

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Cambios físico-químicos en la calidad poscosecha de calabacita Zucchini  
(*Cucurbita pepo* L) bajo distintas condiciones de almacenamiento.**

**POR:**

**PATRICIA JANET MIGUEL HERNÁNDEZ**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial**

**para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**JUNIO DE 2013.**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Cambios fisico-químicos en la calidad poscosecha de calabacita Zucchini  
(*Cucurbita pepo* L.) bajo distintas condiciones de almacenamiento.

POR:

PATRICIA JANET MIGUEL HERNÁNDEZ

TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR

ASESOR PRINCIPAL



DR. PABLO PRECIADO RANGEL

ASESOR:



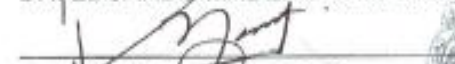
DRA. MARÍA DOLORES MUY RANGEL

ASESOR:



DR. EDUARDO MADERO TAMARGO

ASESOR:



ING. JUAN MANUEL NAVÁ SANTOS

DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS   
de la División de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2013.

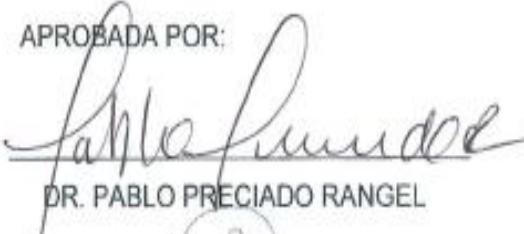
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DE LA C. PATRICIA JANET MIGUEL HERNÁNDEZ QUE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:


PRESIDENTE:

  
DR. PABLO PRECIADO RANGEL

VOCAL:

  
DRA. MARÍA DOLORES MUY RANGEL

VOCAL:

  
DR. EDUARDO MADERO TAMARGO

VOCAL:

  
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

  
DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



División de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2013.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS:** Por tantas bendiciones que me dio, por darme la oportunidad de haber tenido una familia maravillosa que cree en mí y que se ha esforzado para lograr mis sueños y apoyarme siempre que lo necesito.

**A MI ALMA TERRA MATER:** Por abrirme sus puertas y hacer de mí una mejor persona, por apoyarme durante mi formación como profesionista y ayudarme en la elaboración de este proyecto ya que gracias a la ayuda de sus profesores fue posible llevarlo a cabo.

**Al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. Unidad Culiacán.**

Por ofrecerme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación y poner a mi disposición el material y las herramientas necesarias para lograr la elaboración de mi tesis y por confiar en mí.

A los técnicos, Rosalba Contreras, Yazmin Flores, Werner Rubio por la gran ayuda que me brindaron para realizar los análisis y terminar con éxito este trabajo.

**A MIS ASESORES:** Dr. Pablo Preciado Rangel, Dra. María Dolores Muy, Dr. Eduardo Madero y al Ing. Juan Manuel Nava. Gracias por ayudarme en todo momento y ser posible iniciar y culminar la investigación. Al Dr. Pablo que en el encontré a un gran maestro pero sobre todo a un amigo y a la Dra. María Dolores Muy por todo su apoyo y confianza.

**A MIS MAESTROS:** Gracias por contribuir en mi educación, por enseñarme que un número no refleja el conocimiento adquirido, por encontrarme en el trabajo de equipo y poner a mi alcance un gran número de herramientas necesarias para salir adelante y destacar como profesionista. Dr. Pablo Preciado Rangel, Dr. Eduardo Madero Tamargo, Dr. Ángel Lagarda Murrieta, Ing. Francisca Sánchez Bernal, MC. Víctor Martínez Cueto, Ing. Francisco Suarez García, Ing. Juan de Dios Ruiz de la Rosa y al Dr. Pedro Cano Ríos.

**A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE GENERACIÓN:** Gracias por todo el apoyo, por darme muchos días felices y llenos de risas y de enojos, por dejarme entrar en sus vidas y compartir un poquito de cada uno de ustedes, por poder contar con ustedes cuando los necesitaba. Juan Ramón, Daniel, Abraham, Saturnino, Hugo Daniel Chacón, José Luis, Marco, Fernando, muchas gracias amigos.

**A mis amigos del Centro de Investigación (CIAD, A.C Unidad Culiacán).**

Para aquellos amigos que han compartido conmigo un poco de su tiempo en el plano personal durante esta larga estancia en la ciudad de Culiacán Sinaloa: Luis Horacio, David Domínguez, Gerardo Valles, Claudio Alan, Gonzalo Antonio, Werner Rubio, Abraham Hermosillo, Wendy Salas y Yucari, con los que compartí muchas actividades extras y conversaciones, de quienes siempre he recibido palabras de aliento.

**A la señora Margarita García Zapata y familia:** por abrirme las puertas de su casa y considerarme con una amiga, por darme una palabra de aliento en los momentos difíciles, por ayudarme en todo momento y enseñarme a valorar las cosas y seguir luchando por mis sueños muchas gracias Mage por permitirme formar parte de tu familia de todo corazón gracias amiga.

## DEDICATORIAS

### **A MIS PADRES:**

**Sra. Aureliana Hernández Luz y Sr. Aquilino Pedro Cortez.**

Gracias por darme la vida, y todo el amor y cariño, por estar conmigo en las buenas y malas. Por apoyarme en los momentos que más los necesitaba, por ayudarme en cumplir mis sueños y en terminar mis estudios. Por brindarme su ayuda en todo este recorrido.

**A MIS HERMANOS:** Gracias por darme momentos felices, por hacerme feliz con sus risas, por contar con ustedes y con su ayuda. Los quiero Rosa Pedro Hernández y Javier Pedro Hernández (mi manis).

### **A MIS ABUELITOS:**

**Herminio Hernández Gutiérrez y Herminia Luz José**

**Silvino Pedro Cruz y Amelia Cortez Santiago**

De todo corazón estoy agradecido con ustedes por darme su cariño cuando era una niña, por cuidar de mi cuando lo requería, por ayudarme a seguir con mis estudios muchas gracias papá, mamá los quiero siempre estarán en mi corazón.

**A MIS TIOS:** Gracias por todo el apoyo que me han brindado en los buenos y malos momentos, por preocuparse y cuidar de mí, porque puedo contar con ustedes cuando lo necesito, por apoyarme en seguir con mis estudios y enseñarme que los sueños se hacen realidad con esfuerzo y dedicación. Los quiero mucho, Fernando, Herminio, Tereso, Félix, Juventino, Gerardo y a mis tías.

<b>Índice</b>	<b>Página</b>
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIAS.....	Vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	Xii
ÍNDICE DE CUADROS.....	Xiii
RESUMEN.....	Xiv
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
Objetivo general.....	17
Objetivos específicos.....	17
Hipótesis.....	17
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
Generalidades del cultivo de la calabaza.....	18
Origen de la calabaza.....	18
Importancia económica de la calabaza.....	18
Clasificación taxonómica de la calabaza.....	20
Características morfológicas de la calabaza.....	20
Raíz.....	20
Tallo.....	20
Hojas.....	21
Flores.....	21
Fruto.....	22
Valor nutricional.....	22
Requerimientos edafoclimaticos.....	23
Humedad.....	23
Temperatura.....	23
Luminosidad.....	24
Suelo.....	24
Siembra.....	24
Marco de plantación.....	25
Prácticas culturales.....	25
Aclareo.....	25



Aporque.....	25
Tutorado.....	25
Deshojado.....	25
Riego.....	26
Limpieza de flores.....	26
Raleo de frutos.....	26
Plagas y enfermedades.....	26
Cosecha.....	27
Índice de cosecha.....	27
Factores de precosecha en la calidad poscosecha.....	28
Agronómicos.....	28
Ambientales.....	30
Genéticos.....	31
Fisiológicos.....	31
Índices de corte de calabacita, según compañía.....	32
Calidad poscosecha de frutas y hortalizas.....	32
Índices de calidad.....	33
Características de la norma mexicana de calidad .....	33
Característica de calidad.....	38
Firmeza.....	39
Pérdida de peso.....	40
Color.....	41
Cambios químicos en poscosecha.....	44
Sólidos solubles totales (°Brix).....	44
Potencial de hidrogeno (pH).....	44
Acidez titulable.....	45
Acido málico.....	46
Almacenamiento de frutas y hortalizas.....	47
Temperatura.....	47
Temperatura optima.....	48
Humedad relativa (HR).....	48

Déficit de presión de vapor.....	48
Tasa de respiración.....	49
Condiciones de almacenamiento.....	49
Atmosferas controladas.....	50
Atmosfera modificada.....	50
Fisiología poscosecha de frutas y hortalizas.....	51
Clasificación fisiológica de los frutos.....	51
Respiración.....	52
Etileno.....	52
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>54</b>
Lavado de los frutos.....	54
Selección de los frutos.....	54
Diseño experimental.....	54
Calibración de los equipos de laboratorio.....	55
Neutralización del agua destilada.....	55
Calibración del titulador.....	55
Calibración del refractómetro.....	56
Análisis físicos de calidad.....	56
Pérdida de peso.....	56
Firmeza.....	57
Color externo.....	57
Variables químicas de calidad.....	57
Potencial de hidrogeno (pH).....	57
Acidez titulable.....	58
Sólidos solubles totales (°Brix).....	58
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>59</b>
<b>Variables físicas de calidad.....</b>	<b>59</b>
Pérdida de peso.....	59
Firmeza.....	61

Color.....	64
Luminosidad (L).....	64
Cromaticidad (C).....	66
Ángulo de matiz (°Hue).....	66
<b>Variables químicas de calidad.....</b>	<b>69</b>
pH y Acidez Titulable.....	69
Sólidos solubles totales.....	69
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>73</b>

## Índice de figuras

Página

<b>Figura 1.</b> Diagrama del sistema de notación de color L, a, b, cromaticidad (croma y ángulo de matiz (°Hue) (MINOLTA, 1993).....	43
<b>Figura 2.</b> Pérdida de peso en tres cultivares de calabacita almacenadas bajo diferentes condiciones de almacenamiento: a) 93% de HR, b) 75% de HR.....	60
<b>Figura 3.</b> Perdida de firmeza en frutos de calabacita cv. Zucchini almacenados a 10°C durante 20 días bajo condiciones de humedad relativa de a) 90 y b) 70%.....	63
<b>Figura 4.</b> Variación de color externo expresada en valores de luminosidad (L) en frutos de calabacita Zucchini almacenados a 10°C durante 20 días bajo condiciones de humedad de: a) 93% HR y b) 75% HR.....	65
<b>Figura 5.</b> Variación de saturación de color expresada en valores de Cromaticidad (C) en frutos de calabacita Zucchini almacenadas a) 93 y b) 75% de HR durante 20 días.....	67
<b>Figura 6.</b> Variación de color externo expresado en valores de Ángulo de matiz (°Hue) en frutos de calabacita Zucchini almacenados a 10°C durante 20 días bajo condiciones de humedad relativa de a) 93 y b) 75%.....	68

<b>Índice de cuadros</b>	<b>Página</b>
<b>Cuadro 1.</b> Tamaño para Calabacita italiana.....	35
<b>Cuadro 2.</b> Tamaño para Calabacita criolla.....	36
<b>Cuadro 3.</b> Tolerancias de tamaño para frutos de calabacita.....	37
<b>Cuadro 4.</b> Tolerancias de defectos para frutos de calabacita.....	38
<b>Cuadro 5.</b> Parámetros químicos de calidad en frutos de calabacita Zucchini almacenados a 10°C durante 20 días bajo condiciones de humedad relativa de 93%.....	70
<b>Cuadro 6.</b> Parámetros químicos de calidad en frutos de calabacita Zucchini almacenados a 10 °C durante 20 días bajo condiciones de humedad relativa de 75%.....	71

## RESUMEN

Sinaloa es considerado en México y en el mundo como una entidad potencialmente agrícola, donde se concentra gran parte de la producción de hortalizas del país. Entre ellas sobre sale la calabacita, hortaliza de gran demanda a nivel nacional e internacional, Esta hortaliza presenta características físicas y químicas altamente perecedera, por lo que requiere cuidado durante el manejo de las diferentes etapas de pre y poscosecha. El objetivo de esta investigación fue estudiar la calidad poscosecha de calabacita Zucchini en su madurez comercial de las variedades Enterprise, Pascola y Huracán en relación al comportamiento físico y químico bajo distintas condiciones de almacenamiento a 10°C y humedad relativa (HR) del 93 y 75%. Para la calidad de los frutos se evaluaron las variables físicas como pérdida de peso (%), firmeza (Nw), color externo (luminosidad, cromaticidad y ángulo de matiz) y en las variables químicas se analizó el potencial de hidrógeno (pH), acidez titulable (% de ácido málico) y la cantidad de sólidos solubles totales (°Brix) por un periodo de 20 días realizando los análisis cada 5 días. Durante el almacenamiento se observó que los frutos almacenados por 5 días a 75% de HR alcanzaron un 10, 8 y 6% de pérdida de peso en las calabazas Enterprise, Pascola y Huracán, respectivamente, con una reducción significativa durante el almacenamiento a 93 % HR con 6, 4 y 2%, para los mismos materiales. Con respecto a los valores de firmeza los frutos presentaron diferencia en ambas condiciones y entre variedades, los frutos almacenados a 93 y 75% de HR perdieron drásticamente la firmeza los primeros 5 días de almacenados respectivamente siendo la variedad Pascola la de mayor consistencia. El color de los frutos fue diferente entre los materiales, siendo los cv. Enterprise de color amarillo las de mayor luminosidad y menor ángulo de matiz, sucediendo lo contrario en Pascola de color verde oscuro; las diferencia en almacenamiento no afectó el color de las calabacitas. De manera general las calabacitas mostraron un pH promedio de 6.8, son de baja acidez con 0.12% ácido málico y 5.8°Brix. Es evidente que el uso de condiciones de baja humedad relativa para calabacitas afectó de manera significativa la pérdida de peso y la calidad de los frutos.

**Palabras claves:** calidad, poscosecha, almacenamiento, Zucchini

## INTRODUCCIÓN

Las frutas y hortalizas responden a un tiempo límite de almacenamiento, ya que después de ser cosechadas continúan con los procesos fisiológicos y bioquímicos que inducen a la maduración y senescencia (Shewtelt, 1990). El manejo adecuado de los productos hortofrutícolas desde que están en el campo hasta la comercialización, permite mantener frutos con una buena calidad y mayor vida de anaquel.

Las calabacitas se consumen en diversos estados de madurez fisiológica denominados madurez hortícola y se consideran frutos inmaduros dentro de la amplia familia de las cucurbitáceas. Dependiendo del cultivar y de la temperatura, el periodo de floración a cosecha para calabacita amarilla Zucchini puede ser de 45 a 60 días de cuello recto o de cuello curvo y calabacita tipo Escalopa de 75 días (Suslow y Cantwell, 2012).

La calidad de las calabacitas se basa en la uniformidad, en lo tierno de la piel y del tejido interno, en la firmeza global, 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 (Suslow y Cantwell, 2012).

La calabaza es una hortaliza sensible al manejo, debido a que es cosechada en estado de desarrollo inmaduro, proceso que induce una elevada actividad metabólica, lo que favorece al deterioro de estructuras celulares, pérdida de agua y concentración de solutos. Estos procesos, a su vez aceleran el comportamiento fisiológico de las frutas y hortalizas e incrementa la velocidad de transpiración, respiración y pérdida de calidad (Bafeel y Moftah, 2008).

El fruto de calabacita es considerado como no climatérico, el cual se cosecha en un estado temprano de crecimiento con pobre desarrollo de la cutícula, lo cual permite que se dañe fácilmente durante el manejo poscosecha, provocándole cortes, picaduras y abrasiones en la cáscara que en conjunto inducen a una mayor

transpiración y pérdida de calidad (Mohammed y Brecht, 2003; Cantwell y Suslow, 2004).

Los principales problemas poscosecha que se presentan en las frutas y hortalizas durante el periodo de almacenamiento son la pérdida de agua, que va asociada con la pérdida de firmeza, ocasionándose a la vez, daños en la pared celular del fruto (Shewlelt, 1990). Para calabacita, las condiciones óptimas de almacenamiento son de 5 a 10°C y HR = 95-98 % con un promedio de vida entre 1 a 2 semanas; temperaturas de exposición inferiores a 5°C por 2 a 3 días se induce el daño por frío en el producto y la pérdida total de su calidad (Suslow y Cantwell, 1998; McGregor, 1987; Kader, 2002). Para la calabaza Zucchini se reportan síntomas de manchas circulares de color café oscuras en la piel, que dan como resultado la pérdida de la integridad celular, daño en la membrana y pared celular del tejido, cuando los frutos son almacenados por 1 o 2 días por debajo de los 5°C (Martínez *et al.*, 2002).



## **OBJETIVO GENERAL**

Estudiar la calidad poscosecha de calabacita Zucchini en relación al comportamiento físico y químico bajo distintas condiciones de almacenamiento.

### **Objetivos específicos**

Estudiar el comportamiento de las variables físicas de calidad como: firmeza (Nw), pérdida de peso (%) y color (luminosidad, cromaticidad y ángulo de matiz:°Hue) en frutos de calabacita Zucchini (Enterprise, Pascola y Huracán) almacenados por 20 días a 10°C y humedad relativa de 93 y 75%.

