

***Hibiscus sabdariffa* L: Fuente de fibra antioxidante**

Sonia G Sáyago-Ayerdi & Isabel Goñi

Unidad de Nutrición y Salud Gastrointestinal UCM/CSIC. Dpto. Nutrición I. Facultad de Farmacia.
Universidad Complutense de Madrid. España, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero, México

RESUMEN. Fibra dietética y compuestos antioxidantes son dos conceptos que generalmente se utilizan por separado tanto en la industria como en nutrición. Actualmente el concepto de fibra se ha ampliado debido a que en los alimentos hay otros componentes diferentes a polisacáridos y lignina que no son digeridos en el intestino delgado y que pasan al intestino grueso constituyendo la mayor parte del substrato para la microbiota colónica. El concepto de *fibra antioxidante* se refiere a aquella materia prima con un elevado porcentaje de fibra dietética y cantidades apreciables de antioxidantes naturales asociados a la matriz del conjunto de compuestos no digeribles. Las flores de *Hibiscus sabdariffa* L, presentan en su composición un porcentaje importante de fibra dietética así como una elevada capacidad antioxidante. La infusión que se obtiene de la decocción de los cálices de *Hibiscus*, ha sido ampliamente estudiada debido a las propiedades saludables que se le confieren. En este trabajo se consideran los principales aspectos nutricionales de *Hibiscus sabdariffa* L y se plantea la posibilidad de estudiarlos como una posible fuente de fibra antioxidante, con propiedades funcionales de interés nutricional.

Palabras clave: Fibra antioxidante, jamaica, fibra dietética, polifenoles, actividad antioxidante.

INTRODUCCION

Hibiscus var. *sabdariffa*, también conocida como *rosa de jamaica*, *rosa de Abisinia* o *flor de jamaica*, pertenece a la familia de las Malváceas y es originaria de África tropical, aunque su cultivo se extiende por México, América Central y del Sur y sudeste asiático (1).

Es una planta herbácea anual propia de climas secos subtropicales, montañosos, de matorral espinoso. Sus flores, de color rojo en la base y más pálido en los extremos, contienen un cáliz carnoso y generalmente de un color rojo intenso. Los cálices son lo más destacable de la planta. Se recogen en el momento en que alcanzan un tono vinoso y se dejan secar para su uso principalmente como colorante alimentario, fabricación de jarabes y para la preparación de una bebida ligeramente ácida y refrescante conocida como “sobo” en Nigeria (2), “karkade” en Egipto (1) o “agua de jamaica” en México (3-5). En algunas regiones también se preparan mermeladas con los cálices y es muy común encontrar en el comercio concentrados de flor de jamaica ya sea en forma líquida o de polvos para la preparación de bebidas instantáneas

SUMMARY. *Hibiscus sabdariffa* L: Source of antioxidant dietary fiber. Dietary fiber and antioxidants are food constituents and functional ingredients that are generally addressed separately. Nowadays there is scientific evidence that primary characteristics of DF assigned to non starch polysaccharides and lignin (resistance to digestion and absorption in the small intestine and fermentation in the large intestine) can be extended to other indigestible food constituents that are resistant to digestion and absorption in the human small intestine with complete or partial fermentation in the large intestine. The antioxidant dietary fiber concept was defined as a dietary fiber concentrate containing significant amounts of natural antioxidants associated with non digestible compounds. *Hibiscus sabdariffa* L flower shows in its composition an important percentage of dietary fiber and high antioxidant capacity. The infusion obtained by decoction of flowers, had been extensively studied due to the healthy properties. In this work the principal nutritional aspects from *Hibiscus sabdariffa* L and its use as a possible antioxidant dietary fiber source had been considered.

Key words: Antioxidant dietary fiber, roselle, dietary fiber, polyphenols, antioxidant activity.

y envasados en sobres para preparar infusiones.

Los efectos saludables que se han evidenciado en experimentos realizados con el extracto acuoso de los cálices son numerosos. Uno de los más conocidos es el efecto hipotensor, atribuido a su acción como vaso-relajante (6,3). También se ha observado un efecto cardioprotector (7,8), reducción de las concentraciones de creatinina en orina, ácido úrico, citrato, tartrato, calcio, sodio, potasio y fosfato (9).

