

**CONCENTRACIÓN DE AZÚCARES, ALMIDÓN Y CAROTENOS EN ZAPALLO  
(*Cucurbita moschata*) EN DOS AMBIENTES-POST COSECHA**

**SUGARS, STARCH AND CAROTENES CONTENT IN SQUASH FRUIT (*Cucurbita  
moschata*) IN TWO POST-HARVEST ENVIRONMENTS**

Juan José Ortiz-López<sup>1</sup>  
Maira Fernanda Ramírez-Lasso<sup>2</sup>  
Robert Augusto Rodríguez-Restrepo<sup>3</sup>  
Magda Piedad Valdés-Restrepo<sup>4</sup>  
Sanín Ortiz-Grisales<sup>5</sup>

**Resumen**

El zapallo *Cucurbita moschata*, es una hortaliza apetecida por el valor nutricional de sus frutos, la pulpa es rica en carotenos, minerales y proteína, lo que la hace atractiva para procesos agroindustriales. El objetivo de esta investigación fue analizar en el fruto de zapallo el comportamiento del contenido de carotenos totales, almidón y azúcares en dos ambientes controlados en post cosecha. Los frutos se clasificaron y seleccionaron según los parámetros morfológicos del cultivar abanico-75, por 12 semanas en 2 ambientes (amb.): amb. 1: temperatura controlada (16°C) y amb. 2: al ambiente (28-32°C), se evaluaron tres frutos por semana y ambiente, para un total de 36 frutos por ambiente y se realizó un análisis de varianza. No se encontraron diferencias significativas entre ambientes ( $p > 0.05$ ) pero si al interior de cada uno; se identificó en los dos ambientes que, a mayor contenido de almidón menor contenido de carotenos totales, amb 1:  $AL_{\text{semana}0-12}$  14.53%-2.85%,  $CT_{\text{semana}0-12}$  202.76  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ -487.82  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ; amb 2:  $AL_{\text{semana}0-12}$  16.30%-6.35%,  $CT_{\text{semana}0-12}$  183.91  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ -562.32  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . A su vez, a mayor contenido de CT mayor contenido de azúcares totales (21.06g/L-28.28 g/L) y a mayor contenido de Azúcares totales menor contenido de almidón. Se concluye que, la asociación entre las variables, caroteno-almidón, caroteno-azúcares totales y azucares totales-almidón, son inversamente proporcionales, lo que permite seleccionar genotipos sobresalientes en detrimento de una variable.

**Palabras clave:** *Cucurbita moschata*, alimentación, pulpa de fruta, carotenos totales, osmosis, azúcar, almidón.

**Abstract**

Butternut squash *Cucurbita moschata*, is a vegetable desired for the nutritional value of its fruits, the pulp is rich in carotenoids, minerals and protein, which makes it attractive for agribusiness

Recepción: 25 de octubre / Evaluación: 20 de noviembre / Aprobado: 15 enero de 2022

<sup>1</sup> Ing. Biológico. Investigador. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Antioquia, Colombia. <https://orcid.org/0000-0001-6316-633X>, E-mail [jjortizl@unal.edu.co](mailto:jjortizl@unal.edu.co)

<sup>2</sup> Ing. Agroindustrial. Investigador. Universidad de San Buenaventura, Cali, Valle del Cauca, Colombia. <https://orcid.org/0000-0001-6378-8796>, E-mail: [mafecsr@gmail.com](mailto:mafecsr@gmail.com)

<sup>3</sup> Ing. Agrícola, M.Sc., Candidato a Ph.D.-Investigador. Investigador. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Valle del Cauca, Colombia. Investigador. <https://orcid.org/0000-0002-1916-2005>, E-mail [rarodriguezre@unal.edu.co](mailto:rarodriguezre@unal.edu.co);

<sup>4</sup> Ing. Agroindustrial, Ing. Agrónoma, M.Sc., Ph.D. Docente-Investigador. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Palmira, Valle del Cauca, Colombia. <https://orcid.org/0000-0001-9594-0289>, E-mail: [magda.valdes@unad.edu.co](mailto:magda.valdes@unad.edu.co)

