

MEMORIA DEL TRABAJO FIN DE GRADO

ANTIOXIDANTES EN EL AGUACATE

ANTIOXIDANT IN AVOCADO

Autor: Karim Ezzeddine Faour

Tutora: Elena María Rodríguez Rodríguez

GRADO EN FARMACIA

SECCIÓN DE FARMACIA (FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD)

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

CURSO ACADÉMICO 2017/2018

CONVOCATORIA DE JULIO

ÍNDICE

1. Resumen -----	3
2. Abstract -----	4
3. Introducción -----	3
4. Objetivos-----	7
5. Material y método-----	7
6. Compuestos antioxidantes del aguacate -----	8
7. Estudios clínicos -----	10
8. Conclusiones -----	12
9. Bibliografía-----	13

1. Resumen

El aguacatero (*Persea americana* Mill.) es un árbol originario de Centroamérica que se ha adaptado bien a las zonas tropicales y subtropicales. El principal cultivar que se consume a nivel mundial es el “Hass”, el cual presenta unas características en cuanto a aroma, sabor, color y textura que lo hacen bastante atractivo a los consumidores. Además es una buena fuente de fitoquímicos, como ácidos grasos monoinsaturados, compuestos fenólicos, carotenoides, vitamina E y esteroles que se han relacionado inversamente con las enfermedades cardiovasculares.

En esta revisión bibliográfica se ha hecho una recopilación de la composición, centrándose especialmente en los compuestos antioxidantes, y en las variables que afectan a su contenido, tales como la parte del fruto considerada, variedad, maduración o la temperatura entre otros. También se ha llevado a cabo una revisión de los estudios clínicos realizados sobre los efectos beneficiosos que se le atribuyen cuando se consume. Estos estudios clínicos se centran básicamente en sus efectos cardiovasculares, anticancerígenos y sobre el efecto cognitivo.

Palabras clave: Aguacate, antioxidantes, salud cardiovascular, actividad anticancerígena.

2. Abstract

The avocado tree (*Persea americana* Mill.) Is a native from Central America that has adapted well to tropical and subtropical zones. The main variety that is consumed worldwide is the "Hass", which has characteristics in terms of aroma, taste, color and texture that make it quite attractive to consumers. It's also a good source of phytochemicals, such as monounsaturated fatty acids, phenolic compounds, carotenoids, vitamin E and sterols that have been inversely related to cardiovascular diseases.

In this bibliographical review it has been made a compilation of the composition, focusing especially on the amount of antioxidant compounds, and on the variables that affect their content, such as the part of the fruit considered, variety, ripening or temperature, among others. Also a review has been carried out of the clinic studies conducted on the beneficial effects attributed to it when is consumed. These clinical studies focus basically on their cardiovascular, anticancer and cognitive effects

Key words: Avocado, antioxidants, cardiovascular health, anti-cancer activity.

3. Introducción

El aguacatero (*Persea americana* Mill) es originario de Centroamérica, más concretamente de México, desde donde se extendió por Norteamérica y Sudeste de EEUU debido a la alta estima que los indígenas tenían por este fruto y a la amplia distribución de estas civilizaciones.

El aguacatero pertenece a la familia Lauráceas, y dentro de esta al género *Persea*, a su vez este género posee dos sub géneros, uno de ellos es el *Persea* que contiene pocas especies y entre ellas está *Persea americana* (aguacate comercial), después estaría el subgénero *Eriodaphne* que posee un número de especies más elevado ⁽¹⁾.

Entre los países productores a nivel mundial se encuentran México, República Dominicana, Colombia, Perú e Indonesia. El principal cultivar que se consume a nivel mundial es el “Hass”. En España se produce fundamentalmente en las comunidades de Andalucía, Valencia y Canarias. El aguacate, es un cultivo que se ha adaptado bien a las zonas subtropicales como son las Islas Canarias, de tal forma que la superficie de cultivo se ha incrementado en un 58% en tan solo 8 años (desde 2007 hasta 2015), siendo las variedades más cultivadas Hass y Fuerte ⁽²⁾.

