

Algunas especies de *Passiflora* y su capacidad antioxidante

Some *Passiflora* species and their antioxidant capacity

Luz Marina Carvajal de Pabón,^I Sandra Turbay,^I Benjamin Rojano,^{II} Lizeth Marely Álvarez,^I Sara Luz Restrepo,^I Julie Maritza Álvarez,^I Karla Cristina Bonilla,^I Clara Ochoa O,^{II} Nelly Sánchez^{II}

^I Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

^{II} Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín, Colombia.

RESUMEN

Introducción: las frutas y vegetales desempeñan un papel importante en la dieta humana, lo cual se atribuye al hecho de que estos alimentos proveen una mezcla óptima de antioxidantes como la vitamina C y E, polifenoles y carotenoides, que otorgan beneficios para la protección de la salud.

Objetivos: evaluar la capacidad antioxidante, el poder reductor y el contenido de fenoles totales de extractos de algunas frutas y hojas del género *Passiflora* pertenecientes al departamento de Huila.

Métodos: la capacidad antioxidante fue medida como la habilidad para atrapar el radical 2,2-difenil-1-picril hidrazilo (DPPH) y 2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonato de amonio (ABTS'+)), el potencial para reducir el hierro (FRAP) y, finalmente, el contenido de fenoles totales se determinó mediante el ensayo del reactivo de *Folin-Ciocalteu*.

Resultados: todos los extractos presentaron diferentes grados de capacidad antioxidante. Sin embargo, los extractos de las hojas exhiben mayor capacidad antioxidante que los extractos de las frutas. Estas variaciones pueden deberse a un alto contenido de agentes reductores como el ácido ascórbico, minerales y carotenoides, factores genéticos y ambientales de las especies.

Conclusiones: se evidenció la presencia de sustancias antioxidantes en los frutos y en los sustratos provenientes de las hojas de algunas especies del género *Passiflora*. Específicamente se encontraron valores significativos para los frutos de granadilla silvestre y para las hojas de gulupa.

Palabras clave: *Passiflora*, capacidad antioxidante, radicales libres, frutos, hojas.

ABSTRACT

Introduction: fruits and vegetables play an important role in the human diet because these foods provide an optimal mix of antioxidants like vitamins C and E, polyphenols and carotenoids which is beneficial for health protection.

Objectives: to evaluate the antioxidant capacity, the reducing power and the content of total phenols of some fruit and leaf extracts of *Passiflora* genus in Huila department.

Methods: the antioxidant capacity was measured as the ability to catch the radical 2,2-diphenyl-1-picryl hydrazil (DPPH) and 2'-azino-bis (3-ethylbenzotiazolin-6-ammonium sulphonate (ABTS'+), the ferric reducing antioxidant power (FRAP) and total phenol content were determined using Folin-Ciocalteu's reagent trial.

Results: the extracts demonstrated different degrees of antioxidant capacity. However, leaf extracts exhibited higher antioxidant capacity than the fruit extracts. These variations may be due to high content of reducing agents such as ascorbic acid, minerals and carotenoids, and to genetic and environmental factors of the species.

Conclusions: the presence of antioxidants in fruits and substrates from the leaves of some species of *Passiflora* genus was evinced, especially high significant values were found in *wild granadilla* fruits and in *gulupa* leaves

Key words: *Passiflora*, antioxidant capacity, free radicals, fruits, leaves.

INTRODUCCIÓN

El género *Passiflora*, comprende alrededor de 450 especies;¹ estas se distribuyen en las regiones templadas y tropicales del Nuevo Mundo, son mucho más raras en Asia, Australia y África tropical. Este género es el más importante de la familia Passifloraceae, se distribuye en regiones tropicales y subtropicales desde el nivel del mar hasta altitudes superiores a 3 000 m sobre el nivel del mar (m.s.n.m.); pero la mayor riqueza en especies se encuentra en las regiones moderadamente cálidas y templadas, entre 400 y 2 000 m s.n.m. Las plantas son bejucos que crecen a través de un sistema de tutorado y con zarcillos auxiliares. El tallo tiene características leñosas y herbáceas en las zonas distales, son escaladas, muy raramente arborescentes; hojas alternas, a veces simples, enteras, lobuladas o palmadas, a veces compuestas; las estípulas germinan a la base de los peciolo, rara vez ausentes. Las flores son bisexuales o unisexuales, regulares. El gran receptáculo es a menudo ahuecado como una taza o cuenca, y tiene numerosos apéndices filamentosos o anulares entre la corola y los estambres, que pueden ser de colores brillantes y forman una corona visible de gran diversidad.²