<sup>5</sup> Zootecnista., MSc., Ph.D. Docente-Investigador. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Valle del Cauca, Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-7237-0815>, E-mail: [sortizg@unal.edu.co](mailto:sortizg@unal.edu.co)

processes. The aim of this research was to analyze the content of total carotenes behavior, starch and sugars in the Butternut squash fruit in two controlled environments in post-harvest. The fruits were classified and selected according to morphological parameters of Abanico-75 grow, for 12 weeks in 2 environments (amb.): amb. 1: controlled temperature (16°C) and amb. 2: at environment (28-32°C), three fruits per week and environment were evaluated, with 36 fruits per environment, and an analysis of variance was performed. No significant differences were found between environments ( $p>0.05$ ) but within each one. We identified that in two environments, at higher starch content, lower content of total carotenes, amb 1:  $AL_{week0-12}$  14.53%-2.85%,  $CT_{week0-12}$  202.76  $\mu\text{g.g}^{-1}$ -487.82  $\mu\text{g.g}^{-1}$ ; amb 2:  $AL_{week0-12}$  16.30%-6.35%,  $CT_{week0-12}$  183.91  $\mu\text{g.g}^{-1}$ -562.32  $\mu\text{g.g}^{-1}$ . At the same time, at higher CT content, higher total sugar content (21.06g/L-28.28g/L) and higher total sugar content, lower starch content. It is concluded that, the association between the variables, carotene-starch, carotene-total sugars and total sugars-starch, are inversely proportional, which allows selecting outstanding genotypes to the detriment of one variable.

**Keywords:** *Cucurbita moschata*, feeding, pulp of fruit, total carotene, osmosis, sugar, starch.

### Introducción

Zapallo *Cucurbita moschata*, es un fruto con características organolépticas y propiedades funcionales de interés (Suarez *et al.*, 2016), entre las más relevantes se encuentra su alto valor nutritivo, propiedades medicinales con efecto protector sobre enfermedades cardiovasculares, de la vista, cáncer de piel y de estómago, entre otros, además de su versatilidad en el uso de productos alimentarios y no alimentarios (Noelia *et al.*, 2011); es rico en carotenoides, minerales (calcio, hierro, fósforo) y aminoácidos como tiamina y niacina, pectina, potasio y antioxidante (alto contenido de licopeno), debido a su bajo aporte calórico se recomienda para el consumo de diabéticos (Sedano-castro *et al.*, 2011). En Colombia *C. moschata*, es la especie de hortaliza domesticada más importante, teniendo en cuenta su área sembrada equivalente a 2.042.955 has con una producción es de 2.7643.932 Tn (FAOSTAT, 2020). Es por esto que desde el punto de vista de mejoramiento genético se ha considerado importante el desarrollo de genotipos rendidores y de amplia estabilidad y/o adaptabilidad a través de las regiones de interés (Ortiz *et al.*, 2013). Aunque no se tienen estadísticas diferenciadas de su cultivo, las tendencias generales evidencian que sus propiedades han sido reconocidas en los últimos años, incrementando su producción nacional e internacional.

La especie *Cucurbita moschata* contiene altos niveles de azúcar, proteínas, carotenoides totales y almidón (Daisuke *et al.*, 2011), siendo este último un polisacárido vegetal que se almacena en las raíces, tubérculos y semillas de las plantas; el cual se compone de amilosa y amilopectina, cada estructura molecular juega un papel importante en la finalidad de almidón nativo (Aguilar, 2012). El almidón se puede hidrolizar a glucosa liberando energía, a su vez, la glucosa es necesaria para que el cerebro y el sistema nervioso central funcionen (Hernández-medina *et al.*, 2008). Actualmente de las cucurbitáceas no hay suficientes reportes publicados sobre la dinámica del almidón y glucosa en diferentes ambientes (Stevenson, 2003).

Sin embargo, los pocos estudios han demostrado que el contenido de almidón en las especies de *Cucurbita máxima* y *Cucurbita pepo*, disminuye debido a que se descompone en glucosa y fructosa, aumentando la concentración de azúcares al transcurrir el tiempo (Stevenson, 2003; Stevenson *et al.*, 2005; Kami *et al.*, 2011; Zaccari *et al.*, 2017). Stevenson (2003), reportó que los cultivares de calabaza *Buttercup* tenían una proporción muy alta de materia seca en forma de

almidón (50-60%), mientras que la calabaza al transcurrir las 10 semanas de almacenamiento a menudo no acumulaba almidón, los reportes de los autores se desarrollaron con variedades que no han sido mejoradas.

Ortiz *et al.*, (2015), trabajando con 133 introducciones de zapallo *C. moschata*, encontró que existe una correlación directa entre materia seca y almidón, a mayor contenido de materia seca mayor contenido de almidón, fundamental para procesos agroindustriales, sin embargo, no se conoce como se comparte el almidón en periodos prolongados de almacenamiento. Por esta razón, la presente investigación busca analizar en el fruto de zapallo el comportamiento del contenido de carotenos totales, almidón y azúcares en dos ambientes controlados en post cosecha.

## Metodología

### Localización

El trabajo de campo, se realizó en el Centro Experimental Mario González Aranda, de la Universidad Nacional de Colombia-UNAL, Sede Palmira, Valle del Cauca. La valoración macromolecular y físico-química, se realizó en el Laboratorio de Semillas-UNAL y Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Universidad de San Buenaventura-USB, Cali.