El aguacate es una fruta climatérica oleaginosa rica en nutrientes (Tabla 1), ya que presenta unos porcentajes de agua relativamente bajos (65-75%) y un alto porcentaje de grasa (15-20% peso fresco). Asimismo, también posee altos niveles de fibra alimentaria y de minerales, entre los que destaca el potasio. En la fracción lipídica predominan los ácidos grasos monoinsaturados, en especial, el ácido oleico. Además de ácido oleico, la pulpa también contiene ácidos palmítico, linoleico y palmitoleico, siendo bajos los niveles de ácido esteárico ⁽³⁾ ⁽⁴⁾. Entre los azúcares destacan los contenidos de heptosas tales como D-manoheptulosa y perseitol, y en menor medida se encuentran sacarosa, glucosa y fructosa. La D- manoheptulosa es el azúcar mayoritario en el mesocarpio del aguacate, mientras que el perseitol es un compuesto de almacenamiento de azúcares ⁽⁵⁾ y está involucrado en el transporte de micronutrientes ⁽⁶⁾.

Al igual que el resto de frutas y hortalizas, los aguacates son ricos en compuestos bioactivos tales como vitamina E, flavonoides, carotenoides y esteroides entre otros, con actividad antioxidante, los cuales previenen daños oxidativos para la salud humana. En los últimos años se ha prestado más atención a los antioxidantes contenidos en la fruta debido a que los estudios epidemiológicos han documentado que los antioxidantes están asociados con la reducción de la incidencia de enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y cánceres. En este sentido, se ha encontrado que los fitoquímicos que se encuentran en el aguacate inhiben el crecimiento de tumores cancerígenos, mitigan la obesidad y la diabetes y reducen la enfermedad cardiovascular ⁽⁷⁾. Además, dietas ricas en aguacate tienen un efecto reductor del colesterol ⁽⁸⁾.

Tabla 1. Composición de la pulpa del aguacate⁽¹⁴⁾

Nutriente / fitoquímico	Contenido (100 g)
Agua (g)	72,3
Energía (kcal)	167
Proteínas (g)	1,96
Lípidos totales (g)	15,4
Ácidos grasos, saturados (g)	2,13
16:0 (g)	2,08
Ácidos grasos, monoinsaturados (g)	9,80
18:1 (g)	9,07
Estigmasterol (mg)	2,0
Campesterol (mg)	5,0
β-Sitosterol (mg)	76,0
Carbohidratos (g)	8,64
Fibra (g)	6,80
Azúcar total (g)	0,30
Almidón	0,11
Minerales	
Fósforo (mg)	54,0
Sodio (mg)	8,0
Potasio (mg)	507
Calcio (mg)	13,0
Magnesio (mg)	29,0
Hierro (mg)	0,61
Zinc (mg)	0,68
Cobre (mg)	0,17
Manganeso (mg)	0,15
Selenio (µg)	0,40
Vitaminas y Fitoquímicos	
Vitamina C (mg)	8,80
Tiamina (mg)	0,08
Riboflavina (mg)	0,14
Niacina (mg)	1,91
Ácido Pantoténico (mg)	1,46
Vitamina B6 (mg)	0,29
Folato (µg)	89,0
Colina (mg)	14,2
Betaína (mg)	0,7
Vitamina A (µg)	7,0
β-caroteno (µg)	63,0
γ-caroteno (µg)	24,0
β-criptoxantina (µg)	27,0
Luteína + zeaxantina (µg)	271
Vitamina E (α - tocoferol) (mg)	1,97
β-Tocoferol (mg)	0,04
γ-Tocoferol (mg)	0,32
Δ-Tocoferol (mg)	0,02
Vitamina K (µg)	21,0

