

# Beneficios para la salud de la semilla y perfil nutricional de 35 cultivares de calabaza<sup>1</sup>

Geoffrey Meru, Yuqing Fu, Dayana Leyva, Paul Sarnoski, Yavuz Yagiz, Monique Scoggin, Carlos F. Balerdi, Laura Vasquez y Teresa Olczyk<sup>2</sup>

## Introducción

La semilla de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) es alta en aceite, proteína, y ácidos grasos no saturados (AENS), y es una importante fuente de nutrición y ganancias a nivel global. El uso de semillas de calabaza en las industrias de meriendas y aceites vegetales en los EE. UU. se espera que aumente a medida que el mercado de comidas saludables aumente. La semilla de calabaza es un ingrediente común en meriendas vendidas en comercios al detalle en todo el país, tales como mezclas con varias nueces, semillas y frutos secos, y es también usada como ingrediente en panes y cereales para el desayuno (Baxter, et al., 2012; Loy, 2004). Además, el aceite de semilla de calabaza puede adquirirse en botellas para uso en ensaladas o como cápsulas formuladas en tiendas de comidas saludables (Stevens, et al., 2007). Este artículo discutirá los beneficios para la salud, producción, procesamiento, y el perfil nutricional de las semillas de calabaza. Este artículo provee información a potenciales consumidores sobre el perfil nutricional y los beneficios a la salud de cultivares seleccionados de semillas de calabaza.

Actualmente, la mayoría de semilla de calabaza consumida en los EE. UU., es importada, por lo tanto, hay necesidad de obtener cultivares que estén adaptados localmente a varias zonas agroecológicas en el país. Para satisfacer la demanda actual y proyectada para semilla de calabaza en los EE. UU., es crítico para los agricultores tener acceso a cultivares de calabaza con óptimo rendimiento de semilla, tamaño, y nutrición de semilla. Los cultivares de calabaza sin cáscara (semilla desnuda) son preferidos para meriendas y para la producción de aceite porque ellos eliminan la necesidad de descascarar manualmente antes de usar las semillas. Además, estos cultivares son generalmente más altos en contenido de aceite que los cultivares descascarados. El carácter de semilla desnuda es conferido por una simple mutación recesiva que lleva a una reducción significativa en las cantidades de lignina y celulosa en tejidos de la hipodermis, esclerénquima y parénquima de la cáscara de la semilla (Fruhworth and Hermetter, 2007). Dependiendo del nivel de lignificación o celulosa en la cáscara, se pueden formar varios tipos de fenotipos de la semilla (Figura 1).

1. Este documento es el HS1312s, uno de una serie del Departamento de Ciencias Hortícolas, UF/IFAS Extension. La fecha original de la publicación es abril 2023. Visite la página web de EDIS en <https://edis.ifas.ufl.edu> para obtener la versión actualizada que respalda esta publicación.
2. Geoffrey Meru, profesor asistente, fitomejoramiento, genética y genómica, Departamento de Ciencias Hortícolas, UF/IFAS Centro de Educación e Investigación Tropical, Homestead, FL; Yuqing Fu, científico biólogo II, fitogenética y fitomejoramiento, UF/IFAS TREC; Dayana Leyva, ex pasante, UF/IFAS TREC; Paul Sarnoski, profesor asociado, Ph.D., Ciencias de la Alimentación, Departamento de Ciencias Humanas y de la Alimentación; Yavuz Yagiz, gerente de investigación y desarrollo, Laboratorio de Alimentación y Toxicología Ambiental, IR-4 Región Sur, Laboratorio QA; Monique Scoggin, especialista en mercadeo y comunicaciones, UF/IFAS TREC; Carlos F. Balerdi, agente emérito multi condado de cultivos de frutas tropicales, UF/IFAS Extension Miami-Dade County; Laura Vasquez, especialista del programa de horticultura urbana, Jardines y Vecindarios de Florida, UF/IFAS Extension Miami-Dade County; y Teresa Olczyk, director IV de condado de Extensión y agente de Extensión, M.S., agricultura/horticultura ornamental comercial, UF/IFAS Extension Miami-Dade County; UF/IFAS Extension, Gainesville, FL 32611.

El Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) es una institución con igualdad de oportunidades autorizada a proporcionar investigación, información educativa y otros servicios solo a personas e instituciones que funcionen sin discriminación por motivos de raza, credo, color, religión, edad, discapacidad, sexo, orientación sexual, estado civil, país de origen, opiniones o afiliación políticas. Para obtener más información sobre cómo obtener otras publicaciones de UF/IFAS Extension, comuníquese con la oficina UF/IFAS Extension de su condado. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (U.S. Department of Agriculture), UF/IFAS Extension Service, University of Florida, IFAS, Programa de Extensión Cooperativa (Cooperative Extension Program) de Florida A&M University, y Juntas de Comisionados del Condado en Cooperación. Andra Johnson, decano de la UF/IFAS Extension.



Figura 1. Varios fenotipos de semillas de Cucurbita pepo; donde A) representa semillas con cáscara, B) representa semillas semi descascaradas; C) representa semillas con cáscara delgada, y D) representa semillas desnudas.

Credits: UF/IFAS

## Beneficios para la salud de semillas de calabaza

La semilla de calabaza es un alimento nutricional con alto contenido de aceite (50% p/p) y proteína (35%) que varía dependiendo del cultivar (Fruhworth and Hermetter, 2007). Los ácidos grasos palmítico ( $\leq 15\%$ ), esteárico ( $\leq 8\%$ ), oleico ( $\leq 47\%$ ) y linoleico ( $\leq 61\%$ ) son los principales componentes del aceite (Bavec, et al., 2007), mientras que las albúminas y globulinas constituyen aproximadamente el 60% de la proteína cruda. El contenido de aceite y ácidos grasos de la semilla de calabaza es comparable al del frijol de soya (*Glycine max*) (Panthee, et al., 2005), el girasol (*Helianthus annuus*) (Baboli and Kordi, 2010; Tang, et al., 2006), el cártamo (*Cartamus tinctorius*) (Yermanos, et al., 1967), y la sandía (*Citrullus lanatus*) (Jarret and Levy, 2012; Meru and McGregor, 2014). Los altos niveles de ácidos grasos no saturados (ácidos oleico y linoleico) en el aceite de semilla de calabaza proveen beneficios a la salud que reducen el riesgo de arterioesclerosis y problemas relacionados del corazón (Wassom, et al., 2008). La semilla de calabaza contiene niveles significativos de antioxidantes (tocoferoles y tocotrienoles) que han sido asociados a riesgos reducidos de cánceres gástricos del pecho, pulmón, y colorrectales (Lelley, et al., 2009; Nesaretnam, et al., 2007; Stevenson, et al., 2007). Además, los fitoesteroles en la semilla de calabaza juegan un papel clave en la reducción de niveles de colesterol y en el tratamiento de próstatas agrandadas (hiperplasia benigna de la próstata) (Fruhworth and Hermetter, 2007; Thompson and Grundy, 2005).

## Producción y procesamiento de semillas de calabaza

Los cosecheros deben seguir las guías usadas en la producción convencional de calabaza (Bavec, et al., 2007). La siembra directa es el mejor sistema costo - efectivo, pero requiere equipos de siembra y condiciones óptimas de germinación. Un sembrador de maíz neumático puede