En un estudio reciente se demostró la presencia de fibra dietética (0,66 g de fibra soluble por litro) y compuestos bioactivos antioxidantes (66 mg/100 mL de compuestos fenólicos) en la bebida obtenida por decocción de los cálices (5). El consumo de esta bebida está muy extendido entre todos los grupos poblacionales, lo que supone una contribución interesante a la ingesta de fibra soluble y de antioxidantes, parámetros ambos descritos como indicadores de la calidad de una dieta (10).

Principales componentes en *Hibiscus sabdariffa* L

La composición proximal puede cambiar dependiendo de la variedad genética y tipo de suelo de cultivo. Los valores

indicados en la literatura no son homogéneos, por lo que es aconsejable caracterizar analíticamente los cálices objeto de estudio.

Como puede observarse, se trata de una muestra con un contenido apreciable de proteína, cenizas y principalmente fibra dietética (Tabla 1). Los valores de proteína son muy variables, posiblemente debido a la variedad analizada (1,11). Son más homogéneos los valores referenciados de contenido total de cenizas. Potasio y calcio parecen ser los principales componentes minerales, aunque la flor de jamaica también es fuente interesante desde el punto de vista nutricional de hierro y magnesio (11,12). Además, los cálices presentan en su composición vitaminas tales como tiamina, niacina y principalmente vitamina C (1).

TABLA 1
Composición proximal de cálices de jamaica
(g/100g de materia seca)

	[11]	[1]	[5]
Proteína ^a	8,6	17,4	9,87
Lípidos	2,0	2,61	0,59
Cenizas	6,8	6,9	9,75
Fibra cruda	8,5	12,0	—
Fibra dietética total ^b	—	—	33,90
Fibra insoluble	—	—	29,04
Fibra soluble	—	—	4,87
Minerales y Vitaminas (mg/100g)			
Calcio	1263	1602	—
Potasio	2320	2732	—
Hierro	34,6	8,98	—
Magnesio	340	—	—
Zinc	6,3	—	—
Vitaminas			
Acido ascórbico	54,8	67	—
Niacina	—	3,76	—
Tiamina	—	0,117	—
Riboflavina	—	0,277	—

^a N X 6,25. ^b Método AOAC, 2000 (14).

El componente mayoritario de los cálices es la fibra dietética (5), siendo porcentualmente importante el contenido de fracción de fibra soluble. Los valores indicados en la Tabla 1, se han determinado analíticamente siguiendo el método propuesto por AOAC. Por ello, estos valores corresponden a polisacáridos y lignina.

Actualmente se tiende a ampliar el concepto de fibra, teniendo en cuenta que en los alimentos vegetales hay otros componentes diferentes a polisacáridos y lignina, que no son digeridos en el intestino delgado, por lo que pasan al intestino grueso constituyendo la mayor parte de los substratos para las bacterias fermentativas intestinales. Entre dichos componentes

se encuentran proteína resistente, almidón resistente, grasa y compuestos bioactivos tales como polifenoles, carotenoides y fitoesteroles. El conjunto de todos los constituyentes del alimento o de la materia prima, constituye la denominada fracción indigestible de los alimentos (13). Este concepto es más amplio que el de fibra dietética y se ajusta más a un criterio fisiológico.

Como se mencionó anteriormente, los valores indicados en la Tabla 1 corresponden a la fibra dietética cuantificada por el método de AOAC (14), por lo que la cantidad de componentes no digeribles presentes en la muestra (concepto de fracción indigestible) es significativamente superior.

Por otro lado, en los cálices de *Hibiscus* se ha identificado una apreciable cantidad de compuestos bioactivos. Como es sabido, los compuestos bioactivos son componentes minoritarios de los alimentos, considerados no nutrientes, parcialmente biodisponibles en el organismo y que han demostrado tener diversos efectos positivos en la salud del consumidor. Polifenoles y carotenoides ejercen su principal acción biológica a través de mecanismos de antioxidación y secuestro de radicales libres, mientras que el principal efecto de los fitoesteroles se produce a través de la inhibición de la absorción intestinal de colesterol (15). En *Hibiscus sabdariffa* se han identificado fitoesteroles tales como el β - sitoesterol, y ergosterol (12).