El género *Passiflora* constituye una enorme riqueza, tanto a nivel económico, como nutricional y de recursos genéticos. Algunas pasifloras tienen propiedades sedativas, antiespasmódicas y "antibacteriales".³ Es bien conocido por sus usos comerciales, muchas especies son ampliamente cultivadas para la producción de frutas. Otras especies se utilizan como plantas ornamentales por sus flores de colores vivos.⁴ El conocimiento farmacológico del género *Passiflora* indica su potencial para el desarrollo de fármacos ansiolíticos y sedantes. Un número significativo de especies ha sido utilizado en la medicina popular tradicional en

muchos países, como remedio para tratar la ansiedad, el insomnio, la histeria, la epilepsia, los espasmos y el dolor.²

Colombia es el segundo país con mayor biodiversidad en el mundo. Además, presenta una larga tradición en la producción de diferentes especies de pasifloras. También se constituye como el país con el mayor número de especies comercializadas de frutas de la pasión. El último inventario registró 141 especies de la familia Passifloraceae distribuidas en todas las regiones biogeográficas, 48 de ellas están ubicadas principalmente en la región andina y son endémicas de Colombia.⁵

Hay limitada información sobre el valor nutritivo de las frutas tropicales, especialmente las especies más exóticas. La función de los antioxidantes naturales ha recibido especial atención.⁶ Las frutas y los vegetales desempeñan un papel importante en la dieta humana, en tanto protegen contra el daño celular causado por la exposición a altos niveles de radicales libres,^{7,8} al mismo tiempo que ayudan en el proceso digestivo;^{9,10} esto es atribuible al hecho de que estos alimentos proveen una mezcla óptima de antioxidantes como la vitamina C y E, polifenoles y carotenoides.^{11,12} Los antioxidantes en las frutas y vegetales podrían otorgar beneficios para la protección de la salud,^{13,14} mediante la reducción del estrés oxidativo al interior de la célula que pudieran afectar la estructura y función de algunas proteínas, del ADN y de los lípidos,¹⁵ estos destacan la importancia de la medición integral de antioxidantes en las frutas y vegetales.¹⁶ El propósito de este estudio fue evaluar la capacidad antioxidante, el poder reductor y el contenido de fenoles totales de las frutas y hojas de especies de *Passiflora* del departamento del Huila; con el uso de diferentes metodologías como DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazilo), FRAP (ferric reducing antioxidant power), ABTS (2,20-azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) y fenoles totales.

Colecta de material vegetal: la investigación constó de 2 fases, en la primera, se realizaron 110 encuestas etnobotánicas *in situ*, donde se identificaron los conocimientos locales de las pasifloras. En ella se hicieron entrevistas abiertas y semi-estructuradas que fueron sistematizadas por medio de un software para investigación cualitativa Atlas. Ti[®] con su posterior análisis. Se hizo énfasis en los conocimientos locales, las creencias y los usos de la especie; a partir de esa información se escogieron las muestras para análisis considerando aquellas partes de las plantas que más usos locales reportaran. La colecta etnobotánica se hizo siguiendo la propuesta de *Martín*,¹⁷ con algunas modificaciones, las cuales consisten en elegir la localidad y la población vegetal y enseguida determinar la parte de la planta que se colectaría; el material es prensado entre hojas de papel periódico refrigerado entregado para análisis. La segunda fase consistió, en analizar la capacidad antioxidante, de acuerdo con lo hallado acerca de conocimientos y usos de: maracuyá (*Passiflora edulis*), curuba (*Passiflora mollisima*), badea (*Passiflora quadrangularis*), chulupa (*Passiflora maliformis*), gulupa (*Passiflora edulissimis*), maracúa (*Passiflora* sp.) y granadilla (*Passiflora ligularis* Juss), colectadas en los municipios de Palestina, Suaza, Guadalupe, Altamira, Gigante, Rivera, la Plata, Iquira, Las Pavas, La Vega, Argentina, Campo Alegre, Tesalia y Natanga. Estas pruebas se realizaron por triplicado en el Laboratorio de Alimentos de la Universidad Nacional Sede Medellín. Las fincas visitadas se encuentran ubicadas entre 1 800 y 2 200 m s.n.m. La mayor parte de las parcelas no superaban las 2 hectáreas y ninguna sobrepasaba las 6 hectáreas.

