

Fitoesteroles y escualeno como hipocolesterolémicos en cinco variedades de semillas de *Cucurbita maxima* y *Cucurbita moschata* (calabaza)

Phytosterols and squalene as hypocholesterolemic substances in five varieties of *Cucurbita maxima* and *Cucurbita moschata* (pumpkin) seeds

Yordan Martínez Aguilar,^I Orlando Martínez Yero,^I Jesús Córdova López,^{II} Manuel Valdivié Navarro,^{III} Mirna Estarrón Espinosa^{IV}

^I Doctor en Ciencias Veterinarias. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de Granma. Granma, Cuba.

^{II} Doctor en Ciencias de los Alimentos. Departamento de Ingeniería Química. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI). Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.

^{III} Doctor en Ciencias Veterinarias. Investigador Titular. Instituto de Ciencia Animal. San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba.

^{IV} Máster en Ciencias de los Alimentos. Investigadora. Centro de Investigación y Asistencia Tecnológica y Diseño del Estado de Jalisco. Guadalajara, Jalisco, México.

RESUMEN

Introducción: la semilla de calabaza se ha estudiado y utilizado en el tratamiento de enfermedades parasitarias, hipertrofia benigna prostática, cistitis y como hipoglicemiante. Sin embargo, se desconocen investigaciones que refieran el uso de la semilla de calabaza y sobre todo de los fitoesteroles y escualeno como elementos hipocolesterolémicos en humanos.

Objetivo: determinar el contenido de fitoesteroles y escualeno de cinco variedades de semilla de calabaza para su posible uso como hipocolesterolémicos en humanos.

Métodos: se estudiaron semillas de calabaza de dos especies, *Cucurbita maxima* y *Cucurbita moschata*, de Cuba y México de las variedades Fifí, Marucha, INIVIT C-88 (cubanas), Chata y Tapatía (mexicanas), se determinó el perfil de fitoesteroles (beta-sitosterol, campesterol, estigmasterol y estigmastenol) y escualeno mediante cromatografía gas-líquido.

Resultados: el contenido de extracto etéreo y grasa verdadera en las semillas osciló entre 331,5 y 346; 307 y 336 g/kg, respectivamente. La variedad fifí (*Cucurbita moschata*) presentó el mayor contenido de material insaponificable

(35,0 g/kg), mostró diferencias significativas ($p < 0,001$) con las demás variedades y superior a las semillas oleaginosas convencionales. La concentración de escualeno y beta-sitosterol resultó superior en la variedad marucha (*Cucurbita moschata*) (40,27 y 202,59 mg/100 g), que indicó diferencias significativas ($p < 0,001$) con las restantes variedades. Las variedades chata y marucha presentaron el mayor contenido de campesterol (50,08 y 49,31 mg/100 g, respectivamente), así como la marucha encontró la mayor concentración de stigmasterol y estigmastenol (1,75 y 28,63 mg/100 g), además, los contenidos resultaron superiores a los alimentos vegetales frecuentes en las dietas.

Conclusiones: los resultados obtenidos en la concentración de los fitoesteroles y escualeno en las variedades analizadas, sugieren el estudio de la semilla de calabaza como posible hipocolesterolémico en humanos.

Palabras clave: semilla de calabaza, variedades, fitoesteroles, escualeno, hipocolesterolemia, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita moschata*.

ABSTRACT

Introduction: the pumpkin seed has been studied and used in the treatment of parasitic diseases, benign prostatic hypertrophy, cystitis and as hypoglycemic substance. However, the research concerning the use of pumpkin seeds and especially the sterols and squalene as hypocholesterolemic elements in humans is unknown.

Objective: to determine the phytosterol and squalene content of five varieties of pumpkin seeds for their potential use as hypocholesterolemic compounds in humans.