Los polifenoles que tienen más relevancia nutricional dada su actividad biológica son los flavonoides que son abundantes en los alimentos de origen vegetal (16). Una parte importante de los compuestos fenólicos son taninos condensados y taninos hidrolizables. Estos son polímeros de alto peso molecular caracterizados por un elevado contenido en grupos hidroxilos que les confiere una gran capacidad para formar complejos insolubles con proteínas y carbohidratos (17).

El contenido fenólico en *Hibiscus sabdariffa* L, está principalmente compuesto por antocianinas como la delfindin-3-glucósido, sambubiósido y cianidin-3-sambubiosido y otros flavonoides como el gosipetin hibiscetín y sus respectivos glucósidos (11, 18, 19) así como ácido protocateico (20). Todos ellos se caracterizan por presentar actividad antioxidante.

Los compuestos fenólicos se pueden clasificar de acuerdo a su capacidad para poder ser extraídos con solventes acuoso-orgánicos (como Metanol/Agua en medio ácido y Acetona/Agua) (21). Los polifenoles extraíbles son compuestos fenólicos monoméricos, oligoméricos y algunas fracciones poliméricas. Los polifenoles no extraíbles son compuestos de alto peso molecular (taninos hidrolizables y proantocianidinas) o polifenoles que no son extraídos por los solventes usualmente empleados, ya que permanecen en los residuos de extracción asociados a las paredes celulares o a los compuestos no digeribles de la dieta (fracción indigestible).

En algunos casos la cantidad de polifenoles en los residuos de extracción son mayores que en los extractos. El término ampliamente utilizado de “polifenoles totales” por lo general se refiere solamente a la fracción de polifenoles extraíbles. Asimismo, la mayoría de los datos reportados en la literatura corresponden a polifenoles extraíbles, siendo generalmente ignorada la fracción de polifenoles no extraíbles (21).

En la Tabla 2 se indica el contenido de compuestos polifenólicos de los cálices de *Hibiscus sabdariffa*, que suponen alrededor del 6 % sobre materia seca. Es interesante observar que la mayor parte corresponde a polifenoles no extraíbles con disolventes acuoso orgánicos (4%) y el resto principalmente son antocianidinas, ácidos hidroxicinámicos y ácidos hidroxibenzoicos.

TABLA 2
Contenido en compuestos polifenólicos de los cálices de la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) (g/100g de materia seca)

Polifenoles extraíbles	2,17 ± 0,04
Acidos Hidroxibenzoicos	32,60
Acidos Hidroxicinámicos	30,60
Anthocianidinas	30,80
Flavonoles	5,87
Polifenoles no extraíbles	
Proantocianidinas (taninos condensados)	3,38 ± 0,06
Polifenoles hidrolizables	0,58 ± 0,03

Tomado de (5).

Fibra antioxidante: concepto y aplicaciones

La fibra dietética y los antioxidantes son dos componentes de los alimentos e ingredientes funcionales que tanto en investigación como en la industria se suelen estudiar por separado. Sin embargo, tal y como ha sido descrito previamente (21-23), una parte de los compuestos bioactivos presentes en las muestras vegetales, ya sean antioxidantes o no, están asociados a los componentes de la fibra dietética, como consecuencia de la habilidad de algunos de ellos para formar complejos con proteínas y polisacáridos.

Concretamente, en el caso de los polifenoles, una parte considerable de ellos puede estar asociada a la fracción de fibra insoluble, principalmente los compuestos de mayor grado de polimerización como taninos condensados (proantocianidinas) y taninos hidrolizables. Mientras que asociados a la fracción de fibra soluble, se suelen asociar polifenoles de menor peso molecular tales como algunos flavonoides, ácidos fenólicos, dímeros y trímeros de proantocianidinas (21,23).