### Material genético

Se utilizaron los frutos de zapallo del cultivar Unapal Abanico-75, por ser el cultivar con más alto contenido de materia seca registrado en Colombia (Baena *et al.*, 2010). Una vez cosechados, se realizó una limpieza, desinfección con hipoclorito al 5%, una vez secos, se realizó la selección de los frutos según parámetros morfológicos (tamaño, color y forma) y daños mecánicos (rasguños, magulladuras y cortes). Los frutos acondicionados, fueron pesados, rotulados y almacenados en dos ambientes diferentes. Ambiente 1: frutos almacenados bajo control a temperatura de 16 °C; ambiente 2: frutos almacenados a temperatura ambiente entre 28-30°C aproximadamente. El experimento se realizó durante 12 semanas, cada semana estuvo representada por tres (3) frutos, para un total de 36 frutos por ambiente y se empleó un diseño completamente al azar.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable del trat.  $i$  en la rep.  $J$ .

$\mu$  = Media General.

$T_i$  = Efecto del trat  $i$ .

$E_{ij}$  = Error experimental.

En cada repetición se evaluó, el peso por fruto (kg) (PPF), contenido de materia seca (MS), carotenos totales (CT), almidón (AL), °Brix, glucosa g/L, sacarosa g/L y fructosa g/L y etanol % v/v.

Para el análisis de materia seca (MS), se empleó la determinación gravimétrica. De cada fruto se tomaron 3 muestras al azar de peso variable, se determinaron los pesos frescos y posteriormente fueron llevados a un horno de secado a 105°C por 24 horas, para determinar el contenido de materia seca (%) del fruto. La medición de sólidos solubles totales (°Brix) se realizó conforme la Norma Técnica Colombiana NTC 4624, empleando un refractómetro (PCE instruments, Reino Unido) a partir de 10 gramos aprox. de muestra previamente homogenizada y filtrada a través de un paño Wypall, depositando de 3 a 4 gotas sobre el cristal para cada replica y se realizaron 10 repeticiones por zapallo.

Para la determinación de los carotenos totales ( $\mu\text{g/g}$  de MS), se realizó mediante la técnica de espectrofotometría, que consiste en la extracción de carotenos de una muestra utilizando éter de petróleo, acetona y agua destilada, su absorbancia fue medida a 450 nm (Rodríguez-Amaya y Kimura, 2004). La Determinación de Almidón total del fruto ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) se realizó siguiendo el protocolo de (Cumarazamy *et al.*, 2002), el cual consiste en la gelatinización y dispersión de almidón en KOH 4M, seguido de hidrólisis empleando amiloglucosidasa y posterior determinación específica de glucosa con glucosa oxidasa y se midió su absorbancia a 500 nm.

La determinación de azúcares y etanol, se realizó utilizando la técnica de cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) con la ayuda de un equipo Hitachi Elite Lachrom. Se tomaron 500 gramos de pulpa de zapallo y se realizó la homogenización de la muestra en un molino, luego de obtener una mezcla homogénea se extrajeron 50 ml de pulpa para guardar en el congelador A - 20°C y realizar el análisis de HPLC en tubos plásticos falcón. Las muestras se llevaron hasta temperatura ambiente (25 °C) en baño maría, se centrifugaron (Hettich, Alemania) a 9.000 rpm por 10 minutos, se extrajeron 2 ml del sobrenadante por cada muestra y se separan en 2 tubos eppendorf (1 ml en cada uno). Se llevaron a micro centrifuga (Labnet, EEUU) a 10.000 rpm por 10 minutos, se extrajo el sobrenadante y se pasó a través de un filtro de membrana de 0,22  $\mu\text{m}$ . El contenido de azúcares y etanol se determinó por cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), inyectando 20  $\mu\text{L}$  del extracto filtrado al cromatógrafo (Hitachi, Japón) con una columna Hi-Plex H, usando  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5mM como fase móvil, con un flujo de 0,4 ml/min a 70 °C con detector de índice de refracción (IR), comparando con estándares de sacarosa, glucosa, fructosa y etanol.

### Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) para cada una de las variables y para el procesamiento de la información se utilizó el software: Minitab Statistical Software versión 19 y Microsoft Office, Excel 2010.

### Resultados y discusión

Según el análisis de varianza, no se presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre el ambiente controlado (16°C) y a temperatura ambiente (28-32°C), pero sí al interior de estos; información similar reportó Kami *et al.*, (2011) quien evaluó concentraciones de almidón y azúcar soluble en frutos de la especie *Cucurbita maxima* Duch. Durante 6 meses a temperaturas de almacenamientos a 5, 10 o 15 °C.

