

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA**

**“COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE UNA LINEA DE  
CALABAZA AROTA (*Cucúrbita argyrosperma* Huber)”**

**T E S I S**

**LUIS FERNANDO GRAJEDA GARCIA**

**SEPTIEMBRE DEL 2007**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA**

**“COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE UNA LINEA DE  
CALABAZA AROTA (*Cucurbita argyrosperma* Huber)”**

**TESIS**

**LUIS FERNANDO GRAJEDA GARCIA**

**SEPTIEMBRE DE 2007**

**COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE UNA LINEA DE CALABAZA AROTA**  
*(Cucurbita argyrosperma Huber)*

**TESIS**

Sometida a la consideración del Departamento de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

**Por**

Luis Fernando Grajeda García

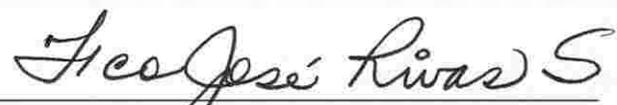
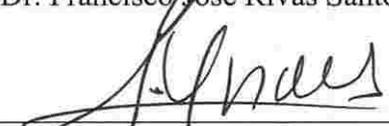
Como requisito para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Septiembre del 2007

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del consejo particular aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

**INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA**

**CONSEJO PARTICULAR:**

|             |  |
|-------------|--|
| DIRECTOR:   | <br>Dra. Rosalba Troncoso Rojas      |
| SECRETARIO: | <br>MS Sergio Garza Ortega           |
| VOCAL:      | <br>Dr. Francisco José Rivas Santoyo |
| SUPLENTE:   | <br>MC Julio César Morales Munguía    |

## CONTENIDO

|     |  |    |
|-----|--|----|
| I.  | INTRODUCCION   | 1  |
| II. | LITERATURA REVISADA  | 2  |
|     | 2.1 Generalidades  | 2  |
|     | 2.2 Importancia económica  | 3  |
|     | 2.3 Morfología   | 4  |
|     | 2.4 Calidad del fruto  | 5  |
|     | 2.5 Poscosecha   | 8  |
|     | 2.6 Factores fisiológicos  | 10 |
| III | MATERIALES Y MÉTODOS   | 12 |
|     | 3.1 Producción de CO <sub>2</sub> y etileno                          | 13 |
|     | 3.2 Perdida de peso  | 14 |
|     | 3.3 Color  | 14 |
|     | 3.4 Forma del fruto y grosor de la pulpa                             | 14 |
|     | 3.5 Densidad   | 15 |
|     | 3.6 Firmeza  | 15 |
|     | 3.7 Contenido de sólidos solubles totales y contenido<br>de azúcares | 15 |
|     | 3.8 Valor de PH y % acidez titulable.                                | 16 |
| IV  | RESULTADOS Y DISCUSIONES   | 17 |
| V   | CONCLUSIÓN   | 29 |
| VI  | LITERATURA CITADA  | 30 |

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

|   | Pag. |
|---|------|
| <b>Cuadro 1.</b> Composición nutrimental de frutos tiernos y maduros dec calabazas.   | 4    |
| <b>Cuadro 2.</b> Condiciones de almacenaje optimas para las cucurbitaceas y su vida aproximada.   | 9    |
| <b>Cuadro 3.</b> Valores de respiración de Cucurbitaceas y su vida de almacén aproximada  | 11   |
| <b>Grafica 1.</b> Producción de CO <sub>2</sub> en frutos de calabaza arota durante almacenamiento a 20°C por 98 días                                 | 17   |
| <b>Grafica 2.</b> Producción de etileno en frutos de calabaza arota durante el almacenamiento a 20°C por 98 días                                      | 18   |
| <b>Grafica 3.</b> Perdida de peso fresco expresado en porciento en frutos de calabaza arota durante el almacenamiento a 20°C por 98 días              | 19   |
| <b>Grafica 4.</b> Cambios en el color del mesocarpios de calabaza arota almacenada a 20°C por 98 días.  | 20   |
| <b>Grafica 5.</b> Relación de circunferencia longitudinal/la circunferencia ecuatorial de los frutos de calabaza arota almacenados a 20°C por 98 días | 21   |
| <b>Grafica 6.</b> Grosor de la pulpa expresado en centímetros en frutos de calabaza arota almacenados a 20°C por 98 días.                             | 22   |
| <b>Grafica 7.</b> Cambios en la densidad de los frutos de calabaza arota almacenados a 20°C por 98 días.  | 23   |
| <b>Grafica 8.</b> Firmeza en newton (N) de la pulpa en frutos de calabaza arota almacenados a 20°C por 98 días.                                       | 24   |
| <b>Grafica 9.</b> Cambios en la concentración de sólidos solubles (Brix) en calabaza arota almacenada a 20 °C por 98 días.                            | 25   |
| <b>Grafica 10.</b> Cambios en el contenido de azucares (glucosa, fructosa y sacarosa en calabaza arota almacenadoa a 20°C por 98 días.                | 26   |
| <b>Grafica 11.</b> Valores de PH de calabaza arota almacenada a 20°C por 98 días.   | 27   |
| <b>Grafica 12.</b> Porciento de acidez titulable en frutos de calabaza arota almacenada a 20°C por 98 días.   | 28   |

## RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo con la finalidad de estudiar el comportamiento poscosecha de frutos maduros de calabaza arota (*Cucurbita argyrosperma* Huber). Se estableció la línea A-43 el 14 de Agosto del 2002 en el Campo experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería y se cosechó en Noviembre 29. Los estudios de comportamiento poscosecha se realizaron en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo de Diciembre del 2002 a Marzo del 2003.

La respiración y producción de etileno de los frutos maduros fluctuó entre 32.82 y 79.19mg CO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> y entre 0 y 3.09μL C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> respectivamente. La máxima pérdida de peso (18%) se obtuvo a las 12 semanas de almacenamiento. El color de fruto fue amarillo a ligeramente anaranjado y presentó valores de ángulo de matiz que variaron entre 89.01 y 86.12. Los frutos tuvieron una relación circunferencia polar/ecuatorial de 0.97 y un grosor del mesocarpio que cambió de 3 a 2.4cm al final del período de almacenamiento de 98 días. La densidad del fruto varió de 0.72 a 0.6 y la firmeza de 155 a 77N (newtons). La concentración de sólidos solubles totales máxima fue de 10% a los 56 días y la concentración promedio de glucosa, sacarosa y fructosa fue de 0.66, 2.02 y 2.16mg/ML respectivamente. Los valores de pH fueron estables y variaron de 7.4 a 7.84. La acidez titulable cambió de 0.041 a 0.018% a los 77 días finalizando con un valor de 0.033%

Palabras clave: calabaza; *Cucurbita*; *C. argyrosperma*; poscosecha

## INTRODUCCION

La calabaza arota (*Cucurbita argyrosperma* Huber) se ha cultivado en México, su sitio de domesticación, por al menos 5000 años, constituyendo una fuente importante de alimento.

En el Estado de Sonora, esta especie se siembra tradicionalmente por pequeños productores para autoconsumo o para su comercialización de forma local bajo condiciones de temporal durante la época verano-otoño. Sus frutos son consumidos tanto de forma inmadura como madura. También se consumen las flores, semillas y los brotes tiernos de las guías.

La información relacionada con este cultivo es muy limitada, especialmente en aspectos relacionados con la calidad de fruto y su comportamiento postcosecha. Asimismo, esta especie cuenta con un número reducido de variedades cultivadas. La calabaza arota puede ser una buena opción de siembra para exportación, especialmente hacia Estados Unidos por la población de mexicanos en ese país.

Merrick (1990) clasificó a los materiales criollos de calabaza arota que se cultivan usualmente bajo condiciones de temporal en el noroeste de México como *Cucurbita argyrosperma* subespecie *argyrosperma*, variedad botánica *callicarpa*. Reporta en colecciones llevadas a cabo en la región serrana del noroeste, que los frutos tienen un color interno que varía de amarillo pálido a anaranjado y un peso promedio de 2.5 Kg.

En el Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, se ha trabajado con esta especie, desarrollando algunas líneas homogéneas con características propias de color y forma.

El presente trabajo se realizó con la finalidad de estudiar el comportamiento poscosecha de frutos maduros de *C. argyrosperma*, utilizando para esto una línea homogénea obtenida en el DAG.

## LITERATURA REVISADA

### Generalidades

La calabaza pertenece a la familia de las cucurbitáceas la cual comprende 90 géneros. El género *Cucurbita* comprende 27 especies, 5 de las cuales son cultivadas y 22 son silvestres. Es originario de América considerándose por algunos investigadores que el centro de origen, dispersión y domesticación se encuentra localizado desde el sur de México hasta Guatemala, sin embargo otros investigadores mencionan también a Centro América y sur de América (Moroto, 2000; Nee, 1990; Whitaker y Robinson, 1986).

Las especies cultivadas de *Cucurbita* son: *C. pepo*, *C. moschata*, *C. maxima*, *C. argyrosperma* y *C. ficifolia*. (Merrick, 1991; Whitaker y Robinson, 1986). *C. argyrosperma* conocida también como *C. mixta*, al igual que las otras especies, han formado parte de la alimentación humana desde tiempos precolombinos en los países tropicales y subtropicales de América (Gordon y Barden, 1992; Herklots, 1986).

El cultivo de la calabaza fue muy importante en el desarrollo de las primeras civilizaciones de América, siendo aún ampliamente cultivado en México y en la mayoría de los países americanos donde existen variedades criollas, típicas de cada región (Sánchez-Hernández *et al.*, 2000).