Desde un punto de vista nutricional, es importante tener en cuenta esta asociación entre polifenoles y componentes de la fibra, ya que los compuestos asociados a la fibra pueden ser

responsables de algunos de los beneficios que tradicionalmente se han atribuido a la fibra dietética.

Los efectos fisiológicos dependen del tipo de compuesto, cantidad presente en la muestra y biodisponibilidad. Las propiedades más relevantes de los polifenoles están relacionadas con su capacidad antioxidante (24), capacidad antimicrobiana (25), efectos antimutagénicos y efectos de modulación de la expresión génica (26).

En base a estudios previos realizados con materias primas ricas en fibras y en compuestos polifenólicos asociados, tales como cáscaras de mango (27) naranja (28) pulpa de guayaba (29) orujo de uva blanca (30) y orujo de uva roja (31), se definió el concepto de “fibra antioxidante” como aquella materia prima, con un elevado porcentaje de fibra dietética y cantidades apreciables de antioxidantes naturales asociados a la matriz del conjunto de compuestos no digeribles (32).

Muy pocos vegetales son materias primas que cumplen con los requerimientos para ser calificadas como fibra antioxidante. Los requerimientos son los siguientes: a) El contenido en fibra debe ser superior al 50 % de su materia seca. b) Un gramo de fibra deberá tener capacidad para inhibir la oxidación lipídica equivalente, al menos, a 200 mg de vitamina E. c) La capacidad antioxidante debe ser intrínseca, derivada de los constituyentes naturales del material vegetal correspondiente y no de posibles antioxidantes adicionados.

En la Tabla 3 se muestran algunas materias primas obtenidas de productos vegetales, principalmente frutas, que se consideran fibras antioxidantes, ya que son un concentrado de fibra con actividad antioxidante significativa.

Una de las fibras antioxidantes de origen natural más estudiadas en nuestro grupo de investigación es la fibra antioxidante de uva. Se obtiene de los subproductos de la vinificación (orujo de uva), a partir del cual y mediante un proceso patentado (33) se formula la fibra antioxidante de uva (FAU), utilizada como ingrediente funcional de elevada calidad nutricional (34,35) y como suplemento dietético rico en fibra y en antioxidantes (36).

Tanto las características funcionales derivadas del contenido en fibra como las derivadas de la capacidad antioxidante del producto justifican su utilización como ingrediente en alimentos funcionales. Como concentrado en fibra, su adición en la formulación de un alimento, tiene la ventaja obvia para la salud del consumidor de incrementar la ingesta de fibra que suele ser deficiente en la población. Como antioxidante ofrece la posibilidad de disminuir el estrés oxidativo del individuo, factor de riesgo de múltiples patologías.

Recientemente, FAU se ha utilizado con resultados positivos como antioxidante natural en la formulación de productos cárnicos, concretamente en hamburguesas de pollo (35), donde se ha observado que retarda el proceso oxidativo de la carne, evitando el desarrollo de olores indeseables,

estabilizando el color y retardando la oxidación lipídica durante el almacenamiento en refrigeración de la carne, por lo que aumenta la vida útil del mismo. Sánchez-Alonso et al (30), adicionaron fibra antioxidante obtenida de uva blanca a reestructurados de músculo de pescado, logrando una disminución notable de la oxidación lipídica durante el almacenamiento de 3 meses del alimento. FAU contiene

diversos compuestos fenólicos, tales como ácidos benzoicos (16%), flavonoles (14%), antocianidinas (16%) y como principal componente el grupo de flavan-3-ol (46 %) (36). Estos compuestos tienen la capacidad de actuar como secuestradores de radicales libres y terminadores de reacciones de oxidación (24).