Methods: the pumpkin seeds from two species called *Cucurbita maxima* and *Cucurbita moschata* from Cuba and Mexico were studied. The varieties were Fifi, Marucha, INIVIT C-88 (Cuban), Tapatía and Chata (Mexican) for which the profile of phytosterols (beta-sitosterol, campesterol, stigmasterol and stigmastenol) and the squalene were determined using gas-liquid chromatography.

Results: the content of ethereal extract and real fat in the seeds ranged 331.5 to 346, and 307 to 336 g/kg, respectively. The variety Fifi (*C. moschata*) had the highest content of unsaponifiable material (35.0 g/kg) and showed significant differences ($p < 0.001$) compared with other varieties and above that of conventional oilseeds. The squalene, and beta-sitosterol concentration was higher Marucha (*Cucurbita moschata*) (40.27 and 202.59 mg/100 g), indicating significant differences ($p < 0.001$) compared with other varieties. Marucha and Chata varieties exhibited the highest campesterol content (50.08 and 49.31 mg/100 g, respectively), and the Marucha evidenced the largest concentration of stigmasterol and stigmastenol (1.75 and 28.63 mg/100 g); additionally, the amounts contained were above those of the common vegetable food in the diet.

Conclusions: the results in phytosterol and squalene concentrations achieved in the studied varieties suggested that the pumpkin seeds be studied as a possible hypocholesterolemic substance for humans.

Key words: pumpkin seed, varieties, phytosterols, squalene, hypocholesterolemia, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita moschata*.

INTRODUCCIÓN

Desde la época precolombina se consumen las nutritivas semillas de calabaza por el hombre, aunque en muchos países, como Cuba, increíblemente no se emplea la semilla para el consumo humano, ni animal, desperdiciando de 15 000 a 24 000 t de semilla seca, que aportan alrededor de 5 100 a 8 160 kg de aceite/hectárea, muy cotizado en el mercado internacional con precios superiores a 30 €/L.¹

Por las cualidades nutricionales de la semilla de calabaza con más de 300 g/kg de proteína bruta, y más de 320 g/kg de grasa, también con nutrientes esenciales como los ácidos grasos esenciales, fitoesteroles, escualeno, aminoácidos, vitaminas y minerales esta semilla se considera un nutracéutico recomendable para los humanos.²⁻⁷

El colesterol es un lípido esencial para los humanos, no obstante la cantidad y proporción del colesterol en las dietas humanas ha aumentado, lo cual provoca una mayor incidencia de enfermedades cardiovasculares, diabetes y arteriosclerosis;⁸ la búsqueda de variantes naturales para reducir el colesterol es premisa futura para los especialistas.

Los fitoesteroles son sustancias disueltas en grasa, considerados el principal nutriente hipocolesterolémico, pueden proteger el sistema cardiovascular, al inhibir la absorción intestinal del colesterol, tanto el dietario como el biliar, sin modificar los niveles de las lipoproteínas de alta densidad (LAD); impide la reesterificación del colesterol a nivel de la actividad de la acetil-colesterol-acil transferasa (ACAT); aumentan la actividad y la expresión del transportador tipo ABC al acelerar el flujo de colesterol desde las células intestinales al lumen intestinal.^{3,9}

El escualeno, un terpeno hipocolesterolémico detectado en el material insaponificable de las semillas oleaginosas y grasa animal, precursor del colesterol y otros esteroides, al que se le atribuyen propiedades antioxidantes y cardioprotectoras, puede reducir colesterol esterificado (ciclopentanopenhidrofenantreno), mediante la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LBD) en sangre.¹⁰

La semilla de calabaza se ha estudiado y utilizado en el tratamiento de enfermedades parasitarias, hipertrofia benigna prostática, cistitis y como hipoglicemiante.²⁻⁷ Sin embargo, se desconocen investigaciones que refieran el uso de la semilla de calabaza y sobre todo del material insaponificable (fitoesteroles y escualeno) como elemento hipocolesterolémico en humanos.

El objetivo del presente trabajo se basó en determinar el contenido de fitoesteroles y escualeno de cinco variedades de semilla de calabaza para su posible uso como hipocolesterolémicos en humanos.