Evaluar el comportamiento de variables químicas de calidad como: potencial de hidrogeno (pH), acidez titulable (% de ácido málico) y sólidos solubles totales (°Brix) en frutos de calabacita Zucchini (Enterprise, Pascola y Huracán) almacenados por 20 días a 10°C y humedad relativa de 93 y 75%.

### **Hipótesis**

Las diferentes condiciones de humedad relativa durante el almacenamiento de calabacita Zucchini afectan sus características físicas y químicas de calidad.

Las calabacitas Enterprise, Pascola y Huracán son diferentes en variables físicas y químicas de calidad.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades del cultivo de la calabaza

La calabacita pertenece a la familia *Cucurbitácea*, la cual consta de 100 géneros y 850 especies, con una gran distribución en todo el mundo en regiones tropicales y semitropicales, y son muy abundantes en México. Dentro de la familia están: *Cucurbita pepo*, *Cucurbita máxima*, *Cucumis sativus*, etc. (Rodríguez y Porras, 2002).

El cultivo de la calabaza ha sido importante desde épocas prehispánicas en el desarrollo de las primeras civilizaciones de América, ha sido un elemento común y parte fundamental en la agricultura tradicional de subsistencia que se practica en Latinoamérica. Las diversas especies se producen en condiciones ecológicas bastante amplias, crecen desde altitudes cercanas a nivel del mar, hasta mayores a los 2,000 msnm (Lira-Saade, 1995).

El cultivo de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) fue importante en el desarrollo de las primeras civilizaciones de América, siendo aun popular en México y en la mayoría de los países americanos donde existen variedades criollas para una determinada región (Pérez *et al.*, 1997). La familia Cucurbitácea es un grupo taxonómico que ofrece un amplio número de especies que son utilizadas para la alimentación del ser humano. Entre estas especies se encuentra la Calabacita y particularmente el Zucchini que es una hortaliza no tradicional y que puede ser cultivada durante todo el año en Ecuador, siempre que se disponga de un sistema de riego adecuado (Barahona, 2003).

### Origen de la calabaza

El origen de la calabaza no está del todo claro, por una parte parece ser originaria de Asia, otras fuentes lo atribuyen a la zona de México; siendo una de las especies que introdujeron los españoles en Europa, durante la época del descubrimiento de América (Mohammed y Brecht, 2003).

Según Lira y Montes (2002), la calabacita es originaria de México y América Central; donde existen restos antiguos encontrados en México en el valle de Oaxaca (8700 A.C. – 700 D.C.) y en las cuevas de Ocampo y Tamaulipas (7000 – 5000 A.C.).

### **Importancia económica de la calabaza**

A nivel mundial se cultivan un gran número de productos hortofrutícolas, estos se desarrollan de acuerdo a ciertas condiciones específicas de climas y suelos. Debido a la gran demanda de estos cultivos, anualmente la producción de frutas y hortalizas se encuentra en ascenso. En el 2008, China ocupó el primer lugar en producción en toda clase de calabazas, generando \$ 1'087,387 miles de dólares siguiéndole la India, Ucrania, Estados Unidos, Egipto y ocupando el noveno lugar México con \$ 98,638 millones de dólares (FAO, 2010).

México es uno de los principales productores de calabazas en el mundo, donde *Cucurbita pepo* es la única especie que se cultiva a nivel comercial en este país. En el ciclo agrícola 2008 se registró casi 26,165 ha sembradas en condiciones de temporal y riego, con un rendimiento promedio de 14.3 t·ha<sup>-1</sup>. Las de tipo criollo sólo registraron 2,144 ha sembradas, con un rendimiento promedio de 14 t·ha<sup>-1</sup> (SAGARPA, 2010).

La producción para el año 2009 de calabacita fue de 464,096 toneladas a nivel nacional y los principales estados productores fueron: Sinaloa, Sonora, Puebla, Morelos, entre otros. El estado de Sinaloa ocupó el primer lugar en producción nacional de esta hortaliza con 125,470 toneladas durante el ciclo otoño-invierno/2009 por tal motivo dicha hortaliza se ubica dentro de las cuatro especies hortícola mas importante en el estado (SAGARPA, 2010).

## Clasificación taxonómica de la calabaza

Según Huber (1867) la calabaza tiene la siguiente clasificación taxonómica.

Reino.....Plantae  
División.....Magnoliophyta  
Clase.....Magnoliopsida  
Orden.....Violales  
Familia.....Cucurbitaceae  
Género.....*Cucurbita*  
Especie.....*argyrosperma*  
Nombre común.....Calabaza

## Características morfológicas de la calabaza

*Cucurbita pepo* presenta plantas de tipo rastrero de  $6.27 \pm 2.07$  m de largo, trepadoras, o algunas veces de hábitos sub arbustivos y arbustivos, anuales (Martínez y García, 1998). La calabaza tipo Zucchini es una planta monoica lo cual significa que en el mismo pie de planta se desarrollan flores masculinas y femeninas solitarias, vistosas por sus colores amarillo anaranjado, axilares, grandes y acampanadas (Martínez, 2003).

## Raíz

Las raíces de la planta de calabacita son de tipo fibroso, extenso y profundo, después de la germinación de la semilla, estas rápidamente forman una raíz fuerte que puede penetrar hasta 50 cm en el suelo (Pérez *et al.*, 1997). La calabaza tipo Zucchini presenta una raíz pivotante muy desarrollada en relación a sus raíces secundarias, las cuales se desarrollan de manera superficial. Existe la posibilidad de aparición de raíces adventicias en los entrenudos de los tallos cuando hay contacto con una superficie húmeda (Universidad Politécnica de Valencia, 2003).

## Tallo

El tallo es rígido herbáceo, cubiertos de pequeñas espinas, redondo con cinco bordes a lo largo pudieron 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).

En el Zucchini el tallo presenta un crecimiento en forma sinuosa. Es cilíndrico, grueso, de superficie pelosa, áspero al tacto y con entrenudos cortos, de los que salen las hojas, flores, frutos y zarcillos (Infoagro, 2003).

### **Hojas**

Las hojas son láminas de consistencia herbácea y anchas ovaladas sobre peciolo 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 aserraderos (Martínez y García, 1998).

En la calabaza Zucchini las hojas son de limbo grande con 5 lóbulos pronunciados de margen dentado. Puede o no tener manchas blancas dependiendo de la variedad. El haz es glabro y el envés es áspero y está recubierto de fuertes pelos cortos y puntiagudos a lo largo de las nervaduras (Universidad Politécnica de Valencia, 2003).

### **Flores**

Las flores masculinas se encuentran sobre los pedicelos de 6 a 25 cm de largo; receptáculo campanulado, 9 a 12 cm de largo y de 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, glabrecente con la edad, el receptáculo muy reducido, estilo de 8 a 15 mm de largo; tres estigmas bicobados (Martínez y García, 1998).

Las flores son unisexuales, monoicas, es decir, los órganos masculinos y los femeninos se presentan en la misma planta, pero en distintas flores, estas se encuentran en las axilas de las hojas y son grandes y amarillas. Las flores femeninas tienen un ovario ínfero, tricarpelar, trilocular y con muchos óvulos sobre

tres placentas parietales que al crecer se juntan en el centro del ovario formando una masa carnosa; 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 (Martínez y García, 1998).

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 (Martínez y García, 1998).

### **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).

En las calabacitas Zucchini el fruto es un pepónide carnoso que presenta una cavidad central de forma alargada y cilíndrica. Su superficie es lisa aunque también existen frutos verrugosos. El color es variable, puede ser verde, blanco y/o amarillo (Barahona, 2003).

### **Valor nutricional**

La calabacita presenta cualidades nutricionales notables. En 100 gramos de Zucchini se tiene 90 – 95% de agua, 0.30 – 1.8 g de proteínas, 1.7 – 2.05 g de glúcidos, 0.20 – 0.40 g de lípidos, 100 – 400 unidades internacionales de vitamina A, 0.05 – 0.07 mg de vitamina B<sub>1</sub>, 0.04 – 0.09 mg de vitamina B<sub>2</sub>, 15 – 20 mg de vitamina C, 21 mg de fósforo, 18 mg de calcio, 0.6 mg de hierro y 10 – 18.2 calorías (Infoagro, 2003).

## **Requerimientos edafoclimaticos**

El Zucchini no es muy exigente en cuanto a los requerimientos edafoclimáticos. La temperatura de germinación varía entre 20 a 25°C. Una vez en el campo, durante la fase vegetativa, la planta requiere de 25 a 30°C, mientras que en la floración la temperatura debe ser de 20 a 25°C (Martínez, 2003).

## **Humedad**

La humedad para el desarrollo de éste cultivo oscila entre 65 y 80 %. El Zucchini posee gran cantidad de agua (alrededor del 95%) lo que significa que debe existir una disponibilidad suficiente de agua; sin embargo, humedades muy altas ocasionan problemas fitosanitarios (Barahona, 2003).

Un exceso en la humedad ambiental aumenta considerablemente las probabilidades de enfermedades en el cultivo y un descenso provoca problemas en la fecundación así como deshidratación en los tejidos, por lo que disminuye el crecimiento vegetativo, se caen las flores y como consecuencia se puede llegar a comprometer seriamente la producción (Reche, 1997).

## **Temperatura**

Las exigencias que el cultivo tiene en cuanto a temperatura van a depender del momento del ciclo en el que se encuentre la planta, de manera que existe un rango óptimo para cada una de sus etapas de desarrollo.

Según Delgado (1999) la temperatura del suelo óptima para la germinación es de 20 a 25°C si bien existe un rango mayor en el que la germinación también puede llevarse a cabo, en este caso oscila entre los 15 y los 40°C, temperaturas inferiores o superiores respectivamente comprometen la viabilidad de la futura plántula.

El rango óptimo de temperatura para que se dé un desarrollo vegetativo adecuado oscila entre los 25 y los 35°C (Ruiz, 2001). Las plantas pueden crecer sin daños en un rango que va desde los 10°C hasta los 35°C, con temperaturas

inferiores o superiores se producen daños en frutos o deshidratación en la planta por exceso de transpiración respectivamente (Reche, 1997).

La temperatura ideal para la floración gira en torno a los 20 – 25°C (Ruiz, 2001), al igual que para la germinación o el crecimiento vegetativo el rango se amplía desde los 10 - 35° C, por debajo de los 10°C se produce la caída de la flor (Reche, 1997).

### **Luminosidad**

El Zucchini no es una planta demasiado exigente en lo que a luz se refiere, de manera que la duración del día no tiene una especial repercusión sobre su cultivo (Reche, 1997), sobre todo en zonas donde no es este un factor limitante, lo que lleva a que existan ciclos de cultivo que van desde el extra temprano hasta el tardío. A pesar de ello, siempre es necesario tener en cuenta el efecto positivo que la luz tiene sobre la fotosíntesis, la floración o la precocidad de los frutos, lo que sin duda repercutirá de manera directa en el incremento de la producción.

### **Suelo**

Barahona (2003) señala que éste cultivo no es muy exigente en cuanto al tipo de suelo, sin embargo prefiere suelos orgánicos, francos, profundos y bien drenados. Los valores de pH deben oscilar entre 5.5 – 6.8, mientras que la conductividad debe ser de 4 – 6 mmhos. Si bien es cierto que se adapta perfectamente a valores comprendidos entre 5 y 7 mmhos. En suelos no enarenados alcalinos, con valores superiores a 7 mmhos, pueden aparecer síntomas de carencias en determinados nutrientes (Ruiz, 2001).

### **Siembra**

El Zucchini es una planta de propagación sexual. Se siembra de forma directa, a pesar que también se puede hacer de manera indirecta a través de piloneras plásticas para su posterior trasplante; esto es cuando las plántulas alcanzan una altura de 12 cm o cuando poseen de 3 a 4 hojas verdaderas (Oirsa, 2003).



## **Marco de plantación**

La distancia entre plantas puede variar entre 40 y 90 cm. Se puede sembrar en doble hilera siguiendo una distribución tres bolillo, con una distancia de 40 cm entre hileras y de 60 a 100 cm entre doble hileras para lograr densidades de 15000 plantas por hectárea (Barahona, 2003).

## **Prácticas culturales de la calabaza**

### **Aclareo**

Es la eliminación de las plántulas cuando han nacido más de una por golpe en siembra directa. Se realiza cuando las plántulas presentan de 3 a 4 hojas verdaderas. En caso de ejecutar un segundo aclareo se recomienda cortar en la base del tallo en lugar de arrancarlas para evitar daños (Lira y Montes 2002).

### **Aporque**

Es cubrir con tierra el cuello de la planta para reforzarla y favorecer el desarrollo radicular (Lira y Montes 2002).

### **Tutorado**

Consiste en colocar un hilo de polipropileno, atado por uno de sus extremos a la planta y por el otro a guías que soportan su peso. Esta práctica se realiza en el momento que la planta comienza a perder su verticalidad para aprovechar mejor la iluminación, mejorar la ventilación, reducir el ataque de enfermedades y facilitar las labores y prácticas culturales (Infoagro, 2003).

### **Deshojado**

Se efectúa cuando las hojas bajas se encuentran muy envejecidas o cuando se presentan problemas a causa de falta de luminosidad o de aireación. No se debe eliminar demasiadas hojas pues influye directamente en la producción (Lira y Montes, 2002).

## **Riego**

Según Martínez (2003), es aconsejable realizar riegos cada 8 días con un acumulado de 600 mm. Se recomienda suprimir los riegos durante la floración.

## **Limpieza de flores**

Las flores del Zucchini caen cuando han cumplido su función y se descomponen rápidamente, por lo cual se debe realizar una limpieza ya que son una fuente potencial de inóculo de enfermedades (Lira y Montes, 2002).

## **Raleo de frutos**

Consiste en suprimir los frutos que presenten malformaciones, daños a causa de enfermedades, crecimiento excesivo, para eliminar posibles fuentes de inóculo y evitar el agotamiento de la planta (Infoagro, 2003).

## **Plagas y enfermedades**

El Zucchini es un cultivo susceptible a muchas plagas, tal es el caso de Araña roja (*Tetranychus urticae*), Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), Pulgón (*Aphis gossypii*), Trips (*Frankliniella occidentalis*), Minadores de hoja (*Liriomyza trifolii*), Orugas (*Spodoptera exigua*), Nemátodos (*Meloidogyne javanica*, *M. arenaria* y *M. incognita*), Diabrotica (*Diabrotica s.p*), Pulga saltona (*Epitrix cucumeris*) y Chicharrita (*Empoasca sp*) (Universidad Politécnica de Valencia, 2003).

Las enfermedades que más afectan a éste cultivo son: Cenicilla vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*), Cenicilla polvosa (*Erysiphe cichoracearum*), Antracnosis (*Colletotrichum lagenarium*), Podredumbre gris (*Botryotinia fuckeliana*), Podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum*), (Morales 2005 y Universidad Politécnica de Valencia 2003).

Los virus que afectan al Zucchini son: el Virus del Mosaico Amarillo del Zucchini (VMAZ), Virus del Mosaico del Pepino (VMP), Virus del Mosaico de la Sandía (VMS), Virus de las Venas Amarillas del Pepino (VVAP) y Virus de la Mancha Angular del Tabaco (VMAT) (Morales, 2005).

## **Cosecha**

Oirsa (2003), menciona que la cosecha se inicia aproximadamente a partir de los 60 días, si se pretende comercializar un producto tierno, o a los 120 días si se pretende un Zucchini maduro. La cosecha se debe realizar de manera manual mediante la utilización de tijera o cuchillo. Se recomienda cosechar con 1 o 2 cm de pedúnculo así como también evitar golpes. La cosecha se puede extender hasta por 2.5 meses.

Un Zucchini de calidad es aquel que presenta uniformidad, tejido interno y piel intactos (libres de manchado, cortaduras, magulladuras, abrasiones y picaduras), firmeza global, brillo de la piel y 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. En contratos comerciales se puede exigir longitudes y/o pesos determinados (Infoagro, 2003).

## **Índice de cosecha**

Las calabacitas se consumen en diversos estados de madurez fisiológica pero se les define como frutos inmaduros dentro de la amplia familia de las cucurbitáceas. Dependiendo del cultivar y de la temperatura, el periodo de floración a cosecha puede ser de 45 a 60 días para Zucchini, calabacita amarilla de cuello recto o de cuello curvo y la calabacita tipo escalopa, y de 75 días o más para las del tipo esponja tales como lufa. Los frutos se pueden cosechar en el tamaño deseado aun en estados muy inmaduros, antes de que las semillas empiecen a crecer y a endurecerse. La cascara blanda y delgada y el brillo externo son también indicadores de una condición prematura. El fruto completo es comestible ya sea crudo o cocinado, sin la eliminación de las semillas ni del tejido de la cavidad que las aloja. Los frutos jóvenes y pequeños son más tiernos y tienen por lo general un sabor generalmente dulce (Suslow y Cantwell, 2012).