MÉTODOS

Materiales

Los frutos y las hojas pertenecientes a badea (*P. quadrangularis*), cholupa (*P. maliformis*), granadilla (*P. ligularis* Juss), gulupa (*P. edulis* var. *edulis*) y maracuyá (*P. edulis* var. *flavicarpa*) fueron recolectados en el departamento del Huila.

Preparación de los extractos de fruta

Las muestras se prepararon con el bulbo comestible de las frutas. Se pesó la cantidad de fruta necesaria para disolver en 30 mL de agua grado HPLC (*high-performance liquid chromatography*: cromatografía líquida de alta eficiencia). Se licuaron las muestras durante 3 min, después se filtraron al vacío y se almacenaron a - 20 °C.

Preparación de los extractos de hojas

Las muestras se prepararon secando las hojas durante 24 h a 30 °C, luego se maceraron y se hizo la extracción con metanol acidificado. Posteriormente se concentraron en un rotoevaporador.

Procedimiento

Reacción con el radical 2,2-difenil-1-picril hidrazilo (DPPH)

El fundamento de esta técnica consiste en la medición a 517 nm de la reducción del radical estable DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazilo) según la metodología de *Bondet* y otros.¹⁸

Reacción con el radical 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonato de amonio (ABTS'+)

La capacidad antioxidante se determinó siguiendo el procedimiento descrito por *Re* y otros¹⁹ con algunas modificaciones. El método está basado en la capacidad de los compuestos para atrapar el radical catiónico ABTS'+, comparado con el antioxidante comercial butilhidroxitolueno (BHT).

Medida de capacidad reductora

Método FRAP: la base del método consiste en la reducción de un compuesto o mezcla de compuestos sobre el Fe^{+3} presente en un complejo con un compuesto orgánico: tripyridyltriazina (TPTZ).²⁰

Determinación de fenoles totales: se empleó el método de *Folin-Ciocalteu*.²¹ El contenido total de fenoles se expresó como equivalentes de ácido gálico/mg de muestra.²²

Análisis estadístico

Los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software estadístico STATGRAPHICS Centurión XVI Versión 16.1.02 y se expresaron como la

media de las mediciones por triplicado. Las diferencias en $p < 0,05$ se consideraron significativas.

RESULTADOS

La capacidad antioxidante de las frutas y las hojas del género *Passiflora* se muestran en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Valores de la capacidad antioxidante de los extractos de fruta

Extracto	DPPH ¹	ABTS ¹	FRAP ²	Fenoles totales ³
Badea	6,4401	23,9363	58,6269	125,211
Cholupa	8,7904	15,7045	65,9858	162,304
Granadilla	11,8372	41,8499	145,692	204,542
Granadilla silvestre	18,1172	10,1333	103,843	229,199
Gulupa	20,0721	42,342	408,943	136,684
Maracuyá	8,58575	27,7843	177,608	282,169

¹ TEAC: *trolox equivalent antioxidant capacity* ($\mu\text{mol trolox}/100\text{ g extracto seco}$), ²mg ácido ascórbico/100 g extracto seco, ³mg de ácido gálico/100 g de extracto seco.