*C. argyrosperma* se ha cultivado en el noroeste de México desde tiempo precolombino, siempre en pequeña escala y generalmente bajo condiciones de temporal alternada con maíz. En Sonora, desde principios de la era cristiana la mayor parte del territorio estaba habitado por grupos sedentarios dedicados a la agricultura; para estos grupos el cultivo de la calabaza, frijol, chile y maíz eran la base de su alimentación. Se distribuía desde la región noroeste hasta la región suroeste de México y suroeste de E. U. A. En estudios arqueológicos, se han encontrado semillas que demuestran la existencia

de esta especie desde hace mucho tiempo. En las cuevas de Tula Rosa, Nuevo México, E. U. A. se encontraron vestigios que datan de entre 380-1840 D. C. En las cuevas de Ocampo, Tamaulipas, México, restos encontrados registran su presencia entre 200-900 D. C. Sin embargo los sitios arqueológicos de mayor antigüedad se encuentran al año 5200 A. C. en el valle de Tehuacán, Puebla, México (López, 1989).

### **Importancia Económica**

Bajo la denominación de calabaza se incluyen una serie de especies y variedades botánicas pertenecientes al género *Cucurbita*, cuya utilización principal consiste en el consumo de los frutos maduros e inmaduros. Algunos cultivares son utilizados como alimento para el ganado. En algunas zonas se consume su semilla directamente y en los países asiáticos se obtiene aceite de las semillas (Moroto, 2000).

El fruto se consume en estado inmaduro como hortaliza fresca en guisado, cocidos o ensaladas. Cuando el fruto está maduro se utiliza en cocidos, conservas, repostería y como alimento para el ganado. La pulpa amarilla o anaranjada es rica en carotenos, los cuales son precursores de la vitamina A y es una fuente importante de carbohidratos. La cáscara se utiliza como utensilio de cocina (Yamaguchi, 1983).

Las semillas son muy ricas en aceites, proteínas y albúminas (Sánchez-Hernández *et al.*, 2000). La semilla es la parte más nutritiva del fruto debido a los niveles proteicos y de aceite, conteniendo 40% de aceite y 30% de proteínas. En México y otros países asiáticos el consumo de semillas es una tradición antigua. Algunos autores reportaron que cierta especie de cucurbitáceas produce un aceite el cual puede utilizarse en la reproducción de pinturas, barnices y como aceites grasos polinsaturados, los cuales juegan un papel importante en el desarrollo del cerebro del embrión humano durante la gestación. Es utilizada también para combatir parásitos (Helminetos) en el hombre (López, 1989).

**Tabla 1. Composición nutrimental de frutos tiernos y maduros de calabaza**

| Compuesto           | Fruto maduro  | Fruto inmaduro | Semillas secas |
|---------------------|---------------|----------------|----------------|
| Agua                | 81.4%         | 95%            | 4.4%           |
| Calorías            | 63gr          | 14gr           | 553gr          |
| Proteínas           | 1.8gr         | 1gr            | 29 gr.         |
| Grasas              | 0.4gr         | 0.1gr          | 46gr           |
| Total carbohidratos | 15.4gr        | 3.1gr          | 15gr           |
| Vitamina A          | 4200 unidades | 390 unidades   | 70 unidades    |
| Vitamina C          | 13mg          | 10mg           |                |
| Fibras              | 1.8gr         | 0.6gr          | 1.9gr          |

(López, 1989).

En México y Medio Oriente, los botones florales masculinos se utilizan como alimento. En México también se utilizan para la elaboración de empanadas y quesadillas. En varios países se consumen los brotes tiernos, cocidos en forma de quelites (López, 1989).

### Morfología

La calabaza es una planta monoica, anual de tallo trepador. Las especies cultivadas se distinguen por algunos caracteres botánicos, como la forma y el tamaño del fruto y de la semilla (Turchi, 1990).

Una planta típica de arota es anual, con hábito de crecimiento de guía y monoica, es decir, posee flores femeninas y masculinas separadas en la misma planta. La raíz se desarrolla eficientemente desde temprana edad, proporcionando un abundante suministro de agua y nutrientes. Además de tener un gran poder de absorción, en ocasiones forma raíces adventicias en los nudos del tallo, el cual es de consistencia dura, anguloso, veloso y sin espinas, rastrero, llegando a alcanzar 10 m de longitud, posee zarcillos que son complejos con tres ramificaciones secundarias (Whitaker y Robinson, 1986).

La hoja es simple, alterna, moderadamente lobulada, comúnmente verde con manchas blancas. El follaje en general es aterciopelado al tacto. La flor es unisexual y aparece en las axilas de las hojas; los pétalos son de coloraciones que van desde el amarillo al anaranjado amarillento; los sépalos son largos, delgados y lineales. Las flores masculinas son de pedúnculos largos, delgados y lineales con estambres de tres filamentos libres o fusionados y las anteras fusionadas, el polen es pesado y pegajoso. Las flores femeninas tiene el pedúnculo corto, el ovario oblongo o redondo, inferior y unilocular, el estilo es grueso y el estigma es trilobulado, grande de color naranja brillante. El fruto posee cáscara dura o suave de varios colores. La pulpa es de color blanco a amarillo pálido, gruesa y fibrosa; el pedúnculo es duro, agrandado en diámetro por corcho duro, redondo en la madurez y no aplastado en la unión del fruto. La semilla es gruesa, de color blanco con el margen blanco, café o plateado; se une a la planta a través del funículo y puede separarse fácilmente de la pulpa (Purseglove, 1979).

*C. argyrosperma* no fue reconocida como especie sino hasta el año de 1930. Previamente fue considerada dentro de *C. moschata*. Algunas variedades comerciales que han sido desarrolladas son Green striped cushaw, Gold striped cushaw y Japanese pie (López, 1989).

### Calidad del fruto

Concentración de sólidos solubles y color. Líneas, híbridos y criollos de *C. argyrosperma*, evaluados 20 días después de la cosecha presentaron una concentración de sólidos solubles (CSS) que varió de 4 a 7.5% durante la primavera, y de 3.6 a 10.4% cuando se cultivaron en otoño. El color interno de la pulpa en este trabajo presentó un índice de color amarillo que fluctuó entre 5.22 a 6.94 y de 5.1 a 7.94Y en los mismos ciclos, concluyendo que la calidad en general fue pobre en comparación con otras especies de *Cucurbita* ya que algunas especies tienen niveles de sólidos solubles mayores a 15% y valores (Y) mayores que 8 (Núñez-Grajeda y Garza-Ortega, 2005).

En *C. maxima* cv Delica se encontró que la CSS fue de 13.6% cuando se midió 60 días después de la floración y tres semanas de almacenamiento a 12-14°C (Harvey et al. 1997). Alam y Zimmerman (2003) reportan para la misma variedad, que bajo condiciones de riego presurizado y acolchado plástico, valores de sólidos solubles máximos de 15.2% en frutos cosechados a la madurez completa. En una evaluación de cultivares, sitios y temporadas en Australia, se encontró que la concentración de sólidos solubles de calabaza kabocha a la cosecha fluctuó entre 5.7 y 13.3% (Morgan y Midmore, 2003).

Arvayo et al. (1994), reportaron en *C. maxima* cv Delica un incremento en la concentración de carotenos a las ocho semanas después de la cosecha pero la concentración disminuyó significativamente a las 12 semanas. Cumarasamy et al., (2002) evaluaron variedades del mismo tipo de calabaza, encontrando que después de seis semanas de almacenamiento a 12 °C los valores numéricos más altos de L, a\* y b\* fueron de 65.58, 20.52 y 72.56 respectivamente. Por otra parte, diferentes variedades de kabocha reportaron valores máximos de a\* a la cosecha de 15.7.

En híbridos no comerciales de calabaza tipo butternut (*C. moschata*) se reportan valores más bajos de sólidos solubles. Siete materiales de este tipo presentaron un valor promedio de 2.6% a la cosecha pero se incrementó a 9.4% después de 60 días de almacenamiento. En este trabajo, los frutos tuvieron una pureza de color de la pulpa de 43.06 a la cosecha y de 72.58 después de 60 días. Esto coincidió con un color amarillo claro y un color anaranjado intenso respectivamente (Morales-Munguía et al., 2004). El color interno de fruto en calabaza en estado de madurez, varía entre amarillo, anaranjado o salmón y su intensidad está directamente relacionada con la concentración de carotenos. En 47 materiales de *C. moschata* evaluados en España se encontró que el color de la pulpa fue anaranjado y salmón (Ferriol et al., 2004), mientras que en India, una colección de 70 líneas de la misma especie obtenidas a partir de criollos, tuvieron un color de la pulpa amarillo intenso y anaranjado con una concentración de carotenoides entre 2.34 y 14.85 mg por 100 g de tejido (Pandey et al., 2003). Por otra parte, híbridos de *C. moschata* obtenidos a partir de criollos tropicales en Florida, tuvieron alto

rendimiento, uniformidad de fruto y un color naranja brillante y se consideraron de buena calidad (Maynard et al., 2002).

**Pérdida de peso.** La pérdida de peso es ocasionada por la pérdida de agua a través de la transpiración de los frutos y como consecuencia se verá afectado la calidad y el aspecto de los frutos. La pérdida de peso por transpiración está influenciada por factores internos como: características morfológicas y anatómicas, cociente de superficie-a-volumen, lesiones en superficie y etapa de madurez y por factores externos como: temperatura, movimiento de aire y presión atmosférica. La transpiración puede ser minimizada mediante el encerado de frutos (Kader, 1992).

A pesar que los frutos de calabaza se consideran de larga vida de anaquel, la pérdida de peso en poscosecha puede ser significativa. Francis y Thompson (1965) encontraron en *C. moschata* cv Butternut que la apariencia interna de los frutos iniciaba un deterioro obvio cuando la pérdida de peso fue de 15%. Holmes (1951) encontró que la misma variedad presentó pérdidas de peso de 15.8, 17.4 y 15% bajo temperatura ambiente a los 63, 70 y 84 días de almacenamiento en diferentes años.