## **Factores de precosecha que afectan la calidad poscosecha de frutas y hortalizas**

La preservación de la calidad de frutas y hortalizas se inicia en la precosecha, desde la selección de semillas, pasando por las labores culturales y de riego para finalmente llegar con éxito a la etapa de cosecha. A pesar de esta afirmación, es poca la investigación que se ha realizado sobre la influencia de los factores precosecha en la calidad poscosecha de las distintas frutas y hortalizas (Crisosto y Mitchell, 2007).

En la etapa de precosecha se determina la calidad del producto en el momento de la recolección, dando lugar al comportamiento en la vida útil poscosecha. Los factores precosecha que influyen sobre la calidad son muy diversos y están interrelacionados entre sí. Unos dependen intrínsecamente de la propia planta (la integración del flujo de energía, agua y nutrientes) y otros son de tipo genético, ambiental, agronómicos y fisiológicos. Debido a la diversidad de frutas y hortalizas que se producen comercialmente y a la carencia general de investigación que relacione los factores precosecha con la calidad poscosecha, es imposible generalizar afirmaciones sobre la influencia en los factores precosecha en la calidad final de frutas y hortalizas (Crisosto y Mitchell, 2007).

### **Agronómicos**

El estado nutricional es un factor importante para la calidad en el momento de la cosecha, así como en la vida poscosecha de frutas y hortalizas (Crisosto y Mitchell, 2007).

El equilibrio entre uno o más nutrientes afecta al crecimiento y estado fisiológico del fruto pudiendo originar desordenes fisiológicos, tanto por deficiencia como por una dosis excesiva (Soares-Gomes *et al.*, 2005). Los nutrientes como el Nitrógeno, Calcio y Fósforo son los que mayor interés tienen, al participar de forma activa en numerosos procesos metabólicos (Romojaro *et al.*, 2006). Dentro de éstos, el Nitrógeno es el elemento que mayor efecto tiene en la calidad de frutas y hortalizas (Crisosto y Mitchell, 2007). La aplicación de este nutriente varía

ampliamente entre productores y depende generalmente de la historia del cultivo, el tipo de suelo y de los resultados del análisis del mismo (Ericsson, 1988; Marschner, 1999).

El contenido de Nitrógeno está directamente relacionado con la síntesis de proteínas y carotenoides. En general, se considera que un contenido excesivo de nitrógeno se traduce en una mayor producción foliar a costa de una menor calidad del fruto; asimismo, su deficiencia es también adversa, provocando frutas con menor tamaño, sabor pobre, árboles con bajo rendimiento y en poscosecha la pérdida de agua durante el almacenamiento (Crisosto y Mitchell, 2007).

En las hortalizas, los niveles excesivos de Nitrógeno inducen retraso en la madurez e incrementan la incidencia de varias fisiopatías que disminuyen su calidad poscosecha; así, la pared grisácea o el obscurecimiento interno en el tomate, el tallo hueco del brócoli, la baja concentración de sólidos solubles en la patata, los lunares en los pimientos o la pudrición suave en tomates se ha asociado con altos niveles de Nitrógeno (Crisosto y Mitchell, 2007).

El exceso del mismo en el suelo puede afectar negativamente a la calidad de las hortalizas, induciendo cambios en su composición tales como la reducción en el contenido de ácido ascórbico (vitamina C), menor contenido de azúcares, menor acidez y proporciones alteradas de aminoácidos esenciales (Crisosto y Mitchell, 2007).

Otro factor que condiciona la calidad en el momento de la recolección y durante la conservación poscosecha es el contenido y momento de aplicación del agua de riego. La importancia de la disponibilidad de agua y de la humedad relativa ambiental está condicionada por los gradientes de potencial hídrico entre el tejido vegetal y el aire, ya que cuando la planta pierde agua se produce un flujo de la misma hacia las hojas, disminuyendo el aporte hídrico y de nutrientes al fruto. Cuando la pérdida de humedad es elevada, del orden del 5%, el turgor celular

puede verse afectado y en consecuencia la textura puede disminuir sensiblemente, sobre todo en los vegetales de hoja como espinaca y lechuga (Shackel *et al.*, 1991).

### **Ambientales**

Los factores ambientales, especialmente la temperatura y la intensidad de luz, tienen una fuerte influencia sobre la calidad nutricional de las frutas y hortalizas (Kader, 2007a).

Las altas temperaturas asociadas a una radiación solar intensa en el periodo precosecha originan un amplio abanico de alteraciones de color y pardeamientos, así como de las propiedades organolépticas debido a cambios en el contenido en sólidos solubles y acidez titulable (Romojaro *et al.*, 2006).

Los efectos directos inducen daños en las membranas celulares, proteínas y ácidos nucleicos, y los indirectos inhibición de la síntesis de pigmentos o degradación de los ya existentes, produciéndose una amplia gama de síntomas de escaldado y quemaduras. En manzanas, fresas y peras, se ha puesto de manifiesto una relación indirecta entre la temperatura y la firmeza, manteniéndose o aumentando cuando el nivel térmico no es elevado (Sams, 1999).

La calidad nutricional también puede sufrir modificaciones con la temperatura. Las temperaturas inferiores a 20°C favorecen el aumento de la vitamina C y las del grupo B, mientras que en tomate la acumulación máxima tiene lugar entre 27 y 30°C (Shewfelt, 1990).

La exposición a la luz determina el contenido de ácido ascórbico de los tejidos vegetales. En general, cuanto más baja sea la intensidad luminosa, menor será el contenido de ácido ascórbico en los tejidos vegetales. Aunque la luz no juega un papel directo en la absorción y metabolismo de elementos minerales por las plantas, la temperatura influye en el suministro de nutrientes debido a que la transpiración se incrementa con las altas temperaturas (Kader, 2007a).

## **Genéticos**

Los factores genéticos tienen gran influencia en la calidad sensorial, rendimiento, composición nutricional y vida poscosecha de las frutas y hortalizas (Crisosto y Mitchell, 2007). Ello provoca la existencia de muchos programas de mejora genética de frutas y hortalizas a nivel mundial, sobre todo, los orientados a reducir la incidencia y severidad del deterioro causado por plagas y condiciones ambientales adversas.

## **Fisiológicos**

El estado de madurez en la recolección tiene un papel esencial en la composición química del fruto y la calidad poscosecha de frutas y hortalizas (Kader, 2007a).

Durante la maduración se producen cambios bioquímicos y estructurales que originan cambios en los constituyentes, alcanzando el fruto las óptimas características sensoriales para el consumo. Sin embargo, y debido al manejo poscosecha, generalmente se cosechan en su madurez fisiológica y no en madurez de consumo (Kader, 2007a).

A pesar de que se han intentado establecer parámetros que permitan seguir la evolución de la maduración en la mayoría de los frutos, no se han podido establecer “índices de madurez” que permitan determinar el momento de recolección. El índice de madurez para un producto dado es una medida que puede utilizarse para determinar si un producto en particular posee la madurez requerida comercialmente (hortícola), y difiere sustancialmente de un cultivo a otro. Tradicionalmente, los métodos para determinar un índice de madurez han empleado el color, forma, tamaño, sabor, peso específico, sólidos solubles totales y acidez. Recientemente, algunos métodos no destructivos como el infrarrojo cercano, los acústicos, de imágenes de color y de conductancia térmica se han probado en frutas y hortalizas para medir el índice de madurez, siendo estos métodos más cómodos y fiables que los tradicionales (Asrey *et al.*, 2008).

El comportamiento de las frutas climatéricas y no climatéricas dificulta la posibilidad de optimizar el momento de la recolección con la calidad y la capacidad de conservación en poscosecha. En las especies climatéricas el aumento de la síntesis de etileno es responsable del inicio de la maduración, dotando al fruto de un mayor potencial para su regulación y de la posibilidad de continuar el proceso en la poscosecha. Mientras que en los frutos no climatéricos la posibilidad de actuación es muy limitada, ya que carecen de esta capacidad y deben recolectarse cuando han alcanzado su calidad de consumo (Romojaro *et al.*, 2006).

### **Índice de corte de calabacita, según compañía.**

Se recomienda cosechar frutas de calabaza que tengan por lo menos de 40 a 50 días después de la polinización, cuando estas ya deberán haber desarrollado una buena calidad de pulpa en cuanto a su sabor (cambio de almidones a azúcares), color (un amarillo-anaranjado intenso) y consistencia (un alto porcentaje de materia seca y bajo porcentaje de agua). Sin embargo, bajo condiciones de tiempo adverso o cuando una plantación es afectada de forma severa por plagas o enfermedades, se podrían cosechar frutas de por lo menos 30 días de edad.

Para el corte de las calabacitas tipo Enterprise se realizan cuando los frutos tengan un peso entre 200-225 gramos, una longitud de 17.8 a 20.3 cm y un diámetro de 4.44 cm. En el caso de Pascola se recomienda la cosecha cuando los frutos tengan de 175 a 200 gramos en su peso, de 17.8 a 20.3 cm de longitud y un diámetro entre 5.1 y 5.7 cm. En Huracán se recomienda cuando los frutos presenten pesos entre 175 y 200 gramos, longitudes de 12.7 15.2 cm con un diámetro de 3.8 a 5.1 cm (Syngenta, 2013).

### **Calidad poscosecha de frutas y hortalizas**

El almacenamiento de Zucchini se realiza a temperaturas entre 8 y 10°C y con humedades que bordean el 90 %. El producto se puede conservar hasta 10 días sin que pierda sus cualidades (Oirsa, 2003).



## **Índices de calidad**

Para conocer la calidad y vida poscosecha de una fruta u hortaliza es necesario saber cuál es el máximo rango permitido de deterioro de las variables que definen su calidad. Estos cambios se pueden presentar de manera lenta o acelerada dependiendo del cultivo en estudio, el manejo precosecha, poscosecha y de las condiciones de almacenamiento. La maduración de frutos es un proceso natural y se considera como el estado inicial de la senescencia. Durante la maduración ocurren cambios complejos bioquímicos que conducen al ablandamiento del tejido y al desarrollo de las propiedades sensoriales que le permitirá la aceptación del producto por el consumidor (Waldron *et al.*, 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 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), pudrición y amarillamientos en las variedades verde oscuro. Los grados de calidad de los Estados Unidos son U.S. No. 1 y No. 2 (efectivos a partir de enero 6, 1984) (Suslow y Cantwell, 2012).

### **Característica de la norma mexicana de calidad: NMX-FF-020-1982.**

Esta Norma Mexicana establece las características de calidad que debe cumplir la calabacita tierna (*Cucúrbita pepo*) destinada al consumo humano (CONAFRUT, 1981).

## **Definiciones**

### Definición del Producto

Para los efectos de esta Norma, se entiende por calabacita tierna al producto de la planta perteneciente a la familia de las Cucurbitáceas, del género *Cucúrbita* y especie *pepo* (CONAFRUT, 1981).

### **Defectos Menores**

Raspaduras superficiales que afectan hasta un 2 % de la superficie, heridas cicatrizadas de 1.0 cm. de longitud, leves quemaduras de sol y ligeras deformaciones (CONAFRUT, 1981).

### **Defectos Mayores**

Magulladuras y raspaduras que afectan hasta un 3 % y 5 % respectivamente, heridas cicatrizadas hasta de 2.0 cm. de longitud y quemaduras de sol que afectan hasta un 10 % de la superficie (CONAFRUT, 1981).

### **Defectos Críticos**

Magulladuras que afectan más del 3 %, heridas no cicatrizadas y deformaciones severas (CONAFRUT, 1981).

### **Clasificación y designación del producto**

La calabacita se clasifica de acuerdo a sus especificaciones en tres grados de calidad en orden descendente (CONAFRUT, 1981).

México Extra

México No. 1

México No. 2

El producto clasificado se designa por su nombre, tamaño y grado de calidad. El producto que no ha sido clasificado de acuerdo con alguno de los grados anteriormente enunciados designará como "No Clasificado". El término "No Clasificado" no es un grado dentro del texto de esta Norma, sino una designación que denota que ningún grado de calidad se ha dado al lote (CONAFRUT, 1981).

## Especificaciones

El producto objeto de esta Norma en sus diferentes grados de calidad, debe cumplir con las especificaciones siguientes:

Especificaciones Sensoriales, las calabacitas tiernas deben:

1. Estar bien desarrolladas, enteras, sanas, frescas, limpias y de consistencia firme.
2. Tener forma, sabor y olor característico de la variedad.
3. Estar exentas de humedad exterior anormal
4. Estar prácticamente libres de descomposición o pudrición.
5. Estar prácticamente libres de defectos de origen mecánico, entomológico, microbiológico, meteorológico y genético - fisiológico.
6. Color: El color externo de la calabacita tierna varía del verde oscuro al verde claro cremoso (en algunas variedades moteadas o estriadas) (CONAFRUT, 1981).

## Especificaciones Físicas

Tamaño

**Cuadro 1.** Tamaño para Calabacita italiana

TAMAÑO	DIÁMETRO POLAR (LONGITUD cm)
A	Menor de 8.5
B	8.5 – 10.0
C	10.1 – 11.5
D	11.6 – 13.0
E	mayor de 13.0

**Cuadro 2.** Tamaño para Calabacita criolla

TAMAÑO	DIÁMETRO ECUATORIAL (Cm)
A	Menor de 4.0
B	4.0 – 5.0
C	5.1 – 6.0
D	6.1 – 7.0
E	mayor de 7.0

El tamaño de la calabacita se determina con base a su diámetro ecuatorial para la calabacita criolla y en base a su diámetro polar (longitud) para la calabacita italiana, de acuerdo a los cuadros 1 y 2 (CONAFRUT, 1981).

**México Extra**

Las calabacitas dentro de esta calidad, se deben clasificar en los tamaños correspondientes a las letras B, C y D de los cuadros 1 y 2.

**México No. 1**

Las calabacitas dentro de esta calidad, se deben clasificar en los tamaños correspondientes a las letras A, B, C y D de los cuadros 1 y 2.

**México No. 2**

Las calabacitas dentro de esta calidad pueden clasificarse en cualquiera de los tamaños de los cuadros 1 y 2 (CONAFRUT, 1981).

**Especificaciones de Defectos**

**México Extra**

Estar prácticamente libres de cualquier defecto y dentro de las tolerancias establecidas para esta calidad.

**México No. 1**

Puede presentar como máximo un defecto menor y dentro de las tolerancias establecidas para esta calidad.

## **México No. 2**

Puede presentar como máximo un defecto mayor y dentro de las tolerancias establecidas para esta calidad (CONAFRUT, 1981).

## **Especificaciones de Presentación**

### **México Extra**

Las calabacitas deben ser envasadas siguiendo una rigurosa selección, dejando cada envase perfectamente presentado y su aspecto global debe ser uniforme en cuanto a tamaño, dentro de las tolerancias de tamaño establecido para esta calidad (CONAFRUT, 1981).

### **México No. 1 y México No. 2**

Las calabacitas envasadas pueden presentar variaciones en cuanto a homogeneidad de tamaño dentro de las tolerancias establecidas para tamaño para estas calidades (CONAFRUT, 1981).

## **Tolerancias**

Para las especificaciones físicas y de defectos, en las distintas calidades se permiten las tolerancias siguientes (CONAFRUT, 1981).

**Cuadro 3.** Tolerancias de tamaño para frutos de calabacita

calidad			
Tolerancia	México extra	México No. 1	México No. 2
Tamaño	5 %	10 %	15 %

## Tolerancia de defectos

Para todos los grados de calidad mencionados, se permitirán las siguientes tolerancias de defectos (CONAFRUT, 1981).

**Cuadro 4.** Tolerancias de defectos para frutos de calabacita

Tipo de defecto	Tolerancias en	
	Punto de embarque	Punto de arribo
Defectos críticos	4%	5%
Defectos mayores	6%	7%
Defectos menores	10%	12%
Acumulativo	10%	12%
Pudrición	0.5%	1%

En las tolerancias de tamaño y defectos, el porcentaje permitido se da para el lote. En calabacita el porcentaje que no corresponda a la designación declarada, se evalúa por conteo (CONAFRUT, 1981).

## Características de calidad

La palabra “calidad” proviene del latín “Qualitas”, que significa atributo, propiedad o naturaleza básica de un objeto. Sin embargo, en la actualidad y en sentido abstracto su significado es “grado de excelencia o superioridad” o idoneidad para un uso particular (Kader, 1985; Abbott, 1999). Con esta definición se puede decir que un producto tiene calidad cuando cumple los valores mínimos establecidos, o es superior en uno o varios atributos que son valorados objetiva o subjetivamente.

La calidad y rendimiento de la producción hortofrutícola es derivada del manejo de los factores pre-cosecha (Moccia *et al.*, 2006) los cuales deberían orientarse a la optimización de su impacto en la calidad poscosecha (Crisosto y Mitchell, 2007).

## **Firmeza**

Se define como la consistencia dura o blanda de la fruta y hortaliza, según sea el caso. A medida que va alcanzando su madurez fisiológica y sensorial, la fruta se va ablandando, por disolución de la lamina media y de las paredes celulares (Wills y Col, 1998). Este ablandamiento puede valorarse subjetivamente, presionando con el dedo pulgar, pero también puede medirse objetivamente, obteniendo una expresión numérica de la consistencia mediante equipos electrónicos “penetrometros”.

