

Evaluación de las Propiedades Funcionales de la Fibra Insoluble Extraída a Partir de las Hojas del Nabo (*Brassica rapa* L.)

Matos-Chamorro, Alfredo¹; Chambilla-Mamani, Elmer²

Resumen

El objetivo de esta investigación fue la evaluación de las propiedades funcionales de la fibra insoluble extraída a partir de las hojas del nabo (*Brassica rapa* L), se estudiaron el efecto de tres factores, la temperatura de solución (25, 30 y 35 °C), el tiempo de agitación (30, 60 y 90 min) y la concentración de hipoclorito de sodio (NaClO) (1.5, 2.0 y 2.5 %) en relación al rendimiento, capacidad de retención de agua (CRAg) y capacidad de retención de aceite (CRAC). El diseño experimental utilizado fue el factorial 2³ con cuatro puntos centrales. El mayor rendimiento obtenido fue de 4.6 % de fibra insoluble a una concentración de 2.5 % de NaClO, la humedad de la fibra insoluble de las hojas del nabo fue de 6.2 %, la fibra insoluble de las hojas tuvo una alta capacidad de retención de agua de 8.7ml de agua / g. de muestra y la capacidad de retención de aceite fue de 7ml de aceite de soya / g de muestra, a un tamaño de partícula de 400 – 300 µm.

Palabras Clave: Fibra insoluble, hojas de nabo, hipoclorito de sodio, capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aceite, *Brassica rapa*.

Evaluation of Functional Properties of Insoluble Fiber Extracted from the Leaves of Turnip (*Brassica rapa* L)

Abstract

The aim of this study was to extract and evaluate the functional properties of insoluble fiber extracted from turnip leaves (*Brassica Rapa* L). We studied the effects of three factors, solution temperature (25, 30 and 35 ° C), stirring time (30, 60 and 90 min) and concentration of sodium hypochlorite (NaClO) (1.5, 2.0 and 2.5 %) comparing the yield, water holding capacity (CRAg) and retention capacity oil (CRAC) of each. The experimental design was factorial 2³ with four core issues. The highest yield obtained was 4.6 % insoluble fiber to a concentration of 2.5 % NaCl. The moisture and insoluble fiber of the turnip leaves equaled 6.2 %, the insoluble fiber from the leaves had a high water holding capacity of 8.7ml / g. The oil retention capacity was 7ml of soybean oil / g sample to a particle size of 400 to 300 µm .

Key-Words: Insoluble fiber, turnip greens, sodium hypochlorite, water holding capacity, oil retention capacity, *Brassica rapa*.

Introducción

La fibra insoluble está compuesta fundamentalmente de fragmentos de las paredes celulares que contienen celulosa, hemicelulosas (Arabinoxilanos y Arabinogalactanos) y ligninas (Priego 2007, p. 13). Este tipo de fibra se pueden encontrar mayormente en verduras, cereales, leguminosas y en frutas (Nelson, citado por Zúñiga 2005, p. 20). Sin embargo, la carencia de consumo de la fibra insoluble en la dieta del hombre es un factor causal de numerosas enfermedades denominadas “enfermedades de la

civilización” como los problemas cardiovasculares, diabetes, obesidad, diverticulosis, etc.

Los residuos orgánicos, entre ellos los vegetales se descomponen fácilmente cuando no están ubicados adecuadamente, provocando un malestar y afectando al medio ambiente y a la salud de los seres humanos. Las hojas del nabo son ampliamente utilizados en la alimentación y pueden ser aprovechados a través de procesos tecnológicos para la obtención de fibra insoluble. Las hojas del nabo son más nutritivas que el propio nabo, aportan casi el doble de proteínas y de fibra que la raíz y mucho calcio. Lo más destacable de las hojas es su composición en

¹ Universidad Peruana Unión. alfredom@upeu.edu.pe

² E.A.P Ingeniería de Alimentos, Universidad Peruana Unión. elmer_6387@upeu.edu.pe

vitaminas y minerales. Contiene cantidades superiores de provitamina A o beta-caroteno, vitamina C y folatos que la raíz del nabo (Reardon 2007).