TABLA 3
Capacidad antioxidante de los cálices de la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) y algunos subproductos vegetales estudiados

Material	Capacidad Antioxidante (método de medición)			Referencia
	ABTS ($\mu\text{mol trolox equivalentes/g materia seca}$)	FRAP	DPPH (EC50) (g materia seca/g DPPH)	
<i>Hibiscus sabdariffa</i> L	90,8	66,3		[5]
Orujo de uva blanca	124,4 \pm 0.3	-		[30]
Orujo de uva roja	-	525 \pm 28	1,53	[31]
Cáscara de mango	-	-	1,92	[27]

FAU también ha sido utilizada como suplemento en estudios desarrollados tanto en animales de experimentación como en humanos. La incorporación de FAU como fuente de fibra a la dieta habitual de ratas *Wistar*, produjo una disminución significativa de los niveles de LDL-colesterol (37) e incrementó el peso de las deposiciones (38). Además, la presencia de compuestos polifenólicos (polifenoles extraíbles y polifenoles no extraíbles con disolventes acuoso orgánicos) en la luz intestinal incrementó el estatus antioxidante en el intestino grueso (39) y favoreció el mantenimiento de un ecosistema intestinal más sano (40).

Recientemente, en un ensayo con voluntarios, la ingesta diaria de un suplemento de FAU redujo los niveles de colesterol total, lipoproteínas de baja densidad y presión sistólica y diastólica (36).

***Hibiscus sabdariffa* L: fuente de fibra antioxidante**

Como se mencionó anteriormente, uno de los principales componentes en los cálices de *Hibiscus sabdariffa* es la fibra dietética (Tabla 1). Actualmente, la ingesta de fibra y de capacidad antioxidante se considera como algunos de los indicadores de la calidad de una dieta saludable (10). Sin embargo, ambos parámetros son deficitarios en la mayor parte de las dietas actuales. En consonancia con ello, tanto fibra como antioxidantes son dos de los tipos de ingredientes más utilizados en la industria alimentaria en el diseño y formulación de alimentos funcionales.

Numerosos estudios clínicos y epidemiológicos indican la contribución de la fibra en el mantenimiento de la salud

gastrointestinal y disminución del riesgo de aparición de enfermedades cardiovasculares y diferentes tipos de cáncer (41). Son muchos los efectos atribuidos a los distintos tipos de fibra dietética, la mayor parte de ellos están basados en su capacidad para solubilizarse en agua, capacidad para aumentar la velocidad de tránsito intestinal, capacidad para retener diferentes componentes de la dieta y capacidad para ser degradada por las bacterias intestinales mediante la fermentación colónica (42).

El consumo actual medio de fibra dietética en la Unión Europea es de aproximadamente 20 g/persona/día (41). En España, cuyo patrón de consumo se ajusta al descrito como Dieta Mediterránea, el consumo de fibra dietética es de 18.3 g/persona/día, procedente en una gran proporción de frutas y verduras (43).

En la Tabla 4, se indica la ingesta de fibra dietética por g/persona/día en la dieta española, de acuerdo a los datos publicados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (44).

Los cálices de *Hibiscus sabdariffa*, contienen un elevado contenido en fibra dietética (33,9 %). Este valor es muy superior al observado en alimentos vegetales habituales de la dieta española (Tabla 4).

Las propiedades nutricionales y la calidad de una fibra vienen determinadas, en gran parte, por el contenido y proporción de fracción soluble e insoluble. Los cálices de jamaica, contienen un elevado porcentaje de fibra soluble (4,87%), superior al de otros alimentos habituales de la dieta, lo que nos permite suponer que la utilización de cálices de jamaica,

ya sea como ingrediente alimentario o como suplemento dietético, podría favorecer las propiedades fisiológicas características de este tipo de fibra dietética, tales como reducción de la velocidad de entrada de glucosa en sangre, control en la secreción de insulina, aumento del volumen intestinal e incremento del peristaltismo, mayor producción de ácidos grasos de cadena corta durante la fermentación colónica, mantenimiento de un ecosistema intestinal saludable, etc.

TABLA 4

Contenido en fibra dietética de los alimentos de procedencia vegetal consumidos en la dieta española
(% de la fracción comestible en materia seca)
(media de los valores \pm D.S.; $n \geq 4$)

	Consumo ¹		Ingesta Fibra Dietética ²		
	g/p/d	Kcal/p/d	Total	Soluble	Insoluble
Cereales	231,23	665,58	7,28	1,95	5,33
Frutas	264,38	101,30	5,05	2,09	2,96
Vegetales	311,23	127,89	4,69	1,90	2,79
Legumbres	12,88	40,39	0,75	0,23	0,52
Nueces	7,95	28,17	0,57	0,13	0,45
Total	827,67	963,33	18,35	6,30	12,05

¹Ingesta diaria de energía: 2810,7 Kcal (44). ²Tomado de (43).