MÉTODOS

Toma de muestras

Se tomaron muestras de semillas de calabaza de 2 especies *Curcubita maxima* Duchesne y *C. moschata* Duchesne de Cuba y México, de las variedades Fifí (*C. moschata* de Cuba), Marucha (*C. moschata* de Cuba), INIVIT C-88 (*C. maxima* de Cuba), Tapatía (*C. moschata* de México) y Chata (*C. maxima* de México). Se tomó

en cuenta que las semillas de calabaza tuvieran el mismo tiempo de almacenaje (12 meses), sin tratamiento químico, físico o biológico.

Análisis químico de las semillas de calabaza

El contenido de extracto etéreo, grasa verdadera, material insaponificable, perfil de fitoesteroides y escualeno se determinaron en los laboratorios del Centro Tecnológico y Asistencia del Estado de Jalisco (CIATEJ), México. Todos los análisis se realizaron por quintuplicado.

Extracción de los lípidos

La extracción de los lípidos de las semillas de calabaza se realizó mediante el empleo de un extractor Soxhlet. Para garantizar una adecuada condensación se empleó una corriente de agua fría. Se utilizó éter etílico anhídrido como solvente y se reguló la temperatura a 47 °C. El tiempo de extracción fue aproximadamente de 4 h. Para eliminar el éter etílico anhídrido residual en las muestras, se utilizó un rotavapor Heidolph, con temperatura regulada a 38 °C, presión a 5 mmHg y velocidad de 90 a 100 rpm. Por último, las muestras se colocaron en una campana de extracción de solventes en hornillas a 38 °C.¹¹

Saponificación de la muestra

Se pesó 1 g de muestra en un matraz de fondo plano, posteriormente se agregaron 50 mL de solución metanólica de KOH 2 M y se sometió a ebullición suave (55-60 °C) durante 60 min.

Extracción de materia insaponificable

La solución obtenida en el punto anterior se colocó en una pera de decantación, a la cual se le agregaron 50 mL de agua destilada y 40 mL de éter. La solución se dejó reposar hasta la separación de fases, esta técnica se repitió tres veces conservando las fracciones etéreas.

Las fases etéreas obtenidas se mezclaron en una pera de decantación, se lavaron las muestras obtenidas con 50 mL de agua destilada en 5 ocasiones. Una vez obtenido un extracto concentrado, la muestra se introdujo en una estufa a 100 °C durante 15 min, seguido se cuantificó por diferencia de pesos la cantidad de materia insaponificable obtenida.¹²

Derivatización de la materia insaponificable

La materia insaponificable obtenida en la etapa anterior, es diluida en una pequeña cantidad de solvente y trasvasada a un tubo de ensayo, para después someter a secado con corriente de nitrógeno.

Se preparó del reactivo silante (TMS), en un tubo de vidrio mediante la mezcla de hexametildisilazano como ingrediente activo, triclorometilsilano como catalizador y piridina como solvente en proporción 2: 1: 10.

El contenido de fitoesteroles y escualeno fue determinado mediante un cromatógrafo de gases Hewlett Packard 6890 (Palo Alto Ca.), equipado con detector de ionización de flama, automuestreador HP 6890 series y una columna HP-5 (30 m x 0,32 mm ID x 0,25 mm espesor de película). La identificación y cuantificación se realizó por comparación con el tiempo de retención del estándar, calculando la concentración por comparación con el área generada por los estándares en soluciones: estigmasterol y β -sitosterol en concentración de 1 mg/mL y para campesterol de 0,017mg/mL.¹³

Análisis estadísticos

Los datos se procesaron mediante análisis de varianza de clasificación simple en un diseño totalmente aleatorizado, se utilizó la prueba de Anova para la comparación de medias. Antes de realizar el análisis de varianza se procedió a verificar la normalidad de los datos¹⁴ y la uniformidad de la varianza¹⁵, según el *software* estadístico SPSS versión 12.0. En los casos necesarios se empleó una comparación múltiple de medias *a posteriori*.¹⁶

RESULTADOS

Las variedades Tapatía (*C. moschata*) e INIVIT C-88 (*C. maxima*) mostraron el mayor contenido de extracto etéreo (EE) y grasa verdadera (GV); se detectaron diferencias significativas ($p < 0,001$) con las demás variedades, la variedad Chata presentó el más bajo contenido.