ser usado en la siembra mecánica de semillas de calabaza (Bavec, et al., 2007). Los trasplantes en mesas elevadas puedan usarse en áreas donde las temperaturas bajas puedan perjudicar la germinación. La densidad de plantas afecta el rendimiento total de frutos, el tamaño del fruto, el número de frutos por planta y el rendimiento de semillas (Napier, 2009) y depende del hábito de crecimiento (enredadera, arbusto, o semi arbusto) del cultivar de la calabaza sembrada. El manejo de enfermedades (hongo/ similar al hongo, bacteria, virus, y nematodos) debe hacerse convencionalmente. La cosecha del fruto debe hacerse en madurez para lograr el máximo contenido de aceite (Bavec, et al., 2007). La separación de la pulpa y la semilla puede ser manual o mecánica. Para la producción de aceite, las semillas de calabaza deben ser secadas a un 5-7% de humedad y molerse. Para formar una pulpa blanda, se debe añadir agua y sal y la pulpa se debe asar hasta 60 minutos a temperaturas cerca de  $100^{\circ}\text{C}$  para permitir la coagulación de la fracción de proteína y la separación conveniente de la fracción lipídica mediante compresión. La compresión debe hacerse bajo condiciones isotérmicas a presiones entre 300-600 bares. El aceite obtenido debe almacenarse en botellas oscuras para evitar la deterioración por la luz (Fruhworth and Hermetter, 2007). Alternativamente, el aceite de semilla de calabaza puede ser extraído usando el método de compresión en frío, moliendo las semillas en una compresora de tornillo a temperaturas menores de  $49^{\circ}\text{C}$ , causando la salida del aceite por compresión. Aunque este último método produce más aceite puro, la eficiencia de extracción se reduce y algún aceite se queda en la pulpa de la semilla. Después de la extracción, la pulpa remanente contiene un nivel significativo de componentes nutritivos ( $>60\%$  proteínas) y puede ser usado como alimento para animales (Fruhworth and Hermetter, 2007; and Lelley, et al., 2009).

## Perfil nutritivo de 35 cultivares de semillas de calabaza

La disponibilidad de productos nutritivos de semilla de calabaza es de gran importancia para el consumidor. Generalmente, los consumidores prefieren cultivares de tamaño grande para meriendas, pero el tamaño de la semilla no importa para los consumidores del aceite de semilla. Además, las semillas de calabaza para meriendas se pueden lograr que sean altas en proteínas o con alto valor del aceite, pero para producir aceite, el valor de este es una necesidad. Los cultivares de calabaza pueden variar mucho en el contenido de aceite de la semilla o en el contenido de proteína, la composición de ácidos grasos y el tamaño de la semilla. Por lo tanto, es importante para los agricultores

y consumidores, tener información sobre el contenido nutricional de cultivares de calabaza para así poder escoger los que satisfacen sus necesidades. Para generar esta información, el Programa de Investigación de Cucurbitáceas del Centro de Investigación y Educación Tropical de la Universidad de Florida examinó los rasgos nutricionales clave de 35 cultivares de las semillas de calabaza. El contenido de aceite de las semillas y el de proteínas se determinó usando la resonancia nuclear magnética, mientras que el contenido de ácidos grasos se determinó usando cromatografía gaseosa. Los datos de 35 cultivares de semilla de calabaza se presentan en la Tabla 1. En general, los cultivares de calabaza de semillas desnudas dieron datos más altos en el contenido de aceite y en tamaño de la semilla que el de cultivares de semillas descascaradas (Tabla 2). Sin embargo, lo contrario ocurrió con el contenido de proteínas. La calabaza Styrian y la PI 379309 tuvieron el contenido más alto de aceite en la semilla entre las semillas desnudas y los cultivares descascarados, respectivamente. En comparación con cosechas importantes de aceite, el nivel de grasas saludables (ácidos grasos no saturados: ácidos oleico y linoleico) en este estudio (78,6% - 86,1%) fue similar al del frijol de soya (84,4%) y girasol (88,6%) (Baboli and Kordi, 2010). Como ya mencionamos, los ácidos grasos no saturados contribuyen a reducir el riesgo de arterioesclerosis y enfermedades cardíacas. Sin embargo, el alto contenido de ácido linoleico en aceite de semillas de calabaza reduce la estabilidad térmica del aceite derivado, haciéndolo no apto para cocinar. Este reto puede ser subsanado desarrollando cultivares de semillas de calabaza altos en ácido oleico y bajos en linoleico para la producción de aceite de cocina; el desarrollo de estos cultivares será considerado en nuestro programa de mejoramiento.