De forma general, la capacidad antioxidante de frutas y hortalizas se ve afectada por diversos factores tales como variedad, condiciones agronómicas, estado de postcosecha y maduración de la fruta⁽⁹⁾. En este sentido, Ferreyra et al.⁽¹⁰⁾ estudiaron el perfil de ácidos

grasos de los aguacates, incluyendo variables como clima, nutrición de la planta, desarrollo vegetativo y manejo agrícola. En este trabajo determinaron que la concentración de los ácidos grasos principales de la pulpa del aguacate 'Hass' estaba influenciada por factores climáticos y nutricionales. También encontraron que la temperatura media anual máxima era la variable que más afectaba a las concentraciones de los ácidos oleico, palmítico y palmitoleico. Así, la pulpa de los aguacates tenía más bajas cantidades de ácidos grasos de 18 carbonos y mayores de ácidos grasos de 16 carbonos en localidades con temperaturas más altas. Los contenidos de nitrógeno y magnesio de la pulpa de las frutas en la cosecha se correlacionaron con los contenidos de ácido palmítico y palmitoleico, y los incrementos en los niveles de nitrógeno y magnesio disminuyeron el contenido de ácidos grasos de 16 carbonos ⁽¹⁰⁾.

Los antioxidantes se pueden diferenciar en función de su origen. Así, entre los de origen endógeno, producidos por nuestro organismo, se encuentran enzimas antioxidantes como superóxido dismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa y compuestos no enzimáticos como glutatión, proteínas como la ferritina, transferrina ceruloplasmina e incluso la albúmina y compuestos de bajo peso molecular como el ácido úrico, coenzima Q y ácido lipico. Entre los de origen natural, presentes en los alimentos, se encuentran principalmente las vitaminas C y E, carotenoides y compuestos fenólicos ⁽¹¹⁾.

Al proporcionar a las células antioxidantes exógenos se consigue que se retarde el uso de los antioxidantes endógenos, por lo que el potencial antioxidante celular permanece inalterado. Por lo tanto, los suplementos antioxidantes pueden mejorar la capacidad del organismo para contener el estrés oxidativo ^{(12) (13)}.

4. Objetivos

El objetivo de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica de los antioxidantes presentes en el aguacate y de los estudios que se han realizado sobre los efectos beneficiosos que tiene el consumo de aguacate para la salud humana.

5. Material y método

Para la búsqueda de los artículos con los que realizar esta revisión bibliográfica se usaron bases de datos tales como Pubmed, Medline entre otros. También se utilizó el buscador de recursos de la Universidad de La Laguna “punto Q” con el objetivo de encontrar artículos relacionados. Se realizaron las búsquedas tanto por el nombre de la especie, como por su nombre comercial.

Los términos de la búsqueda fueron: “Avocado”, “*Persea americana*”, “Avocado/Persea americana and antioxidant”, “Avocado/Persea americana and phenolic compound”, “Avocado/Persea americana and health”, “Avocado/Persea americana and cardiovascular”. Seleccionándose los artículos que contenían las palabras clave y fueran de interés.

6. Compuestos antioxidantes del aguacate

Los aguacates contienen cantidades moderadas de vitamina C (Tabla 1), la cual tiene un efecto protector en la oxidación celular y es capaz de reducir el número de radicales libres producidos durante procesos metabólicos, por lo que un alto consumo de vitamina C proporciona menor riesgo de padecer enfermedades crónicas tales como el cáncer, diabetes, enfermedades del corazón y de tipo neurodegenerativo. Por otro lado, los aguacates contienen cantidades interesantes de vitamina E, destacando el α -tocoferol, que es el que se encuentra presente en mayores cantidades que el resto (Figura 1). Esta vitamina, tiene la capacidad de actuar como protector en células humanas sobre los efectos de los radicales libres⁽¹⁵⁾.