Esta medida se relaciona con el nivel de madurez y puede estar influenciada por la variedad del producto y la región y condiciones de cultivo. El penetrómetro se utiliza por productores, empacadores y distribuidores para contribuir a determinar la etapa de maduración de un fruto y por los vendedores al menudeo para establecer la presencia de un sabor agradable para el consumidor y la vida de anaquel para sus propios registros (Crisosto, 1994).

La firmeza es una de las características más importantes de los productos hortofrutícolas y es utilizada como herramienta para determinar el momento de corte en muchos frutos (Kader, 2002). Además, la consistencia asociada a la firmeza del fruto es considerada por el consumidor al momento de adquirir un producto (Bennett, 2002). El ablandamiento o la pérdida de firmeza ocurre de manera espontánea e irreversible durante la maduración de los frutos, se reduce la vida de anaquel, y limita la capacidad de manejo, procesamiento y distribución de productos a sitios alejados (Shewtelt, 1990).

Es fundamental para la aceptabilidad de los frutos y para su posible almacenamiento. Depende del momento de recolección y de la temperatura de almacenamiento; puede relacionarse con el color externo. La firmeza de los frutos va disminuyendo con el tiempo, pero esta disminución es más causada cuanto más alta es la temperatura de almacenamiento. No todos los frutos evolucionan con igual velocidad, por lo que es fundamental el seguimiento de cada uno por separado (Ruiz y Barreiro, 1996).

Las curvas de reducción de la firmeza resultan muy útiles para poder planificar aspectos como: Los períodos óptimos de almacenamiento, midiendo la firmeza inicial y en función de la temperatura de almacén se determinan los períodos máximos de almacenamiento. El momento en que el producto ha de ser puesto a la venta. Según la temperatura del punto de venta, prever el período máximo de venta. El valor inicial de ambos parámetros (firmeza y color) varía de una campaña a otra. Sin embargo la evolución del color de la piel y la firmeza una vez recolectada la fruta son paralelas. Están relacionadas, de forma que al conocer cómo va variando el color con el tiempo se podría predecir cómo varía la firmeza y viceversa. "No obstante, como el color depende de otros factores climáticos esta relación puede sufrir notables desviaciones entre campañas (Ruiz y Barreiro, 1996).

Orona *et al.* (2012) reportan para calabacitas cv. Raven al momento del corte presentaron un valor inicial de dureza de 117 Nw; durante el almacenamiento a 10 y 20 °C la dureza del fruto disminuyó un 88 y 98 %, respectivamente. La diferencia en los valores de dureza se relacionó con la pérdida de peso y la presencia de plasmólisis celular del tejido en ambas temperaturas.

### **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 solo 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 optima, para el almacenamiento de la mayoría de las cosechas hortícolas, se encuentran entre el 85 y 100%. La pérdida de agua bajo humedad relativa dada es más rápido cuando mayor sea la temperatura. No todos los productos pierden agua con la misma intensidad, cuando se almacenan de manera semejante. La cantidad de 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 potencial osmótico del agua en las células de los vegetales es bajo, si se compara con el agua del xilema (es decir, la corriente impulsada por la transpiración). El agua pasa del xilema a las células impulsadas por un gradiente de potencia de agua. El agua se acumula en las células debido a este gradiente y, por tanto, ejerce una presión sobre las paredes celulares. Si el potencial de agua del xilema, cae por debajo del potencial del agua de las células adyacentes, el xilema puede tomar agua de estas células. Este incremento de la demanda para la transpiración es consecuencia de un incremento del déficit de presión de vapor, asociado al aumento de la temperatura y al descenso de la HR (Wills y Col, 1998).

Perdidas en peso de solo un 5% marchitan y arrugan numerosos productos hortícolas, incluso los frutos voluminosos, pase a su baja relación superficie/volumen. Perdidas de esta cuantía se producen en pocas horas, si reinan una temperatura relativamente alta y una humedad relativa baja (Urrieta, 2000).

El fruto de calabacita contiene una cutícula delgada y estructuras anatómicas denominadas tricomas de tres tipos (simple, tallo y cabeza multicelular) que facilitan la pérdida masiva de agua (Sutherland y Hallett, 1993).

## **Color**

En la medición del color, lo primero que se debe distinguir es el color de fondo de una fruta u hortaliza de los colores secundarios característicos de cada variedad. El color de fondo o primario es el color dominante de toda la superficie de la fruta o vegetal, mientras que el color secundario es el que se presenta en ciertas

zonas del fruto siendo identificativo de cada variedad. En ocasiones al color secundario se le denomina chapa, veteado o moteado. En general hay pocos datos de color en la bibliografía; sólo para algunas variedades existen cartas de color, comercializadas por ciertas instituciones como la CTIFL francesa. Para cada variedad se expresa la distribución del color y la intensidad de coloración en función de la madurez. El color de las pepitas es un claro indicativo del grado de madurez de un fruto. De forma general cuando las pepitas tienen su color final en un 75%, el fruto tiene buena calidad gustativa y capacidad óptima de almacenamiento (Ruiz y Barreiro, 1996).

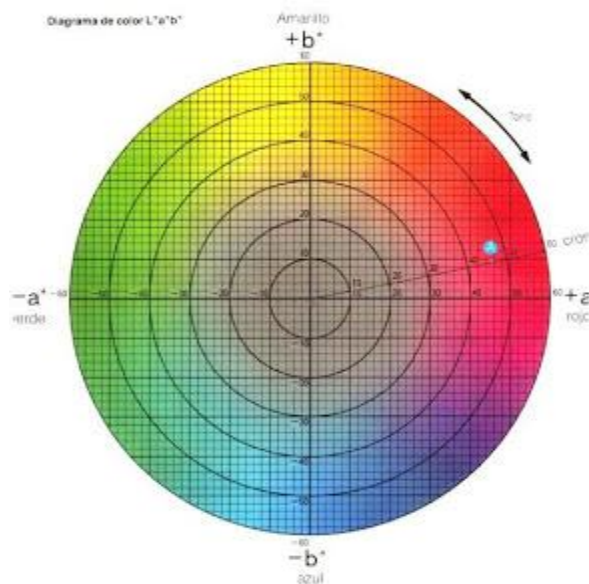
Los cambios de color durante la maduración se caracterizan por la desaparición de las clorofilas y la síntesis de pigmentos coloreados, fundamentalmente carotenoides y antocianinas. En el caso de los frutos no climatéricos, sólo se logrará la coloración adecuada durante el periodo de precosecha, ya que si se recolectan en un estado inmaduro la evolución de los pigmentos no tiene lugar y afectará a la intensidad y calidad del color de la piel y pulpa, tal es el caso de la calabacita. El estado de maduración en la recolección también es un índice sobre la susceptibilidad del fruto a determinados desórdenes fisiológicos que se ponen en evidencia en la poscosecha, como los “daños por frío”. Así el pimiento conservado a 2°C es mucho más sensible en el estado verde maduro que cuando ha alcanzado la coloración roja (Serrano *et al.*, 1997).

Un color y olor característico es deseable pues indica madurez y refleja calidad de consumo. Generalmente, a los productos de mayor tamaño se les asigna el precio máximo. Las cicatrices, rasguños y otras marcas disminuyen la preferencia del consumidor en términos de calidad (Bruhn, 2007).

El color es una de las características más importantes de calidad, para el consumidor, el color es un indicativo de la calidad gustativa. Este puede ser medido utilizando un colorímetro, el cual considera las dimensiones de triestímulo en el sistema, mediante notaciones de luminosidad, valor de  $a^*$  y  $b^*$ , que en conjunto

ayudan a determinar el tono y la cromaticidad de un producto (Figura 1, MINOLTA, 1993).

El espacio CIELAB permite especificar estímulos de color en un espacio tridimensional. El eje \*L es el de luminosidad y va de 0 (negro) a 100 (blanco). Los otros dos ejes de coordenadas son a\* y b\*, y representan variación entre rojizo-verdoso, y amarillo-azulado. Aquellos casos en los que a\* = b\* = 0 son acromáticos; el eje \*L representa la escala acromática de grises que va de blanco al negro. Los valores de °Hue ( $\arctan b/a$ ) y cromaticidad ( $\sqrt{a^2+b^2}$ ) se comportan como una variable dependiente, mientras que L es una variable independiente (MINOLTA, 1995).



**Figura 1.** Diagrama del sistema de notación de color L, a, b, cromaticidad (croma y ángulo de matiz (°Hue) (MINOLTA, 1993).

## **Cambios químicos en poscosecha de frutas y hortalizas**

### **Sólidos solubles totales (°Brix)**

El balance entre el nivel de azúcar y acidez determina cuando el fruto ha alcanzado la madurez adecuada para ser comercializado. Como indicador del contenido de azúcares se usa el índice refractométrico °Brix, el cual representa el índice de sólidos solubles, principalmente azúcares como sacarosa, glucosa y fructosa disueltos en el contenido de agua de la fruta. Los grados Brix se miden usando un refractómetro, que usa la difracción de la luz sobre los cristales y que se expresa como índice de difracción. A medida que la fruta va madurando el contenido de azúcares incrementa (CENTA, 2010).

Los azúcares son los principales constituyentes de los sólidos solubles totales (SST) presentes en el jugo de una fruta, por eso estos se pueden usar como un estimador del contenido de azúcar de la misma, aunque también constituyen los ácidos orgánicos, aminoácidos y pectinas solubles. En frutas y hortalizas la glucosa, sacarosa y fructosa son los azúcares que predominan en el sabor (Wills *et al.*, 1998).

Los sólidos solubles totales son generalmente los principales constituyentes (2-40%) después del agua, especialmente en los frutos carnosos y abarca desde azúcares simples hasta polímeros complejos. Gran cantidad de carbohidratos puede estar presente en forma de fibra, como por ejemplo celulosa, pectina, hemicelulosa y lignina como constituyentes de la pared celular (Mittra, 1997).

### **Potencial de Hidrogeno (pH)**

La determinación del pH es uno de los procedimientos analíticos más importantes ya que con él se pueden determinar muchas características notables de la estructura y la actividad de macromoléculas biológicas y por lo tanto la conducta de las células y los organismos (Lehninger, 1981).

El pH depende de la concentración de hidrogeniones libres (Wills *et al.*, 1998). Su presencia en las frutas y vegetales es una forma de expresar la acidez titulable, dicho valor representa la presencia de grupos acídicos, incluyendo ácidos orgánicos, fenoles y aminoácidos. Sin embargo, en las frutas normalmente se considera que los ácidos orgánicos proporcionan la mayor parte de los iones de hidrogeno. Generalmente, en el proceso de la maduración de las frutas y hortalizas, a medida que desciende la acidez, los valores de pH aumentan (Fennema, 1993).

### **Acidez titulable**

La proporción entre azúcar y ácido provee a muchas frutas su sabor característico, además de ser un indicador de la madurez comercial y organoléptica. Al inicio del proceso de maduración, esta proporción es baja debido al contenido bajo de azúcar y contenido alto de ácido en la fruta, lo que le da el sabor ácido al fruto. Las frutas demasiado maduras tienen niveles muy bajos de ácido y consecuentemente, carecen de su sabor característico (FAO, 2006).

Tanto las frutas como los vegetales contienen pequeñas cantidades de ácidos orgánicos, metabolitos intermediarios de diversos procesos que pueden también acumularse en vacuolas que confieren al tejido un sabor ácido o amargo. El contenido de estos ácidos depende de la especie vegetal, variando desde niveles muy bajos hasta concentraciones muy altas. Los ácidos de mayor importancia son el ácido cítrico y el ácido málico, en la calabacita se puede expresar la acidez titulable como porcentaje de ácido cítrico (Wills *et al.*, 1998).

El exceso de ácido en las células suele almacenarse en la vacuola, no estando, por tanto, en contacto con el resto de los componentes celulares. Los ácidos presentes en frutas y hortalizas pueden llegar alcanzar individualmente una concentración de hasta el 3% del tejido vegetal fresco (Fennema, 1993). La acidez titulable representa el contenido de los ácidos orgánicos libres en el jugo de la fruta. Es característica de la variedad. Se cuantifica mediante una titulación volumétrica (Báez, 1997).

Acido málico. En los vegetales existen muy pocos espacios celulares exentos de la presencia y/o la participación metabólica del ácido L-málico o de su anión, el malato. Dentro de la célula se encuentra en el citosol y en la mayoría de los organelos (mitocondria, cloroplasto, vacuola, peroxisoma y glioxisoma). A nivel de tejido y órgano se halla en hojas, tallos, raíces, conductos del xilema y floema, apoplasto, semillas, frutos y hasta en los exudados. Es uno de los aniones orgánicos más abundantes (en promedio), junto con el citrato y el glutamato; según los valores obtenidos en distintos tejidos de maíz, zanahoria, betabel y *Bryophyllum calycinum* (planta CAM). Dicho sea de paso, que su importancia se extiende aún más, al emplearlo como ingrediente en alimentos preparados, por su preciado sabor acidulante y aromatizante (como en las manzanas) (Alberty, 1998).

El ácido málico y su anión, malato, cumplen con tal variedad de funciones metabólicas y fisiológicas que resultan de vital importancia para la planta. Las más conocidas a la fecha son las siguientes (Lance y Rustin, 1984):

1. intermediario en los ciclos de Krebs y del glioxilato.
2. almacén de CO<sub>2</sub> y de equivalentes reductores en plantas CAM y C4.
3. transportador de equivalentes reductores hacia el citosol o peroxisoma, a través de la lanzadera oxaloacetato/malato.
4. regulador de la osmolaridad intercelular.
5. compensador de las cargas eléctricas de iones absorbidos por la raíz.
6. acidificante del suelo para disolver los fosfatos.
7. amortiguador del pH citosólico.
8. quelante de cationes tóxicos, como el Al<sup>3+</sup>, presentes en el suelo.
9. posible sensor del CO<sub>2</sub> para el canal de aniones en células guarda.
10. regulador del pH extracelular en células de cepa aleurona de trigo.

En términos generales, para cumplir con estas funciones, el malato o ácido málico necesitan contar, por lo menos, con dos condiciones primordiales:

1. Controlar eficientemente los procesos metabólicos de biosíntesis y degradación, y 2. Tener mecanismos particulares de transporte a través de las distintas membranas (Martinoia y Rentsch, 1994).

### **Almacenamiento de frutas y hortalizas**

Algunas de las técnicas poscosecha contribuyen a incrementar la vida de almacenamiento de los frutos; entre ellas se pueden utilizar temperatura, humedad relativa, atmosferas controladas y/o modificadas, aplicación de ceras, uso de películas plásticas, retardadores de la maduración como el 1-MCP, entre otras, (Arévalo *et al.*, 2006).

### **Temperatura**

La refrigeración reduce el metabolismo y mantiene el sabor y el valor nutritivo, y puede disminuir la incidencia de las podredumbres de los frutos. Sin embargo, las plantas tropicales y subtropicales sufren lesiones debido al frío con la consiguiente pérdida de calidad. El aire debe circular dentro de la cámara refrigeradora y se requiere una humedad entre 90 y 95% para evitar el secado de las frutas y hortalizas, pero si se mantiene una humedad más alta aumentará el número y tipo de microorganismos a pesar de la baja temperatura. El ajuste de la humedad relativa permite equilibrar la disminución del crecimiento microbiano y la pérdida de humedad del producto (Shewfelt y Prussia, 1993).

En el caso de algunas especies como son: cebolla, coliflor, espárrago, espinaca, lechuga, nabo, perejil, repollo y zanahoria se almacenan alrededor de los 2°C, mientras que ají, berenjena, chaucha y pepino se colocan a 7°C, tomate a 10°C, calabaza a 10 - 13°C y batata a 13 - 15°C. La mayoría de las frutas se almacenan a 2°C, pero limón, lima, mango, papaya, banana y otras requieren mayor temperatura. El deterioro durante la comercialización es variable pudiendo llegar hasta el 50% de las hortalizas y algunas frutas (Código Alimentario Argentino, 1992).

Temperatura optima. Las condiciones de almacenamiento de las calabacitas es entre 5 - 10°C (41° - 50°F) y 95% HR. Por lo general, las calabacitas no se pueden almacenar por más de 10 días. El almacenamiento a temperaturas inferiores a 5°C por más de 3-4 días, generalmente ocasiona daños por frio. Los síntomas que siguen al daño por frio son deterioro de la calidad visual y sensorial, picado (pitting) de la superficie y un progreso rápido del manchado o pardeamiento. El almacenamiento por más de 2 semanas incrementa las pudriciones, el amarillamiento y el aspecto marchito, especialmente después de que las calabacitas se transfieren a las condiciones típicas (Suslow y Cantwell, 2012).

### **Humedad relativa (HR)**

La relación porcentual entre la presión del vapor de agua real y la presión de vapor de agua en el punto de saturación del aire recibe el nombre de humedad relativa (HR) y es la variable que comúnmente se utiliza para expresar la cantidad de agua presente en el aire (Himmelblau, 1999).

Se recomienda una humedad relativa de 80 a 95%, considerándose usualmente como óptima una de 90%. La humedad relativa que se recomienda es menor que la recomendada para la mayoría de las demás hortalizas. Si fuese más alta, promovería el desarrollo de pudrición en la fruta y si esta fuese más baja causaría pérdida excesiva de peso por la pérdida de agua (USAID, 2006).

