejido de pétalo de la flor de calabaza, en una balanza granataria, por tratamiento y repetición. La muestra se colocó en un matraz Erlenmeyer de 50 ml, se le agregaron 15 ml, de alcohol al 70% y se pusieron en un calentador a temperatura de 85 °C durante 15 minutos, se retiró el matraz del calentador y se colocó en un frasco de Gerber; al tejido que quedó en el matraz se le agregaron 15 ml, de alcohol y se calentó durante 15 minutos más. Se juntó con el extracto anterior y se mantuvo en refrigeración. Posteriormente, los extractos se pusieron en baño maría, en charolas de aluminio para que se evaporara lentamente el alcohol y quedaran los azúcares en el residuo. Después se redisolvió en 50 ml, de agua destilada, se tomó 1 ml, y se colocó en un tubo de ensaye, se aforó a 3 ml, con agua destilada, se agregó el reactivo de antrona (6 ml) en baño de agua fría y se calentó a ebullición 3 minutos. Luego se dejó enfriar sumergiendo los tubos en agua fría y se tomó la lectura en un espectrofotómetro a

600 nm de absorbancia. La concentración se calculó en base a una curva tipo de glucosa (0 – 100 mg de glucosa por ml).

### **Almidón**

Se usó la técnica de Ortega y Rodríguez (1979), con una modificación conforme lo que a continuación se describe:

Se tomó el residuo vegetal que queda de la extracción para azúcares; se agregaron 30 ml de agua destilada; se calentaron a ebullición durante 20 minutos; se enfriaron a 55 °C; se agregaron 10 ml de diastasa (amilasa al 1%) y se colocó en baño maría a 55 °C durante 30 minutos; enseguida se filtró, se midió el volumen y se tomó una alícuota de 10 ml, se agregaron 5 ml de HCl 1.125 N y colocó en baño maría a 55 °C durante 2.5 hrs, se registró el volumen; al cual se le ajustó el pH a 8 con NaOH 50% y se registró el volumen alcanzado. Se tomaron alícuotas de 50 - 100 µl. Se aforó a 3 ml con agua destilada, y se evaluó por el método de antrona.

### **Ácido ascórbico**

Se siguió el método de Jacobs, (1962), con algunas modificaciones:

Se tomaron 2 g de muestra fresca; se molieron en una licuadora con 10 ml, de solución de ácido metafosfórico – ácido acético; se filtró en gasa y se midió el volumen total. Se tomaron 2.5 ml de extracto; se agregaron 10 ml, de agua destilada; se tituló con solución DCPIP hasta que apareció un color rosa que duró mas o menos 15 segundos, es preciso anotar el volumen utilizado de DCPIP.

Para preparar la solución para el cálculo del factor F se hizo lo siguiente:

Se tomó 1 ml, de solución estándar de ácido ascórbico, se diluyó con 9 ml, de la solución de ácido metafosfórico – ácido acético y se tituló con DCPIP.

El factor F se calculó con la siguiente formula:

$$F = \frac{\text{Mg., de vitamina C}}{\text{Gasto de DCPIP}}$$

Para el cálculo de la vitamina C se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Mg. Vit. C/100 g} = [(W1 + W2) / (W1 * W3)] [(V1/V2) (100)] (v * F)$$

Donde,

**Mg Vit. C/100g** = miligramos de vitamina C por cada 100 g de flor,

**W1** = Peso muestra (g),

**W2** = Peso del ácido (g),

**W3** = Peso del extracto (g),

**V** = DCPIP gastado (ml),

**V1** = Volumen al que se llevó la muestra (ml),

**V2** = Volumen tomado para titulación (ml),

**F** = Factor calculado.

### **Carotenoides**

Se pesaron 1.25 gr de tejido fresco; se agregaron 1.25 ml de NH<sub>4</sub>OH al 2 %; se colocó en baño maría a 60 °C durante 10 minutos; se dejó enfriar la muestra 10 minutos; se agregaron 10 ml de etanol y se dejó reposar 5 minutos. Se aforó a 50 ml con éter de petróleo y se agitó fuerte, se dejó reposar hasta que se formaron dos capas; se tomó la capa etérea y se evaporó a sequedad. Se redisolvió el contenido con 5 ml de alcohol isopropílico y se tomó la lectura de absorbancia a 450 nm.