Tabla 2. Valores de capacidad antioxidante de los extractos de hojas

Extracto	DPPH ¹	ABTS ¹	FRAP ²	Fenoles totales ³
Badea	57,6938	339,991	1735,4	48862,4
Granadilla	233,097	5111,81	38824,2	7997,79
Granadilla silvestre	437,588	16328,9	3407,49	7927,38
Gulupa	269,882	670,627	4828,88	101619
Maracuyá	127,199	418,409	2339,96	3148,86

¹ TEAC: *trolox equivalent antioxidant capacity* ($\mu\text{mol trolox}/100\text{ g extracto seco}$), ²mg ácido ascórbico/100 g extracto seco, ³mg de ácido gálico/100 g de extracto seco

Ensayo DPPH

En los extractos se puede observar diferentes grados de capacidad antioxidante. Los valores obtenidos por el ensayo DPPH variaron de 6,4401 a 20,0721 TEAC ($\mu\text{mol trolox}/100\text{ g extracto seco}$) para los extractos de fruta; el valor más alto resultó para la gulupa.

Para los extractos de las hojas el valor DPPH varió de 57,6938 a 437,588 TEAC ($\mu\text{mol trolox}/100\text{ g extracto seco}$), y el valor más alto pertenece a la granadilla silvestre.

Ensayo ABTS

En la tabla 1 se muestran los resultados de los extractos de frutas para el ensayo ABTS que variaron de 10,1333 a 42,342 TEAC ($\mu\text{mol trolox}/100\text{ g extracto seco}$); el valor más alto es para la gulupa. En los extractos de la hojas los valores de ABTS

variaron entre 339,991 y 16328,9 TEAC ($\mu\text{mol trolox}/100\text{ g extracto seco}$) y el mayor valor pertenece a la granadilla silvestre.

Ensayo FRAP

En los extractos de fruta el valor FRAP varió de 58,6269 a 408,943 mg ácido ascórbico/100 g extracto seco; el valor más alto resultó para la gulupa. En los extractos de hojas el valor FRAP varió de 1735,4 a 38824,2 mg ácido ascórbico/100 g extracto seco, y el valor más alto correspondió a la granadilla.

Fenoles totales

El contenido de fenoles de los extractos de fruta está en un intervalo de 125,211 a 282,169 mg de ácido gálico/100 g de extracto seco y en los extractos de hojas el intervalo está entre 3 148,86 y 101,619 de ácido gálico/100 g de extracto seco. Los valores máximos corresponden al maracuyá y a la gulupa, respectivamente.

DISCUSIÓN

Ensayo DPPH

La decoloración de la solución de DPPH aumenta regularmente con los incrementos de la cantidad de fruta en un volumen determinado de solución. La acción de la decoloración se atribuye sobre todo a la presencia de polifenoles y ácido ascórbico extraídos en la solución. Los bajos valores de DPPH pueden ser debidos a la lentitud de la reacción entre este y las moléculas del sustrato;²³ otra explicación posible podría ser que ciertos fenoles en el extracto tienen un potencial redox más alto que el de los extractos de otras frutas.²⁴ Hay diferencia significativa ($p < 0,05$) entre todos los extractos de fruta y presentan mayor diferencia los extractos de gulupa y granadilla.

Los valores de DPPH son más altos para los extractos de hojas (tabla 2) debido quizá a que estos extractos tienen un contenido más alto de fenoles totales. Hay diferencia significativa ($p < 0,05$) entre todos los extractos de hojas.

Ensayo ABTS

Este método mide la capacidad antioxidante relativa de los extractos para atrapar el radical ABTS en la fase acuosa en comparación con una cantidad estándar de Trolox. El ABTS⁺, generado por persulfato de potasio, es una buena herramienta para determinar la actividad antioxidante de compuestos donadores de hidrógeno (atrapadores de radicales en la fase acuosa).^{25,26} Todos los extractos, tanto de frutas como de hojas presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$).

Ensayo FRAP

El ensayo FRAP mide el potencial de reducir el complejo amarillo férrico-TPTZ a un complejo azul ferroso-TPTZ por electrodonación de sustancias en condiciones ácidas.²⁷ Además de los compuestos fenólicos presentes en las frutas, pueden estar presentes otros compuestos que también reducen el Fe^{3+} , como el ácido ascórbico, ácido cítrico, ácido fólico, entre otros. Todos los extractos presentaron diferencia significativa ($p < 0,05$). La diferencia en estos valores se puede deber al contenido de vitamina C presente en *Passiflora* spp.