## Referencias

- Baboli, Z.M., and A. Kordi. 2010. "Characteristics and composition of watermelon seed oil and solvent extraction parameters effects." *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 87:667–671. <https://doi.org/10.1007/s11746-010-1546-5>
- Bavec, F., S.G. Mlakar, C. Rozman, and M. Bavec. 2007. "Oil pumpkins: Niche for organic producers." In J. Janick and A. Whipkey (eds.) *Issues in new crops and new uses*. Alexandria, VA: ASHS Press.
- Baxter, G.G., K. Murphy, and A. Paech. 2012. The Potential to Produce Pumpkin Seed for Processing in North East Victoria. Rural Industries Development Corporation 11/145: 5–36.
- Fruhwrth, G.O., and A. Hermetter. 2007. "Seeds and oil of the Styrian oil pumpkin: Components and biological activities." *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 109:1128–1140. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700105>
- Jarret, R. and I. Levy. 2012. "Oil and fatty acid contents in seed of *Citrullus lanatus* Schrad." *J. Agr. Food Chem.* 60:5199–5204. <https://doi.org/10.1021/jf300046f>
- Lelley, T., B. Loy, and M. Murkovic. 2009. "Hull-Less oil seed pumpkin." In J. Vollmann and I. Rajcan (eds.), *Oil Crops, Handbook of Plant Breeding*. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-77594-4\\_16](https://doi.org/10.1007/978-0-387-77594-4_16)
- Loy, J.B. 2004. "Morpho-physiological aspects of productivity and quality in squash and pumpkins (*Cucurbita* spp.)." *Critical Reviews Plant Sci.* 23:337–363. <https://doi.org/10.1080/07352680490490733>
- Meru, G., and C. McGregor. 2014. "Quantitative trait loci and candidate genes associated with fatty acid content of watermelon seed." *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 139:433–441. <https://doi.org/10.21273/JASHS.139.4.433>
- Napier, T. (2009) Pumpkin Production. Primefacts for profitable, adaptive and sustainable primary industries. New South Wales Industry and Investment Primefact 964.
- Nesaretnam et al. 2007. "Tocotrienol levels in adipose tissue of benign and malignant breast lumps in patients in Malaysia. Asia. Pac." *J. Clin. Nutr.* 16:498–504.
- Panthee, D., V. Pantalone, D. West, A. Saxton, and C. Sams. 2005. "Quantitative trait loci for seed protein and oil concentration, and seed size in soybean." *Crop Sci.* 45:2015–2022. <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.0720>
- Stevenson, D.G., F.J. Eller, L. Wang, J.L. Jane, T. Wang, and G.E. Inglett. 2007. "Oil and tocopherol content and composition of pumpkin seed oil in 12 cultivars." *J. Agric. Food Chem.* 55:4005–4013. <https://doi.org/10.1021/jf0706979>
- Tang, S., A. Leon, W.C. Bridges, and S.J. Knapp. 2006. "Quantitative trait loci for genetically correlated seed traits are tightly linked to branching and pericarp pigment loci in sunflower." *Crop Sci.* 46:721–734. <https://doi.org/10.2135/cropsci2005.0006-7>
- Thompson, G.R., and S.M. Grundy. 2005. "History and development of plant sterol and stanol esters for cholesterol-lowering purposes." *Am. J. Cardiol.* 96: 3D–9D. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2005.03.013>

Wassom, J.J., V. Mikkelineni, M.O. Bohn, and T.R. Rocheford. 2008. "QTL for fatty acid composition of maize kernel oil in Illinois High Oil· B73 backcross-derived lines." *Crop Sci.* 48:69–78. <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.04.0208>

Yermanos, D., S. Hemstreet, and M. Garber. 1967. "Inheritance of quality and quantity of seed-oil in safflower (*Carthamus tinctorius* L.)." *Crop Sci.* 7:417–422. <https://doi.org/10.2135/cropsci1967.0011183X000700050004x>

Tabla 1. Fenotipo de semilla, porcentaje de aceite en la semilla, porcentaje de proteína, composición de ácidos grasos, y tamaño de semilla (peso, longitud, ancho de las semillas) de 35 cultivares de Cucúrbita pepo.