### **Déficit de presión de vapor**

La relación de la temperatura y la humedad relativa de almacenamiento genera la condición conocida como déficit de presión de vapor de agua (DPV), que es el diferencial o déficit que se genera en la presión de vapor al no ser del 100%. La cual se puede calcular usando como referencia la saturación de la presión de vapor al 100% y la humedad relativa del medio circundante a una temperatura dada. De esta manera, la condición de DPV durante el almacenamiento de frutas y hortalizas permite explicar con mayor precisión la pérdida de agua de las frutas, y en consecuencia predecir su vida de anaquel en relación a los principales parámetros de calidad de los frutos (Muy *et al.*, 2004).



Un buen control del DPV durante el almacenamiento, reduce la velocidad de transpiración y mantiene por mayor tiempo el agua en las células y la turgencia en los tejidos (Leonardi *et al.*, 2000). Pequeñas fluctuaciones en la temperatura o en la humedad relativa durante el almacenamiento afectan considerablemente el DPV, ya que modifican la velocidad de equilibrio de las moléculas del agua entre el aire circundante y el producto, afectando principalmente la pérdida de agua de los frutos, aun que también es importante considerar el área de exposición del producto (Muy *et al.*, 2002).

### **Tasa de respiración**

La tasa de respiración es un excelente indicador de la actividad metabólica del tejido y por tanto, es muy útil la precisión del potencial de almacenamiento del producto. La fórmula general para la respiración es  $(CH_2O)_n + nO_2 + nCO_2 + nH_2O +$  energía. En el proceso de la respiración ocurre una pérdida de sustrato (azúcares y ácidos, principalmente) que en frutas y hortalizas en poscosecha no son repuestos, dando inicio la pérdida de calidad y el proceso de deterioro del producto. La respiración que ocurre en presencia de oxígeno es un excelente indicador de la actividad metabólica del tejido, por tanto puede ser usada como guía de la vida útil del producto; mientras que ausencia de oxígeno se presenta fermentación (Neves, 1991).

### **Condiciones de almacenamiento**

Los productos hortofrutícolas son seres vivos que continúan su proceso de maduración y senescencia, una vez que estos son separados de la planta de la que provienen tendrán que utilizar sus reservas para sobrevivir. Cabe mencionar que la actividad fisiológica de cada cultivar es específica, por lo que presentan una mayor o menor vida poscosecha, dependiendo de las condiciones de manejo, incluyendo almacenamiento, transporte y comercialización (FAO, 2001).

Durante el almacenamiento de las frutas y hortalizas parámetros como la humedad relativa, la temperatura ambiental y las corrientes del aire tienen efecto sobre la vida de anaquel de los productos. Por lo que las operaciones de

poscosecha buscan manejar o alterar estos factores para disminuir las pérdidas de agua o de peso, así como reducir la actividad fisiológica (respiración y transpiración) (FAO, 2001).

### **Atmosferas controladas**

Es una técnica de conservación en la que se interviene modificando la composición gaseosa de la atmosfera en una cámara de conservación, en la que se realiza un control de regulación de las variables físicas del ambiente (temperatura, humedad y circulación del aire). Se entiende como atmosfera controlada (AC) la conservación de un producto hortofrutícola, generalmente, en una atmosfera empobrecida en oxígeno ( $O_2$ ) y enriquecida en carbónico ( $CO_2$ ). 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 frio, acentúa el efecto de la refrigeración sobre la actividad vital de los tejidos, evitando ciertos problemas fisiológicos y disminuir las perdidas por podredumbres. La acción de la atmosfera sobre la respiración del fruto es mucho más importante que la acción de las bajas temperaturas. Esta atmosfera 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).

### **Atmosfera modificada**

El envasado en atmosferas modificadas (EAM) para ampliar la vida útil de productos vegetales sometidos a tratamientos térmicos marginales es una técnica algo más moderna que la aplicación de atmosferas controladas de productos crudos preparados. La técnica se basa en el empleo de nitrógeno solo o mezclado con dióxido de carbono, y en la reducción del contenido en oxígeno hasta niveles normalmente inferiores al 1% (Montalvo, 2001).

La atmosfera modificada se consigue realizando vacio y posterior reinyección de la mezcla adecuada de gases, de tal manera que la atmosfera que se consigue en el envase va variando con el paso del tiempo en función de las necesidades y respuesta del producto. En la técnica del envasado en atmosferas modificadas 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. La composición normal del aire utilizada en el ambiente 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 fungistáticas, 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).

## **Fisiología poscosecha de frutas y hortalizas**

### **Clasificación fisiológica de los frutos**

Las frutas se clasifican en climatéricas y no climatéricas y se efectúa basándose en su respuesta al etileno exógeno y en la pauta que sigue la síntesis de este compuesto durante la maduración sensorial. En este sentido, los frutos climatéricos producen etileno en cantidades mucho más elevadas que en los frutos no climatéricos. Igualmente, la diferencia entre ambos tipos de frutos se traduce también en distintas concentraciones internas de etileno presentes a lo largo de las diversas etapas de desarrollo y la maduración organoléptica (Will y col., 1998).

### **Respiración**

La respiración es el proceso fisiológico mediante el cual ciertas sustancias particularmente los azúcares y los ácidos son oxidados, liberando energía; parte de esa energía puede ser utilizada por la célula para desempeñar sus funciones; y otra

parte se libera en forma de calor. Durante la respiración se consume oxígeno ( $O_2$ ) y se libera dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y vapor de agua (Wills y col., 1998).

La tasa de respiración de las frutas y hortalizas se calcula considerando la cantidad de  $CO_2$  producido por unidad de peso fresco y tiempo, se puede expresar en mg, kg o mL de  $CO_2$  por kilogramo o gramo de fruta en un tiempo determinado ya sea hora, minuto o día. Generalmente, las unidades utilizadas son mL  $CO_2$ /kg-h. La tasa de respiración también puede ser cuantificada considerando el  $O_2$  consumido en vez de  $CO_2$  producido (Siller *et al.*, 1998).

La calabacita presenta una producción de  $CO_2$  moderada de 17-18 y 42-48 mL/kg-h, a 10 y 20°C, respectivamente (Cantwell y Suslow, 2006), la cual se incrementa con la temperatura de almacenamiento y afecta su vida poscosecha.

## **Etileno**

Es una hormona natural de maduración responsable de la descomposición de los pigmentos clorofílicos, de la caída de hoja y de la maduración de la fruta, probablemente porque inducen los sistemas enzimáticos de maduración. El etileno es fisiológicamente activo a muy bajas concentraciones (menos de 0.1 ppm en la atmosfera) (Urrieta, 2000).

El etileno se une a un específico receptor usando el cobre como cofactor, para formar un complejo que activa el proceso de maduración. La ACC sintasa es la enzima que cataliza la conversión de AdoMet hasta ACC, y es afectada por las concentraciones de oxígeno, maduración del fruto, senescencia, auxinas, daños físicos y por frío. La ACC oxidasa, que cataliza la conversión de ACC a etileno, es inhibida por condiciones de anaerobiosis, temperaturas mayores de 35°C, e ion cobalto. Ambas enzimas están codificadas por familias de genes, las cuales son inducidas en formas específicas por factores del desarrollo, hormonales y ambientales. El receptor del etileno pertenece a una pequeña familia de multigenes que puede ser diferencialmente regulada durante el desarrollo del fruto (Thompson, 1993).

La síntesis de etileno en el fruto se inicia a partir del aminoácido metionina (MET), que con acción de la enzima ACC sintasa es convertida a S-adenosilmetionina (SAM) por adición de adenina, mientras que la SAM es convertida a ácido carboxílico 1-amino-ciclo-propano (ACC). La producción de ACC es a menudo el punto control para la síntesis de etileno (Saltveit, 1999).

La exposición de frutas de calabaza de cáscara verde al gas etileno, o su almacenamiento junto a otros productos frescos que generan gran cantidad de etileno (ej., tomates, guineos, manzanas y melones “muskmelon” o “cantaloupe”), puede causar que su cáscara cambie de un color verde a uno amarillo anaranjado (“degreening”). En frutas menos maduras el gas etileno también puede causar abscisión del tallo o pedúnculo. En cuanto a las cantidades de etileno que genera la propia fruta de la calabaza, estas son cantidades bien bajas [ $< 0.5 \mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg}\cdot\text{h}$ , a  $20^\circ\text{C}$  ( $68^\circ\text{F}$ )]. La razón de producción de etileno de la fruta de calabaza puede aumentar de tres a cinco veces si las frutas sufren ‘daño por frío’ u otros daños físicos (Cantwell y Suslow, 2006).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Material de estudio**

Se utilizaron frutos de calabacita Zucchini cv Enterprise, Pascola y Huracán, se cosecharon de forma manual en su madurez hortícola (talla mediana), en un huerto localizado en el Vergel, perteneciente al municipio de Navolato, Sinaloa, durante la temporada 2013. Posteriormente, los frutos se trasladaron al laboratorio de calidad poscosecha del CIAD A.C unidad Culiacán.

### **Lavado de los frutos**

Una vez que los frutos de calabacita fueron llevados al laboratorio de Calidad Poscosecha del CIAD A.C unidad Culiacán estos fueron lavados con agua y cloro a una concentración de 50 ppm.

### **Selección de los frutos**

Ya lavados los frutos se colocaron en la mesa sobre papel secante, donde se seleccionaron al azar 10 frutos, los cuales se destinaron para evaluar el parámetro de pérdida de peso y color, 5 frutos para medir firmeza, sólidos solubles totales, potencial de hidrogeno (pH) y acidez titulable. Los demás frutos fueron colocados en cajas de plástico y se almacenaron en una cámara de refrigeración con una temperatura de 10°C y 93-75% de humedad relativa. Todos los frutos del estudio fueron uniformes en tamaño y peso, libres de daños y enfermedades.

### **Diseño experimental**

Se realizó un estudio completamente al azar, con un ANOVA de un factor con tres niveles (Zucchini: Enterprise, Pascola y Huracán. Para efecto de almacenamiento se utilizó un análisis factorial con dos factores (tipo de calabacita y tiempo), con 3 y 5 niveles cada uno. Para la evaluación de las variables pérdida de peso y color se utilizaron 10 frutos por cultivar cada una represento una repetición. Para las otras variables químicas (pH, acidez titulable y sólidos solubles totales) se utilizaron 5 frutos, dichos muestreos se realizaron cada 5 días durante un periodo

de 20 días. En caso de defenecías en el ANOVA se utilizó la prueba de separación de media de Tukey ( $\alpha=0.05$ ).

## **Calibración de equipos de laboratorio**

### **Calibración de equipo y neutralización del agua destilada**

Para neutralizar el agua destilada primero se calibra el equipo (Potenciómetro METTLER TOLEDO, modelo PR802). Prender equipo, una vez hecho se lava el electrodo con agua destilada y se seca con un papel absorbente, después el electrodo se coloca en el buffer 4 y se presiona la tecla calibrar, el equipo empieza a leer el buffer hasta que de una lectura de 4 y arroje A. Se saca el electrodo se lava con agua destilada y se seca con un kleenex luego se coloca en el buffer 7 se presiona la tecla calibrar, el equipo empieza a leer el buffer cuando arroja el resultado de 7 se quita el electrodo del buffer y se presiona fin. Una vez hecho esto el equipo arroja la curva de calibración la cual debe de estar entre 95 a 100, una vez que arrojo la curva de calibración se presiona la tecla salvar.

Para la neutralización del agua, se coloca en un vaso de 2000 ml aproximadamente 1,600 mL de agua destilada y se agita al menos por 2 horas. Después, se coloca el electrodo del potenciómetro al vaso de precitado con agua destilada agitada y se presiona la tecla leer. Una vez que el equipo arroja el pH del agua, según la lectura: se agrega gotas de hidróxido 0.1 N de sodio si el  $\text{pH} < 7$  ya que esto sube el pH, si el  $\text{pH} > 7$  se adiciona ácido clorhídrico 0.1N para bajarlo.

### **Calibración del titulador**

Para calibrar el titulador automático METTLER TOLEDO DL50 primero se prenden entre 20-30 minutos antes de ser utilizado; transcurrido este tiempo se inicia la calibración: se lava el electrodo con agua destilada y se seca con un kleenex, después se coloca en el equipo donde se encuentra el carrusel en la celda cero en esta misma celda se coloca un vaso de plástico con 50 mL de agua destilada la cual se ocupara para lavar el electrodo cada que este lee una muestra. Después de realizado esto se coloca el buffer 4 en la celda 1 del carrusel y el buffer

7 en la celda 2, una vez colocados los buffer se presiona la tecla Sample y la tecla añadir, el equipo arroja opciones diferentes, presionar la opción de añadir serie de muestra y presionar la tecla F5 (ok), después a la opción numero de muestra se coloca el numero 2 ya que son dos muestras de buffer las que se colocaron, en la opción de método a utilizar se agrega el numero 10 ya que este método es para la calibración y presionar la tecla F5 (ok), para la opción peso de la muestra se presionan los números 4 y 7 ya que son los números de los buffer y presionar la tecla F5, una vez realizado lo anterior se presiona la tecla leer y F5. Para la lectura de cada buffer el equipo tarda un tiempo de 3 minutos una vez que haya terminado se presiona la tecla que indica una flecha hacia abajo para ver la curva de calibración la cual debe de estar entre -55 a -60.

### **Calibración del refractómetro**

Para calibrar el refractómetro METTLER TOLEDO (modelo RE40D). este se debe de encontrar a una temperatura de 20°C para poder leer los °Brix, se coloca unas gotas de agua destilada en la celda del equipo se cierra la tapa y se presiona la tecla check y después se presiona la tecla enter, el equipo tarda 20 segundos para leer la muestra. Pasado este tiempo el equipo arroja la lectura la cual debe de ser 1.3329, lo que indica el índice de refracción del agua; si el equipo arroja esta lectura se puede empezar a leer las muestras.

## **Análisis físicos de calidad**

### **Pérdida de peso**

Para esta variable se tomaron 10 frutos de cada variedad, a los cuales se les dio un seguimiento de su peso durante su almacenamiento. Se utilizo una balanza digital marca METTLER TOLEDO (modelo PR802) y cada 5 días se registré el peso de las calabacitas durante su almacenamiento a 10°C. Los porcentajes se expresaron en porcentaje de pérdida de peso, para esta variable se empleo la siguiente formula. Pérdida de peso (%) =  $[(P_i - P_f) / (P_i)] * 100$

Donde: Pi = peso inicial; Pf = peso final



## **Firmeza**

Para determinar la firmeza de los frutos esta se cuantificó mediante una fuerza de penetración expresada en Newton. Para lo cual se utilizó un penetrometro marca Chatillon DFGS-100 con una base automática Chatillón modelo TCD200 adaptado con una puntilla de punción de 3 mm de diámetro. Para el análisis de la firmeza en los cinco frutos de cada tratamiento, se colocó la calabacita en forma horizontal sobre la base del equipo y se realizaron dos lecturas por fruto en la base ecuatorial. La firmeza se obtuvo al ejercer una presión del punzón del equipo sobre la superficie del fruto, a una profundidad de 1.5 mm, hasta obtener una medida expresada en Newton. Este parámetro se realizó cada 5 días desde cero hasta el día 20.

## **Color externo**

Esta variable se determinó en los frutos de las diferentes variedades midiendo las coordenadas L, a y b, en dos puntos de la zona ecuatorial externa inferior y posterior de los frutos, de acuerdo a la técnica recomendada en el manual de MINOLTA (1993), para lo cual se utilizó un colorímetro Konica Minolta modelo CM-2600d, expresando el color en función de los parámetros de Luminosidad (L), Cromaticidad (C) como  $\sqrt{a^2 + b^2}$  y Ángulo de Matiz ( $^{\circ}$ Hue) como  $\text{arc tg}(b/a)$ .

## **VARIABLES QUÍMICAS DE CALIDAD**

### **pH**

Para la determinación del pH se utilizó la metodología recomendada por la AOAC (1998). En un vaso de licuadora se pesaron 10 g del fruto de calabacita ya picada en una balanza digital METTLER TOLEDO PR802; a la cual se le adicionó 50 ml de agua neutralizada (con pH de 7.0). Posteriormente, la muestra se licuó en una licuadora Osterizer, la muestra licuada se filtró utilizando tela de organza, un vasito de plástico de 60 ml y un embudo de plástico. Una vez obtenida la muestra ya filtrada se tomó una alícuota de 40 ml la cual se colocó, en un titulador automático METTLER TOLEDO DL50; previamente calibrado con soluciones buffer de pH 4 y 7. El pH obtenido se expresó directamente en unidades de iones de hidrógeno.