En la Tabla 1, se presentan los promedios de las variables evaluadas en pulpa de zapallo bajo ambiente controlado (16°C en almacenamiento). La variación del peso inicial de cada fruto se debió fundamentalmente a dos razones: 1. Por ser una especie alogama no hay consistencia ni en tamaño ni peso y 2. La selección del fruto se realizó por características fenotípicas, morfológicas y daños mecánicos, que cumpliera con las características del cultivar sin tener en cuenta el peso. Se evidenció que a medida que transcurren las semanas el fruto va perdiendo peso, según la  $\text{DMS}_{(5\%)}$ .

El contenido de MS oscilo entre 12.40% y 20.50%, valores inferiores a los reportados por Baena *et al.*, (2010) con 22% de MS en poblaciones de zapallo, lo que se evidenció en el presente estudio es que a medida que transcurren las semanas, el fruto va perdiendo peso pero gana grados Brix (Tabla 1), ésta transferencia de masa en el fruto de zapallo almacenado, probablemente se debe a que la epidermis del fruto mantiene un intercambio gaseoso hacia el ambiente. Pereira *et al.*, (2009) afirma que la pérdida de materia seca se debe al consumo de sustratos respiratorios como azúcares y ácidos durante la respiración; Lima *et al.*, (2008) reporta una pérdida de peso en frutos de melón Cantaloupe almacenados por 14 días sobre verniculita. A su vez, el contenido de

almidón disminuye y se eleva el contenido de azúcares (Baguma *et al.*, 2003), por tanto, a medida que trascurrieron las semanas el almidón se transformó en azúcares en estado sólido húmedo; el contenido de sólidos solubles totales o °Brix en promedio fue de 9.59 °Brix superior a los 4.7 °Brix reportados por Martínez *et al.*, (2015) al evaluar 22 accesiones de *Cucurbita pepo*, según Ortiz *et al.*, (2013) generalmente los niveles de 11 °Brix o mayor son considerados zapallos de excelente calidad.

El contenido de AL osciló entre 14.53% y 2.85% correspondientes al día 1 de la primera semana y semana 12 respectivamente; Kami *et al.*, (2011) reporta que el contenido de almidón en la especie *Cucurbita máxima* Duch. a temperaturas de almacenamiento de 5°C y 15°C, disminuyó durante todo el periodo de almacenamiento siendo más evidente la disminución a 15°C.

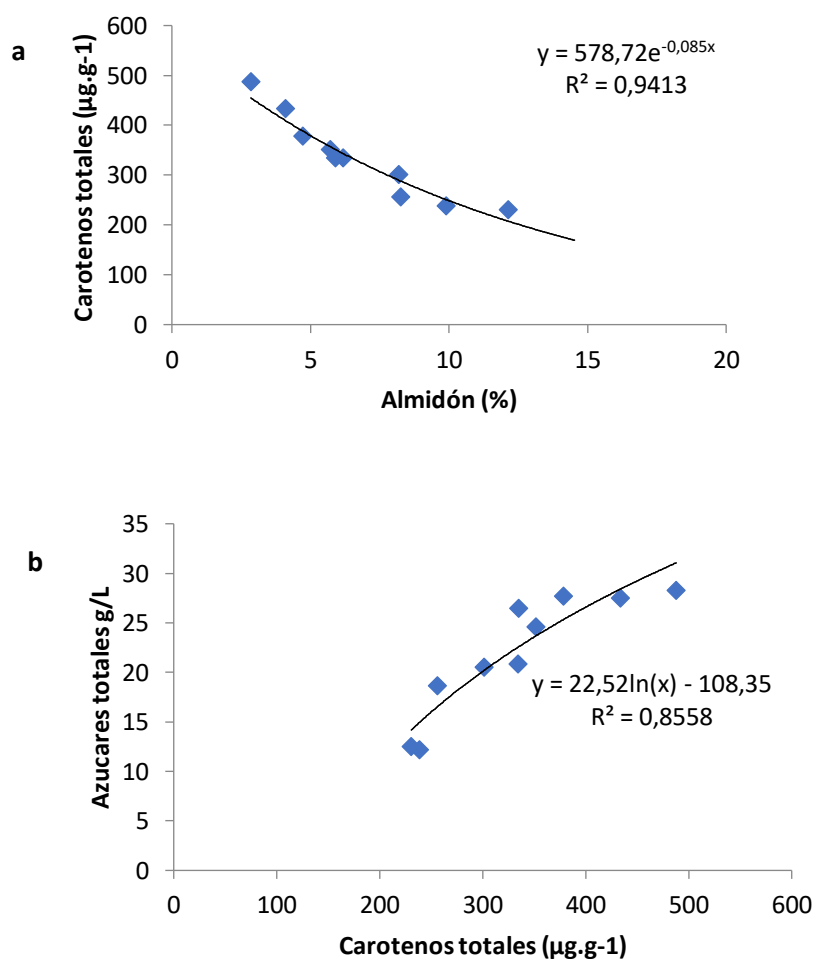
El contenido de CT osciló entre 202.76  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  y 487.82  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  correspondientes al día 1 de la primera semana y semana 12 respectivamente. Lo que se evidencia es que hay una correlación inversa entre AL y CT; al transcurrir las semanas el contenido de AL disminuye y el contenido de CT aumenta, estos resultados son acorde con los reportados por Ortiz *et al.*, (2015) el cual encontró una correlación directa entre MS y AL, a mayor contenido de materia seca mayor contenido de AL y a mayor contenido de MS menor contenido de CT (Figura 1). Enfissi *et al.*, (2005), al analizar la regulación del flujo de biosíntesis de carotenoides, identificaron que durante el desarrollo y maduración del fruto se incrementa la expresión del gen *DXS* (1-deoxi-D-xilulosa-5 fosfato sintasa) y por consiguiente el contenido de carotenoides totales, en la figura 1a se observa que en los frutos de zapallo almacenados, la carotenogénesis es inversa a la concentración de almidón en la pulpa, es decir, el almidón declina y los carotenos aumentan, se pierde almidón a una tasa de -0.085 unidades por cada unidad de caroteno formado.