En calabaza Kabocha, la pérdida de peso de frutos almacenados a 20°C y 75% de humedad relativa por 12 semanas fue de 11.3% (Arvayo *et al.*, 1994). En el mismo tipo de calabaza se reporta 10% de pérdida de peso a las tres semanas de almacenamiento a 13°C (Harvey *et al.*, 1997) y valores altos (17.2%) cuando se hizo un tratamiento de preacondicionamiento a 45°C y después se almacenaron a 28°C por 12 días (Morgan y Midmore, 2003).

La firmeza de los frutos de calabaza kabocha cv Delica a la cosecha fue de 81 N, aumentando significativamente a 100 N después de dos meses de almacenamiento a 12°C y 80-85% HR, disminuyendo posteriormente a 94 N a los tres meses de almacenamiento (Ratnayake *et al.*, 1999). En calabaza tipo butternut se encontró que la textura de frutos almacenados a 20°C y 65-70% HR se incrementó a los 15 días de almacenamiento y

posteriormente disminuyó a un valor igual al obtenido en la cosecha (51 kgf) a los 45 días de almacenamiento (Morales-Munguía *et al.*, 2004)

Se encontró que un índice apropiado para la cosecha de calabaza kabocha fue cuando los frutos presentaron una firmeza de 7 kgf ya que estos siempre presentaron buena calidad después de períodos largos de almacenamiento (Harvey *et al.*, 1997)

Por otra parte, se observó que la densidad de calabazas tipo butternut a la cosecha fue de 1.13 pero bajó a 1.06 después de un período de almacenamiento de 60 días (Morales-Munguía *et al.*, 2004).

### **Poscosecha**

En muchos cultivos hortícolas el control de la pérdida de agua después de la cosecha es primordial. Los frutos, hortalizas y flores se almacenan con temperaturas frías y una humedad relativa alta para minimizar pérdidas de agua. En la mayor parte de los medios de almacenamiento, la humedad relativa se mantiene entre 90-95% para evitar la condensación del agua que acentúe los problemas de enfermedades (Gordon y Barden, 1992).

La temperatura es el factor más importante para el deterioro de la vida de poscosecha. Afecta directamente los índices de respiración, producción de etileno ( $C_2H_4$ ) y pérdida de humedad. El mantener una temperatura mayor de lo recomendado acelera la respiración, lo cual deteriora rápidamente sus valores nutritivos. La producción de etileno también aumenta ocasionando niveles altos en la pérdida de clorofila, acelerando la maduración y la senescencia. También aumenta la pérdida de humedad del producto, el marchitamiento y el aspecto fresco (Hardenburg *et al.*, 1986).

La temperatura alta acelera también la aparición de patógenos, el manejo de la temperatura es la herramienta más eficaz para ampliar la vida de almacén de las cucurbitáceas.

Las cucurbitáceas requieren almacenamiento bajo alta humedad relativa después de la cosecha excepto algunas como las calabazas maduras que tienen buena vida de anaquel y generalmente se almacenan entre 70 y 80% de HR.

Por todo esto se recomienda el preenfriado después de la cosecha para llevarlo lo más rápido posible a la temperatura recomendada. Para el preenfriamiento se recomienda el aire forzado para todas las cucurbitáceas (Cantwell, 1996).

**Tabla 2. Condiciones óptimas de almacenamiento para las cucurbitáceas y su vida aproximada.**

| Cucurbitácea                                  | Temp. °C | H.R. (%) | Vida Almacén |
|---|----------|----------|--------------|
| Pepino  | 5-13     | 95       | 10-12 Dias   |
| Calabacita                                    | 5-10     | 95       | 7-12Dias     |
| Melón reticulado ( $\frac{3}{4}$ maduración ) | 2-5      | 95       | 15 Dias      |
| Melón reticulado (Maduro)                     | 0-2      | 95       | 5-14 Dias    |
| Melón Honeydew                                | 7        | 90-95    | 3 Semanas    |
| Melón Crenshaw                                | 7        | 90-95    | 2 Semanas    |
| Melón Casaba                                  | 10       | 90-95    | 3 Semanas    |
| Melón Persa                                   | 7        | 90-95    | 2 Semanas    |
| Sandía  | 10-15    | 90       | 2-3 Semanas  |
| Calabazas Duras                               | 10       | 50-70    | 2-3 Meses    |
| Calabazas Halloween                           | 10-13    | 50-70    | 2-3 Meses    |

Resumido de: Cantwell, 1996; Salunkhe y Desai, 1984; Suslow *et al.*, 1997

Una característica fundamental de los frutos que normalmente son considerados como calabazas, es su alto grado de conservación tras la recolección y secado, que en algunos casos soportan 6 meses sin que se observe en ellos un deterioro significativo (Moroto, 2000).

Para los frutos y hortalizas se utilizan diversos tipos de almacenamiento dependiendo del cultivo, la localidad y tiempo que se intenta mantener el producto. La

mayor parte de las hortalizas y frutos se almacenan en cámaras de refrigeración porque las temperaturas óptimas se encuentran por debajo de aquellas obtenidas en los depósitos comunes. Existen algunos frutos principalmente los tropicales y subtropicales los cuales están sujetos a daños por frío durante el almacenamiento, como la calabaza (Gordon y Barden, 1992).

### **Factores fisiológicos**

**Respiración.** El deterioro de poscosecha es proporcional a la velocidad de respiración. Las cucurbitáceas que se consumen en estado inmaduro se caracterizan por altos valores de respiración puesto que al ser cosechadas todavía están en desarrollo. Cuando se cosechan en estado maduro como el caso del melón hay un aumento sustancial en la respiración debido al comportamiento climatérico de la fruta (Cantwell, 1996; Kader, 1992). La conservación en cámaras frigoríficas, las técnicas del almacenamiento bajo atmósfera modificada (AM) y controlada (AC) y del almacenamiento al vacío, así como el encerado de la fruta son herramientas suplementarias para el control de la respiración.

**Producción de etileno.** El etileno es una hormona natural, producida por los tejidos de los frutos. Se produce en tres tipos, el básico, auto catalítico y por tensión (Yang y Hoffman, 1984). El etileno básico desempeña un papel importante en el crecimiento y desarrollo del fruto (Atta-Aly *et al.*, 1999). El etileno autocatalítico se produce solamente en frutos climatéricos en respuesta a una aplicación de etileno como el melón mientras que las otras cucurbitáceas son no climatéricas. El tercer tipo que es el de la tensión, se produce al exponer frutos a condiciones de tensión (Yang y Hoffman, 1984). La temperatura óptima para la producción de etileno en frutos es de 20-21 °C (Atta-Aly *et al.*, 1999).

**Tabla 3. Valores de respiración en cucurbitáceas y su vida de almacén aproximada.**

| Cucurbitácea       | Temp. °C | Respiración<br>(mg CO <sub>2</sub> .kg <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> ) | Vida de almacén |
|--------------------|----------|---|-----------------|
| Calabacita         | 5-10     | 24-48   | 7-14 días       |
| Pepino             | 10-13    | 24-31   | 10-14 días      |
| Melón reticulado   | 2.5-5    | 9-10  | 2 semanas       |
| Melón Honeydew     | 7        | 5-7   | 3 semanas       |
| Sandía             | 10-15    | 5-7   | 3 semanas       |
| Calabaza Kabocha   | 12       | 88-77   | 12 semanas      |
| Calabaza Butternut | 25       | 61-121  | 12 semanas      |

Tomado de: Hardenburg *et al.*, (1986).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo utilizando la línea A-43 de *C. argyrosperma*. Esta línea fue obtenida en el Departamento de Agricultura y Ganadería a partir de materiales criollos regionales. El fruto de esta línea es de forma redonda, color blanco con bandas longitudinales de color verde oscuro. En la época verano-otoño del 2002 tuvo un peso promedio de 2.1kg (0.8-4.6kg). El contenido de sólidos solubles medido 19 días después de la cosecha fue de 7.4% y el índice de amarillo 7.3Y. Se estableció por siembra directa en suelo húmedo el 14 de Agosto del 2002 en camas meloneras de 4 m con dos hileras por cama y una separación entre plantas de 50 cm. La emergencia y desarrollo temprano de las plantas fue normal. Después de iniciada la floración y amarre de fruto, el día 5 de octubre (52 días después de la siembra), se eliminaron los frutos tiernos, de manera tal que las plantas amarraron fruto uniformemente en esta fecha. Los frutos maduros se cosecharon el día 29 de noviembre (55 días después de la floración) y se almacenaron por 5 días a temperatura ambiente (15-24°C) y una humedad relativa de 40%.

Posteriormente los frutos se transportaron al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo donde se llevó a cabo una selección utilizando fruto de tamaño uniforme y libre de daños físicos. Los frutos se lavaron con agua clorada (250µL/L) y posteriormente se secaron a temperatura ambiente. Se almacenó un lote de 168 frutos a 20°C y 80% humedad relativa por 98 días. Se evaluó el comportamiento postcosecha en base a la producción de CO<sub>2</sub> y etileno, pérdida peso fresco, color, densidad, firmeza, pH, porcentaje de acidez titulable, contenido de sólidos solubles totales y contenido de azúcares.