Para el cálculo de carotenoides se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Carotenoides (mg/100)} = [(D.O.) (3.857V)/m] (100)$$

Donde,

**D.O** = Absorbancia (nm),

**V** = Volumen total de la probeta (ml),

**M** = Cantidad de muestra (g).

### **Determinación de cenizas**

Se pesaron 12 crisoles para obtener el correspondiente peso inicial y se metieron en un desecador para llevarlos a la mufla a 560 °C durante 8 hrs, se sacaron y se pesaron. Esta operación se repitió hasta tener el peso constante de cada crisol.

Se secó la flor, se pesó la muestra, se colocó en el crisol y se metió a la mufla durante 8 hrs, se sacó y se pesó. Por diferencia de peso se obtuvo el peso de las cenizas en gramos.

Para la conversión de unidades a porcentaje se utilizó la siguiente fórmula:

$$C = \frac{Pc * Ep}{Pp}$$

Donde,

**C** = Cantidad de cenizas en la flor (%),  
**Pc** = Peso de las cenizas obtenidas (%),  
**Ep** = Equivalencia del peso seco de la flor (%),  
**Pp** = Cantidad de flor pesada (g).

### **Determinación de proteína**

Se pesaron de 0.2 a 0.3 gr., de muestra (flor de calabaza), enseguida se pesaron 3.7 gr. de mezcla digestora, esto se colocó en los matraces Kjeldahl y se añadieron 7 ml de ácido sulfúrico. A continuación se colocaron los matraces en el equipo y se hizo la primera digestión (nivel 6 por 30 minutos), enseguida se hizo la segunda digestión (nivel 8 por 20 minutos). A continuación se procedió a hacer la destilación y por último la titulación de las muestras para así obtener los datos necesarios y hacer los cálculos correspondientes y con esto determinar la cantidad de proteína en la flor de calabaza.

Cálculos:

$$\% \text{ de proteína} = (\text{Vol. gastado de HCl}) (\text{Meq.}) (N) / \text{Peso de la muestra} * 100 * F$$

Donde:

**Meq.** = .014  
**N** = 0.1  
**F** = 6.25

### **Determinación de fibra dietaria**

Se pesó 1 gr de muestra a la cual se le adicionaron 50 ml de buffer PO<sub>4</sub> pH 6.0, enseguida se adicionaron 0.10 ml de α - amilasa; las muestras se cubrieron con papel aluminio para incubar a 95 °C por 15 min. Se enfriaron a temperatura ambiente, se ajustó el pH a 7.5 agregando 10 ml de solución de hidróxido de sodio 0.275 N, se adiciono 0.1 ml de solución de proteasa para después incubar a 60 °C por 30 minutos. Se enfriaron a temperatura ambiente, se ajusto el pH (4 – 4.6) de las soluciones agregando 10 ml de solución de ácido clorhídrico 0.325 M. A continuación se agregaron .1 ml de amyloglucosidasa, se cubrieron las muestras con aluminio y se incubaron a 60 ° C por 30 minutos. Se adicionaron 4 volúmenes de etanol al 95% en cada matraz; y se dejaron reposar toda la noche.

Se procedió a hacer la filtración para esto fue necesario humedecer el cèlite con alcohol al 98%, se transfirió el precipitado y se lavo el residuo 3 veces con 20 ml de etanol al 78%, enseguida se volvió a lavar 2 veces con 10 ml de etanol al 95% y 2 veces con 10 ml de acetona.

Se secaron los crisoles que contenían los residuos a 105 ° C. Se enfriaron los crisoles en un desecador, el peso fue lo más cercano a 0.1 y recordar que este peso es igual a “residuo + cèlite + peso del crisol o W<sub>2</sub>”

A continuación se analizo el residuo en los crisoles de dos muestras y dos blancos (5 horas a 525 ° C), se enfriaron y se pesaron W<sub>3</sub>.