Por otra parte, como se indicó anteriormente, los compuestos polifenólicos son porcentualmente significativos en los cálices de *Hibiscus* (6%, Tabla 2). El 35,4% del total de polifenoles contenidos en la muestra pertenecen al grupo de polifenoles extraídos con solventes acuoso-orgánicos. Estos compuestos se han identificado por cromatografía HPLC y son principalmente de peso molecular bajo o intermedio derivados de ácidos hidroxibenzoicos, hidroxicinámicos y antocianidinas (5). La mayor parte del contenido en polifenoles de los cálices (64,6 %), son compuestos no extraídos con los solventes acuoso-orgánicos. Estos son compuestos de elevada masa molar, asociados muchos de ellos a otros compuestos de la matriz alimentaria tales como la fibra dietética y proteínas los cuales son componentes del residuo de la extracción. Estos polifenoles no extraídos son frecuentemente ignorados en los estudios químicos y fisiológicos de compuestos polifenólicos. La mayor parte de los datos en la literatura se refieren exclusivamente a aquellos polifenoles extraídos con los solventes utilizados. Sin embargo, existen evidencias de que estos compuestos pueden tener importancia nutricional muy significativa (21) y además poseen capacidad antioxidante (39).

Por otro lado, tal como se observa en la Tabla 3, los cálices de *Hibiscus*, tienen capacidad antioxidante, alcanzando valores muy superiores a los encontrados en la bebida obtenida por decocción de los mismos (5), lo que sugiere que una

gran parte de los compuestos bioactivos antioxidantes permanecen en los residuos de la decocción.

Si consideramos las 3 muestras, -cálices de *Hibiscus*, agua de jamaica y residuos de la decocción -, podemos observar que son los cálices y los residuos de los mismos los materiales más ricos en fibra y en compuestos polifenólicos, por lo que la utilización de ambos como ingredientes funcionales ricos en fibra antioxidante, pudiera significar un aumento de su valor añadido, además de ofrecer una elevada calidad nutricional presente en los posibles alimentos funcionales elaborados con estas materias primas naturales.

REFERENCIAS

1. Morton JF. Roselle, *Hibiscus sabdariffa* L. En: Morton, J.F. (Ed.). *Fruits of Warm Climates*. Miami, FL. USA. 1987; pp: 281-286.
2. Farombi OE. African indigenous plants with chemotherapeutic potentials and biotechnological approach to the production of bioactive prophylactic agents. *Afri J Biotech*. 2003; 2: 662-671.
3. Herrera-Arellano A; Flores-Romero S, Chávez-Soto MA, Tortoriello J. Effectiveness and tolerability of a standardized extract from *Hibiscus sabdariffa* in patients with mild to moderate hypertension: a controlled and randomized clinical trial. *Phytomed*. 2004; 11: 375-382
4. Alarcon-Aguilar FJ, Zamilpa A, Perez-Garcia MA, Almanza-Perez JC, Romero-Nuñez E, Campos-Sepulveda EA, Vazquez-Carrillo LI, Roman-Ramos R. Effect of *Hibiscus sabdariffa* on obesity in MSG mice. *J of Ethnopharm*. 2007; 114: 66-71.
5. Sáyago-Ayerdi SG, Arranz S, Serrano J, Goñi I. Dietary Fiber Content and Associated Antioxidant Compounds in Roselle Flower (*Hibiscus sabdariffa* L) Beverage. *J Agric Food Chem*. 2007; 55: 7886-7890.
6. Odigie IP; Ettarh RR; Adigun SA. Chronic administration of aqueous extract of *Hibiscus sabdariffa* attenuates hypertension and reverses cardiac hypertrophy in 2K-1 C hypertensive rats. *J Ethnopharm*. 2003; 86: 181-185.
7. Jonadet M; Bastide J; Bastide P. Activités inhibitrices enzymatiques *in vitro* détraits de karkadé (*Hibiscus sabdariffa* L). *J Pharm Belg*. 1990; 45: 120-124.
8. Chen CC, Hsu JD, Wang SF. *Hibiscus sabdariffa* extract inhibits the development of atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. *J Agric Food Chem*. 2003; 51: 5472-5477.
9. Mojiminiyi FBO, Adegunloye BJ, Egbeniyi YA; Okolo RU. An investigation of the diuretic effect of an aqueous extract of the petal of *Hibiscus sabdariffa*. *J Med Sci*. 2000; 2: 77-80.
10. Saura-Calixto F, Goñi I. Definition of the Mediterranean Diet Based on Bioactive Compounds. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2009; 49: 145-152.
11. Babalola SO, Babalola, AO, Aworh OC. Compositional attributes of the calyces of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) *J Food Tech Afric*. 2001; 133-134.
12. Ali-Bradeldin H, Al-Wabel N, Gerald B. Phytochemical, pharmacological and toxicological aspects of *Hibiscus sabdariffa* L: A review. *Phytother Res*. 2005; 19: 369-375.