### **Acidez titulable**

Después de haber cuantificado el valor de pH en el titulador automático se procedió a cuantificar la acidez, la cual fue valorada con una solución de NaOH 0.1 N hasta alcanzar un pH de 8.2, que indica la neutralización ácido-base. Los resultados de la acidez titulable se expresaron como porcentaje de ácido málico presente en la muestra, de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Acidez titulable} = \frac{(\text{ml NaOH gastado}) (\text{N del NaOH}) (0.067)}{\text{ml de jugo titulado}} \times 100$$

Donde 0.067 es el miliequivalente del ácido málico

### **Sólidos solubles totales (°Brix)**

Para la determinación de los sólidos solubles totales se colocó unas gotas de la muestra (del filtrado para pH y acidez) en un refractómetro METTLER TOLEDO RE40D, a una temperatura de 20°C y previamente calibrado con agua destilada. Los resultados se expresaron en °Brix, siguiendo la metodología de la AOAC (1990). SST = °Brix \* (factor de dilución). Factor de dilución = 6

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables físicas de calidad

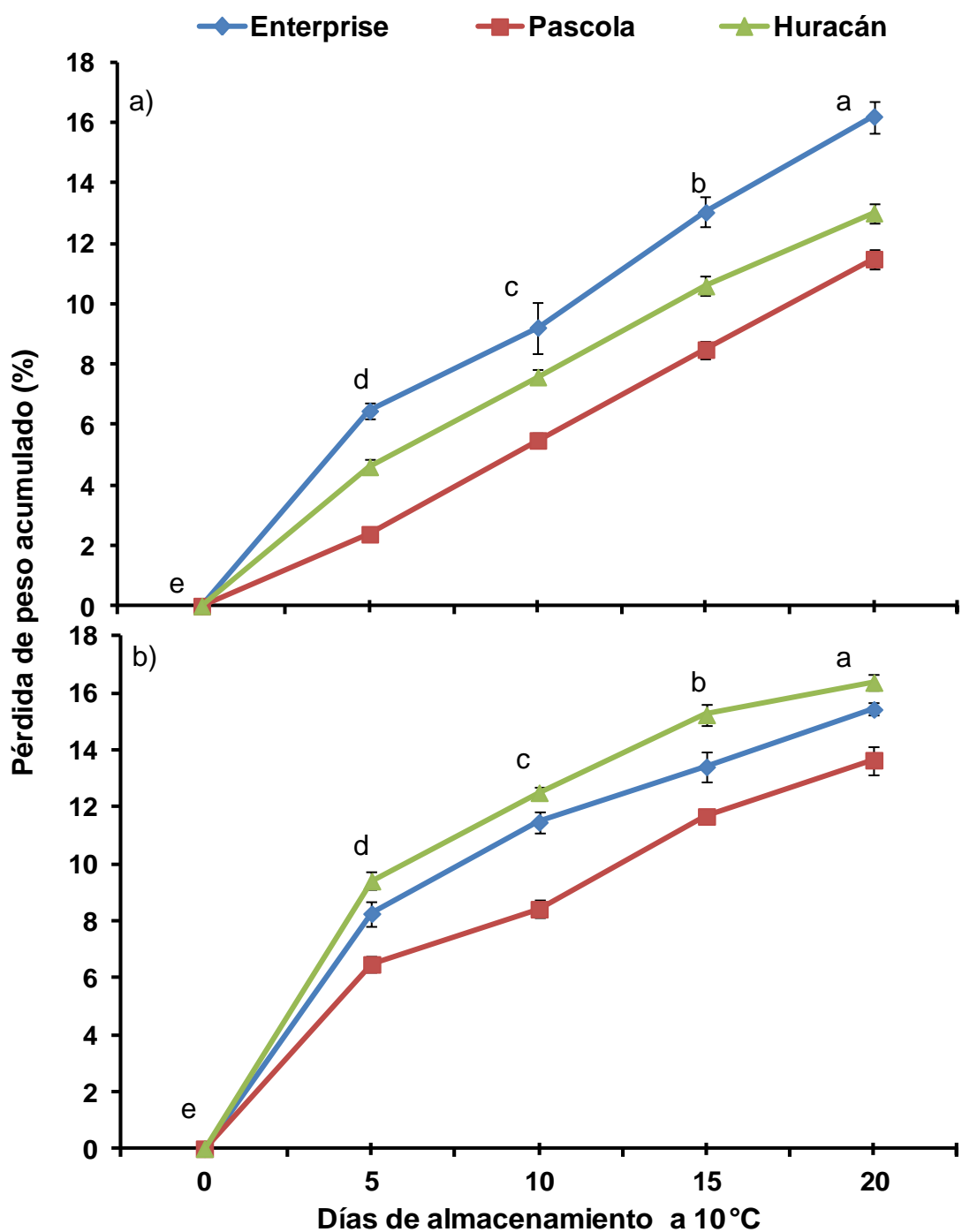
#### Pérdida de peso

En la Figura 2 se observa el efecto de las diferentes condiciones de almacenamiento (93 y 75% HR), en la pérdida de peso de los tres tipos de calabacita. Así mismo, se puede observar que las calabacitas almacenadas a 75% de HR presentaron una mayor pérdida de peso en comparación a las expuestas a 93% HR durante los 20 días de estudio. Comportamiento que afectó la calidad de las calabacitas. La calabacita Pascola fue la que presentó la menor pérdida de peso en ambas condiciones, con una máxima del 13.5 % a 75% HR contra 16.1 de Huracán.

Muy *et al* (2000), señalan que la reducción de la transpiración por altas HR y baja temperatura permite mantener por mayor tiempo el agua y la calidad de turgencia en el producto, reportando este comportamiento para frutos de pepino. Similar a lo observado en calabacita.

Según Kader (2002), menciona que la pérdida de peso entre el 5 y 10% en frutas y hortalizas afecta su calidad. Lo que coincidió con lo encontrado en el presente experimento, observándose valores de 10, 8 y 6 % para calabacitas tipo Enterprise, Pascola y Huracán, respectivamente, almacenadas por 10 días a 93% HR y 10°C, con diferencia significativa.

Por otro lado al comparar la pérdida de peso de las diferentes variedades de calabacita se observó que la tipo Huracán fue la más susceptible al frío al presentar la mayor pérdida de peso con respecto a las otras dos variedades durante su almacenamiento en ambas condiciones de humedad relativa.



**Figura 2.** Pérdida de peso en tres cultivares de calabacita almacenadas bajo diferentes condiciones de almacenamiento: a) 93% de HR, b) 75% de HR.

## **Firmeza**

De manera general los tres tipos de calabacita mostraron al inicio del experimento un comportamiento similar, aunque difirieron durante el almacenamiento en función del almacenamiento (93 y 75% HR) (Figura 3). Al inicio del experimento (día cero), la firmeza de los frutos representada por la dureza, mostró diferencia significativa en el análisis estadístico ( $P=0.000$ ). Las calabacitas Pascola y Huracán son estadísticamente iguales entre sí, pero la Huracán es superior a la Enterprise durante su almacenamiento a 93 y 75% de HR. Esto quizás se pueda deber a una mínima diferencia del estado de madurez. Pero después de los 5 días no se encontró diferencia entre las calabacitas con un valor promedio de 35 y 30 N a 95 y 75 % HR.

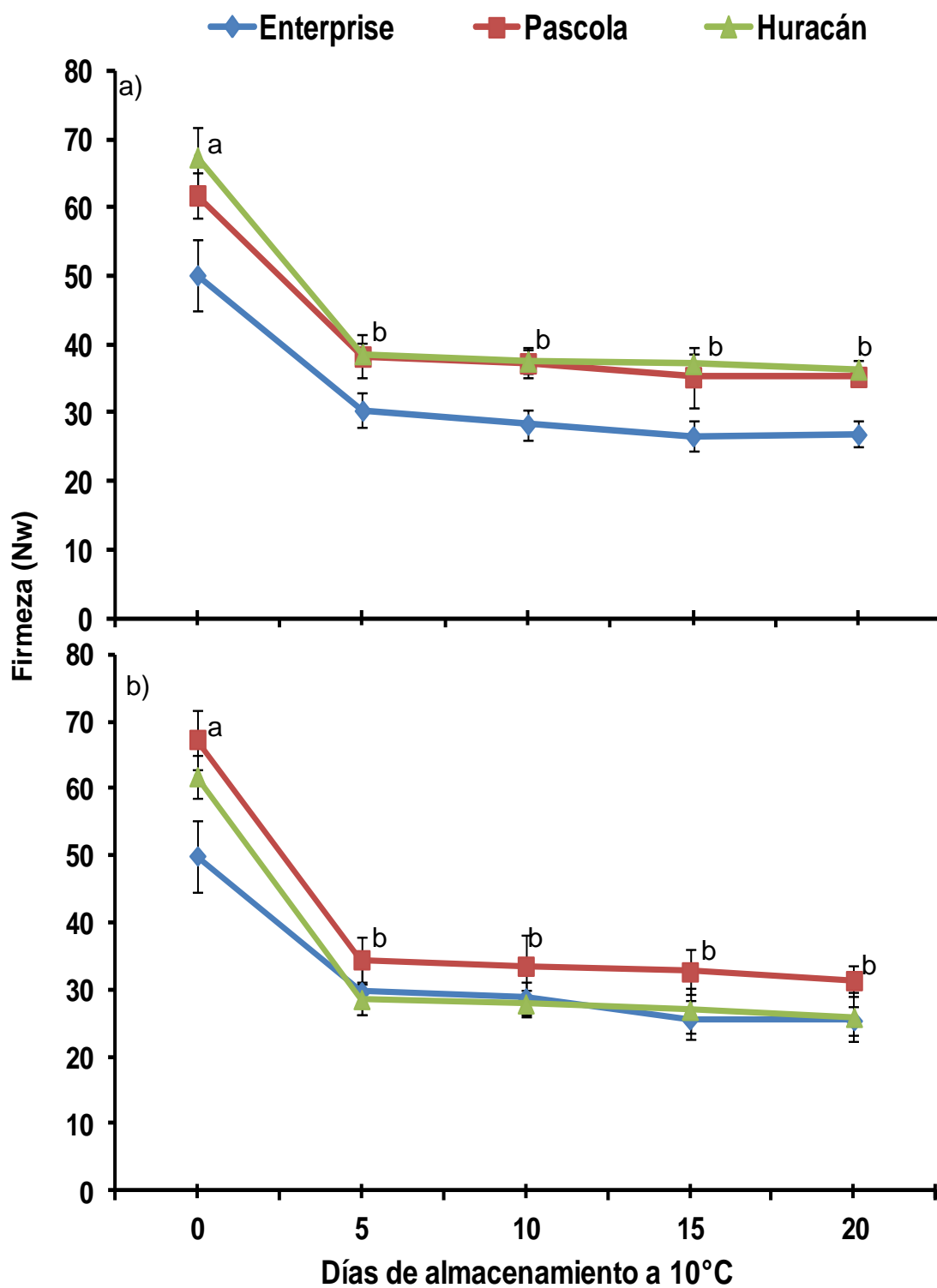
De manera general, la calabacita Pascola almacenada en ambas condiciones de HR mostró mejores valores de firmeza, lo que coincide con una menor pérdida de agua y por consiguiente mayor turgencia y consistencia en la células.

Con referencia a la firmeza Cantwell y Arumugham (2001), reportan para berenjena tipo Japonesa almacenadas a 20-25°C, una firmeza de 30.8 Nw con 0.7% de pérdida de peso, mientras que en berenjenas con 3.4% de pérdida de peso una firmeza de 25 Nw. Esto se observó en calabacitas, mayor firmeza menor pérdida de peso. Por otro lado, Muy y col, (2004), señalan que la pérdida de turgencia del fruto asociada a la firmeza es una transformación natural que se presenta en los frutos, pero esta debe de verse reducida para extender su aceptación por los consumidores.

En frutas y hortalizas la firmeza de las frutas se reduce debido a la hidrólisis de los almidones y de las pectinas por los procesos degradativos de las paredes celulares; lo que induce una reducción de su contenido de fibra. Las frutas o vegetales se tornan blandas y más susceptibles de ser dañadas durante el manejo postcosecha o por la pérdida de agua del tejido. Así mismo, la pérdida de la firmeza de los frutos está relacionada con la degradación de algunos de los polímeros que

constituyen la base estructural de las paredes celulares tales como: celulosa, pectinas y hemicelulosa (Shewtelt, 1990; Lefever *et al.*, 2004).

Ramírez *et al.* (2004), estudiaron frutos de tomate almacenados a 7°C y 27°C y a partir del tercer día bajo esas condiciones, se observó un 50% menor de pérdida de firmeza en los frutos almacenados a 7°C contra los almacenados a 27°C. Con ello, se relaciona el efecto de la temperatura sobre la velocidad de maduración. Sin embargo, en calabacita a pesar de utilizar la misma temperatura de almacenamiento, su efecto fue por la diferencia en HR los que generó diferente déficit de presión de vapor, favoreciendo en la transpiración e induciendo una mayor actividad fisiológica en los frutos.

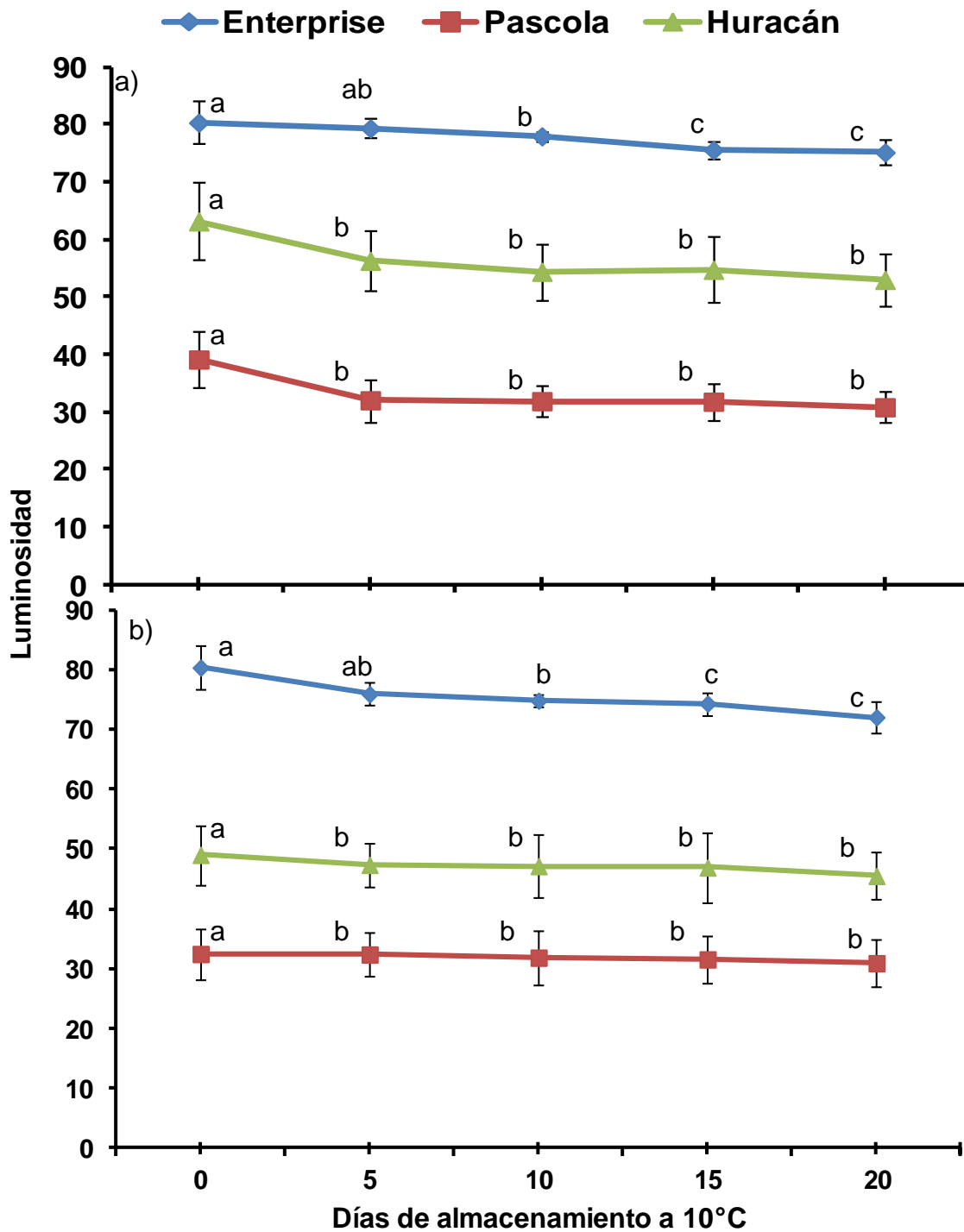


**Figura 3.** Pérdida de firmeza en frutos de calabacita cv. Zucchini almacenados a 10°C durante 20 días bajo condiciones de humedad relativa de a) 90 y b) 70%.

## Color

**Luminosidad (L).** En el análisis realizado para esta variable en frutos de calabacita Zucchini, presenta diferencia significativa en las dos condiciones de almacenamiento, al inicio del experimento se registraron valores de  $L = 77, 53$  y  $33$  para los frutos de Enterprise, Huracán y Pascola, respectivamente almacenadas a 93% de HR (Figura 4a), los cuales disminuyen sus valores a través del tiempo. La variedad Enterprise fue la que presentó una mayor luminosidad, sucediendo lo contrario con Pascola. Así mismo, se puede observar que el grado de luminosidad disminuye a través del tiempo de almacenamiento en las tres variedades para 93 y 75% de HR (Figura 4b). Este comportamiento se debe al cambio de colores menos luminosos (verdes) a más luminosos (amarillos), tomando en cuenta que los valores de 0 representan a colores negros u opacos y 100 para colores blancos de máxima luminosidad según MINOLTA (1994), tal como se presenta en Enterprise (calabacita amarilla) contra pascola (calabacita verde oscuro).