Cabe mencionar que ésta prueba solo se realizó el primer día de almacenamiento de la flor de calabaza en dos estados de madurez (en botón y completamente abierta) con cinco repeticiones cada tratamiento.

Cálculos:

$$\% \text{ fibra dietaria} = [ (R-A) / SW ] * 100$$

Donde:

**FD** = Fibra dietaria

**R** = Peso del residuo

**A** = Peso de la cenizas

**SW** = Peso de la muestra

### **3.4 Análisis de resultados**

Los datos que se obtuvieron se analizaron bajo un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial  $2^2$ . Se realizó el análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Duncan ( $P \leq 0.05$ ), todo esto utilizando el paquete estadístico SAS (Statistic Análisis System).

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se mencionó al inicio de este trabajo de investigación las flores debían ser analizadas durante 15 días de almacenamiento situación que no se dio así, dadas las condiciones que presentaron estas, es decir las flores almacenadas a 8 ° C solo se encontraron en buen estado para su mercadeo hasta el día 9 (Figura 1 a y b).



**Figura 1.** Flores de calabaza empacadas en bolsa ziploc (a) y PBD (polietileno de baja densidad) (b) respectivamente después de 9 días de almacenamiento a 8 ° C.

Por el contrario las flores almacenadas a 4 ° C solo se encontraron en buen estado hasta el día 12 (Figura 2 a y b) por ello las flores del día 15 ya no fueron analizadas debido a que estas presentaban un alto grado de senescencia así como marchitez y pudrición, por tanto no eran aptas para su venta en el mercado fresco.



**Figura 2.** Flores de calabaza empacadas en PBD (Polietileno de Baja Densidad (a) y bolsa ziploc (b) respectivamente después de 15 días de almacenamiento a 8 ° C.

### **Proteína en flor de calabaza**

De acuerdo con el Cuadro 1 podemos apreciar que en el día 0 no hubo diferencia significativa entre tratamientos, flores empacadas en PBD (Polietileno de Baja Densidad) y bolsa ziploc almacenadas a 4 y 8 ° C de esta misma forma en los demás días de almacenamiento se observa un comportamiento mas o menos estable en cuanto al contenido de proteína en la flor de calabaza, sin embargo, es preciso mencionar que en el caso del tratamiento 1 (bolsa ziploc 8 ° C) existe una ligera disminución en el contenido de proteína durante los días 3, 6 y 9 de almacenamiento con respecto al día 1 esto probablemente debido al efecto de una temperatura mayor a 8 ° C la cual permite un incremento en la tasa de producción de etileno y por tanto una mayor desnaturalización de proteínas (Montalvo 2001).

Por último en el día 12 de almacenamiento de las flores podemos apreciar un ligero incremento en el contenido de proteína en las flores empacadas en bolsa ziploc y almacenadas 4 ° C con respecto a las flores empacadas en PBD (Polietileno de Baja Densidad) a 4 ° C, por lo cual se puede decir que el empaque que funcionó mejor es bolsa ziploc pero solo en combinación con una temperatura de 4 ° C debido a que con este tratamiento se obtuvo el mayor contenido de proteína

Los resultados obtenidos son similares a lo reportado en las tablas de valor nutritivo de los alimentos (Muñoz, 2002) quienes afirman que el contenido de proteína en flor de calabaza es de 1.4 g/100 g de muestra. Sin embargo el resultado es mayor al valor reportado por Hunter (S/A) de la UC Davis, Vegetable Research and Information Center (0.8 g) situación que conlleva a pensar que una vez mas se hace presente el efecto de las diferentes variedades utilizadas en la investigación.

**Cuadro 1.** Contenido de proteína en flor de calabaza durante 15 días de almacenamiento.

TRATAMIENTO	DÍAS DE ALMACENAMIENTO					
	(% ) DE PROTEÍNA					
	0	3	6	9	12	15
Ziploc 8 °C	1.30 a	1.06 a	1.17 a	1.24 b	ND	ND
PBD 8 °C	1.51 a	1.94 a	1.45 a	1.03 c	ND	ND
Ziploc 4 °C	1.30 b	1.20 b	1.31 a	1.39 ab	1.89 a	ND
PBD 4 °C	1.51 b	0.96 b	1.59 a	1.61 a	1.38 ab	ND

Valores con la misma letra dentro de una misma columna son estadísticamente iguales Duncan,  $\alpha = 0.05$ . ND= No determinada.