Tradicionalmente las fibras insolubles más utilizadas en la tecnología de alimentos proceden de cereales. Sin embargo aunque menos estudiadas, las fibras procedentes de vegetales y frutas y de sus respectivos residuos como las cáscaras y hojas son consideradas en general de mayor calidad tecnológica. Así recientemente se han realizado estudios para la obtención de fibras de frutas y hortalizas, como el maracuyá o también llamado la fruta de pasión (Chau y Huang, citados por García y otros 2008, p.4), subproductos de pelado de manzanas, peras, naranjas, melocotón, alcachofa, espárrago y tomate (Grigelmo y Martín, citados García y otros 2008, p. 4) y de la pulpa de manzana, grosella negra, pera, cereza y zanahoria (Nawiska y Kwasniewska, citados por García y otros 2008, p. 4).

La fibra insoluble presenta propiedades funcionales que son características fisicoquímicas que influyen de un modo específico sobre su apariencia y comportamiento (Badui 1999). Se realizaron investigaciones en donde se evaluaron la capacidad de retención de agua y la capacidad de retención de aceite de la fibra dietética extraída de la piel del limón, naranja y manzana (Córdoba 2005), del concentrado de piña (Fernández y otros 2006), Guyaba y Guanábana (Ramírez y Pacheco 2009), y níspero (Sánchez 2005).

En fin, la fibra insoluble es de gran utilidad para la industria alimentaria, como aditivo alimentario en las diferentes formulaciones de productos, ya que no provocan cambios en la textura o modificaciones del producto (Periago y otros, citados por Zúñiga 2005), además por sus propiedades funcionales presenta efectos favorables en la salud, previenen el cáncer al colon y enfermedades cardiovasculares, entre otras (Hawk y otros 2002). Debido a su versatilidad y sus propiedades demuestran gran interés a la industria alimentaria, generando ingresos para su desarrollo. El presente trabajo

tuvo como objetivo determinar el rendimiento y evaluar la capacidad de retención de agua y de aceite de la fibra insoluble extraída a partir de las hojas del nabo (*Brassica rapa* L).

Materiales y Métodos

Se utilizó las hojas del nabo (*Brassica rapa* L), el proceso de extracción de la fibra insoluble de las hojas del nabo se realizó en el Centro de Investigación de Tecnología de Alimentos y la determinación de los métodos de análisis se realizó en el Laboratorio de Química de la Universidad Peruana Unión (UPeU).

Extracción de fibra insoluble

Se pesaron 100 g de hojas del nabo, lavados y cortados en pequeños trozos fueron licuados para facilitar el lavado con hipoclorito de sodio (NaClO) por agitación a 1200 rpm, luego fueron separados por filtración y secados en bandejas a 60° C por 24 horas. Posteriormente fueron molidas, tamizadas y empacadas.

Métodos de análisis

Humedad. Se determinó por el método gravimétrico de pérdida de peso en estufa (AOAC – 925.09).

Tamaño de partícula. Se determinó por la escala de tamices Tyler estándar, en donde se clasificó de acuerdo a la abertura de la malla de los tamices que se utilizó. A la vez se determinó el número de malla de los tamices. Las partículas pasaron de las mallas del primer tamiz (superficie mayor) y posteriormente se juntaron con las partículas retenidas de la malla del segundo tamiz (superficie menor).

Capacidad de retención de agua (CRAg). Se aplicó el método propuesto por Chau y otros (1997). Se adicionó 10 ml de agua destilada a un gramo de muestra de fibra insoluble de hojas del nabo en tubo de centrifuga, se agitó manualmente por un minuto, después se centrifugó a 4500 rpm por 30 minutos. Se calculó el agua absorbida por diferencia y se expresó ml de agua retenida / g de muestra.

Capacidad de retención de aceite (CRAc). Se aplicó el método propuesto por Chau y otros (1997). Se adicionó 10 ml de aceite de soya a un gramo de muestra de fibra insoluble de hojas del nabo en tubo de centrifuga, se agitó manualmente por minuto, después se centrifugó a 4500 rpm por 30 minutos. Se calculó el aceite absorbida por diferencia y se expresó ml de aceite retenida / g de muestra.

Diseño experimental

Se usó un diseño factorial 2^3 con cuatro puntos centrales. Las variables independientes fueron: temperatura de la solución, tiempo de agitación y concentración de NaClO (v/v), se codificaron los niveles de las variables (Tabla 1), y los ensayos, como se observa en la tabla 2. Los análisis estadísticos fueron realizados con el software STATISTICA 7.1 (Stat – soft Inc. USA).