Accesión	Fenotipos de Semillas	Aceite de Semilla (%)	Proteína de Semilla (%)	Ácido Palmítico (%)	Ácido Esteárico (%)	Ácido Oleico (%)	Ácido Linoleico (%)	Peso de 10 Semillas (g)	Longitud de Semilla (mm)	Ancho de Semilla (mm)
PI 615086	Con Cáscara	32,96	27,36	10,75	4,87	34,02	48,28	0,71	11,33	7,29
Saffron	Con Cáscara	38,26	31,13	9,51	3,91	31,43	52,68	0,90	12,44	7,83
Sweet Dumpling	Con Cáscara	29,33	31,35	7,80	3,35	23,84	62,00	0,63	11,20	7,61
Bush Delicata	Con Cáscara	33,78	26,39	6,82	4,45	24,65	61,48	0,61	9,94	7,33
Honey Bear	Con Cáscara	37,26	23,11		5,61	28,14	56,55	1,09	12,71	8,01
Yellow Crookneck	Con Cáscara	39,26	24,42	7,05	4,92	28,74	56,39	0,82	11,73	6,74
Table Queen	Con Cáscara		21,78	6,91	5,34	34,45	50,44	0,76	11,82	7,25
Early Prolific	Con Cáscara	38,85	23,20	7,98	4,24	39,07	46,16	0,89	11,84	7,63
	Con Cáscara	33,83	23,54	10,70	7,17	38,39	41,13	1,32	14,22	8,36
Baby Bear	Semillas Semi-Descascaradas	39,69	28,51	9,07	6,64	24,18	57,49	1,25	14,86	8,84
Triple Treat	Semi-Descascaradas	39,04	26,67		6,47	39,74	42,83	1,71	15,60	8,14
PI 615102	Semi-Descascaradas	42,83	25,81	10,50	4,59	18,42	64,05	1,16	14,45	8,45
PI 379309	Semi-Descascaradas	48,41	23,74	10,46	6,71	26,50	54,22	1,81	16,17	9,07
	Semi-Descascaradas	42,21	28,14	9,42	7,18	40,97	40,49	1,43	16,59	8,55
PI 406679	Semi-Descascaradas	42,37	26,13	10,51	6,36	25,64	55,25	1,60	19,33	9,24
PI 406678	Semi-Descascaradas	45,82	23,94		5,04	31,51	51,22	1,90	18,47	9,48
PI 267660	Cascara Delgada	43,54	23,75	9,37	4,69	23,25	60,21	1,06	12,20	7,50
PI 267661	Cascara Delgada	44,17	25,88	10,68	6,54	27,19	52,38	1,31	15,98	8,40
	Cascara Delgada	44,72	22,77	9,79	5,80	33,95	47,18	1,50	13,77	8,41
PI 267664	Cascara Delgada	47,38	19,59	10,24	5,07	27,08	54,52	1,64	14,17	7,97
PI 420330	Cascara Delgada	45,78	23,27	10,80	4,66	23,02	58,50	1,50	17,40	8,46
PI 420331	Cascara Delgada	43,06	27,10	11,49	5,22	24,01	56,14	1,26	18,05	9,03
PI 506441	Cascara Delgada	45,04	24,78	10,07	4,83	33,72	48,51	1,24	14,50	7,44
Little Green seed	Cascara Delgada	41,45	28,37	10,11	7,65	31,39	49,15	0,75	12,97	7,24
Amarilla Submarine	Cascara Delgada	43,22	21,44	11,48	6,17	28,42	51,43	0,86	15,24	8,03