El material insaponificable de las cinco variedades de semilla de calabaza se observa en la tabla 1. La variedad Fifí difirió significativamente ($p < 0,001$) para el resto de los tratamientos, con contenidos superiores; la variedad Tapatía presentó el contenido más bajo y las variedades cubanas mostraron concentraciones superiores a las variedades mexicanas.

Tabla 1. Características de la grasa de cinco variedades de semilla de calabaza (base húmeda)

Indicadores (g/kg)	<i>Cucurbita mochata</i>			<i>Curcubita maxima</i>		EE y significación
	Fifí	Marucha	Tapatía	INIVIT C-88	Chata	
Extracto etéreo	342,0 ^b	335,8 ^c	346,3 ^a	342,1 ^b	331,5 ^d	0,88***
Grasa verdadera	307 ^c	304,7 ^c	336,1 ^a	311,6 ^b	308,1 ^{bc}	1,42***
Material insaponificable	35,0 ^a	31,1 ^d	21,0 ^e	34,7 ^b	34,0 ^c	0,06***

a,b,c,d,e: medias con letras diferentes en la misma fila difieren a $p < 0,05$ (Duncan, 1955) *: $p < 0,05$, ***: $p < 0,001$.

El perfil de fitoesteroles mostró diferencias significativas ($p < 0,001$) para todas las variedades estudiadas (tabla 2). La variedad Marucha mostró las mayores concentraciones de beta-sitosterol, campesterol, estigmasterol y estigmastenol. Las variedades Tapatía e INIVIT C-88 mostraron diferencias significativas ($p < 0,001$) en el contenido de beta-sitosterol con respecto a las variedades Fifí y Chata. Las

variedades Chata y la Marucha presentaron las concentraciones más altas de campesterol.

Tabla 2. Contenido de fitoesteroles de cinco variedades de semilla de calabaza (*Curcubita moschata* y *Curcubita maxima*) (base húmeda)

Indicadores (mg/100 g)	<i>Cucurbita moschata</i>			<i>Cucurbita maxima</i>		EE y significación
	Fifi	Marucha	Tapatía	INIVIT C-88	Chata	
Beta-sitosterol	77,04 ^e	202,59 ^a	166,40 ^b	162,14 ^c	96,11 ^d	1,23***
Campesterol	38,76 ^d	49,31 ^a	44,24 ^b	42,06 ^c	50,08 ^a	0,505***
Estigmasterol	0,933 ^e	1,75 ^a	1,607 ^c	1,68 ^b	1,21 ^d	0,016***
Estigmastenol	13,17 ^e	28,63 ^a	25,89 ^c	27,23 ^b	18,20 ^d	0,317***

a,b,c,d,e: medias con letras diferentes en la misma fila difieren a $p < 0,05$ (Duncan, 1955) ***: $p < 0,001$.

La mayor concentración de escualeno fue detectada (fig.) en la variedad Marucha, que resultó la de mejor balance en el perfil de fitoesteroles y escualeno; presentó diferencias significativas ($p < 0,001$) con las variedades Fifi, INIVIT C-88, Chata y Tapatía.