Tabla 1 – Niveles codificados para cada factor

Factores	Niveles		
	-1	0	1
Concentración de NaClO (%)	1.5	2	2.5
Tiempo de agitación (min)	30	60	90
Temperatura de solución (°C)	25	30	35

Resultados y Discusión

Rendimiento

Si bien es cierta la fibra insoluble comúnmente se encuentra en productos como los cereales comerciales y de grano entero, sin embargo otras buenas de fuentes de fibra insoluble se encuentran en los guisantes, frutas y vegetales, además la fibra insoluble está más concentrada en la cascara, hojas y capas exteriores de los vegetales (Córdoba 2005; Hernández y Gallardo 1998). El contenido en fibras totales de las hortalizas está comprendido entre 3.3 y 6.8 g/100 g, entre 1.2 g y 4.8 g/100 g para las hortalizas de hoja y entre 1.4 y 4.2 g/100 g para las hortalizas de fruto (Osman y otros, citados por Tirilly y Bourgeois 2002, p. 461), por otro lado, Hernández y Gallardo (1998) estudiaron al chayote, brócoli y mamey, encontrando que son buenas fuentes de fibra insoluble por su alto contenido de celulosa con 1.45, 3.49 y 0.95 g/100g respectivamente. El contenido de fibra insoluble de las hojas del nabo alcanzan a 4.6 % (4.65 g/100g), como se muestra en la tabla 2. Es decir, su rendimiento está dentro del rango del contenido de las hortalizas de hoja, además su contenido es mayor que la composición de fibra total de la raíz (2.8 g). La humedad obtenida fue de 6.2 % en base seca de la fibra insoluble a partir de las hojas del nabo.

La concentración de NaClO tiene un efecto

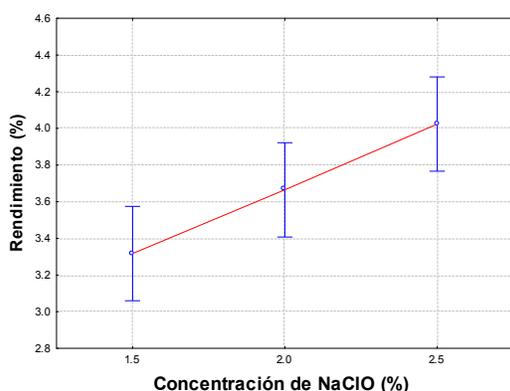
Tabla 2 – Rendimiento y capacidad de retención de agua y de aceite de la fibra insoluble a partir de las hojas del nabo

Ensayos	Temperatura de solución (°C)	Tiempo de agitación (min)	Concentración % (NaClO)	Rendimiento %	CRAg (ml/g)	CRAc (ml/g)
1	25	30	1.5	2.9	7.8	6.8
2	35	30	1.5	3.1	8	7
3	25	90	1.5	3.3	8.7	7
4	35	90	1.5	4.0	8.5	6.1
5	25	30	2.5	4.6	7.5	5
6	35	30	2.5	3.9	7.5	5
7	25	90	2.5	3.9	7.8	5.8
8	35	90	2.5	3.7	7.2	4.6
9	30	60	2	3.4	8.5	6
10	30	60	2	3.9	7.5	5.9
11	30	60	2	3.9	8.2	6
12	30	60	2	3.4	8	6

Tabla 3 – Análisis de varianza de los factores para el rendimiento

Factor	SS	Df	MS	F	P
(1) Temperatura de la solución (°C)	0.000268	1	0.000268	0.00670	0.937953
(2) Tiempo de agitación (min)	0.026772	1	0.026772	0.66879	0.450673
(3) Concentración de NaClO %	0.996173	1	0.996173	24.88490	0.004145
1 by 2	0.114143	1	0.114143	2.85134	0.152097
1 by 3	0.333501	1	0.333501	8.33101	0.034333
2 by 3	0.624180	1	0.624180	15.59233	0.010865
Error	0.200156	5	0.040031		
Total SS	2.295194	11			

significativo influyendo en el rendimiento, así como, también las interacciones 1 y 3, 2 y 3, son significativos, como se muestra en la tabla 3. Existe un mayor rendimiento a una concentración de 2.5 % de NaClO (Figura 1).