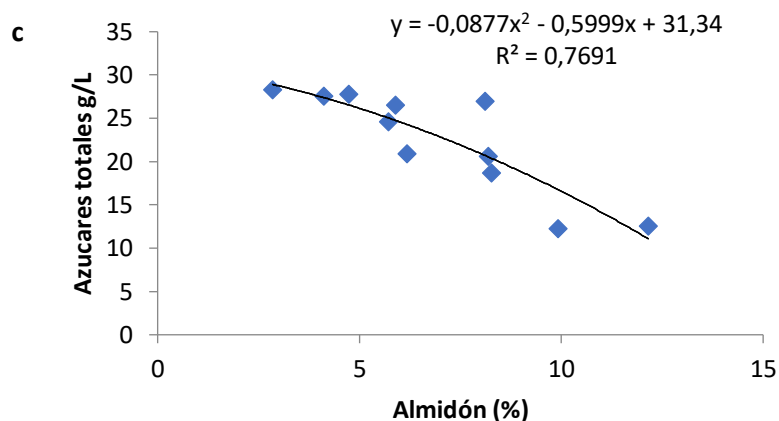
**Tabla 1.** Promedios para los descriptores evaluados en pulpa de zapallo en ambiente controlado (16°C).

Semana	Peso inicial (kg)	peso final (kg)	Materia seca (%)	°Brix	Almidón Total (%)	Carotenos Totales ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	Azúcares totales	sacarosa (g/L)	fructosa (g/L)	glucosa (g/L)	etanol %v/v
0	4,15	4,15	20,50	5,97	14,53	202,76	21,06	10,61	5,60	4,62	0,22
1	1,97	1,96	17,56	7,72	12,15	230,66	12,54	7,85	2,50	1,95	0,23
2	1,61	1,55	17,62	10,05	9,91	238,42	12,23	7,68	2,61	1,75	0,19
3	2,53	2,46	17,64	8,10	8,27	256,26	18,68	8,53	5,66	4,28	0,21
4	2,51	2,44	16,70	9,93	8,19	301,16	20,54	12,28	4,22	3,78	0,25
5	3,61	3,52	13,79	11,57	8,11	323,12	26,95	16,63	4,70	5,41	0,21
6	2,21	2,09	15,33	8,53	6,18	334,58	20,88	13,66	4,21	2,70	0,32
7	2,195	2,06	14,54	10,94	5,90	335,15	26,47	16,25	5,20	4,72	0,31
8	3,45	3,27	16,84	11,70	5,72	351,93	24,60	13,34	5,39	5,63	0,25
9	2,84	2,62	17,00	8,10	5,39	362,67	12,73	6,56	2,92	2,99	0,26
10	2,615	2,38	17,19	11,05	4,73	378,60	27,73	18,20	4,74	4,56	0,23
11	2,7	2,44	12,40	9,44	4,11	433,49	27,53	8,35	11,07	7,86	0,24
12	2,74	2,41	15,16	11,62	2,85	487,82	28,28	17,60	5,58	4,87	0,23
Media	2.70	2.56	16.33	9.59	7.38	325.9	21.55	12.11	4.95	4.24	0.24
DMS <sub>(5%)</sub>	0.59	0.59	1.75	1.52	2.79	69.24	5.11	3.5	1.82	1.40	0.03
CV %	25.73	27.37	12.67	18.78	44.7	25.07	28.01	34.23	43.53	39	15.45