### Humedad en flor de calabaza

En el Cuadro 2 podemos darnos cuenta que en el día 0 de almacenamiento no existe diferencia significativa entre tratamientos situación que prevalece en los siguientes días 3, 6, 9 y 12 de almacenamiento de las flores; sin embargo es preciso mencionar que los días 6, 9 y 12 el contenido de humedad se incremento ligeramente con respecto al día 0. Después de hacer el análisis estadístico de los resultados se puede afirmar que el contenido de humedad permanece estable dado que no existe diferencia significativa entre tratamientos.

Los resultados de humedad en flor de calabaza son similares al valor reportado por Muñoz (2002), en las tablas de valor nutritivo de los alimentos, el cual es del 93.9 % de humedad.

**Cuadro 2.** Contenido de humedad en la flor de calabaza durante 15 días de almacenamiento.

TRATAMIENTO	DÍAS DE ALMACENAMIENTO					
	(%) DE HUMEDAD					
	0	3	6	9	12	15
Ziploc 8 °C	90.64 a	90.83 a	91.56 b	91.41 ab	ND	ND
PBD 8 °C	90.85 a	91.07 a	91.46 b	91.25 ab	ND	ND
Ziploc 4 °C	90.65 a	90.89 a	92.01 a	91.79 a	90.96 a	ND
PBD 4 °C	90.50 a	90.88 a	90.52 c	90.24 b	86.26 b	ND

Valores con la misma letra dentro de una misma columna son estadísticamente iguales Duncan,  $\alpha = 0.05$ . ND= No determinada.

### Fibra dietaria en flor de calabaza

La fibra es aquel compuesto presente en alimentos vegetales; como cereales, frutas, legumbres, verduras y cuya particularidad es la de ser digeribles solo en parte. “hablamos de alimentos que llegan casi intactos al intestino grueso (colon), donde siendo fermentados por la flora intestinal, dan origen a sustancias como ácidos grasos de cadena corta, que cumplen una función energética. Los restos, no son digeridos a este nivel, se eliminan por las heces”.

La fibra dietaria (llamada a si por ser comestible) puede ser soluble o insoluble “la diferencia radica en nuestra capacidad de absorberlas” refiriéndose a la presencia o ausencia de carbohidratos, especialmente polisacáridos, que se dispersan en el agua con facilidad”.

Como se aprecia en el Cuadro 3 el contenido de fibra en la flor de calabaza en los diferentes estados de madurez (botón y completamente abierta) es muy similar, es decir, no existe diferencia entre los dos estado de madurez aunque se puede afirmar que existe un contenido mayor de fibra dietaria en la flor de calabaza cortada en botón.

El resultado es mayor al porcentaje de fibra reportado en las tablas de valor nutritivo de los alimentos (Muñoz, 2002) el cual es de 7.5 – 8 %

**Cuadro 3.** Contenido promedio de fibra dietaria

Flor de calabaza en botón (%)	Flor de calabaza completamente abierta (%)
9.94	9.23

### **Cenizas**

Como se aprecia en el Cuadro 4 en el análisis inicial (día 0) y en el día 3 de almacenamiento las flores empacadas en bolsa ziploc y PBD (Polietileno de Baja Densidad) almacenadas a 4 ° C no presentaron un contenido menor de cenizas con respecto a los demás tratamientos dado que a mayor temperatura existe un incremento en el intercambio de gases y como consecuencia mayor degradación en las propiedades fisicoquímicas de la flor de calabaza. De igual manera se puede ver que el mayor contenido de cenizas se encontró en las flores almacenadas a 4 ° C y empacadas en PBD (Polietileno de Baja Densidad) esto quiere decir que la diferencia estuvo marcada por la temperatura y el tipo de empaque.