13. Saura-Calixto F, García-Alonso A, Goñi I, Bravo L. *In Vitro* determination of the indigestible fraction in foods: An alternative to dietary fiber analysis. *J Agric Food Chem.* 2000; 48: 3342-3347.
14. Official methods of analysis of AOAC International, 17th edition. Association of Official Analytical Chemistry. Maryland, USA. 2000.
15. Saura-Calixto F, Goñi I. Fibra dietética y antioxidantes en la dieta española y en alimentos funcionales. En: Alimentos funcionales. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECyT). Madrid, España. 2005; pp:167-200.
16. Rice-Evans MC, Miller NJ. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci.* 1997; 2: 152-159.
17. Chung K, Wong T, Wei C, Huang Y, Lin Y. Tannins and human health: a review. *Crit Rev Food Sci.* 1998; 38: 421-464.
18. Tsai PJ, McIntosh J, Pearce P, Camdem B, Jordan BR. Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. *Food Res Int.* 2002; 35: 351-356.
19. Tsai PJ, Huang HP. Effect of polymerization on the antioxidant capacity of anthocyanins in *Roselle*. *Food Res Int.* 2004; 37: 313-318.
20. Lee MJ, Chou FP, Tseng TH. Hibiscus protocatechuic acid or esculetin can inhibit oxidative LDL induced by either copper ion or nitric oxide donor. *J Agric Food Chem.* 2002; 50: 2130-2136.
21. Saura-Calixto F, Serrano J, Goñi I. Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. *Food Chem.* 2007; 101: 492-501.
22. Vitaglione P, Napolitano A, Fogliano V. Cereal dietary fibre: a natural functional ingredient to deliver phenolic compounds into the gut. *Trends in Food Sci Technol.* 2008; 19: 451-463.
23. Goñi I, Diaz-Rubio ME, Pérez-Jimenez J, Saura-Calixto F. Towards an updated methodology for measurement of dietary fiber including associated polyphenols in food and beverages. *Food Res Int.* 2009; 42: 840-846
24. Yilmaz Y, Toledo R T. Major flavonoids in grape seed and skins: antioxidant capacity of catechin, epicatechin and gallic acid. *J Agric Food Chem.* 2004; 52: 255-260.
25. Puupponen-Pimia, R.; Nohymek, C.; Hartmann-Schmidin, S. et al.: «Berry phenolics selectively inhibit the growth of intestinal pathogens», *J. Appl. Microbiol.* 2005, 98: 991-1000.
26. Dolara P, Luceri C, De Filippo C, Femia AP, Giovannelli L, Caderni G, Cecchini C, Silvi S, Orpianesi C, Cresci A. Red wine polyphenols influence carcinogenesis, intestinal microflora, oxidative damage and gene expression profiles of colonic mucosa in F344 rats. *Mutat Res.* 2005; 591: 237-46
27. Larrauri JA, Rupérez P, Boroto B, Saura-Calixto F. Mango peels as New Tropical Fiber: Preparation and Characterization. *LWT.* 1996; 29: 729-733.
28. Larrauri, J. A. Boroto B., Crespo A. Water Recycling in Processing Orange Peel to a High Dietary Fibre Powder. *Int J Food Sci Tech.* 1997; 32: 73-76.
29. Jiménez-Escrig A, Rincón M, Pulido R, Saura-Calixto F. Guava fruit (*Psidium guajava* L.) as a new source of antioxidant dietary fiber. *J Agri. Food Chem.* 2001; 49: 5489-5493.