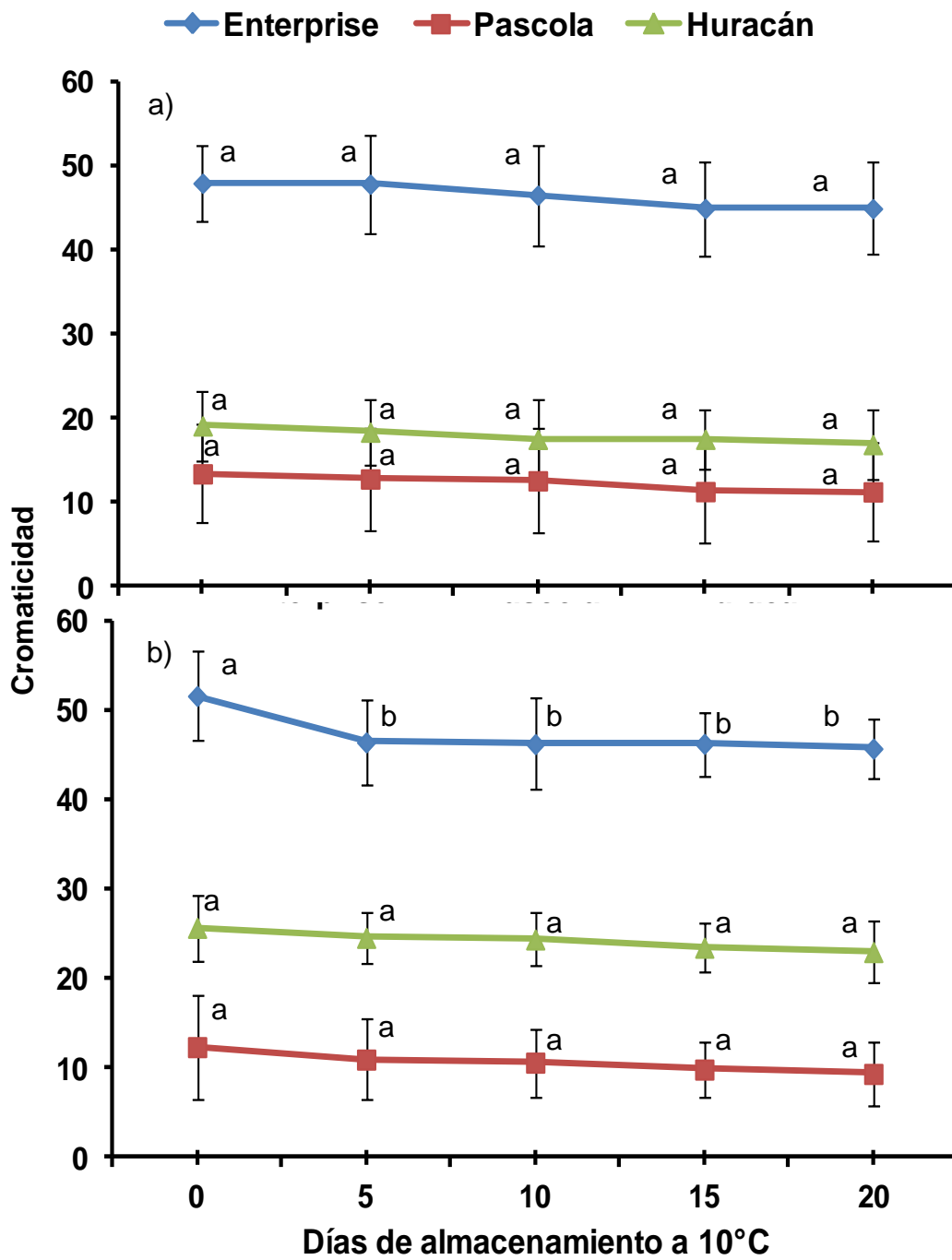
**Figura (4).** Variación de color externo expresada en valores de luminosidad (L) en frutos de calabacita Zucchini almacenados a 10°C durante 20 días bajo condiciones de humedad de: a) 93% HR y b) 75% HR.

**Cromaticidad.** El análisis estadístico para la saturación del color mostró cambios significativos para las tres variedades de calabacita al inicio del experimento iniciando con valores de cromaticidad de 46, 17 y 12 para 93% de HR y valores de 47, 24, 10 para 75%HR, para Enterprise, Huracán y Pascola, respectivamente. La variedad Enterprise fue la que presentó una mayor saturación de color siguiéndole la Huracán, así mismo se observa que la variedad Pascola presenta una menor saturación de color.

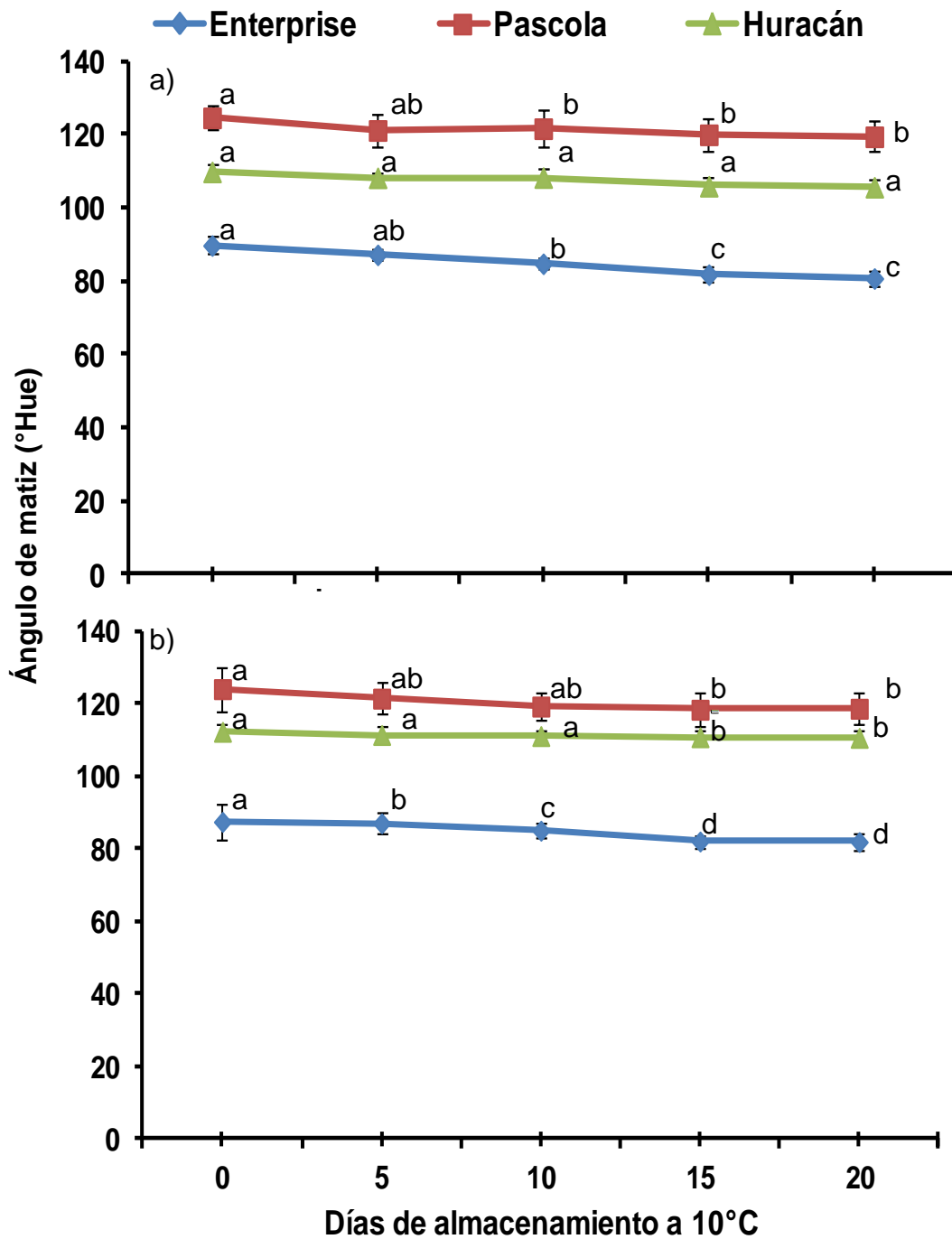
También, se puede observar que con un 75% de HR se pierde más rápido la saturación del color en las cvs. Enterprise y Pascola, quizás esto se deba al almacenamiento a baja temperatura donde la cera de la piel de las calabacitas se vuelve un poco opaca, no así para Huracán, quien no mostró cambios considerables.

**Angulo de matiz (°Hue).** Para esta variable los análisis estadísticos mostraron diferencia significativa en las tres variedades de calabacita en ambas condiciones de Humedad Relativa (93 y 75%), debido a que las tres son distintas en color: Pascola es verde oscuro, Huracán es verde-jaspeado y Enterprise es amarilla; siendo la variedad Pascola quien presentó un mayor ángulo de matiz con ángulo de 120° hacia el color verde, contra °Hue=88 en Enterprise (Figura6). Durante el almacenamiento el ángulo de matiz se redujo ligeramente sin síntomas de amarillamiento en los frutos verdes ni oscurecimiento en los amarillos. Un similar comportamiento en los °Hue de las calabacitas se presentaron en los frutos almacenados entre 93 y 75 % HR.

Caso contrario observaron Muy *et al.* (2004a) en pepinos, quienes reportaron desarrollo de tonalidades amarillas en los frutos almacenados en DPV alto (baja HR) contra los expuestos a bajos DPV (altas HR). Esto indica una respuesta diferente en relación a su comportamiento fisiológico; fenómeno no detectado en calabacitas verdes, principalmente.



**Figura (5)** variación de saturación de color expresada en valores de Cromaticidad (C) en frutos de calabacita Zucchini almacenadas a) 93 y b) 75% de HR durante 20 días.



**Figura (6).** Variación de color externo expresado en valores de Ángulo de matiz (°Hue) en frutos de calabacita Zucchini almacenados a 10°C durante 20 días bajo condiciones de humedad relativa de a) 93 y b) 75%

## **Variables químicas de calidad**

### **pH, acidez titulable y sólidos solubles totales (SST)**

En el Cuadro 1 y 2 se presentan los resultados que se obtuvieron en la evaluación de pH, acidez y sólidos solubles totales en los frutos de calabacita Zucchini expuestos a 93 y 75% de HR durante 20 días.

Para las calabacitas almacenadas a 93% HR y 10°C no se encontró diferencia significativa entre tipo de calabacita y tiempo de almacenamiento ( $p < 0.05$ ) en las tres variables de calidad: pH, acidez y SST con un valor promedio de 6.69, 0.034% ácido málico y 5.45°Brix, respectivamente, a pesar de las diferencias en la pérdida de peso. Posiblemente la alta HR indujo una actividad metabólica baja y permitió que las reservas como los ácidos y azúcares se mantuvieran con mínimos cambios (Wills y col., 1998).

Sin embargo, en las calabacitas bajo la condición de 75% HR se puede observar que el análisis de varianza mostro diferencia significativa para todas las variables evaluadas (pH, %de acidez y sólidos solubles totales) durante el tiempo de almacenamiento principalmente. Esto debido posiblemente a que los frutos de calabacita presentaron una mayor pérdida de agua (Figura 2) lo que conlleva que los sólidos disueltos totales y acidez tiendan a concentrarse en las células de los frutos. Para el caso de calabacitas Enterprise, el pH disminuyó de 6.9 a 6.4, la acidez se aumentó de 0.12 a 0.19% de ácido málico y los SST se aumentaron de 4.7 a 7.3°Brix, similar comportamiento presentaron Huracán y Pascola (Cuadro 2)

Así mismo se puede observar que los valores de pH tienden a disminuir en el tiempo lo que nos indica que los frutos tienden hacerse más ácidos y por lo tanto se muestra un incremento en los sólidos disueltos (azúcares, ácidos) esto se puede deber a la pérdida de agua que contienen los frutos. también, el estrés hídrico de los frutos pudo inducir una hidrólisis de polisacáridos a la conversión de azúcares y aumentar los SST (Gaur y Bajapai, 1978).

**Cuadro 5.** Parámetros químicos de calidad en frutos de calabacita Zucchini almacenados a 10°C durante 20 días bajo condiciones de humedad relativa de 93%.

Variedades	Días de almacenamiento a 10°C					Valor de P =0.5
	pH*					
	0	5	10	15	20	
Enterprise	6.83 ±	6.83 ±	6.82 ±	6.83 ±	6.74 ±	P= 0.872
	A 0.03 a	A 0.06 a	A 0.04 a	A 0.02 a	A 0.33 a	
Pascola	6.56 ±	6.50 ±	6.51 ±	6.58 ±	6.59 ±	P= 0.991
	A 0.48 a	A 0.44 a	A 0.42 a	A 0.04 a	A 0.03 a	
Huracán	6.71 ±	6.72 ±	6.78 ±	6.74 ±	6.73 ±	P= 0.778
	A 0.05 a	A 0.04 a	A 0.20 a	A 0.03 a	A 0.02 a	
Valor de P	P= 0.351	P= 0.175	P=0.195	P=0.203	P= 0.455	
<b>Acidez titulable (% ácido málico)*</b>						
Enterprise	0.032 ±	0.036 ±	0.036 ±	0.038 ±	0.038 ±	P= 0.570
	A 0.001 a	A 0.012 a	A 0.004 a	A 0.003 a	A 0.004 a	
Pascola	0.031 ±	0.031 ±	0.032 ±	0.032 ±	0.032 ±	P= 0.905
	A 0.002 a	A 0.003 a	A 0.000 a	A 0.001 a	A 0.000 a	
Huracán	0.033 ±	0.034 ±	0.034 ±	0.037 ±	0.035 ±	P= 0.131
	A 0.002 a	A 0.001 a	A 0.002 a	A 0.001 a	A 0.003 a	
Valor de P	P= 0.387	P= 0.600	P=0.178	P=0.487	P= 0.072	
<b>Sólidos solubles totales (°Brix)*</b>						
Enterprise	5.4 ±	5.44 ±	5.44 ±	5.52 ±	5.64 ±	P= 0.053
	A 0.141 a	A 0.089 a	A 0.114 a	A 0.109 a	A 0.167 a	
Pascola	5.32 ±	5.34 ±	5.36 ±	5.32 ±	5.34 ±	P= 1.000
	A 0.363 a	A 0.456 a	A 0.167 a	A 0.109 a	A 0.602 a	
Huracán	5.12 ±	5.22 ±	5.56 ±	5.84 ±	5.92 ±	P= 0.213
	A 0.609 a	A 0.584 a	A 0.779 a	A 0.654 a	A 0.501 a	
Valor de P	P= 0.567	P= 0.728	P=0.795	P=0.203	P=0.183	

\*Media y desviación estándar. Misma letra mayúscula por variable y día de almacenamiento es estadísticamente igual (P>0.05). Misma letra minúscula por variable y tipo de calabacita es estadísticamente igual (P>0.05).

**Cuadro 6.** Parámetros químicos de calidad en frutos de calabacita Zucchini almacenados a 10 °C durante 20 días bajo condiciones de humedad relativa de 75%.

Días de almacenamiento a 10°C						Valor de P =0.5
Variedades	0	5	10	15	20	
Enterprise	6.93 ± A 0.000 a	6.91 ± AB 0.068 a	7.13 ± A 0.570 b	7.38 ± A 0.415 c	6.45 ± A 0.020 c	P= 0.000
Pascola	6.87 ± A 0.013 a	6.78 ± B 0.111 ab	6.74 ± A 0.034 b	6.54 ± C 0.031 c	6.48 ± A 0.059 c	P= 0.000
Huracán	6.88 ± A 0.068 a	6.92 ± A 0.042 a	6.72 ± A 0.036 b	6.58 ± B 0.045 c	6.54 ± A 0.090 c	P= 0.000
Valor de P	P= 0.087	P=0.028	P=0.699	P=0.000	P=0.077	
<b>Acidez titulable (% ácido málico)</b>						
Enterprise	0.012 ± A 0.002 c	0.129 ± A 0.028 b	0.171 ± A 0.033 ab	0.170 ± A 0.031 ab	0.192 ± A 0.034 a	P=0.000
Pascola	0.011 ± A 0.001 d	0.140 ± A 0.014 c	0.215 ± A 0.035 ab	0.180 ± B 0.020 bc	0.234 ± A 0.033 a	P= 0.000
Huracán	0.012 ± A 0.003 c	0.119 ± A 0.030 b	0.124 ± A 0.017 a	0.206 ± A 0.041 a	0.204 ± A 0.020 a	P=0.000
Valor de P	P= 0.556	P=0.493	P=0.120	P=0.001	P=0.223	
<b>Sólidos solubles totales (°Brix)</b>						
Enterprise	4.76 ± AB 0.433 b	5.48 ± AB 0.228 b	6.92 ± A 0.460 a	7.04 ± A 0.684 a	7.32 ± A 0.414 a	P= 0.000
Pascola	4.2 ± B 0.6 d	5.28 ± B 0.268 c	5.52 ± B 0.782 bc	6.36 ± A 0.554 ab	6.68 ± A 0.178 a	P= 0.000
Huracán	5.76 ± A 1.08 b	6.24 ± A 0.804 ab	6.92 ± A 0.460 ab	7.04 ± A 0.698 ab	7.24 ± A 0.512 a	P=0.000
Valor de P	P= 0.021	P=0.027	P=0.003	P=0.144	P=0.049	

\*Media y desviación estándar. Misma lestra mayúscula por variable y día de almacenamiento es estadísticamente igual (P>0.05). Misma letra minúscula por variable y tipo de calabacita es estadísticamente igual (P>0.05).