En el caso del día 3 se puede apreciar que no hubo diferencia significativa en el contenido de cenizas con respecto al día 0, sin embargo si hubo diferencia con respecto a los días 6, 9 y 12 en los cuales se obtuvo un ligero aumento en el contenido de cenizas, situación que indica que a medida que aumenta el estado de senescencia de las flores se incrementa la concentración de elementos minerales en las mismas debido a las reacciones que pudieran encontrarse en este proceso de maduración.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Montalvo (2001) existe un contenido muy similar de cenizas en una variedad específica de calabaza (0.09 %) utilizada en ese trabajo de investigación.

**Cuadro 4.** Contenido de cenizas en la flor de calabaza durante 15 días de almacenamiento

TRATAMIENTO	DIAS DE ALMACENAMIENTO					
	(%) DE CENIZAS					
	0	3	6	9	12	15
Ziploc 8 °C	0.08a	0.06b	0.09a	0.10a	ND	ND
PBD 8 °C	0.08a	0.08ab	0.10a	0.13a	ND	ND
Ziploc 4 °C	0.08a	0.08ab	0.10a	0.12a	0.12a	ND
PBD 4 °C	0.09a	0.09a	0.09a	0.11a	0.11a	ND

Valores con la misma letra dentro de una misma columna son estadísticamente iguales Duncan,  $\alpha = 0.05$ . ND= No determinada.

#### Almidón en flor de calabaza

De acuerdo con el Cuadro 5 se observa que en el día 0 de almacenamiento de las flores el mayor contenido de almidón se obtuvo en las flores empacadas en PBD (Polietileno de Baja Densidad) y almacenadas a 8 ° C; no fue así en los días 3, 6 y 9 en donde el contenido de almidón disminuyó de 4.05 a 3.47 mg y 3.17 mg respectivamente. En el caso de las flores almacenadas a 4° C puede apreciar una mayor estabilidad en cuanto al contenido de almidón situación que indica una vez más la importancia de una temperatura mas baja en la preservación de las propiedades fisicoquímicas de la flor de calabaza.

El día 12 en las flores almacenadas a 4 ° C que fueron analizadas se pudo apreciar una ligera disminución en el contenido de almidón con respecto a los días 0, 3, 6 y 9 del experimento; esto puede atribuirse al incremento en el porcentaje de la tasa de respiración de las flores que trae como consecuencia una mayor producción de etileno y por lo tanto la descomposición del producto incluyendo aquí la degradación en las propiedades fisicoquímicas del mismo en este caso la disminución en el contenido de almidón.

Los valores obtenidos son mayores a los reportados por Montalvo (2001) quién obtuvo contenidos de 0.37 - 0.069 mg de almidón; así mismo son mayores a los reportados por Muñoz (2002) en las tablas del valor nutritivo de los alimentos (0.027 mg); y al reportado por Hunter (S/A) de la UC Davis, Vegetable Research and Information Center quienes reportan un porcentaje de 0.039 mg. Esto puede ser atribuido al empleo de diferentes variedades de calabaza en ambas investigaciones dado que en este caso se trabajo una variedad mejorada genéticamente y recientemente introducida al país caso especifico el Estado de Hidalgo.

**Cuadro 5.** Contenido de almidón en la flor de calabaza durante 15 días de almacenamiento

TRATAMIENTO	DÍAS DE ALMACENAMIENTO					
	(mg) DE ALMIDÓN					
	0	3	6	9	12	15
Ziploc 8 °C	3.95 a	3.27 ab	3.17 bc	3.29 a	ND	ND
PBD 8 °C	4.05 a	3.47a	3.17 c	3.09 a	ND	ND
Ziploc 4 °C	3.27 a	3.43 a	3.42 ab	3.30 a	2.89 a	ND
PBD 4 °C	3.09 a	3.09 b	3.45 a	3.33 a	3.00 a	ND

Valores con la misma letra dentro de una misma columna son estadísticamente iguales Duncan,  $\alpha = 0.05$ . ND = No determinada.

### Vitamina C en flor de calabaza

En el día 0 del experimento se puede apreciar que no existe diferencia significativa entre tratamientos y temperaturas utilizadas. Situación que prevalece en los días 3, 6, y 9, en donde el contenido de vitamina C se mantuvo estable con una ligera disminución en el contenido de vitamina C con respecto al día 0.