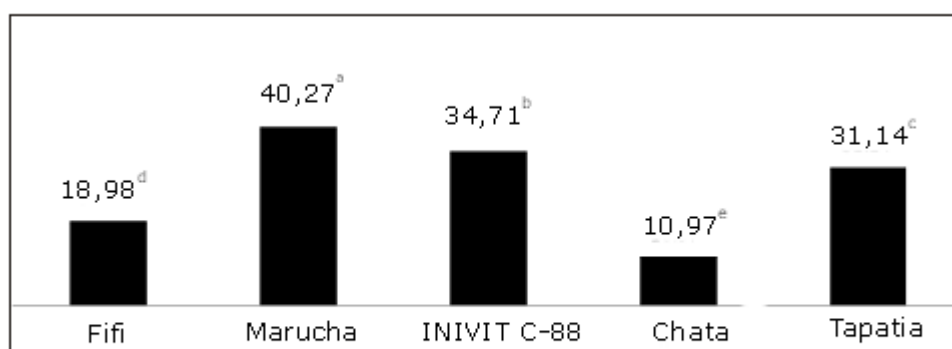


Fig. Contenido de escualeno en cinco variedades de semilla de calabaza (g/100 g).

DISCUSIÓN

El contenido de extracto etéreo (EE) en las variedades analizadas es excelente (335,8 a 346,5 g/kg), comparada con las semillas de lino (310 a 330 g/kg), chía (300 a 321 g/kg) y canola (343 a 382 g/kg),¹⁷⁻¹⁹ además, superior a otras semillas como algodón (201 a 262 g/kg) y soya (171 g/kg), respectivamente. El alto contenido de extracto etéreo en las semillas de calabaza podría estar asociado a una elevada concentración de material insaponificable, vitaminas liposolubles, ácidos grasos, beta-carotenos y fitoesteroles.

El material insaponificable de las grasas de las semillas de calabaza (21,0 a 35,0 g/kg) (tabla 2) mostró porcentajes superiores a los valores encontrados en los

aceites de girasol (12 g/kg), algodón (10,8 g/kg), cártamo (12,3 g/kg) y alazor (15 g/kg).²⁰ Esto permite valorar los compuestos solubles en grasas contenidas en las semillas de calabaza, como esteroides, escualeno y pigmentos. Es importante referir que el valor encontrado para el material insaponificable en las variedades analizadas supera a los aceites más frecuentes utilizados en la alimentación humana y animal.

En las variedades de semillas de calabaza analizadas (excepto la Fifi y Chata), los fitoesteroides contienen porcentajes superiores (238,13 a 289,28 mg/100 g), al aceite de soya (221 mg/100 g), aceite de oliva (176 mg/100 g), maíz (70 mg/100 g) y trigo (69 mg/100 g).⁹ El aceite de algas (156,26 mg/100 g) posee un porcentaje de beta-sitosterol inferior a las variedades Marucha (202,59 mg/100 g), Tapatía (166,40 mg/100 g) e INIVIT C-88 (162,14 mg/100 g).²¹ A pesar de que la variedad Fifi presentó el mayor contenido de extracto etéreo y material insaponificable, se encontró la menor concentración de fitoesteroides, lo contrario ocurre con la variedad tapatía. Asimismo se observa que las variedades cubanas presentan un mayor contenido de esteroides, excepto de campesterol.

Según el *Scientific Committee on Food* (SCF)²² se considera aceptable que un alimento contenga de forma relativa de 30 a 65 % de beta-sitosterol, 10 a 40 % de campesterol, de 6 a 30 % de estigmasterol y estigmastenol y 5 % de otros fitoesteroides. La Marucha contiene de beta-sitosterol 71 %, campesterol 17 %, estigmasterol y estigmastenol 10,76 %; las variedades restantes contienen 58 a 69 % de beta-sitosterol, 19 a 30 % de campesterol, de 10,85 a 12,40 % estigmasterol y estigmastenol. Los datos en la tabla 2 muestran que los valores se encuentran dentro del rango indicado por ese organismo. Cabe aclarar que el beta-sitosterol encontrado en la Marucha es superior a lo indicado por el organismo internacional.