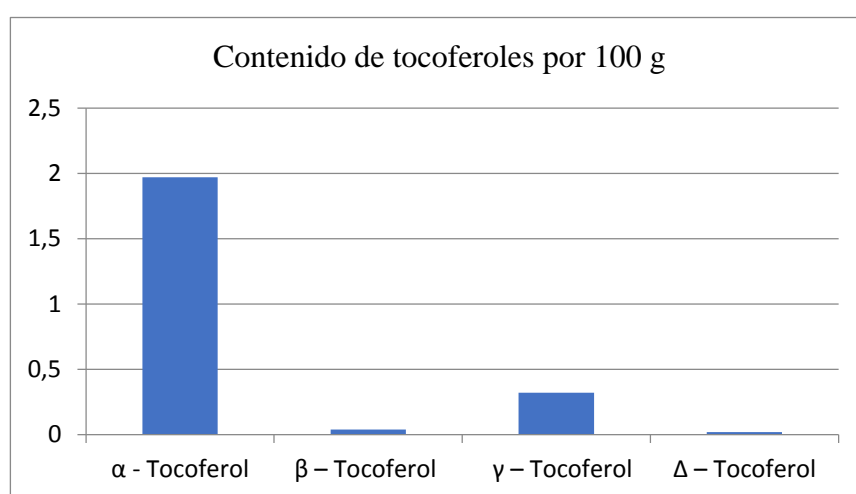


Figura 1. Comparación del contenido de tocoferoles en la variedad Hass.

Cabe destacar que el aguacate es el que posee mayor capacidad antioxidante lipofílica entre frutas y hortalizas⁽¹⁶⁾. Entre los carotenoides predomina la xantofila luteína, la cual es más polar que los carotenos. Las xantofilas parecen reducir el LDL_c oxidado circulante, el cual es un biomarcador preliminar para el inicio y progresión del daño vascular⁽¹⁷⁾.

Con respecto a los compuestos fenólicos, se encuentran catequinas, ácidos hidroxibenzoicos (OH-B), ácidos hidroxicinámicos (OH-C), flavonoles y procianidinas⁽¹⁸⁾, existiendo diferencias según la parte del aguacate considerada (pulpa, piel y semilla) (Tabla 2). Así, la pulpa es rica en OH-B, OH-C (destacando el ácido *p*-coumárico) y procianidinas, mientras que piel y semilla son ricas en catequinas (98% epicatequinas), flavonoles y OH-C (dominando los ácidos clorogénico y neoclorogénico)⁽¹⁸⁾.

Tabla 2. Compuestos fenólicos según la parte considerada del aguacate de la variedad 'Hass' ⁽¹⁸⁾

Compuestos fenólicos					
	Catequinas	OH-B	OH-C	Flavonoles	Procianidinas
Piel	↑		↑	↑	
Pulpa		↑	↑		↑
Semilla	↑		↑	↑	

El tipo y cantidad de estos compuestos fenólicos no sólo varía con la parte del aguacate, sino que también está influenciado por la variedad ⁽¹⁸⁾. Así, la piel de la variedad 'Fuerte' tenía la mayor cantidad de procianidinas, catequinas, OH-C y flavonoles que la variedad 'Hass'. En contraste con los resultados obtenidos en la piel, la semilla de la variedad 'Hass' presentó cantidades significativamente más altas de catequinas, procianidinas y OH-C que la 'Fuerte' ⁽¹⁸⁾.

Bertling y Bower ⁽¹⁹⁾ encontraron que los niveles totales de antioxidantes eran más altos en piel (exocarpio) y semilla que en pulpa (mesocarpio), lo cual podría explicar la susceptibilidad del aguacate a problemas fisiológicos de la pulpa durante su desarrollo y la postcosecha. Asimismo, mientras los tejidos de la semilla contenían mayores cantidades de ácido ascórbico (vitamina C) y de compuestos fenólicos, entre los antioxidantes presentes en la pulpa predominaba el azúcar C7, D-manoheptulosa. En este trabajo también estudiaron la presencia de enzimas antioxidantes, determinando que peroxidasa y catalasa estaban presentes en la pulpa en mayores concentraciones que la superóxido dismutasa.