### Producción de CO<sub>2</sub> y etileno

Se determinó la producción de CO<sub>2</sub> y etileno de acuerdo a la metodología reportada por Troncoso-Rojas *et al.*, (2005), con ligeras modificaciones. Se pesaron 6 frutos y se

colocaron en forma individual en recipientes de plástico de 6 L y se mantuvieron a 20°C. Cada semana, los contenedores se cerraron con una tapadera de plástico adaptada con una septa para la toma de muestra. Después de 1h de incubación, se tomaron muestras de 1mL del espacio de cabeza con una jeringa hipodérmica y se inyectaron en un cromatógrafo de gases (Varian Star 3400 ex) equipado con una columna Hayasep N (2cm x 3.17mm de diámetro interno), Se utilizaron dos detectores, uno de conductividad térmica para la detección de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otro de ionización de flama para la detección de etileno. Las condiciones cromatográficas fueron: temperatura del inyector, 100°C; temperatura del detector de conductividad térmica, 170°C; y temperatura del detector de ionización de flama, 120°C. Se utilizó nitrógeno como gas acarreador con un flujo de 25mL/min. Las producciones de CO<sub>2</sub> y etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) se calcularon de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$mlCO_2kg^{-1} h^{-1} = \frac{A_{pm} \times C_s \times V}{A_{ps} \times P_m \times t}$$

$$\mu lC_2H_4kg^{-1} h^{-1} = \frac{A_{pm} \times C_s \times V}{A_{ps} \times P_m \times t}$$

donde:

A<sub>pm</sub>: Area del pico de la muestra; C<sub>s</sub>: Concentración de estándares (CO<sub>2</sub>: 0.05mL/L; etileno: 10.2μL/L); V: Volumen del espacio de cabeza (L); A<sub>ps</sub>: Area del pico del estándar; P<sub>m</sub>: Peso de la muestra (kg); t: Tiempo de incubación (h).

### **Pérdida de peso fresco**

Para medir la pérdida de peso fresco se estudiaron 10 frutos previamente marcados, utilizando una balanza digital (Mettler Pe Mod. 2000) de 30Kg. con precisión de 1gr. Los frutos se pesaron al iniciar el experimento y después cada siete días durante 12 semanas. Los resultados se expresaron como porcentaje de pérdida de peso fresco.

## Color

Las mediciones se realizaron en cuatro puntos de la parte media del mesocarpio con un colorímetro portátil Minolta CR-300, obteniendo el espacio de color (a, b y L). Donde L indica la luminosidad, a\* el cambio de color de verde a rojo y b\* de amarillo a azul. Dichos valores se utilizaron para calcular la pureza, saturación o croma y ángulo de matiz o °Hue. Cada uno de los ángulos representa un color específico en la esfera de color, de tal forma que un ángulo de 0 corresponde a un color rojo, un ángulo de 90° a un color amarillo, 180° a un color verde y 270° a un color azul. Las fórmulas utilizadas se describen a continuación:

$$\text{Croma: } (a^2+b^2)^{1/2}$$

$$\text{Hue: } \text{arcTan } b/a$$

## Forma del fruto y grosor de la pulpa

La forma del fruto se determinó en base a la relación obtenida de la circunferencia longitudinal sobre la circunferencia ecuatorial. Ambas circunferencias fueron medidas con la ayuda de una cinta de medir. Los frutos después se partieron a la mitad y con la ayuda de un vernier se les midió el grosor de la pulpa en cm. tomando lectura en 4 puntos (Zona apical, pedúnculo y los dos lados).

## Densidad

El volumen del fruto se midió por desplazamiento de agua en una probeta graduada en mL; el peso se determinó en gramos. La densidad de la fruta fue calculada dividiendo el peso entre el volumen. Para registrar los cambios en la densidad de los frutos se muestreó un grupo cada 21 días iniciando el 3 de diciembre.

### **Firmeza**

Esta se determinó en el mesocarpio de 6 frutos mediante la utilización de un penetrómetro Chatillon (Modelo DFG-50) equipado con un punzón de 10 mm de diámetro. Se determinó la firmeza en dos secciones opuestas de la fruta en la zona interna ecuatorial. Los resultados se expresaron en Newtons (N) necesarios para penetrar el mesocarpio de la calabaza.

### **Contenido de sólidos solubles totales y contenido de azúcares**

El contenido de sólidos solubles totales (CSS) se determinó de acuerdo a la técnica reportada por la AOAC (1990). Para la determinación de CSS, se utilizó una pequeña muestra de jugo y se colocó en un refractómetro de Abbe.

Se analizó el contenido de glucosa, fructosa y sacarosa de acuerdo a la técnica reportada por López-Hernández *et al.*, (1994), con algunas modificaciones. Se utilizaron 10g de tejido congelado y se homogenizaron con 25mL de agua grado HPLC a temperatura ambiente. Posteriormente los homogenizados se filtraron con doble tela de organza, los filtrados se centrifugaron a 6000rpm por 15 minuto (Eppendorf 5415D). Se tomó el sobrenadante y se filtró con una jeringa para HPLC utilizando filtros acrodisc de 0.2 $\mu$ m de tamaño de poro. Finalmente, el filtrado resultante se almacenó a -20°C hasta su análisis.

Se tomaron 10 $\mu$ L del extracto filtrado y se inyectaron en un equipo de Cromatografía Líquida de Alta Presión Varian 3400cx. Se empleó una columna Supelco (Lc-NH<sub>2</sub>) de 25cm de longitud por 4.6mm de diámetro interno y 5 $\mu$ m de tamaño de partícula, con un flujo de 1.5mL por minuto y una fase móvil de acetonitrilo-agua (85:15 v/v), con un tiempo de análisis de 15 minutos. La detección se realizó mediante un detector UV a una longitud de onda de 192nm. Se realizaron 3 repeticiones por fruto. Para la cuantificación de los azúcares se utilizó una curva estándar de glucosa, fructosa y sacarosa, con un rango de concentración de 1.25 a 40 mg/mL.

### Valor de pH y % acidez titulable.

Las determinaciones de pH y % de acidez titulable se realizaron de acuerdo a las técnicas reportadas en la AOAC (1990), utilizando un titulador automático Mettler modelo DL21. La cuantificación de la acidez titulable se realizó titulando el homogenizado con NaOH 0.1 N hasta alcanzar un pH de 8.2, la cual nos indica la neutralización ácido-base. Los resultados obtenidos se expresaron como % de ácido cítrico (AOAC, 1990), de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\% A.T. = \frac{V_{NaOH} \times N_{NaOH} \times meq_{Ac\ c\it{r}i\c{o}}}{V_t} \times 100$$

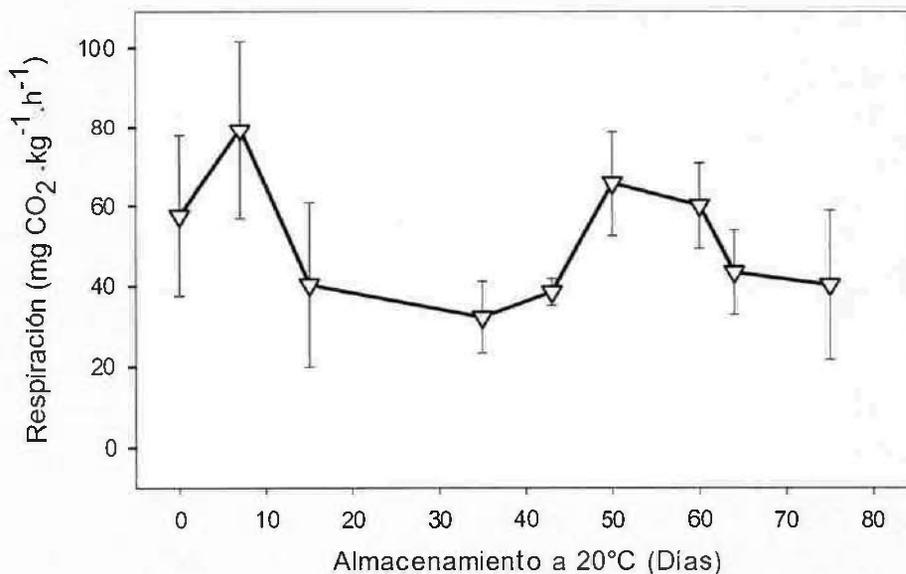
donde:  $V_{NaOH}$ : volumen de NaOH gastados (mL);  $N_{NaOH}$ : Normalidad del NaOH;  $meq_{Ac\ c\it{r}i\c{o}}$ : miliequivalentes de ácido cítrico;  $V_t$ : Volumen del homogenizado titulado (mL).

Los datos fueron analizados mediante un diseño completamente al azar. Se realizó un análisis de varianza y cuando hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan. Se utilizó el programa estadístico Number Cruncher Statistical Systems (NCSS), versión 2000.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

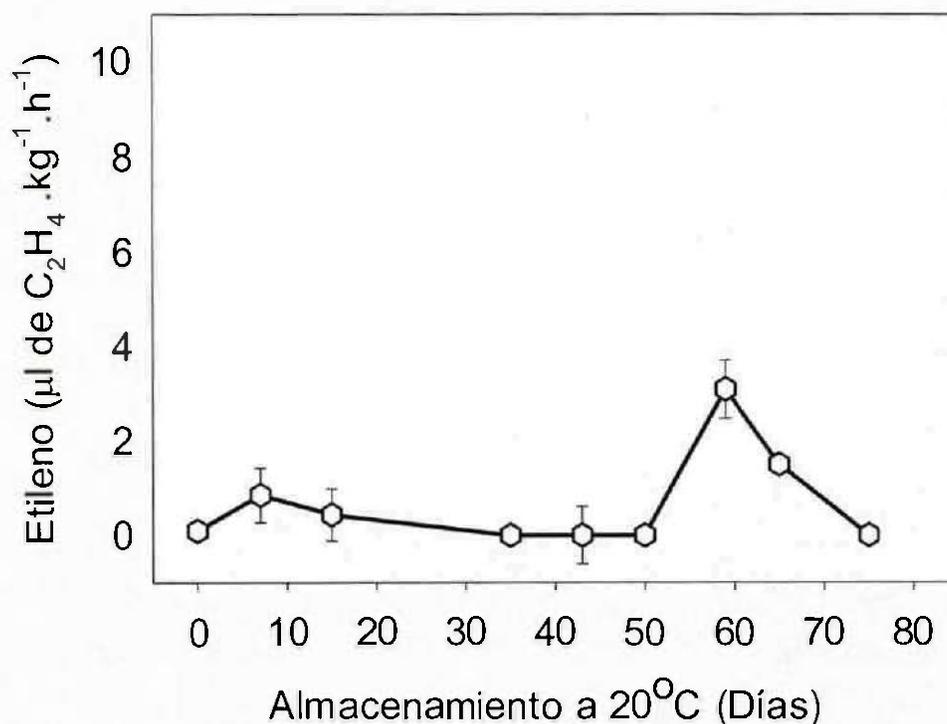
### Producción de CO<sub>2</sub> y etileno

La producción de CO<sub>2</sub> registrada en frutos de calabaza durante almacenamiento a 20°C, fluctuó entre 32.28 y 79.19 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>, como se muestra en la gráfica 1. Al inicio del período de almacenamiento se observó un incremento en la concentración de CO<sub>2</sub>, registrándose una concentración de 79.19 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>, a los 7 días. Posteriormente, la concentración de CO<sub>2</sub> disminuyó hasta llegar a un valor de 32.28 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> a los 35 días de almacenamiento. Se registró un segundo incremento en la producción de CO<sub>2</sub> a los 50 días con una concentración de 64.58 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>. Estos valores son menores a los reportados para calabaza tipo buttercup (*C. maxima*) almacenada a 12°C (88-110 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>); sin embargo son similares a los reportados para *C. moschata* almacenada a 25°C (61-121 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>; Brecht, 2004).