30. Sánchez-Alonso I, Jiménez-Escrig A, Saura-Calixto F, Borderías AJ. Antioxidant protection of white grape pomace on restructured fish products during frozen storage. *LWT-Food Sci Tech.* 2008; 41: 42-50.
31. Sáyago-Ayerdi SG, Brenes A, Viveros A, Goñi I. Antioxidative effect of dietary grape pomace concentrate on lipid oxidation of chilled and long-term frozen stored chicken patties. *Meat Sci.* 2009; 83: 528-533.
32. Saura-Calixto F. Antioxidant Dietary Fiber: A New Concept and a Potential Food Ingredient. *J Agric Food Chem.* 1998; 46: 4303-4306.
33. Saura-Calixto F, Goñi I. Functional formulation based on antioxidant dietary fiber and soluble fiber. CSIC-UCM, ES 2259258 A1.
34. Sánchez-Alonso I, Jiménez-Escrig A, Saura-Calixto F, Borderías AJ. Effect of grape antioxidant dietary fiber on the prevention of lipid oxidation in minced fish: Evaluation by different methodologies. *Food Chem.* 2007; 101: 372-378.
35. Sáyago-Ayerdi SG, Brenes A, Goñi I. Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. *LWT-Food Sci Tech.* 2009; 42: 971-976.
36. Pérez-Jiménez J, Serrano J, Taberero M, Arranz S, Díaz-Rubio ME, García-Díz L, Goñi I, Saura-Calixto F. Effects of grape antioxidant dietary fiber in cardiovascular disease risk factors. *Nutr.* 2008; 24: 646-653.
37. Martín-Carrón N, Goñi I, Larrauri JA, García Alonso A, Saura-Calixto F. Reduction in serum total and LDL cholesterol concentrations by a dietary fiber and polyphenol-rich grape product in hypercholesterolemic rats. *Nutr Res.* 1999; 19: 1371-1381.
38. Martín-Carrón N, Saura-Calixto F, Goñi I. Effects of dietary fibre- and polyphenol-rich grape products on lipidaemia and nutritional parameters in rats. *J Sci Food Agric.* 2000; 80: 1183-1188.
39. Goñi I, Serrano J. The intake of dietary fiber from grape seeds modifies the antioxidant status in rat cecum. *J Sci Food Agric.* 2005; 85: 1877-1881.
40. López-Oliva M E, Agis-Torres A, García-Palencia P, Goñi I, Muñoz-Martínez E. Induction of epithelial hypoplasia in rat cecal and distal colonic mucosa by grape antioxidant dietary fiber (GADF). *Nutr Res* 2006; 26: 651-658.
41. Bazzano LA, He J, Ogden LGO, Loria CM, Vupputuri S, Myers L, Whelton K. Fruit and vegetables intake and risk of cardiovascular disease in US adults. The first National Health and nutrition examination survey epidemiological follow-up study. *Am J Clin Nutr.* 2002; 76: 93-99.
42. Mataix Verdú J, Goñi Cambrodón I. Fibra Dietética. En: *Nutrición y Alimentación Humana*, 2ª Edición, 2009; Editorial Ergon, Madrid,.
43. Saura-Calixto F, Goñi I. The intake of dietary indigestible fraction in the Spanish diet shows the limitations of dietary fibre data for nutritional studies. *Eur J Clin Nutr.* 2004; 58: 1078-1082.
44. MAPA. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. La alimentación en España. 2000. Secretaría General de Agricultura y Alimentación. Madrid, España.

Recibido: 19-10-2009

Aceptado: 05-02-2010