Otro estudio ⁽²⁰⁾ reveló como la etapa de maduración afectaba significativamente al contenido de compuestos fenólicos en la pulpa del aguacate, de tal forma que se observaron los valores más altos (Figura 2) a los 8 días de mantener conservados los aguacates a 15°C, mientras que los más bajos se obtuvieron al inicio y a los 4 días. En este estudio, la mayor concentración de compuestos fenólicos coincidió con el pico de etileno, lo cual podría estar relacionado con la enzima fenilalanina amonio liasa, la cual está involucrada en la ruta biosintética de los compuestos fenólicos y cuya actividad aumenta con la producción de etileno. El aguacate en la cuarta etapa de maduración (12 días) tenía aproximadamente un 55% de flavonoides más bajos que en la primera etapa de maduración ⁽²⁰⁾.

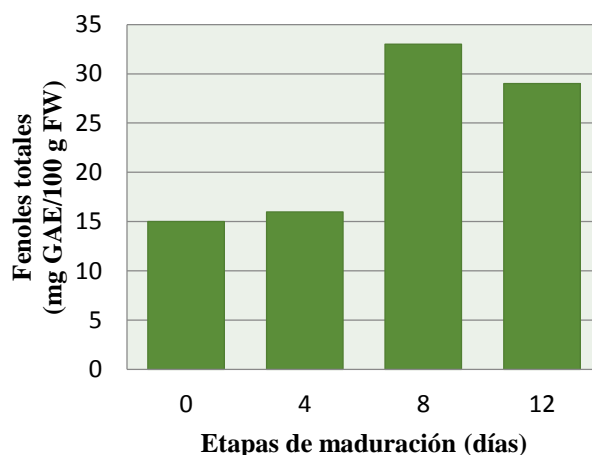


Figura 2. Cambios en el contenido total fenólico de la pulpa del aguacate en cuatro etapas de maduración.

7. Estudios clínicos

- Estudios cardiovasculares

Se han realizado diversos estudios clínicos ^(21,22) sobre los efectos cardiovasculares positivos que posee el aguacate. En uno de ellos se realizó un ensayo de alimentación aleatorizado, cruzado y controlado con personas con sobrepeso u obesidad, los cuales fueron alimentados con una dieta baja en grasas y dos dietas moderadas en grasa (una de ellas contenía aguacate de la variedad Hass). Se observó que la dieta que contenía aguacate producía una reducción en LDLc mayor que las demás dietas, y que solo esta disminuyó significativamente el número de partículas LDL ⁽²¹⁾. Otro estudio ⁽²²⁾ mostró que el consumo diario de entre medio y aguacate y medio podía ayudar a mantener el colesterol sérico normal; así se observó que la mitad de los individuos experimentaron una reducción del 9-43 % en el colesterol sérico, y ningún sujeto mostró un aumento del colesterol total.

Otros ensayos clínicos ^{(23) (24)} realizados en los años 90', también mostraron los efectos positivos sobre los lípidos en sangre. En sujetos hipercolesterolémicos, las dietas enriquecidas con aguacate mejoraron los perfiles de lípidos en sangre al reducir el colesterol LDL y los triglicéridos y aumentar el colesterol HDL en comparación con dietas altas en carbohidratos u otras dietas sin aguacate. En sujetos normolipidémicos, las dietas enriquecidas con aguacate mejoraron los perfiles lipídicos al reducir el colesterol LDL sin elevar los triglicéridos ni disminuir el colesterol HDL. Estos estudios sugieren

que las dietas enriquecidas con aguacate tienen un efecto positivo sobre los lípidos en sangre en comparación con las dietas bajas en grasas y altas en carbohidratos.