El promedio de azúcares totales en el ambiente controlado (AC), es de 21.55 g/L, predominando el contenido de sacarosa seguido de fructosa y glucosa con promedios de 12.11 g/L,, 4.95 g/L, y 4.24 g/L respectivamente, estos resultados fueron acordes con los reportados por Mendelova *et al.*, (2017), quien determino que la sacarosa era el azúcar predominante seguido de fructosa y glucosa en frutos de *Cucurbita moschata* Duch.; se identificó que a medida que aumenta el contenido de CT aumenta el contenido de azúcares totales (Figura 1b) y que a medida que disminuía el contenido de AL se incrementaba el contenido de azúcar total (Figura 1c), estos datos están acordes con Kami *et al.* (2011) quien reporto en frutos de *Cucurbita máxima* Duch., la misma variación a temperatura de 5°C, 10°C y 15°C de almacenamiento y Corrigan *et al.*, 2000 quienes identificaron en frutos de *Cucurbita máxima* que la sacarosa era el azúcar más importante en pulpa.

El contenido de etanol no fue predominante en el fruto, encontrándose promedios de 0.24 %v/v inferior al reportado por Zhou *et al.*, (2017) con 6.95 % de etanol, esto es importante porque es un indicativo de producción de alcohol, además, es uno de los compuestos volátiles más importantes en esta especie.





**Figura 1.** Correlación entre a) Carotenos totales y almidón; b) Azúcares totales y carotenos totales y c) Azúcares totales y Almidón en ambiente controlado (16°C).

En la Tabla 2, se presentan los promedios de las variables evaluadas en pulpa de zapallo bajo ambiente (28-32°C en almacenamiento). Al igual que ocurrió en el ambiente controlado, a temperatura ambiente el fruto va perdiendo peso, según la DMS<sub>(5%)</sub> estos valores no son relevantes. El contenido de materia seca oscilo entre 12.70% y 21% de MS, superior a la MS de 4.2% y 11.76% reportada por Blanco *et al.*, (2015) en 27 accesiones de *Cucurbita pepo*. Los °Brix oscilaron entre 6.17 y 12.41°Brix superiores a los reportados por Ortiz *et al.*, (2013) con 5°Brix en pulpa de zapallo pero similares a los reportados por Wyatt *et al.*, (2016).

**Tabla 2.** Promedios para los descriptores evaluados en pulpa de zapallo a temperatura ambiente (28-32°C).

Semana	Peso inicial (kg)	peso final (kg)	Materia seca (%)	°Brix	Almidón Total (%)	Carotenos Totales (µg.g <sup>-1</sup> )	Azúcares totales	sacarosa (g/L)	fructosa (g/L)	glucosa (g/L)	etanol %v/v
0	3,5	3,50	21	8,20	16,30	183,91	13,81	8,88	3,20	1,56	0,16
1	2,72	2,72	16,59	9,20	13,40	214,33	23,29	15,35	4,66	3,14	0,14
2	3,365	3,36	17,25	9,20	11,90	254,57	22,83	11,82	6,04	4,75	0,22
3	3,955	3,95	18,23	11,17	11,76	269,69	24,67	14,71	4,03	5,71	0,23
4	3,22	3,19	15,46	7,58	11,51	307,24	19,91	11,17	3,59	4,96	0,20
5	3,015	2,98	17,34	11,43	11,04	313,73	12,69	7,21	2,35	2,84	0,29
6	2,09	2,99	17,74	9,17	10,93	349,48	34,98	19,12	9,01	6,51	0,34
7	2,675	2,50	13,05	9,64	10,43	392,53	23,71	14,99	4,84	3,57	0,31
8	3,2	3,00	17,62	12,41	10,34	454,55	23,34	12,48	5,06	5,51	0,29
9	3,425	3,30	18,17	9,92	8,77	455,23	19,99	7,81	5,23	6,65	0,29
10	3,575	2,45	16,12	8,98	8,67	480,14	22,35	8,59	7,74	5,73	0,30
11	2,615	2,58	12,70	6,17	8,44	532,11	18,28	4,75	6,63	6,67	0,23
12	3,035	2,89	18,03	10,94	6,35	562,32	15,23	7,60	4,19	3,20	0,24
Media	3.10	3.03	16.86	9.53	10.75	366.91	21.16	11.11	5.12	4.68	0.24

DMS <sub>(5%)</sub>	0.41	5.11	1.86	1.43	2.10	103.77	4.86	3.48	1.57	1.40	0.05
CV %	15.84	14.17	13.05	17.71	23.09	33.37	27.12	36.98	36.17	35.47	24.15

El contenido promedio de AL disminuyó al transcurrir las semanas al inicio se obtuvo un contenido de 16.30% y a las 12va semana de 6.35%, en cuanto a los CT se obtuvo al inicio 183.91  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  y a la 12va semana 562.32  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , es decir, hubo un incremento en el contenido de CT y en el contenido de azúcares totales, similar a lo presentado en el ambiente controlado (16°C) y acorde con Kami *et al.* (2011). Sin embargo, la transformación del AL en azúcar fue más lenta, en promedio para el AL en el AC fue de 7.38% y a temperatura ambiente fue de 10.75%.