**Gráfica 1.** Producción de CO<sub>2</sub> en frutos de calabaza arota durante un período de almacenamiento de 80 días a 20°C.

Los frutos de calabaza registraron una producción de etileno que varió entre 0 y  $3.09\mu\text{L kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  (gráfica 2). Durante los primeros 43 días de almacenamiento, la producción de etileno fue baja (0 a  $0.84\mu\text{L kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ); sin embargo, a los 59 días de permanecer a  $20^{\circ}\text{C}$ , se observó un incremento significativo ( $p<0.05$ ), registrándose una concentración de  $3.09\mu\text{L kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ . Cantwell y Suslow (2002) reportan una producción de etileno menor de  $0.5\mu\text{L kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  en calabazas almacenadas a  $20^{\circ}\text{C}$ , y mencionan que esta concentración puede aumentar hasta 5 veces si los frutos son dañados.

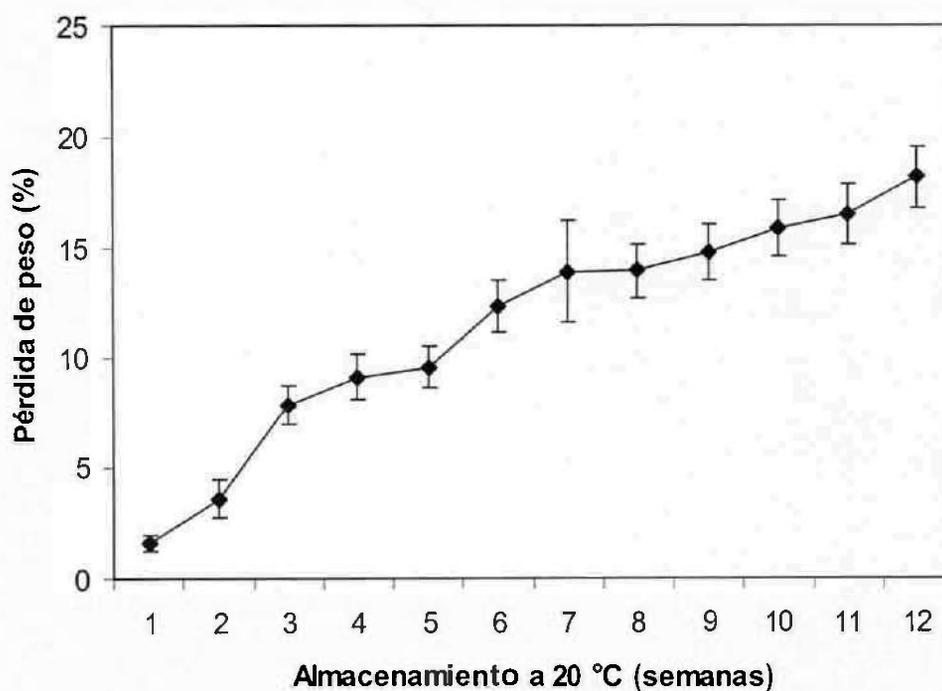


**Gráfica 2.** Producción de etileno en frutos de calabaza arota durante un período de almacenamiento de 80 días a  $20^{\circ}\text{C}$ .

### Pérdida de Peso

La pérdida de peso de los frutos almacenados a 20°C en diferentes tiempos de almacenamiento se observa en la grafica 3. Como puede observarse, la pérdida de peso fresco aumentó proporcionalmente al tiempo de almacenamiento alcanzando una pérdida máxima de 18% a las 12 semanas de almacenamiento.

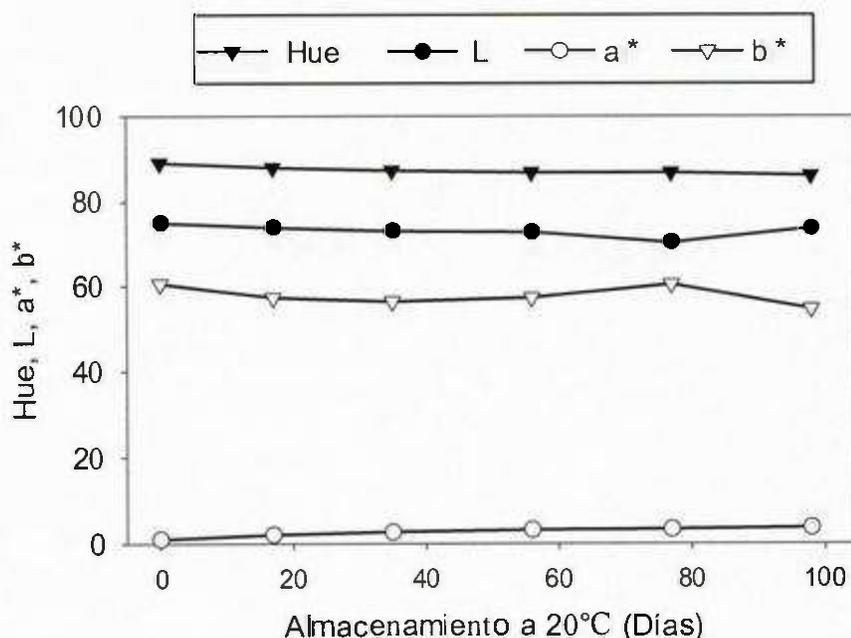
Después de este tiempo de almacenamiento los frutos mostraron amarillamiento externo de la cáscara pero no mostraban signos externos de la pérdida de peso. En calabaza kabocha la perdida de peso de frutos almacenados a 20°C y 75% de humedad relativa a 12 semanas fue de 11.3%. (Arvayo *et al.*, 1994). Calabazas tipo butternut también tuvieron menor pérdida de peso que en el presente estudio (Holmes, 1951).



**Gráfica 3.** Pérdida de peso fresco expresado en %, en frutos de calabaza arota durante un período de almacenamiento de 12 semanas a 20 °C.

### Color

En la gráfica 4 se presentan los resultados de color en calabaza arota almacenada a 20°C por 98 días. Se puede observar que los valores de  $a^*$  fueron muy bajos al inicio del almacenamiento (1.04) y presentaron un ligero incremento (3.37) al final del mismo. En cambio, en el caso de la variable  $b^*$ , se registraron valores que oscilaron entre 60.54 y 54.64 durante el período de almacenamiento, siendo mayor el valor de  $b^*$  al día 0 y menor al final del almacenamiento. Con respecto a la variable L, los valores oscilaron entre 75.04 y 73.88 durante el período de almacenamiento, correspondiendo el valor más alto al día 0 y el más bajo al final del almacenamiento. Considerando que los valores de L pueden ser de 0 a 100, en donde los valores cercanos o iguales a 0 indican un color opaco y valores cercanos o iguales a 100 indican un color brillante, los valores de L obtenidos en este trabajo nos indica que el color interno de la calabaza tendió a ser brillante y no opaco.



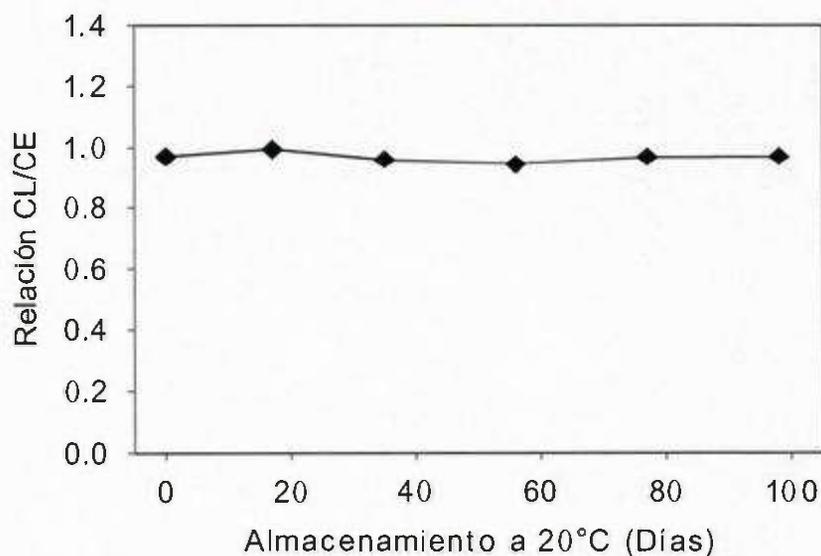
**Grafica 4.** Cambios en el color de la pulpa en calabaza arota almacenada por un período de 98 días a 20°C.