Fenoles totales

El método de *Folin-Ciocalteu* mide la reducción del reactivo por compuestos fenólicos, generada por la formación de un complejo de color azul que se puede medir a los 760 nm contra el ácido gálico como estándar.²⁸ La capacidad antioxidante de los extractos no se puede predecir sobre la base de su contenido de compuestos fenólicos, sin embargo, hay varias razones que podrían explicar la relación ambigua entre la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles totales encontrados en artículos publicados. Estas diferencias pueden deberse a un alto contenido de agentes reductores como el ácido ascórbico en los frutos^{29,30} y a factores genéticos, agronómicos y ambientales.³¹ Se presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) en todos los extractos. Los resultados obtenidos no muestran una relación concluyente entre el contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante, lo cual coincide con lo encontrado por *Kahkonen* y otros.³²

Para concluir, en Colombia se hace necesario que los profesionales vinculados al sector agrícola adquieran destrezas investigativas suficientes, para solucionar problemas específicos que se presentan en el desarrollo de las plantaciones agrícolas y que incluyen diferentes tópicos relacionados con la calidad óptima requerida para los mercados cada vez más exigentes; la necesidad es la de ofrecer diversidad de productos y fomentarlos con procesos que contribuyan de manera efectiva a la buena nutrición de la población. Una alternativa podría ser la diversificación con plantaciones de rápido retorno económico, buenas posibilidades de comercialización y un valor agregado importante generado por el aumento fenotípico no heredable de la formación de moléculas específicas con capacidad antioxidante, que mantenga las características de calidad del producto ofrecido.³³ Parece interesante evaluar la capacidad antioxidante derivada de la actividad fitoquímica, reconociendo el interés que este tipo de investigaciones tiene en la actualidad.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, la Universidad de Antioquia, la Secretaría de Minería y Agricultura del Departamento del Huila Colombia, Corporación Centro de Investigación para la Gestión Tecnológica de la Pasiflora del Departamento del Huila (Cepass Huila), el Grupo Asociativo de Trabajo Agroindustrial Illari.

A las estudiantes Karla Cristina Bonilla, Clara Ochoa y Nelly Sánchez por haber trabajado en el proyecto como auxiliares de laboratorio.

REFERENCIAS BOBLIOGRÁFICAS

1. Albert L. La sistemática y evolución de las Passifloras. Memorias del primer Simposio Internacional de Passifloras, Palmira, Colombia; 1993. p. 51-54.
2. Dhawan K, Dhawan S, Sharma A. *Passiflora*: as review update. J Ethnopharmacol. 2004;94:1-23.

3. Perry N, Alberston G, Blunt J, Cole A, Munro M. 4.4-Hydroxy-2-cyclopentenone an antipseudomonas and cytotoxic component from *Passiflora-tetrandra*. *Planta Medica*. 1991;57(2):129-31.
4. Yockteng R, Nadot S. Phylogenetic relationships among *Passiflora* species based on the glutamine synthetase nuclear gene expressed in chloroplast (ncpGS). *Molecular Phylogenetics Evolution*. 2004;31:379-96
5. Ocampo J, Geo C, Restrepo M, Jarvis A, Salazar M, Caetano C. Diversity of Colombian Passifloraceae: biogeography and an updated list for conservation. *Biota Colombiana*. 2007;8(1):1-45.
6. Mahattanatawee K, Manthey J, Luzio G, Talcott S, Goodner K, Baldwin E. Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits. *J Agricultural Food Chemistry*. 2006;54:7355-63
7. Ames B, Shigenaga M, Hagen T. Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of aging. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1993;90(17):7915-22.
8. Prior R, Cao G. Antioxidant phytochemicals in fruits and vegetables: diet and health implications. *HortScience*. 2000;35(4):588-92.
9. American Association of Cereal Chemists (AACC). The definition of dietary fiber. *Cereal Foods World*. 2001;46:112-26.
10. Weisburger J, Reddy S, Rose P, Cohen L, Kendall M, Wynder E. Protective mechanisms of dietary fibers in nutritional carcinogenesis. *Basic Life Sciences*. 1993;61:45-63.
11. Ness A, Powles J. Fruit and vegetables, and cardiovascular disease: a review. *International J Epidemiology*. 1997;26(1):1-13.
12. Eastwood A. Interaction of dietary antioxidants in vivo: how fruit and vegetables prevent disease? *QJM: International J Medicine*. 1999;92(2):527-30.
13. Lako J, Trenerry V, Wahlqvist M, Wattanapenpaiboon N, Sotheeswaran S, Premier R. Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. *Food Chemistry*. 2007;101(4):1727-41.
14. Naczk M, Shahidi F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. *J Pharmaceutical Biomedical Analysis*. 2006;41:1523-42.
15. Shahidi F, Naczk M. Antioxidant properties of food phenolics. Phenolics in food and nutraceuticals. Boca Raton: CRC Press Editorial. 2004; p. 403-37.
16. Mia I, Bee L, Meng T, Woon-Puay K, Dejian H, Choon N. Antioxidant activity and profiles of common fruits in Singapore. *Food Chemistry*. 2010;123:77-84.
17. Gary M. Etnobotánica, pueblos y plantas. Manual de conservación. En: Fondo Mundial para la naturaleza. Organización de Naciones Unidas para la ciencia y la educación (UNESCO). Uruguay, Montevideo: Nordan Comunidad Editorial; 1997.