En un estudio ⁽²³⁾ cruzado aleatorizado realizado con mujeres con diabetes tipo 2, se comparó una dieta rica en aguacate (grasas monoinsaturadas) con una dieta baja en grasas y rica en carbohidratos para determinar los efectos sobre los lípidos en la sangre. Después de 4 semanas se produjo una reducción significativa de los triglicéridos en plasma con la dieta rica en aguacate, y ambas dietas mantuvieron niveles similares de lípidos en sangre y controles glucémicos. Además, un estudio preclínico ⁽²⁵⁾ encontró que los aguacates pueden modificar la estructura de HDL-C aumentando la actividad de paraoxonasa 1, que puede mejorar la capacidad antioxidante lipófila y ayudar a convertir el LDL-C oxidado a su forma no oxidada.

- **Estudios sobre los niveles cognitivos**

Se estudió los efectos que podía tener el aguacate sobre la cognición debido a su alta concentración en luteína (carotenoide que se incorpora selectivamente en la mácula y el cerebro), para lo cual se determinó la densidad del pigmento macular (MPD), que es un biomarcador de luteína cerebral. Se realizó un ensayo controlado aleatorio en el que los sujetos sanos consumieron un aguacate durante seis meses, observando que el grupo de individuos sanos que consumió un aguacate diario presentó un aumento de luteína de un 25%, lo cual relacionaron con un aumento de la atención sostenida y además un aumento en MPD que proporcionó una mejora en la memoria de trabajo y la eficiencia para abordar un problema ⁽²⁶⁾.

- **Estudios sobre la actividad anticancerígena del aguacate**

En un estudio clínico ⁽²⁷⁾ se determinó que la luteína plasmática y las xantofilas totales redujeron los biomarcadores de estrés oxidativo en pacientes con estadio temprano de cáncer de faringe, laringe o cavidad oral.

Asimismo, con respecto al cáncer de mama, la presencia de carotenoides en la dieta mostró posibles actividades biológicas protectoras sobre este cáncer ⁽²⁸⁾. El objetivo de este trabajo era averiguar si los niveles altos de carotenoides en la dieta y plasma de mujeres supervivientes a cáncer de mama se relacionarían con niveles significativamente más bajos de estrés oxidativo que las supervivientes de cáncer de mama con niveles bajos de carotenoides en la dieta y plasma. Para ello, se analizaron sus niveles de carotenoides plasmáticos, y se determinaron los biomarcadores de estrés oxidativo en orina (8-hidroxi-2-deoxyguanosina y 8-isoprostaglandin-F2 α). Se observó que el biomarcador de estrés oxidativo se redujo significativamente cuando las concentraciones de carotenoides en plasma eran más elevadas. Por el contrario, los niveles de carotenoides en la dieta no se asociaron significativamente con los indicadores de estrés oxidativo, aunque el licopeno y

la luteína/zeaxantina en la dieta mostraron una ligera relación con los niveles de 8-hidroxi-2-deoxyguanosina.

En otro estudio ⁽²⁹⁾ preclínico realizado también para determinar la asociación entre carotenoides y el riesgo de cáncer de mama en función de la densidad mamográfica, se observó que los carotenoides totales circulantes se asociaron inversamente con el riesgo de cáncer de mama. Entre las mujeres con mayor densidad mamográfica, los niveles elevados de caroteno, β -criptoxantina, licopeno y luteína/zeaxantina en la sangre se asociaron con una reducción del 40-50% en el riesgo de cáncer de mama. En contraste, no hubo una asociación inversa entre los carotenoides y el riesgo de cáncer de mama entre las mujeres con baja densidad mamográfica.

8. Conclusiones

Se han llevado a cabo estudios clínicos en los que se incluye el aguacate en la dieta, con objeto de conocer si su consumo está relacionado con diversos aspectos de la salud. Esto es debido a que el aguacate es una fruta oleaginosa rica en nutrientes, con un perfil de ácidos grasos en el que predominan los ácidos grasos monoinsaturados, y que presenta ciertos niveles de fitoquímicos tales como vitamina E y C, carotenoides y compuestos fenólicos.