En el día 12 de almacenamiento de las flores si se puede apreciar una perdida notable en el contenido de vitamina C situación que indica una degradación en las propiedades fisicoquímicas de las flores, es decir, que estas pierden cierto contenido de vitamina C al paso del tiempo debido al efecto que tiene la producción de etileno en la conservación del producto, ya que concentraciones tan

bajas como 1 parte de etileno en 1 millón de partes de aire (1ppm) son suficientes para madurar una flor o un fruto y con ello también generar cierta pérdida en la calidad nutrimental del producto. En este caso se puede afirmar que el empaque cumple con la tarea de impedir un mayor intercambio de gases y permitir la conservación de las propiedades fisicoquímicas del producto dado que la pérdida de vitamina C durante el periodo de almacenamiento fue en mínimas cantidades, sin embargo, es preciso mencionar que esto solo puede obtenerse durante un corto periodo de almacenamiento.

Los valores obtenidos son relativamente menores a los reportados por Montalvo, (2001) (12.5 mg/100g de muestra en promedio) sin embargo se acerca al valor reportado por Hunter (S/A) de la UC Davis, Vegetable Research and Information Center que es de 5 mg de vitamina C/100 g de muestra; este resultado también difiere al valor reportado por las tablas de valor nutritivo de los alimentos quienes reportan un contenido de 15 mg/100g de muestra esto probablemente debido a la variedad de calabaza utilizada para la investigación.

**Cuadro 6.** Contenido de vitamina C en la flor de calabaza durante 15 días de almacenamiento.

TRATAMIENTO	DIAS DE ALMACENAMIENTO					
	(mg de Vit. C por cada 100g de flor)					
	0	3	6	9	12	15
Ziploc 8 °C	1.20 a	1.00 a	0.83 b	0.83 c	ND	ND
PBD 8 °C	1.23 ab	0.99 a	1.22 a	0.99 b	ND	ND
Ziploc 4 °C	1.20 b	1.08 a	0.90 ab	0.95 bc	0.68 a	ND
PBD 4 °C	1.23 b	0.96 a	0.99 ab	1.22 a	0.76 a	ND

Valores con la misma letra dentro de una misma columna son estadísticamente iguales Duncan,  $\alpha = 0.05$ . ND = No determinada.

### Carotenoides en flor de calabaza

En el Cuadro 7 podemos apreciar que no existe diferencia significativa en el contenido de pigmentos carotenoides entre tratamientos y temperaturas, sin embargo se obtuvo un resultado mayor de estos en las flores empacadas en

bolsas ziploc almacenadas a 8 ° C y en las flores empacadas en PBD (Polietileno de Baja Densidad), a 4 ° C situación que indica que la relación empaque – temperatura resulta ser un factor determinante en la conservación de las propiedades fisicoquímicas del producto.

En los días 3, 6, 9 y 12 se puede apreciar que existe un incremento en el contenido de pigmentos carotenoides, esto debido principalmente a que la humedad de las flores disminuye durante el periodo de almacenamiento y trae como consecuencia un aumento en el contenido de los carotenoides en la flor de calabaza.

Esto pudo comprobarse al final del experimento, cuando las flores presentaban un color verde muy intenso indicando con esto la presencia de carotenoides en las flores.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Montalvo (2001) quien reporta un valor aproximado de 2.8g/100g vemos que existe un contenido menor de carotenoides en las variedades de flor de calabaza utilizadas para su investigación y en este caso una vez mas se hace notar la influencia que tienen las diferentes variedades utilizadas en la investigación.

**Cuadro 7.** Contenido de carotenoides en la flor de calabaza durante 15 días de almacenamiento

TRATAMIENTO	DIAS DE ALMACENAMIENTO					
	(g/100g)					
	0	3	6	9	12	15
Ziploc 8 °C	4.53 a	6.00 a	3.86 b	5.08 a	ND	ND
PBD 8 °C	3.74 a	6.06 a	5.37 ab	5.51 a	ND	ND
Ziploc 4 °C	3.74 a	4.14 a	4.92 ab	5.13 a	5.00 a	ND
PBD 4 °C	4.53 a	4.32 a	6.42 a	5.30 a	7.15 a	ND

Valores con la misma letra dentro de una misma columna son estadísticamente iguales Duncan,  $\alpha = 0.05$ . ND = No determinada.