El patrón de cambios en el color no muestra grandes cambios tal como sucede en otros frutos como kabocha (Arvayo *et al.*, 1994).

El color verdadero o ángulo de matiz ( $^{\circ}$ Hue) se obtiene de los valores  $a^*$  y  $b^*$ . Al inicio del almacenamiento los frutos presentaron un valor de ángulo de matiz de 89.01, el cual disminuyó ligeramente al final del almacenamiento (86.12). Al conjuntar los valores de  $L^*$  y el ángulo de matiz se obtuvo el color interno verdadero de las calabazas, el cual se ubicó en el primer cuadrante de la esfera de color, específicamente entre el color amarillo y ligeramente anaranjado.

### Forma del fruto y grosor de pulpa

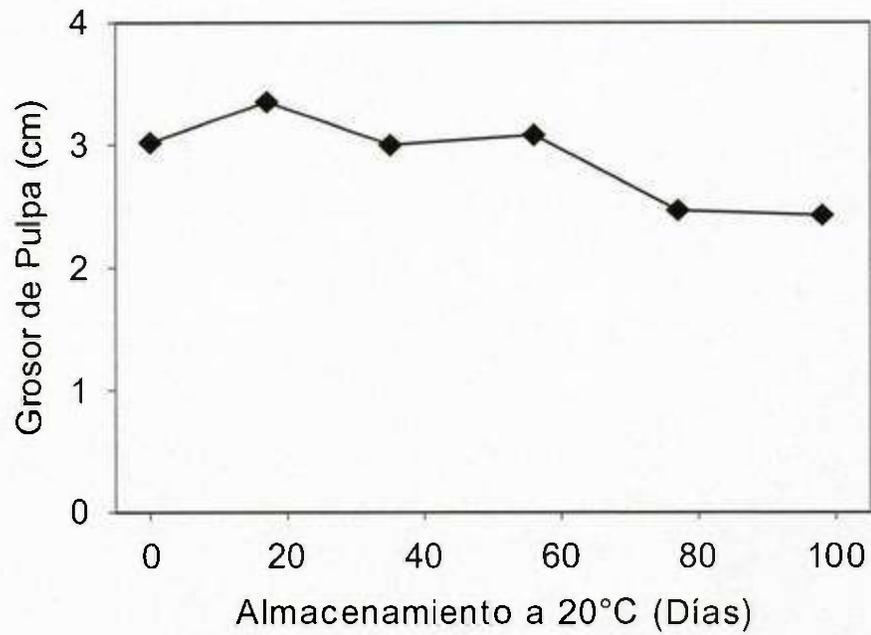
Al inicio del período del almacenamiento, los frutos de calabaza presentaron una circunferencia longitudinal de 63.4cm y una circunferencia ecuatorial de 65.5 cm, dando una relación de 0.97. Esta relación fue muy similar durante el período de almacenamiento e indica que los frutos mostraron una forma casi redonda (gráfica 5).



**Gráfica 5.** Relación de la circunferencia longitudinal/circunferencia ecuatorial de los frutos de calabaza arota almacenados a 20°C por 98 días.

## Grosor

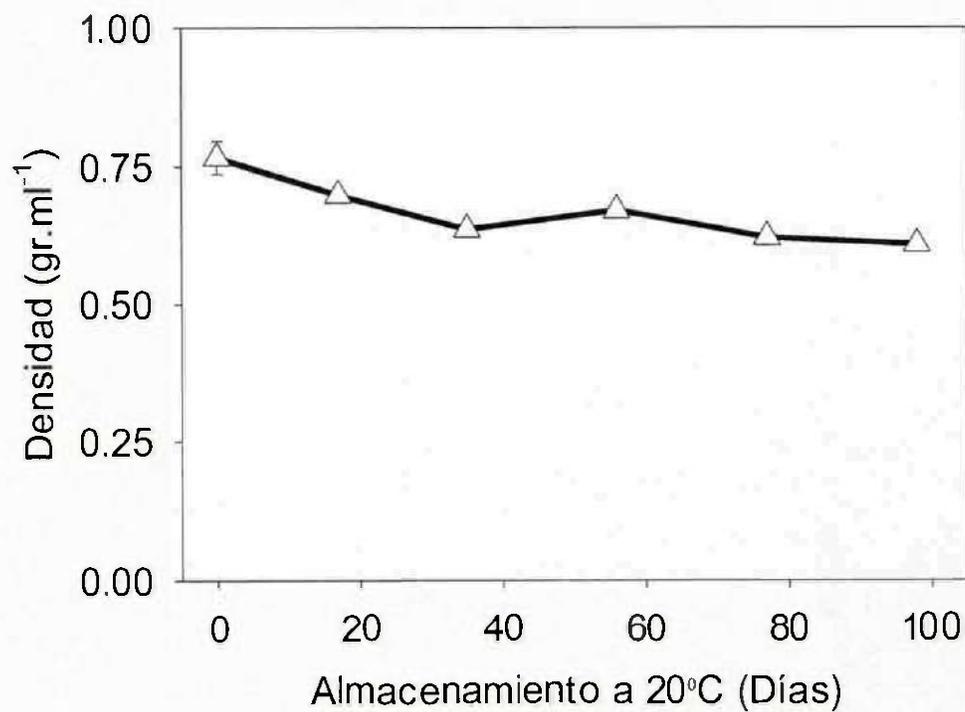
El grosor de la pulpa de los frutos almacenados a 20°C en diferentes tiempos de almacenamiento se observa en la grafica 6. El grosor de la pulpa fue disminuyendo conforme pasó el tiempo de almacenamiento teniendo un valor inicial de 3cm y de 2.4cm al término del almacenamiento.



**Grafica 6.** Grosor de la pulpa expresada en cm, en frutos de calabaza arota almacenados a 20°C por 98 días.

## Densidad

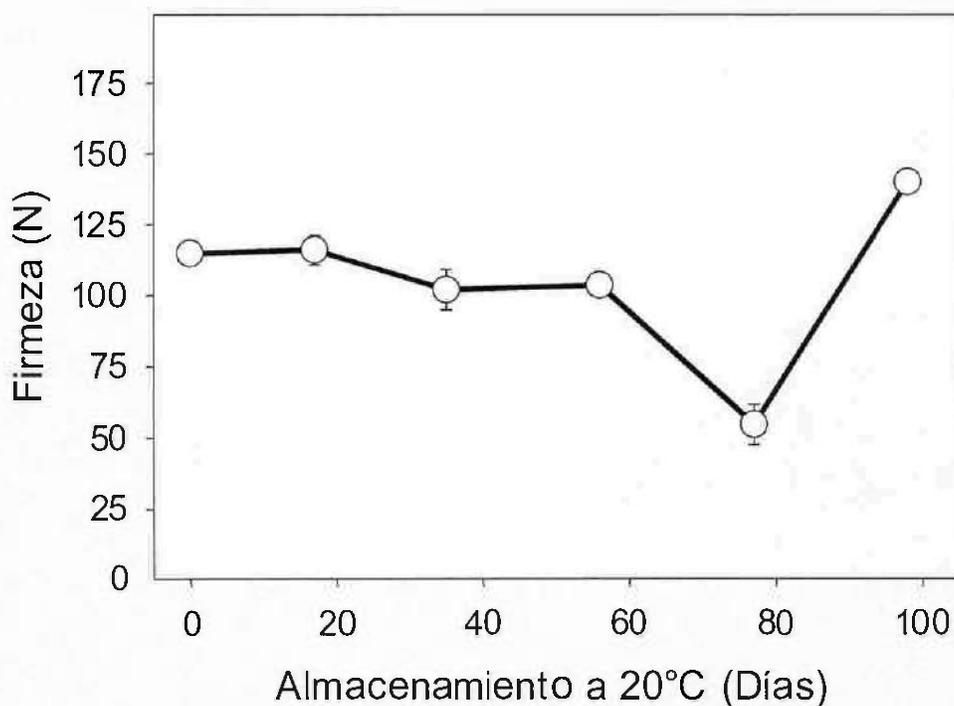
En la grafica 7 se observa la densidad de los frutos de calabaza arota almacenados, la cual registró un valor inicial de  $0.72\text{gr.cm}^3$ , disminuyendo hasta  $0.6\text{g.cm}^3$  a los 98 días de almacenamiento. Morales-Munguía *et al.*, (2004) encontraron que frutos de calabaza tipo butternut tuvieron una densidad de 1.06 después de 60 días de almacenamiento. Es posible que los valores de densidad bajos observados en la calabaza arota se debe a que éste tipo de calabaza presente mayor cavidad que la calabaza tipo butternut.