La presencia y cantidad de compuestos antioxidantes en el aguacate se encuentra influenciada por diferentes factores tales como la parte del aguacate que se considere, variedad, condiciones edafoclimáticas, postcosecha..., de tal forma que, en general, la pulpa presenta menor actividad antioxidante que piel y semilla.

En cuanto a los estudios realizados sobre los efectos cardiovasculares se puede concluir que la ingesta diaria de un aguacate mejora los niveles HDL y reduce los del LDLc por lo que puede tener un efecto beneficioso sobre los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular.

En relación al cáncer de mama los resultados sugieren que los niveles plasmáticos de carotenoides pueden jugar un papel en la reducción del riesgo de cáncer de mama, particularmente en mujeres con alta densidad mamográfica.

9. Bibliografía

1. Sánchez-Pérez, J.L. Genetic resources of avocado (*Persea Americana* Mili) An Related Species in Mexico. Chapingo Serie Horticultura. 1999; 5: 7-18.
2. Gobierno de Canarias [sede web]. [actualizado en marzo 2017, consultado 23 marzo 2018]. Disponible en <http://www.gobcan.es>.
3. Feramuz, O., Ayhan, T. Changes in dry matter, oil content and fatty acids composition of avocado during harvesting time and post-harvesting ripening period. Food Chem. 2003; 86 (2004): 79-83.
4. Meyer, M.D., Terry, L.A. Development of a rapid method for the sequential extraction and subsequent quantification of fatty acids and sugars from avocado mesocarp tissue. J. Agric. Food Chem. 2008; 56(16): 7439-7445.
5. Tesfay, S.Z. D-mannoheptulose and perseitol in 'Hass' avocado: Metabolism in seed and mesocarp tissue. S. African J. Bot. 2012; 79: 159-165.
6. Kok, R.D., Bower, J.P., Bertling, I. The physiological effects of ultra-low temperature shipping and cold chain break on 'Hass' avocados. Horticultural Science. Universidad de KwaZulu-Natal. Pietermaritzburg, Sudáfrica. 2012.
7. Ding, H., Chin, W.Y., Kinghorn, D.A., D'Ambrosio, M.S. Chemopreventive characteristics of avocado fruit. Semin. Cancer Biol. 2007; 17(5): 386-394.
8. Carranza-Madrigal, J., Herrera-Abarca, J.E., Alvizouri-Munoz, M. Effects of a vegetarian diet vs. a vegetarian diet enriched with avocado in hypercholesterolemic patients. Arch. Med. Res. 1997; 28(4): 537-541.
9. Kevers, C., Falkowski, M., Tabart, K. Evolution of antioxidant capacity during storage of selected fruits and vegetables. J. Agric Food Chem. 2007; 55(21): 8596-8603.
10. Ferreyra, R., Sellés, G., Saavedra, J., Ortiz, J. Zúñiga, C., Troncoso, C., Rivera, S.A., González-Agüero, M., Defilippi, B.G. Identification of pre-harvest factors that affect fatty acid profiles of avocado fruit (*Persea americana* Mill) cv. 'Hass' at harvest. S. African J. Bot. 2016; 104: 15-20.
11. Londoño Londoño, J. Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. En: Desarrollo y Transversalidad serie Lasallista Investigación y Ciencia. Corporación Universitaria Lastilla, 2012. p. 129-162.
12. Pisoschi Magdalena A., Pop A. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. Eur. J. Med. Chem. 2015; 97: 55-74.
13. Oroian, M., Escriche, I. Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. Eur. J. Med. Chem. 2015; 74: 10-36.
14. USDA (U.S. Department of Agriculture). 2011. Avocado, almond, pistachio and walnut Composition. Nutrient Data Laboratory. [Consultado 25 marzo 2018]. Disponible en <https://www.usda.gov/>.
15. Gómez Moreno, E. Análisis nutricional y estudio de la actividad antioxidante de algunas frutas tropicales cultivadas en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Química. Bogotá, Colombia. 2014.