## **5. CONCLUSIONES**

La temperatura de 4 °C resultó ser la que funciona mejor en la conservación de flor de calabaza, debido a que mantuvo a esta en buen estado para su mercadeo durante doce días de almacenamiento, mientras que la temperatura de 8° C solo pudo mantener a la flor en condiciones óptimas durante 9 días de almacenamiento.

El tipo de empaque no fue un factor determinante en la conservación de la flor de calabaza, aunque es preciso mencionar que las flores empacadas en PBD (Polietileno de Baja Densidad) presentaron contenidos ligeramente mayores en cuanto a las propiedades fisicoquímicas como son: carotenoides, almidón, cenizas y proteína con respecto a las flores empacadas en bolsa ziploc.

## **6. RECOMENDACIONES PARA TRABAJOS FUTUROS**

En los siguientes trabajos de investigación habrá que considerar el tiempo que transcurre de la cosecha de las flores, a la conservación debido a que este puede ser un factor causante de variación en los resultados finales, es decir, se recomienda realizar el almacenamiento a la brevedad posible después de cosechar las flores.

Los trabajos futuros deben enfocarse a evaluar diferentes tipos de empaques, el empleo de diferentes temperaturas, así como el uso de las atmósferas controladas y las mezclas de gases con objeto de conservar a la flor de calabaza en buen estado durante un periodo mayor de almacenamiento.

## **7. Bibliografía.**

- Aebi, H. 1984. Catalaza *in Vitro*. Methods Enzymol. 105:121-126.
- Bradford, M.M.1976. A rapid and sensitive Method for quantitation of microgram quantities of proteing utilizing the principles of protein-dye binding. Anal. Biochen. 72:248-254.
- Chance, B. and A. C. Maehly. 1955. Assay of cataleses and peroxidases. In: Methods in Enzimology 2, Ed. Colowick, S. P. and Kapla., N. O. Academic Press, New York. 2:764-775.
- Franco, M., A. L.; Marriescurrena, B., D.; Pérez, H., A.; Mendoza , C., Z. L.; Valdez, G., Y.; Velásquez, G., G.; y Barcenas, O., N. 1998. Delicias culinarias de la floricultura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. México. 7 p.
- Griffin, R. C. Sacharow, S. and Brody, A. L. 1985. Principies of Packase development, Second Edition. AVI Publishing Company, Inc, Westport, Connecticut, USA. 337 pp.
- Guenkov, G. 1974. Fundamentos de Horticultura Cubana. La Habana, Cuba. pp. 169-172.
- Hardenburg, R. E. 1971. Effect of an-package enviroment on keeping quality of fruit and vegetables. Hort Science 6(3): 198.
- Hardenburg, R. E. 1988. Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica. pp.26-28 y 91-110.
- Hardenburg, R. E.; Watada, A., E. and Wang, C. Y. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. US Dept of Agricul. Handbook No. 66. 130 p.
- Hotchkiss, J. H.1992. Empacado de productos hortícolas. En: Fisiología y Tecnología Postcosecha de Productos Hortícolas. (Ed. Yahia E., M. E Higuera C., J.). Ed. Limusa, Hermosillo, Sonora, México. pp. 127-147.
- Hunter J. J. (S/A). Squash summer. U.C. Davis, Vegetable Research and Information Center. University of California Cooperative Extension Vegetable Specialist, Riverside Campus.
- Knee, M. and I.M. Bartley. 1981. Composition and metabolism of cell wall. Polisaccharidos in ripening fruit. En Recept Advances in the Biochemistry