**Grafica 7.** Cambios en la densidad de los frutos de calabaza arota almacenados a 20°C por 98 días.

## Firmeza

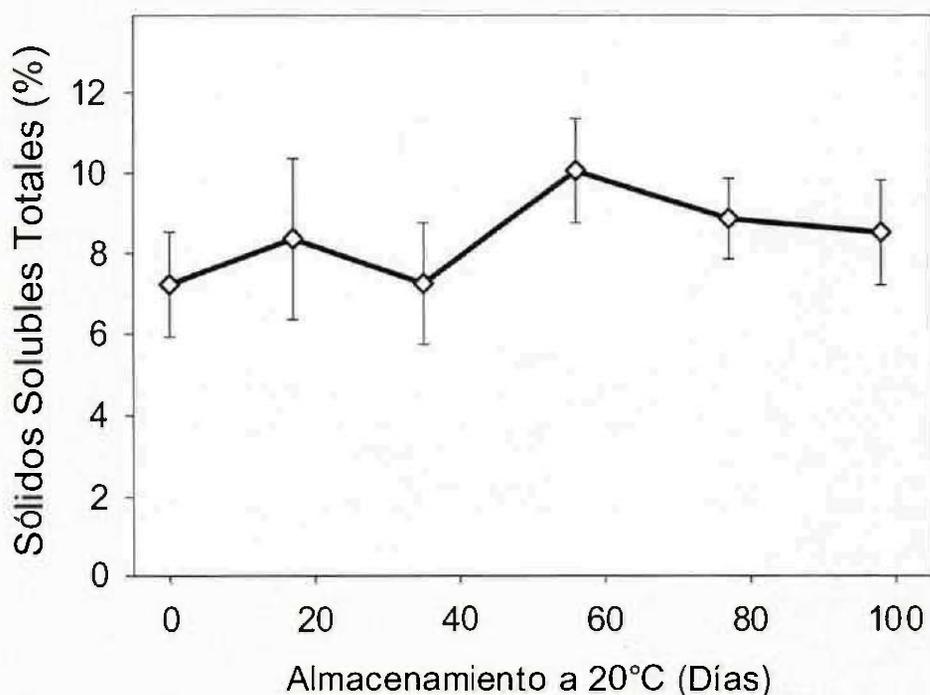
En la grafica 8 se puede observar el comportamiento de la firmeza de la pulpa expresado en newtons (N), la cual tuvo un comportamiento descendente conforme al paso del tiempo pero se incrementó notablemente a los 98 días al finalizar el período de almacenamiento. Sin embargo esta última lectura puede obedecer a un mal funcionamiento del equipo. Los valores iniciales de firmeza en este trabajo fueron mayores que los reportados para calabaza butternut (Morales-Munguía et al., 2004) pero similares a los reportados para calabaza kabocha después de 6 semanas de almacenamiento (Ratnayake et al., 1999).



**Grafica 8.** Firmeza en (N) de la pulpa de frutos de calabaza Arota almacenados a 20°C por 98 días.

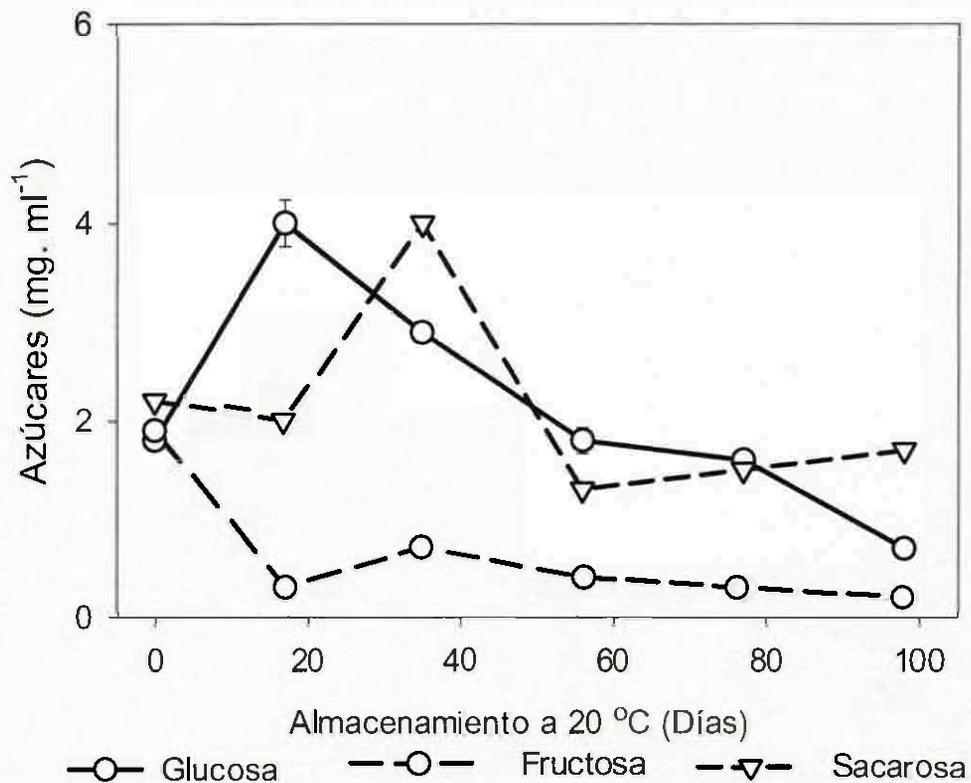
### Sólidos Solubles y Contenido de Azúcares

Se observa en la gráfica 9 que la concentración de sólidos solubles aumentó a medida que aumentó el tiempo de almacenamiento alcanzando un valor máximo de 10% a los 56 días y después disminuyó a 8.5% al finalizar el experimento. Este patrón de cambios en la concentración de sólidos solubles fue similar a lo reportado para kabocha y butternut (Harvey *et al.*, 1997; Morales-Munguía *et al.*, 2004). Sin embargo la concentración de sólidos solubles de calabaza arota fue menor que la reportada para kabocha al tiempo de cosecha (Morgan y Midmore, 2003) y para butternut medida 4 semanas después de la cosecha (Garza-Ortega *et al.*, 2002).



**Gráfica 9.** Cambios en la concentración de sólidos solubles (Brix) en calabaza arota almacenada a 20°C por 98 días.

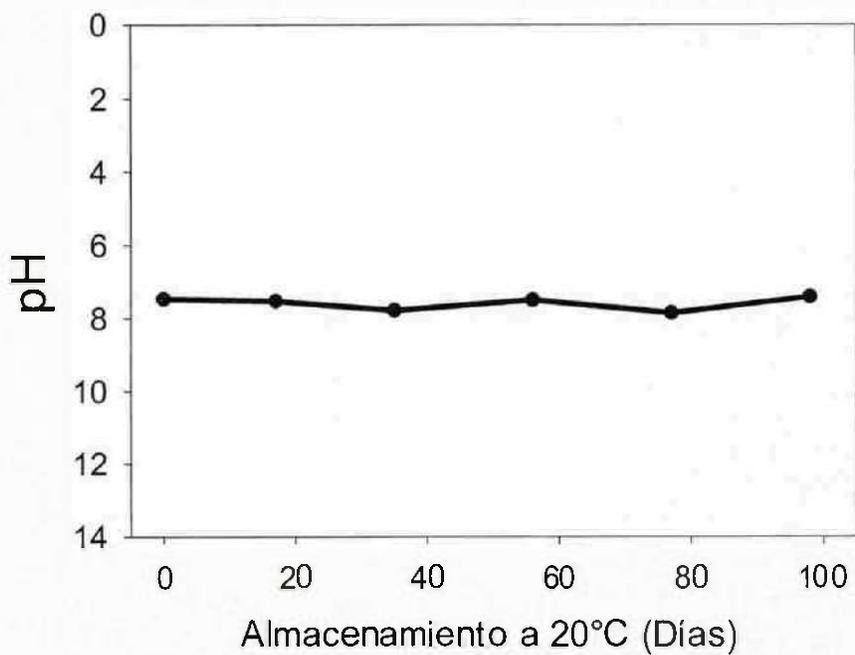
La concentración promedio de los azúcares glucosa, fructosa y sacarosa en calabaza Arota fue de 2.02, 0.66 y 2.16mg/ML, respectivamente (gráfica 10). Se observó un incremento en glucosa y sacarosa a los 18 y 37 días respectivamente; sin embargo, ambas disminuyeron al final del almacenamiento, registrándose concentraciones de 0.68 y 1.73mg/ML de glucosa y sacarosa, respectivamente.



**Gráfica 10.** Cambios en el contenido de azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa) en calabaza arota almacenada a 20°C por 98 días.

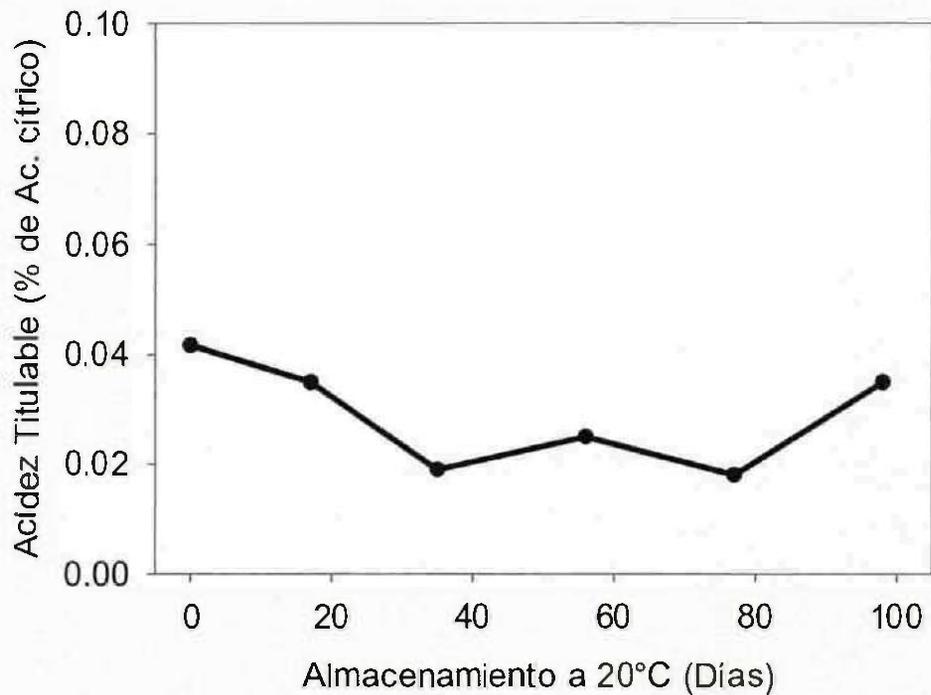
### Valores de pH y porcentaje de acidez titulable

En la gráfica 11 se observan los valores de pH registrados en frutos de calabaza arota almacenada a 20°C. Como se puede observar, los valores de pH fueron muy similares durante los 98 días de almacenamiento, los cuales oscilaron entre 7.40 y 7.84



**Grafica 11.** Valores de pH en calabaza arota almacenada a 20°C por 98 días.

Los resultados de acidez titulable obtenidos de calabaza Arota durante almacenamiento a 20°C, y reportados como porcentaje de ácido cítrico, son mostrados en la gráfica 12. El porcentaje de acidez titulable registrado en calabaza al inicio del almacenamiento fue de 0.041, el cual disminuyó a 0.018% a los 77 días a 20°C. Al término del almacenamiento, el porcentaje de acidez aumentó a 0.033.