Los esteroides vegetales encontrados en las variedades de semilla de calabaza se absorben solo 0,3 y 3,5 %, no obstante, pueden disminuir el colesterol tanto endógeno como exógeno; al ser más hidrofóbicos que el colesterol, pueden desplazarlo de las micelas de absorción, lo que conduce a una disminución de la absorción de colesterol por competencia,²³⁻²⁵ además, reducen la tasa de esterificación del colesterol en el enterocito, al disminuir la cantidad de colesterol exportado a la sangre en forma de quilomicrones y aumentar su futura excreción.²⁶ Teniendo cuenta estos resultados la semilla de calabaza puede ser considerada un nutracéutico capaz de contribuir a la disminución de colesterol en los humanos.

Las semillas oleaginosas y aceites contienen entre 3 y 30 mg/100 g de escualeno, las variedades Tapatía (31,14 mg/100 g), INIVIT C-88 (34,71 g/100 g) y Marucha (40,27 mg/100 g) sobrepasan el rango de referencia;²⁷ la concentración del terpeno en esas semillas puede contribuir a disminuir el colesterol total, al inhibir la actividad de la enzima 3-hidroxi-3-metilglutaril-CoA reductasa que sintetiza el colesterol en el hígado,²⁸ además colateralmente aumentan las lipoproteínas de alta densidad (LAD) que eliminan el colesterol y lo transporta desde la red vascular hasta el hígado.^{3,29,30} Asimismo las variedades cubanas fueron favorecidas en la concentración de escualeno con respecto a las variedades mexicanas.

Los resultados obtenidos en la concentración de los fitoesteroides y escualeno en las variedades estudiadas permiten recomendar la semilla de calabaza para uso humano, como posible reductor hipocolesterolémico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martínez Y, Valdivié M, La O A, Leyva E. Potencialidades de la semilla de calabaza como alimento para monogástricos. ACPA. 2008;4:20-3.
2. Carbin B, Larsson B, Lindahl O. Treatment of benign prostatic hyperplasia with phytosterols. Brit J Urol. 1990;66:639-41.
3. Martínez Y. Caracterización química de la harina de semilla de calabaza y su empleo de la alimentación de gallinas ponedoras y pollos de ceba [Tesis presentada en opción al Título de Doctor Ciencias Veterinarias]. Habana, Cuba; 2009.
4. Bellma Menéndez A, Tillán Capó J, Menéndez Castillo RA, López González O, Carrillo Domínguez C, González Sanabria ML. Evaluación del extracto lipofílico de *Cucurbita pepo* L. sobre la hiperplasia prostática inducida por andrógenos. Rev Cubana Plant Med [serie en Internet]. 2006[citado 25 Mar 2009];11(2). Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102847962006000200006&lng=es&nrm=is
5. López OD, Márquez C, Salomón S, González ML. Extracción de lípidos de las semillas de *Cucurbita pepo* L. (calabaza). Rev Cubana Plant Med [serie en Internet]. 2009 Jun [citado 31 Ago 2010];14(2). Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962009000200005&lng=es
6. Tillán Capó JI, Bellma Menéndez A, Menéndez Castillo R, Carrillo Domínguez C. Actividad antagonista alfa-adrenérgica del aceite de semillas de *Cucurbita pepo* L. (calabaza) microencapsulado. Rev Cubana Plant Med [serie en Internet]. 2009 [citado 31 Ago 2010];14(3): 37-44. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962009000300006&lng=es
7. Kerise A, Maxine D, Teran C, Gardner M, Simon O. Influence of Pumpkin Seed Oil Supplementation on cardiovascular and Histological Outcomes in Female Non-ovariectomized and Ovariectomized Rats. The FASEB Journal. 2008;22:719-31.
8. Katan MB. Nutritional interventions: The evidence. Proc Nutr Soc. 2000;59:417-8.
9. Palou A, Picó C, Bonet A, Oliver P, Serra F, Rodríguez A, et al. El libro blanco de los esteroides vegetales. Barcelona, España: Editorial Unilever Foods; 2005.
10. Sabeena F, Anandan R, Senthil K, Shiny S, Sankar S, Thankappan TK. Effect of squalene on tissue defense system in isoproterenol-induced myocardial infarction in rats. Pharmacol Res. 2004;50:231-6.
11. AOAC. Official methods of analysis. Washington. D.C. (USA): Editorial Ass. Off. Agric. Chem, 16th; 1995.
12. NMX-F-490-Alimentos, aceites, grasas. Determinación de la composición de ácidos grasos a partir de los C6 por cromatografía de gases. Ciudad México (México): Editorial NORMEX; 1999. p. 4-10.