18. Bondet V, Brand-Williams W, Berset C. Kinetic and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH free radical method. *Food Science and Technology-Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*. 1997;30(6):609-15.
19. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology Medicine*. 1999;26:1231-7.
20. Benzie I, Iris F, Strain J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*. 1996;239:70-6.
21. Singleton V, Rossi J. Colorimetry of totalphenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *American J Enology Viticulture*. 1965;16:144-58.
22. Chun O, Kim D. Consideration on equivalent chemicals in total phenolic assay of chlorogenic acid-rich plums. *Food Research International*. 2004;37:337-42.
23. Huang D, Ou B, Prior R. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J Agricultural Food Chemistry*. 2005;53:1841-56.
24. Lim Y, Lim T, Tee J. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. *Food Chemistry*. 2007;103:1003-8.
25. Rice-Evans C, Miller N, Bolwell P, Bramley P, Pridham J. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radical Research*. 1995;22:375-83.
26. Rice-Evan C, Miller N, Paganga G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology & Medicine*. 1996;20:933-56.
27. Nilsson J, Pillai D, Onning G, Persson C, Nilsson A, Akesson B. Comparison of the 2,20-azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) methods to assess the total antioxidant capacity in extracts of fruit and vegetables. *Molecular Nutrition Food Research*. 2005;49:239-46.
28. Imeh U, Khokhar S. Distribution of conjugated and free phenols in fruits: Antioxidant activity and cultivar variations. *J Agricultural Food Chemistry*. 2002;50:6301-6.
29. George S, Brat P, Alter P, Amiot M. Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. *J Agricultural Food Chemistry*. 2005;53(5):1370-3.
30. Deepa N, Kaur C, Singh B, Kapoor H. Antioxidant capacity in some red sweet pepper cultivars. *J Food Composition Analysis*. 2006;19:572-8.
31. Jagdish S, Upadhyay A, Kundan P, Anant B, Mathura R. Variability of carotenes, vitamin C, E and phenolics in Brassica vegetables. *J Food Composition Analysis*. 2007;20(2):106-12.

32. Kahkonen M, Hopia A, Vuorela H, Rauha J, Pihlaja K, Kujala S, Heinonen M. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J Agricultural Food Chemistry*. 1999; 47:3954-62.

33. Carvajal L. Respuesta de la capacidad antioxidante, la textura y el rendimiento de dos variedades de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) sometidas a variaciones en la nutrición vegetal *in vivo* [Tesis para Máster en Ciencias]. Medellín: Universidad Nacional; 2005.

Recibido: 28 de diciembre de 2010.

Aprobado: 29 de septiembre de 2011.

Luz Marina Carvajal de Pabón. Calle 67 Número 53-108, Bloque 2, oficina 139. Medellín, Colombia. Teléf.: +57-4-2195450; celular: +57-03-3105140867. Correo electrónico: lcarvaja@une.net.co