16. Wu, X., Beecher, G.R., Holden, J.M., Haytowitz, D.B. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacity of common foods in the U.S. *J. Agric. Food Chem.* 2004; 52 (12): 4026–4037.
17. Mark L.D., Adrienne J.D. Hass Avocado Composition and Potential Health Effects. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2013; 53(7): 738-750.
18. Rodríguez Carpena, J.G., Morcuende, D., Andrade, M.J., Kulli, P., Estévez, M. Avocado (*Persea americana* Mill.) phenolics, in vitro antioxidant and antimicrobial activities, and inhibition of lipid and protein oxidation in porcine patties. *J. Agric. Food Chem.* 2011; (59): 5625-5635.
19. Bertling, I., Bower, J.P. Anti-oxidant levels in various tissues during the maturation of 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.). *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 2010; 85(2): 106-112.
20. Villa-Rodríguez, J.A., Molina Corral, F.J., Ayala-Zavala, J.F., Olivas, G.I., González Aguilar, G.A. Effect of maturity stage on the content of fatty acids and antioxidant activity of 'Hass' avocado. *Food Res. Int.* 2011; 44: 1231-1237.
21. Alvizouri Muñoz, M., Carranza Madrigal J., Herrera Abarca J.E., Chávez Varbajal F., Amezcua Gastelum J.L. Effects of avocado as a source of monounsaturated fatty acids on plasma lipid levels. *Arch. Med. Res.* 1992; 23(4): 163-170.
22. Grant, W.C. Influence of avocados on serum cholesterol. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 1960; 104: 45-47.
23. Lerman Garber, I., Ichazo Cerro, S., Zamora González, J., Cardoso Saldaña, G., Posadas Romero, C. Effect of a high monounsaturated fat diet enriched with avocado in NIDDM patients. *Diabetes Care* 1994; 17(4): 311-315.
24. Colguhoun, D.M., Moores, D., Somerset, S.M., Humphries, J.A. Comparison of the effects on lipoproteins and apolipoproteins of a diet high in monounsaturated fatty acids, enriched with avocado, and high-carbohydrate diet. *Am. J. Clin. Nutr.* 1992; (56): 671-677.
25. Mendez, P.O., Hernandez, L.A. HDL-C size and composition are modified in the rat by a diet supplementation with "Hass" avocado. *Arch. Cardiol. Mex.* 2007; 77(1): 17-24.
26. Scott, T.M., Rasmussen, H.M., Chen, O., Johnson, E.J. Avocado consumption increases macular pigment density in older adults: A randomized controlled trial. *Nutrients* 2017; 9(9): 919.
27. Hughes, K.J., Mayne, S.T., Cartmel, B. Plasma carotenoids and biomarkers of oxidative stress in patients with prior head and neck cancer. *Biomark Insights* 2009; 4: 17-26.
28. Thomson, C.A., Stendell Hollis, N.R., Rock, C.L., Cussler, E.C., Flatt, S.W., Pierce, J.P. Plasma and dietary carotenoids are associated with reduced oxidative stress in women previously treated for breast cancer. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 2007; 16(10): 2008-2015.
29. Tamimi, R.M., Colditz, G.A., Hankinson, S.E. Circulating carotenoids, mammographic density, and subsequent risk of breast cancer. *Cancer Res.* 2009; 69(24): 9323-9329.

30. Wang, L., Bordi, P.L., Fleming, J.A., Hill, A.M., Kris Etherton, P.M. Effect of a moderate fat diet with and without avocados on lipoprotein particle number, size and subclasses in overweight and obese adults: a randomized, controlled trial. *J. Am. Heart Assoc.* 2015; 4(1). doi: 10.1161/JAHA.114.001355.