13. Giacometti J. Determination of aliphatic alcohols, squalene, a-tocopherol and sterols in olive oils: direct method involving gaschromatography of the unsaponifiable fraction following silylation. *J Royal Society Chemistry*. 2001;126:472-5.
14. Massey FJ. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *J American Statistical Asociation*. 1951;46:68-78.
15. Bartlett M. Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society of London*. 1937;160:268-82.
16. Duncan B. Multiple ranges and multiple F test. *Biometrics*. 1955;11:1-42.
17. Babu US, Wiesenfeld P W. *Nutritional and Hematological Effects of Flaxseed*. Washington. D.C. (USA): Editorial Lilian Thompson and Stephen Cunnane; 2003. p. 150-73.
18. Ayerza R, Coates W. Dietary Levels of Chia: Influence on yolk cholesterol, lipid content and fatty acid composition for two strains of hens. *Poult Sci*. 2000;78:724-39.
19. Anwar F, Shahzad A, Shahid C, Abdullah I, Hussain H. Evaluación de la degradación oxidativa del aceite de soja almacenado a temperatura ambiente y a la luz solar. *Grasas y Aceites*. 2007;58:390-5.
20. FEDNA. *Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.)*. Madrid, España: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal; 2003. p. 1-423.
21. Conchillo A, Valencia I, Puente A, Ansorena D, Astiasarán I. Componentes funcionales en aceites de pescado y de alga. *Nutr Hosp*. 2006;21:369-73.
22. Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on an application from MultiBene for approval of plant-sterol enriched foods; 2002 [citado 31 Ago 2010]. p. 1-36. Disponible en: http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/index_en.html
23. Moreau RA, Whitaker BD, Hicks KB. Phytosterols, phytostanols, and their conjugates in foods: Structural diversity, quantitative analysis, and health-promoting uses. *Prog Lipid Res*. 2002;41:457-500.
24. Ostlund RE. Phytosterols in human nutrition. *Annu Rev Nutr*. 2002;22:533-49.
25. Ostlund RE Jr., Racette SB, Okeke A, Stenson WF. Phytosterols that are naturally present in commercial corn oil significantly reduce cholesterol absorption in humans. *Am J Clin Nutr*. 2002;75:1000-4.
26. Dawson PA, Rudel LL. Intestinal cholesterol absorption. *Curr Opin Lipidol*. 1999;10:315-20.
27. Kamm W, Dionisi R, Hischenhuber C, Engel H. Authenticity assessment of fats and oils. *Food Rev Int*. 2001;17:249-90.
28. Hiyoshi H, Yanagimachi M, Ito M, Ohtsuka I, Yoshida I, Saeki T, et al. Effect of ER-27856, a novel squalene synthase inhibitor on plasma cholesterol in rhesus

monkeys: comparison with 3-hydroxy-3-methylglutaryl-CoA reductase inhibitors. J Lipid Research. 2000;41:1135-44.

29. Dessi A, Deiana M, Day N, Rosa A, Banni S, Corongiu P. Oxidative stability of polyunsaturated fatty acids: effect of squalene. Eur J Lipid Sci Technol. 2002;104:506-12.

30. Relas H, Gylling H, Miettinen T. Fate of intravenously administered squalene and plant sterols in human subjects. J Lipid Research. 2001;42:987-94.

Recibido: 5 de septiembre de 2010.

Aprobado: 30 de diciembre de 2010.

Yordan Martínez Aguilar. Universidad de Granma, Cuba. AP 21. Bayamo, Granma. CP 85300. Correo electrónico: ymartineza@udg.co.cu