Accesión	Fenotipos de Semillas	Aceite de Semilla (%)	Proteína de Semilla (%)	Ácido Palmítico (%)	Ácido Esteárico (%)	Ácido Oleico (%)	Ácido Linoleico (%)	Peso de 10 Semillas (g)	Longitud de Semilla (mm)	Ancho de Semilla (mm)
PI 490278	Cascara Delgada	41,32	26,07	8,53	6,07	42,53	40,19	1,48	16,49	8,16
Beppo	Desnuda	47,17	22,21	11,64	5,82	21,39	58,83	2,87	18,54	10,38
Styrian	Desnuda	48,20	24,74	9,88	6,77	25,48	55,90	2,41	18,11	9,21
Lady Godiva	Desnuda	41,85	21,61	12,64	4,99	35,10	44,01	1,47	16,60	8,52
Slovenska Golica	Desnuda	45,43	22,99	10,71	6,77	43,53	37,40	2,12	16,72	8,94
Kakai	Desnuda	44,74	19,48	10,30	5,94	46,09	35,38	1,73	16,51	8,64
PI 615104	Desnuda	43,30	25,97	11,65	7,24	26,89	51,66	1,67	17,09	9,41
PI 364241	Desnuda	43,16	21,92	10,90	5,04	37,42	44,25	1,42	15,32	8,17
PI 615133	Desnuda	44,56	23,22	10,64	4,97	34,41	47,82	2,17	16,68	9,19
PI 311741	Desnuda	43,02	21,53	10,99	6,08	22,60	57,88	1,84	17,54	8,94

Tabla 2. Medias para el porcentaje de aceite de semilla, porcentaje de proteína de semilla, ácido palmítico, ácido esteárico, ácido oleico, ácido linoleico y tamaño de semilla (peso de semilla, largo y ancho de semilla) entre 35 accesiones de Cucurbita pepo con cáscara, semi cascarrilla, capa delgada y fenotipos de semillas 'desnudas'. Las medias dentro de la columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

Tipo de Semilla	Aceite de Semilla (%)	proteína de Semilla (%)	Ácido Palmítico (%)	Ácido Esteárico (%)	Ácido Oleico (%)	Acido Linoleico (%)	Peso de Semilla (g)	Largo de Semilla (mm)	Ancho de Semilla (mm)
Con Cascara (n= 9)	35.91 <sup>b</sup>	25.81 <sup>ab</sup>	8.25 <sup>b</sup>	4.87 <sup>a</sup>	31.41 <sup>a</sup>	52.79 <sup>a</sup>	0.86 <sup>c</sup>	11.92 <sup>b</sup>	7.56 <sup>b</sup>
Semi-Descascarada (n= 7)	42.91 <sup>a</sup>	26.13 <sup>a</sup>	9.80 <sup>a</sup>	6.14 <sup>a</sup>	29.56 <sup>a</sup>	52.22 <sup>a</sup>	1.55 <sup>ab</sup>	16.50 <sup>a</sup>	8.82 <sup>a</sup>
Cascara Delgada (n= 10)	43.97 <sup>a</sup>	24.30 <sup>ab</sup>	10.25 <sup>a</sup>	5.67 <sup>a</sup>	29.45 <sup>a</sup>	51.82 <sup>a</sup>	1.26 <sup>bc</sup>	15.08 <sup>a</sup>	8.06 <sup>b</sup>
Desnuda (n= 9)	44.60 <sup>a</sup>	22.63 <sup>b</sup>	11.04 <sup>a</sup>	5.96 <sup>a</sup>	32.54 <sup>a</sup>	48.12 <sup>a</sup>	1.97 <sup>a</sup>	17.01 <sup>a</sup>	9.04 <sup>a</sup>