El promedio de los contenidos de sacarosa, fructosa y glucosa fue de 11.11 g/L, 5.12 g/L y 4.68 g/L respectivamente. Es importante ya que, aunque la sacarosa no brinda nutrientes si brinda energía (Zamora *et al.*, 2013), la fructosa ayuda a estimular en la dermis la cicatrización y la glucosa es fundamental para el cerebro, ya que éste requiere suministro constante de glucosa para sus funciones vitales (vizcaíno *et al.*, 2013).

### Conclusiones

No se encontraron diferencias significativas entre el ambiente controlado (16°C) y a temperatura ambiente (28-32°C) para las variables evaluadas en el fruto de zapallo a lo largo del tiempo, sin embargo, en ambos ambientes se identificó que a mayor contenido de almidón menor contenido de carotenos totales; a mayor contenido de carotenos totales mayor contenido de azúcares totales y a mayor contenido de azúcares totales menor contenido de almidón. Teniendo en cuenta que las pruebas químicas suelen ser costosas lo que limita el número de muestras, la identificación de una variable puede predecir el resultado de otra variable, ejemplo caroteno-almidón, caroteno-azúcares totales y azúcares totales-almidón, lo que ayudaría a los investigadores al evaluar colecciones en esta especie, permitiendo seleccionar genotipos sobresalientes en detrimento de una variable.

### Referencias bibliograficas

- Aguilar, P.V. (2012). Harinas y almidones: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. *Tecnología en Marcha*, 26, pp.37–45.
- Baena, D.; Ortiz, S.; Valdés, M. P.; Estrada, E. & Vallejo, F. (2010). UNAPAL-Abanico 75: nuevo cultivar de zapallo con alto contenido de materia seca en el fruto para fines agroindustriales. *Acta Agronómica* 59 (3), 285-292 p. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/acag>
- Baguma, Y.; Sun, Ch.; Ahlandsberg, S.; Mutisya, J.; Palmqvist, S.; Rubaihayo, P.; Magambo, M.; Egwang, T.; Larsson, H. & Jansson, C. (2003). Expression patterns of the gene encoding starch branching enzyme II in the storage roots of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Plant Sci* 164: 833-839. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(03\)00072-4](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(03)00072-4)
- Blanco-Díaz, M.T., Font, R., Martínez-Valdivieso, D. & Río-Celestino, M.D. (2015). Diversity of natural pigments and phytochemical compounds from exocarp and mesocarp of 27 Cucurbita pepo accessions. *Volume* 197, 14 December 2015, Pages 357-365. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.064>
- Corrigan, V.K., Irving, D.E. & Potter, J.F. (2000). Sugars and sweetness in buttercup squash. *Food Quality and Preference* Volume 11, Issue 4, July 2000, Pages 313-322. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(99\)00077-4](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(99)00077-4)
- Cumarasamy, R., V. Corrigan, P. Hurst and M. Bendall. (2002). Cultivar differences in New Zealand “Kabocho” (buttercup squash, *Cucurbita maxima*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 30(3): 197–208.