## CONCLUSIONES

Condiciones extremas de humedad relativa (75%) afectan significativamente la calidad poscosecha de las calabacitas Enterprise, Pascola y Huracán almacenadas por 20 días a 10°C.

Las calabacitas cv. Pascola se consideran de mayor resistencia al manejo poscosecha por ser las que presentaron la menor pérdida de peso y textura durante los 20 días independientemente de las condiciones de almacenamiento (10°C a 75 y 93 %HR).

Las calabacitas Enterprise, Pascola y Huracán almacenadas por 20 días bajo condiciones de humedad relativa del 93% y 10°C lograron mantener las variables química de calidad, no así en las almacenadas a 75% HR.

Las condiciones de almacenamiento de las calabacitas por 20 días a 10°C a 75 y 93 %HR no afectaron el color de los frutos, manteniendo los frutos su color inicial: Pascola, verde oscuro; Huracán, verde-jaspeado y Enterprise amarillo.



## BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, J. 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* 15, 207-225.
- Alberty, R A. 1998. Calculation of standard transformed Gibbs energies and standard enthalpies of biochemical reactants. *Arch Biochem Biophys* 353: 116-130
- Arevalo-Galarza, L., C. Saucedo-Veloz, M. T. Colinas-León, y G. Mena-Nevarés. 2006. Aplicación de ceras y cepa en frutos de mango. *Rev. Chapingo Serie Hort.* 5(2): 783-788.
- Asrey, R., Patel, V.B., Singh, S.K., Sagar, V.R. 2008. Factors affecting fruit maturity and maturity standards - A review. *J. Food Sci. Tech.* 45, 381-390.
- Baez, S., R. 1997. Manejo y conservación del mango en poscosecha. Foro internacional de mango y otras frutas tropicales. Mazatlán, Sinaloa, México.
- Bafeel, S. and Mofteh A. 2008. Physiological response of eggplant grow under different irrigation regimes to antitransplant treatments. *Saudi Journal of Biological Sciences.* 15(2):259-266.
- Barahona, M. 2003. Manual de horticultura. Segunda edición. Sangolquí, EC. p. 108 – 112.
- Bennett Alan B. 2002. Biochemical and genetic determinants of cell wall disassembly in ripening fruit: A general model. *HortScience* Vol. 37(3). P. 447-449.
- Bruhn, C.M. 2007. Aspectos de calidad y seguridad alimentaria de interés para el consumidor. In *Tecnología Poscosecha de Productos Hortofrutícolas*. 3ª edición.
- Cantwell, M. 1998. Introduction en fresh-cut products: Maintening quality and safety uc davis postharvest hort. Series n0.10.
- Cantwell, Marita y Suslow Trevor V. 2004. Calabaza: zapallo de invierno. Recomendaciones para mantener la calidad poscosecha. *Postharvest Technology*. Research Information Center. Department of Vegetables Crops. University of California, Davis.
- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). 2010. Control de Calidad en Frutas y Hortalizas Frescas Mínima-mente Procesadas. Laboratorio de Tecnología de Alimentos. San Andrés, La Libertad
- Código Alimentario Argentino. 1992. Disponible en <http://www.anmat.gov.ar/codigoa/caa1.htm>, cap.11. Consultado 15/marzo/2013.

- CONAFRUT - D.G.E.A. – DGN. 1981. Informe General del Estudio para determinar los Cuadros de Especificaciones de 32 especies hortofrutícolas, México.
- Crisosto C, H. 1994. Optimum procedures for ripening Stone fruit, Management of ripening fruit. Pp 24-25.
- Crisosto, C.H., Mitchell, F.G. 2007. Factores precosecha que afectan la calidad de frutas y hortalizas. In Tecnología Poscosecha de Productos Hortofrutícolas. 3ª edición. Kader, A. (Ed.). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California, USA. pp. 55-62.
- Delgado González, J., 1999. El cultivo de calabacín en el Levante de Almería. Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos. Instituto la Rural 3, 55-98.
- FAO. 2010. Food and Agriculture organization of the united nations [http://www.fao.org/index\\_es.htm](http://www.fao.org/index_es.htm) Consultado el 19 de marzo de 2013.
- FAO. 2001. Food and Agriculture Organization of united nations. <http://www.fao.org/documents> consultado 13/marzo/2013.
- FAO. 2006. Índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto. <http://faostat.fao.org/agriculturechapingo>. Consultado 17 de marzo de 2013.
- Fennema, O. R. 1993. Introducción a la ciencia de los alimentos. Ed. Reverte, S. A. Barcelona, España. Pp 81-86.
- Gaur, G.S. and Bajapai, P.N. 1978. Post-harvest physiology of litchi fruits-I. Progressive Horticulture. 10:pp 63-77.
- Hardenburg, R.E., Watada, A.E., Wang, C.Y. 1988. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Agriculture Handbook No. 66, pp.130.
- Himmelblau D. M. 1999. Principios básicos y cálculos en ingeniería química. University of Texas p. 328-339.
- Huber, J.C. 1867. Wochenschrift des Vereins zur Beförderung des Gartenbaues in den Königl. Preussischen Staaten für Gärtnerei und Pflanzenkunde.
- Infoagro. 2003. Cultivo de Calabacín. (En línea). Formato ASCII. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/calabacin.htm#3.%20IMPORTANCIA%20ECONÓMICA%20Y%20DISTRIBUCIÓN%20GEOGRÁFICA>. Consultado 28/Marzo/2013.

- Kader, A.A. 2007a. Biología y tecnología poscosecha: Un panorama. In Tecnología Poscosecha de Productos Hortofrutícolas. 3ª edición. Kader, A. (Ed.). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California, USA. pp. 43-54.
- Kader, A. A. 2002. Postharvest technology of horticultural crops. Third Edition. University of California Agriculture and Natural Resources. P. 39-46.
- Leonardi, C., Guichard S. y Bertin N. 2000. High vapor pressure deficit influence growth, transpiration and quality of tomato fruits. *Scientia Horticulturae* 84:285-296.
- Lehninger, A. L. 1981. El agua. En: Bioquímica. Segunda edición. Editorial ediciones Omega, S.A. Barcelona España. P 41-58.
- Lira R; Montes S. 2002. Cultivos Andinos. (En línea). México, MX. F.A.O. s.e. Formato ASCII. Disponible en [http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/c contenido/libro09/Cap2\\_3.htm#28](http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/c contenido/libro09/Cap2_3.htm#28). Consultado 24 Mar. 2013.
- Lira S. R. 1995. Estudios Taxonomicos y Ecogeograficos de las cucurbitáceas Latinoamericanas de importancia económica. Systematic and Ecogeographic Studies on Crop. IPGRJ. Roma, Italia. Instituto de Biología, UNAM, Méx. P. 281.
- Marschner, H. 1999. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, UK.
- Martínez M. A., y García M. F. 1998. Descripción agronómica y morfológica de colectas de calabaza (*Cucurbita pepo*, *C. moschata*, *C. angyrosperma*) criollas. Tesis profesional de licenciatura. Dpto. fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México.
- Martínez, Téllez M A, Ramos Clamont M G, Gardea A. A, and Vargas Arispuro I. 2002. Effect of infiltrated polyamines on polygalacturonase activity and chilling injury responses in zucchini squash (*Cucurbita pepo* L.). *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 295:98-101.
- Martínez, V. 2003. Cucurbitaceas. (En línea). s.l. s.e. Formato ASCII. Disponible en <http://www.botanical-online.com/familiacucurbitaceascastella.htm> Consultado 10 /marzo/ 2013.
- MINOLTA. 1993. Caracterizacion precisa del color (Control del color desde la percepcion sensorial a la instrumentacion). E-537205. Alemania. P. 1-21.
- MINOLTA. 1995. Caracterizacion precisa del color (control del color desde la persepcion sensorial a la instrumentacion) E. 537205. Alemania. Pag. 1-21.

- Mitra, S. 1997. Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits. CABI. 423p.
- Moccia, S., Chiesa, A., Oberti, A., Tiftonell, P.A. 2006. Yield and quality of sequentially grown cherry tomato and lettuce under long-term conventional, lowinput and organic soil management systems. *Eur. J. Hortic Sci.* 71, 183-191.
- Mohammed, Majeed y Brecht Jeffrey K. 2003. Postharvest Physiology and Pathology of vegetables. Immature fruit vegetables. Edited by Bartz Jerry A, y Brecht Jeffery K. Second Edition. University of Florida Gainesville, Florida, U.S.A., Marcel Dekker, Inc. Pp: 241-256.
- Montalvo, O. 2001. Tesis Profesional de Licenciatura. Dpto. Fitotecnia. Universidad Autonoma Chapingo. Chapingo, México.
- Morales, J. 2005. Cultivo de calabacín. (En línea). s.l. s.e. Consultado 5 jun. 2005. Formato ASCII. Disponible en <http://www.infojardin.com/huerto/cultivo-calabacincalabacines>.
- Muy-Rangel M. D., J. H. Siller, R. Garcia-Estrada, M. Baez-Sañudo. 2002. Caracterización Poscosecha de Berenjenas producidas en Sinaloa, México. *Revista Chapingo serie Horticultura* 8(2): 171-181.
- Muy-Rangel M. D., Siller C. J., Osuna E. T., Báez S. M., Campor S. J., 2004. Reporte Final Fundación Produce: Predicción de la Vida de Anaquel en Hortalizas en Función de las Condiciones de Almacenamiento. Caso berenjenas. Informe técnico. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Culiacán.
- Muy, R. D., Siller-Cepeda J., Díaz-Pérez J., Valdez-Torres B. 2004a. Efecto de las condiciones de almacenamiento y el encerado en el estado hídrico y la calidad poscosecha de pepino de mesa. *Rev. Fitotec. Mex.* 27 (2): 157-165.
- Neves Filho L.C. (1991). Resfriamento, congelamento e estocagem de alimentos. Ibf- Abrava – Sindratar, São Paulo, Brasil.
- Oirsa. 2003. Manual de Cucurbitaceas. (En línea). Panamá, PA. s.e. Formato ASCII. Disponible en <http://www.oirsa.org/Publicaciones/VIFINEX/Manuales/Manuales/2002/Panam/a/Cucurbitaceas-00.htm>. Consultado 5 Marzo 2013.
- Urias-Orona, V., Muy-Rangel D., Osuna-Enciso T., Sañudo-Barajas A., Báez-Sañudo M., Valdez-Torres B., Siller-Cepeda J., Campos-Sauceda J. 2012. Estado hídrico y cambios anatómicos durante el almacenamiento de calabacitA (*Cucurbita pepo* L.). *Rev. Fototec. Mex.* 35(3):221-228.

- Pérez G., M; Márquez S., F; y Peña L, A. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. P. 380.
- Ramírez, Homero, Encina-Rodríguez Lucia I, Benavides-Mendoza Adalberto, Robledo-Torres Valentín, Hernández-Dávila José y Alonso-Corona Saret. 2004. Influencia de la temperatura sobre procesos fisiológicos en poscosecha de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Revista Agraria Nueva Época. Vol 1 (3). Pp: 197-203.
- Reche Mármol, J., 1997. Cultivo de calabacín en invernadero. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Almería. pp. 213.
- Rodríguez, C Bertha y Porras, María del Carmen. 2002. Botánica sistemática. Universidad Autónoma Chapingo. pp 239-241.
- Romero, F., Martínez-Madrid, M.C., Pretel, M.T. 2006. Factores precosecha determinantes de la calidad y conservación en poscosecha de productos agrarios. V Simposio Ibérico VIII Nacional de Maduración y Post-Recolección, Orihuela Alicante. pp. 91-96.
- Ruiz Altisent, M., Barreiro, P. 1996. Propiedades mecánicas y calidad de frutos. Definiciones y medidas instrumentales, *Fruticultura Profesional* na77.
- SAGARPA, 2010. [http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar\\_comdeagr.html](http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comdeagr.html) Consultado 14 de febrero de 2013.
- Saltveit, M. E. 1999. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. *Postharv. Biol. Technol.* 15:279-292.
- Sams, C.E. 1999. Preharvest factors affecting postharvest texture. *Postharv. Biol. Technol.* 15, 249-254.
- Serrano, M., Martínez-Madrid, M.C., Pretel, M.T., Riquelme, F., Romojaro, F. 1997. Modified atmosphere packaging minimizes increases in putrescine and abscisic acid levels caused by chilling injury in pepper fruit. *J. Agric. Food Chem.* 45,1668-1672.
- Singenta, 2013. Semillas de hortalizas, calabacita. Disponible en <http://syngenta.com.mx>. Consultado 4/junio/2013.
- Shackel, K.A., Grece, C., Labavitch, J.M., Ahmadi, H. 1991. Cell turgor changes associated with ripening in tomato pericarp tissue. *Plant Physiol.* 97, 814-816.
- Shewfelt RL, Prussia SE. 1993. Postharvest Handling. A Systems Approach.. Academic Press, San Diego, p 211.
- Shewfelt, R.L. 1990. Sources of variation in the nutrient content of agricultural commodities from the farm to the consumer. *J. Food Qual.* 13, 37-54.

- Shewfelt, Robert L. 1990. Quality of fruits and vegetables. A Scientific Status Summary by the Institute of Food Technologists. P. 273-278.
- Siller C. J., M.D. Muy, E. Sánchez, B. Heredia, A. Báez y A. Sañudo. 1998. Velocidad de preenfriado sobre la calidad del fruto de berenjena y utilización de métodos químicos para reducir la oxidación de cáliz. Reporte Técnico DUC/IT/018/98. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Culiacán.
- Soares-Gomes, A., Trugo, L.C., Botrel, N., Da Silva-Souza, L.F. 2005. Reduction of internal browning of pineapple fruit (*Ananas comusus* L.) by preharvest soil application of potassium. *Postharv. Biol. Technol.* 35, 201-207.
- Sutherland, P W, Hallett I.C. 1993. Anatomy of fruit of buttercup squash (*Cucurbita maxima* D.) surface, cuticle and epidermis. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science.* 21:67-72.
- Suslow, Trevor V. y Cantwell M. 2012. Calabacita: (Zapallo de Verano): Recomendaciones para Mantener la Calidad Poscosecha. Postharvest Technology Center – UC Davis. Department of Vegetables Crops. University of California. P. 1-4.
- Thompson A. K. 1993. The storage of mango fruits. *Trop. Agric (Trinidad)* pag. 63-69.
- UPV (Universidad Politécnica de Valencia, ES). 2003. Cucurbitaceas. (En línea). Valencia, ES. Formato ASCII. Disponible en <http://www.evita.upv.es/varios/biologia/Temas%20Angiospermas/Dil%C3%A9nidas/Cucurbit%C3%A1ceas/Cucurbit%C3%A1ceas.htm>. Consultado 17/Marzo/2013
- Urrieta Aukar J. E. 2000. Jornada sobre manejo poscosechade frutas. Universidad centrooccidental “Lisandro Alvarado” Decanato de agronomía-postgrado en Horticultura. Sociedad Venezolana para la fruticultura (SOVERFRU).
- USAID, 2006. Boletín técnico de poscosecha: Manejo poscosecha de calabaza. USAID-RED. Oficina FHIA, La Lima, Cortes, Honduras. 3p. Versión electrónica en: [http://www.fintrac.com/docs/RED/USAID\\_RED\\_Poscosecha\\_Calabaza\\_09\\_06.pdf](http://www.fintrac.com/docs/RED/USAID_RED_Poscosecha_Calabaza_09_06.pdf) consultado 14/marzo/2013.
- Waldrom K W, Parker M L y Smith A C. 2003. Plant Cell Walls and Food Quality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Fodd Safety.* Pp: 101-106.
- wills R., McGlasson B., Gram. D., Joyce D., 1998. Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Segunda Edición. Editorial Acribia, S. A Zaragoza, España Pag. 1-101.

Wills, R.; B. McGlasson; D. Graham y D. Joyce.1998. Postharvest. An introduction to the physiologyand handling of fruit, vegetables and ornamentals. CABI. 262p.

Wills, Ron, McGlasson, Graham Doug and Joyce Daryl. 1998. Water loss and Humidity . In: Post harvest. An introduction to the Physiology handling of fruits, vegetables and ornamentals. CAB International. Hyde press, Adelaide, South Australia.