**Grafica 12.** Porcentaje de acidez titulable en frutos de calabaza arota almacenada a 20°C por 98 días.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados del presente trabajo se concluye que:

1. Frutos de calabaza arota presentan una pérdida de peso alta. Por lo tanto, es recomendable estudiar dicha pérdida bajo almacenamiento a temperaturas de 10 a 12°C.
2. Los valores de densidad de fruto son bajos, indicando que sería recomendable trabajar en la selección de frutos con mayor cantidad de pulpa.
3. El color observado en los frutos fue amarillo-anaranjado, no muy intenso por lo que también sería recomendable trabajar en la selección de frutos con mejor coloración.
4. El patrón de acumulación de azúcar es similar a la de frutos de otras especies de calabaza pero la concentración es menor.
5. La velocidad de respiración y producción de etileno es similar a la de frutos de otras especies de calabaza.
6. Se concluye que la línea de *C. argyrosperma* utilizada (A-43) presenta un comportamiento típico de otras especies cultivadas de calabaza en cuanto a su fisiología poscosecha con baja actividad respiratoria y baja producción de etileno por lo que se esperaría que otros materiales de la misma especie presenten un comportamiento similar. La concentración de sólidos solubles y el color de la pulpa son más bajos que otras especies por lo que sería deseable trabajar para mejorar esta característica utilizando individuos sobresalientes de la misma especie, o por medio de cruza interespecíficas dada su afinidad genética con *C. moschata*.

## LITERATURA CITADA

- Alam, M. and R. Zimmerman. 2003. Plastic mulch and subsurface drip irrigation. Effects on yield and brix levels of Kabocha squash. *International water and irrigation*. 23(2):37-40.
- Atta-Aly, M.A., G.S. Riad, El-S. Lacheene, and A.S. El Beltagy. 1999. Early application of ethrel extends tomato fruit cell division and increases fruit size and yield with ripening delay. *J. Plant Growth Regul.* 18:15-24.
- Alosi, M.C., D.L. Melroy, and R.B. Park. 1988. The regulation of gelation of phloem exudate from Cucurbita fruit by dilution, glutathione, and glutathione reductase. *Plant Physiology* 86:1089-1094.
- A.O.A.C. 1990. "Official methods of analysis". 14<sup>th</sup> edition. Published by the Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. pp. 1141.
- Arvayo-Ortiz, R.M., S. Garza-Ortega, and E.M. Yahia. 1994. Postharvest response of winter squash to hot-water treatment, temperature, and length of storage. *HortTechnology* 4:253-255.
- Brecht, J. K. 2004. Pumpkins and winter squash. In: *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks*. Agriculture Handbook Number 66. USDA. <http://usna.usda.gov/hb66/contents.html>
- Bourne, M. 1980. Texture evaluation of horticultural crops. *HortScience*. 15(1):7.
- Cantwell, M. 1996. Honeydew and smooth skinned melons. *Perishable Handling Newsletter, Agric. Ext. Ser. Univ. Calif., Issue N° 85, Feb. 1996*, pp.,10-18.
- Cantwell, M. and T. Suslow. 2002. Pumpkin and winter squash. Recommendations for maintaining postharvest quality. *Postharvest Technology Research Information Center*. University of California, USA. [Produce/ProduceFacts/Veg/pumpkin.shtml](http://Produce/ProduceFacts/Veg/pumpkin.shtml)
- Cumarasamy, R., V. Corrigan, P. Hurst, and M. Bendall. 2002. Cultivar differences in New Zealand 'Kabocha' (buttercup squash, *Cucurbita maxima*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 30:197-208.
- Ferriol, M., B. Picó, P. Fernández, and F. Nuez. 2004. Molecular diversity of a germplasm collection of squash (*Cucurbita moschata*) determined by SRAP and AFLP markers. *Crop Science*. 44:653-664.

- Francis, F.J. and C.L. Thomson. 1965. Optimum storage conditions for Butternut squash. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86:441-456.
- Garza-Ortega, S., A. Serrano-Esquer, and J.K. Brown. 2002. Yield, quality and SLCV and SSL reactions of *Cucurbita moschata* Duchesne lines and hybrids evaluated in Sonora, México. Cucurbitaceae 2002. 109-115.
- Gordón, R. Halfacre y A. Barden. 1992. Horticultura. AGI editores S. A. México. Pp 458, 463-464.
- Hardenburg, R.E., A.E. Watada, and C.Y. Wang. 1986. The comercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. U.S: Dep. Agr. Res. Ser., Agr. Hb. N° 66, Pp 130.
- Harvey, W.J., D.G. Grant, and J.P. Lammerink. 1997. Physical and sensory changes during the development and storage of buttercup squash. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 25:341-351.
- Herklots, G. A. C. 1986. *Cucurbita*. Planstman. 8 (2): 86-102.
- Holmes, A.D. 1951. Factors that affect the storage life of butternut squashes. Food Technology 5:372-373.
- Kader, A.A. 1992. Postharvest biology and technology. An overview. En: Kader A.A. (Ed). Postharvest technology of horticultural crops. 2<sup>nd</sup> ed. Univ. Calif. Div. Agr. & Natl. Res. Pub 3311. 296 pp.
- López A.J.A. 1989. Evaluación de 16 líneas de calabaza Arota (*Cucurbita mixta* Pang.) durante la época primavera-verano bajo las condiciones de la Costa de Hermosillo. Tesis profesional. Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. 49 pp.
- López-Hernández, J., M.J. González-Castro, M.E. Vazquez-Blanco, M.L. Vazquez-Oderiz, and J. Simal-Lozano. 1994. HPLC determination of sugars and starch in green beans. Journal of Food Science 59:1048-1049.
- Maynard, D.N., G.W. Elmstrom, S.T. Talcott, and R.B. Carie. 2002. 'El Dorado' and 'La Estrella': Compact plant tropical pumpkin hybrids. Hortscience. 37(5):831-833.
- Merrick, L.C. 1991. Systematics, evolution, and ethnobotany of a domesticated squash, *Cucurbita argyrosperma*. PhD Dissertation. Cornell University. 323 pp.
- Morales-Munguía, J.C., S. Garza-Ortega, R. Báez-Sañudo y B. Ramírez Wong. 2004. Evaluación de la calidad de líneas e híbridos de calabaza tipo Butternut (*Cucurbita moschata* Duchesne). Biotecnia 6:43-52.

- Morgan, W. and D. Midmore. 2003. Kabocha and Japanese pumpkin in Australia. Report for the Rural Industries Research and Development Corporation 02/167. Australia. 64 p.
- Moroto J.V. 2000. Horticultura herbácea especial. 4ª edición reimpressa y corregida. España. Ediciones mundi prensa. Pp 493-494.
- Nee, M. 1990. The domestication of *Cucurbita* (Cucurbitaceae). Economic Botany. 44(3):56-58.
- Núñez-Grajeda, H.C. and S. Garza-Ortega. 2005. Differential response of cushaw squash (*Cucurbita argyrosperma* Huber) lines, hybrids, and landraces in spring versus fall culture in Sonora, Mexico. HortScience 40: 1108. (Abstr.).
- Pandey S., J. Singh, A.K. Upadhyay, D. Ram, and M. Rai. 2003. Ascorbate and carotenoid content in an Indian collection of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir). Cucurbit Genetics Cooperative. 26:51-53.
- Purseglove, J.W. 1979. Tropical crops. Dicotyledons. J. Wiley. USA. Pp 332.
- Ratnayake, R.M.S., P.L. Hurst, and L.D. Melton. 1999. Texture and the cell wall polysaccharides of buttercup squash 'Delica' (*Cucurbita maxima*). New Zealand Jour. of Crop and Horticultural Science. 27:133-143.
- Salunkhe, D.k., and B.B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of vegetables. No. II. CRC Press, Inc., Boca Raton Florida. Pp 63-83.
- Sánchez-Hernández; M.A., C. Villanueva-Verduzco; J. Sahún-Castellanos; y L.C. Merrick. 2000. Variación genética y respuesta a la selección combinada en una variedad criolla de calabaza Pipiana *Cucurbita argyrosperma* Huber var. *Stenosperma*. Revista Chapingo. Serie Horticultura. 8(2):221-240.
- Suslow, T.W., M. Cantwell, and J. Mitchell. 1997. Honeydew melon, recommendation for maintaining postharvest quality. Perishable Handling Newsletter. Agr. Ext. Ser., Univ. Calif., Issue No. 89, Feb 997. Pp. 19-22.
- Troncoso-Rojas, R., A. Sánchez-Estrada, C. Ruelas, H.S. García, and M.E. Tiznado-Hernández. 2005. Effect of benzyl isothiocyanate on tomato fruit infection development by *Alternaria alternata*. Journal of the Science and Food Agriculture 85:1427-1434.
- Turchi, A. 1990. Guía practica de horticultura. Editorial CEAC. Barcelona España. Pp 146-147.
- Whitaker, T.W. and R.W. Robinson. 1986. Squash breeding. En: Basset, J.M. Breeding vegetable crops. AVI. Wstpt. Conn. 584 pp.

Yamaguchi, M. 1983. World vegetables, principles, production, and nutritive values. AVI. Wstpt. Conn. 415 pp.

Yang, S.F. and N.S. Hoffman. 1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Annv. Rev. Plant Physiol.* 35: 155-189.