- Daisuke, K.; Keita, S. & Takato, M. (2011). Changes in starch and soluble sugar concentrations in winter squash mesocarp during storage at different temperatures. *Scientia horticulturae*. 127: 444-446 p. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.10.025>
- Enfissi, E.M.A., Fraser, P.D., Lois, L.M., Boronat, A., Schuch, W. y Bramley, P. (2005). Metabolic engineering of the mevalonate and non-mevalonate isopentenyl diphosphate-forming pathways for the production of health-promoting isoprenoids in tomato. *Plant Biotechnol.J.*, 3(1): 17-27.
- FAOSTAT. (2020). Food and agriculture Organization of the United Nations. Base de datos, cultivos (producción). Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Hernández-medina, M. et al., (2008). Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. 2008(002894), pp.718–726. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000300031>
- Kami, D., Muro, T. & Sugiyama, K. (2011). *Scientia Horticulturae* Changes in starch and soluble sugar concentrations in winter squash mesocarp during storage at different temperatures. *Scientia Horticulturae*, 127(3), pp.444–446. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2010.10.025>.
- Lima C., E. de Oliveira, D. Terao y A. Oster. (2008). Efeito do KMnO4 e 1–MCP com atmosfera modificada na conservação pós-colheita de melão Cantaloupe. *Rev. Ciên. Agron., Fortaleza*, v. 39, n. 01. 60-69p.
- Martínez-Valdivieso, D., Gómez, P., Font, R., Alonso-Moraga, Á. & Del Río-Celestino, M. (2015). Physical and chemical characterization in fruit from 22 summer squash (*Cucurbita pepo* L.) cultivars. *Lebensmittel-Wissenschaft + [i.e. und] Technologie*, 64, 1225-1233. doi: [10.1016/j.lwt.2015.07.023](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.023)
- Mendelova, A., Mendel, Ľubomír, Fikselová, M., Mareček, J. & Vollmannová, A. (2017). Winter squash (*Cucurbita moschata* Duch) fruit as a source of biologically active components after its thermal treatment. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 11(1), 489-495. <https://doi.org/10.5219/788>
- Minitab. (2019). Statistical Software versión 19. Recupedo de <http://www.minitab.com/>
- Noelia, J. et al., (2011). Physicochemical , technological properties , and health-bene fi ts of *Cucurbita moschata* Duchense vs . Cehualca A Review. *FRIN*, 44(9), pp.2587–2593. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.039>.
- Ortiz, G. S.; Vallejo, C. F. A.; Baena, G. D.; Estrada, S. E. I. Y Valdés, R. M. P. (2013). Zapallo para consumo en fresco y fines agroindustriales: Investigación y desarrollo. *Universidad Nacional de Colombia*, Palmira, Valle del Cauca. 250 p.
- Ortiz, G.S.; Valdés, R.M.P.; Vallejo, C.F.A. Baena, G.D. (2015). Genetic Correlations and Path Analysis in Butternut Squash *Cucurbita moschata* Duch. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín* 68(1): 7399-7409. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/rfnam.v68n1.47827>
- Pereira, D., Chamhum, L., Lopes, D., Cecon, P., & Rocha, A. (2009). Potassium permanganate effects in postharvest conservation of the papaya cultivar Sunrise Golden. *Pesq. Agropec. Bras*, 669-675.
- Rodríguez-Amaya, D.B.; Kimura, M. (2004). *Handbook for Carotenoid Analysis*. Washington, DC: IFPRI-CIAT. 63 p. (HarvestPlus Technical Monograph 2).
- Sedano-castro, G., González-hernández, V.A. & Saucedo-veloz, C. (2011). Yield and Quality of Zucchini Fruits on High Doses of N and K. *LWT - Food Science and Technology*, 29 (2), pp.133–142.
- Stevenson, D.G. (2003). Role of starch structure in texture of winter squash (*Cucurbita maxima* D) fruit and starch functional properties.

- Stevenson, D.G. et al., (2005). Structural and physicochemical characteristics of winter squash (*Cucurbita maxima* D .) fruit starches at harvest. 59(2), pp.153–163. DOI: [10.1016/j.carbpol.2004.08.030](https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.08.030)
- Suarez, E. A.; Paz-Peña, S. P.; Echeverría-Restrepo, D. C.; Ruiz, K., & Mosquera-Sánchez, S. A. (2016). Efecto del sistema de producción en la maduración fisiológica de *Cucurbita moschata* Var Bolo Verde. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 29-37.
- Vizcaíno César, Maritania, Alarcón Arango, Idelmis, Sebazco Perna, Caridad, & Maceira Cubiles, María Acelia. (2013). Importancia de la sacarosa para la cicatrización de heridas infectadas. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 42(1), 49-55. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-65572013000100007&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572013000100007&lng=es&tlng=es)
- Wyatt, L.E.; Strickler, S.R.; Mueller, L.A. & Mazourek, M. (2016). Comparative analysis of *Cucurbita pepo* metabolism throughout fruit development in acorn squash and oilseed pumpkin. *Hortic Res* 3, 16045. <https://doi.org/10.1038/hortres.2016.45>
- Zaccari, F., Cabrera, M.C. & Saadoun, A. (2017). Glucose Content and In Vitro Bioaccessibility in Sweet Potato and Winter Squash Varieties during Storage. 6(7):48, pp.4–10. doi: [10.3390/foods6070048](https://doi.org/10.3390/foods6070048)
- Zamora N. S. & Pérez Ll. F. (2013). Importancia de la sacarosa en las funciones cognitivas: comportamiento y conocimiento. *Nutrición Hospitalaria*, 28(4):106-111. ISSN: 0212-1611. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3092/309227005013>
- Zhou, C., Mi, L., Hu, X.Y. & Zhu, B.H. (2016). Evaluation of three pumpkin species: correlation with physicochemical, antioxidant properties and classification using SPME-GC–MS and E-nose methods. *J Food Sci Technol* 54, 3118–3131 (2017). <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2748-8>