- Fruits and Vegetables (Ed.). RJEDS. RHODES MJC. Academic Press. pp. 133-145. Little A. 1975. Off o tangent. J. Food. Sc; 40: 410-411.
- Lira S. R. 1995. Estudios Taxonómicos y Ecogeográficos de las cucurbitáceas Latinoamericanas de importancia económica. Systematic and Ecogeographic Studies on Crop. IPGRJ. Roma, Italia. Instituto de Biología, UNAM, Méx. 281 p.
- Liu F., W. 1992 Sistemas de almacenamiento para productos hortícolas. En: Fisiología y Tecnología Postcosecha de Productos Hortícolas. (Ed. Yahia E., M. e Higuera C., J.). Ed. Limusa, Hermosillo, Sonora, México. pp. 103-117.
- López M., G., Vallejo, C. and Martínez, M. L.1998. Flavor análisis of squash blossoms (*Cucúrbita pepo*): volatile and fatty acid contents. Recent Research Developments in Agriculturai and Food Chemistry.
- Martínez M. A., y García M. F. 1998. Descripción agronómica y morfológica de colectas de calabaza (*Cucúrbita pepo*, *C. moschata*, *C. angyrosperma*) criollas. Tesis Profesional de Licenciatura. Dpto. Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Martinez- Tellez, M.A. and M.T. LaFuente.1993) Chilling-induced changes in phenylalanine ammonia-lyase, peroxidase and polyphemol oxidase activities in citrus flavedo tissue. Acta Horticulturae 343:257-263.
- Molina F., M. y O. Torrallardona S. 1970. Frigoconservación y manejo de frutas, flores y hortalizas. Ed. AEOOS. Barcelona, España. 162 p.
- Montalvo, O. 2001. Tesis Profesional de Licenciatura. Dpto. Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Morales B., C. 1994. Estudio preliminar sobre el efecto de los surfactantes en la vida postcosecha de algunas flores de corte. Tesis profesional. UACH. Chapingo, México.
- Muñoz, M. y Chávez, V. A, 2005. Tablas de valor nutritivo de los alimentos. Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Subirán". México, D.F. Pág. 80 p.
- Ortega O., y M. L.; Rodríguez. 1979. Estudio de carbohidratos en variedades mexicanas de frijol (*Phaseolus vulgaris* y *P. coccineus* L.). Agrociencia. 37:33-49.
- Pantastico, E. B. 1975. Postharvest physiology handling and utilization of tropical fruti and vegetables. IVI Pub. Co., Westport, C.T. Florida, USA. 560 p.
- Paulin, A. and K. Mulaway. 1979. Perspective in use of growth regulators to increase the cut flowervase life. Acta Hort. 91: 135-141.
- Pérez G., M.; Márquez S., F.; y Peña L, A.1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 380 p.

- Ramos C., M. G. y Martínez T., M. A. 1998. Efecto del manejo postcosecha en la susceptibilidad del daño por frío y la actividad polilactoronasa en calabaza zuchini. *Revista Horticultura Mexicana*. Volumen VI. pp.42-55.
- Reid, M. S. 1981. Memoria de seminario sobre manejo y conservación de frutas, hortalizas
- Saenz O., L. 1994. Estudio sobre la fisiología de la frigoconservacion de tunas y daños por frío. Tesis de Maestría en Ciencias. CP. Montecillos, México. 74 pp.
- SARH. 1998. Anuario de producción. Vol. 51. Roma, Italia. pp. 130-131.
- Talavera, H.1999. El poder curativo de las flores mexicanas. Selector, S.A. de C.V. México, D. F. pp 27-29.
- Thompson, A. K. 1996. Postharvest technology of fruit and vegetables. Editorial Blackwell Science, Inc. Combridge, USA. pp 57-94.
- Watada, A. E., R. C. Herner, A. A. Kader, R.J. Romani, and G. I. Staby. 1984. Terminology for the description of development stages of horticultural crops. *HortScience*. 19: 20-21.
- Witham, F.; H.; D. F. Blayder; R.M. Devlin. 1971. Experiments in plant physiology. Van Nostrand Company. New York. 245 p.
- Zagory, O.; Reid, M. S y Rodríguez, L. 1992. Manejo postcosecha de flores cortadas y plantas ornamentales. En *Fisiología y Tecnología postcosecha de productos hortícolas*. Ed. Limusa. México, O. F. pp 239-251.

8. ANEXOS



(a)



(b)



(a)



(b)



(a)



(b)



(a)



(b)



(a)



(b)



(a)



(b)