**Figura 1 – Influencia de la concentración de NaClO en el rendimiento de fibra**

El análisis de varianza muestra que la concentración de NaClO influye en el rendimiento de la extracción de fibra por lo que a una concentración de 2.5 % tiene un mayor efecto para eliminar la estructuras de la clorofila e hidrolizar la estructura de los otros compuestos de las hojas del nabo, además de su poder blanqueador (Priego 2007). El NaClO a temperaturas altas se evapora y pierde su efecto, por esa razón las temperaturas de solución fueron bajas.

Tamaño de partícula

Las mallas usados, 35 y 42 tienen una abertura de 0.4 mm (400 μ m) y 0.3 mm (300 μ m) es decir el tamaño de partícula es de (400 – 300 μ m).

Fuertes (1998) señala que el tamaño ideal de

partículas de fibra para el consumo humano se ubica en una rango de 50 – 500 μ m; tamaños mayores pueden afectar a la apariencia del producto e impartir una sensación fibrosa dificultando las masticación y deglución, tamaños menores pueden presentar problemas en la hidratación al favorecerse la formación de grumos y ocasionar apelmazamiento y por lo tanto la compresión del producto.

La Capacidad de retención de agua (CRAg)

La mayor capacidad de retención de agua (CRAg) es de 8.7 ml /g de muestra de fibra insoluble de las hojas del nabo a un tamaño de partícula de (400 – 300 μ m). Fernández y otros (2006) reportan 6.1 g agua/g bs de retención de agua para el concentrado de fibra de piña, sin embargo en la tabla 4 se muestran otros reportes.

Tabla 4 - Capacidad de retención de agua de las diferentes muestras de fibra.

Muestra de fibra	CRAg (g agua/g fibra)	Tamaño de partícula
Nispero	380 \pm 0.00	47.82% > 250 μ m
Durazno	9.2 - 12.1	NR
Desechos de naranja (Cáscara, albeolo y sacos de jugo)	7.65 - 8.23	69.9% > 250 μ m
Cáscara de maracuyá	8.7	67.8% > 250 μ m
Salvado de trigo	2.48	NR

Fuente: Sánchez (2005)

La fibra insoluble obtenida a partir de las hojas del nabo y la fibra de los desechos de naranja tienen

casi la misma capacidad de retención de agua.

La capacidad de retención de agua está en función del tamaño de partícula. En un estudio realizado por Sangnark y Noomhorm (citados por Sánchez 2005, p. 13) específicamente con bagazo de caña, se encontró que una disminución en el tamaño de partícula puede tener influencia en el incremento de la densidad y podría reducir la capacidad de retención de agua y de ligar aceite (debido posiblemente a la ausencia de una estructura matricial proporcionada por la celulosa, entre otros factores). Sin embargo, Córdoba (2005) menciona que las partículas más pequeñas fueron obtenidas a partir de salvado de trigo en una molienda empleando un molino de martillos. La fibra de remolacha y/o la fibra de cítricos presentan menor capacidad tanto de retención de agua así como de incremento de volumen, esto es debido probablemente a que las porciones de los alimentos, sean en lignina y celulosa, son resistentes al molido, sin embargo, Camire (1999) reporta que la capacidad de retención de agua es mayor en las pequeñas partículas obtenidas de la cascarilla del guisante, lo que probablemente se deba al incremento del tamaño del poro inducido en la molienda de la cascarilla del guisante, probablemente a estas porciones hayan sido menos duras y que pudieran contener más almidón y otros polisacáridos solubles en agua. En la tabla 5 se observa que la concentración NaClO es significativo para la capacidad de retención de agua.

Córdoba (2005) menciona que la deslignificación parcial de las uniones entre la lignina y la celulosa por medio de tratamientos alcalinos da lugar a

productos de celulosa con una alta capacidad de retención de agua y, por lo tanto, de hinchamiento o aumento de volumen. Tirilly y Bourgeois (2002) reafirma que los tratamientos de derivados de celulosas extraídas de fibras de remolacha con una solución alcalina (pH = 11.5) o con peróxido de hidrogeno producen un aumento importante de sus propiedades de hidratación, debido principalmente a una solubilización de una parte de la lignina y a una mejor accesibilidad de la estructura interna que se hidrata en mayor grado.

Es decir, mediante la reacción con NaClO al 1.5 % puede haber ocurrido una deslignificación parcial de las uniones entre la lignina y la celulosa de las hojas del nabo, lo que ocasionaría una mayor capacidad de retención de agua, como se muestra en la figura 2.

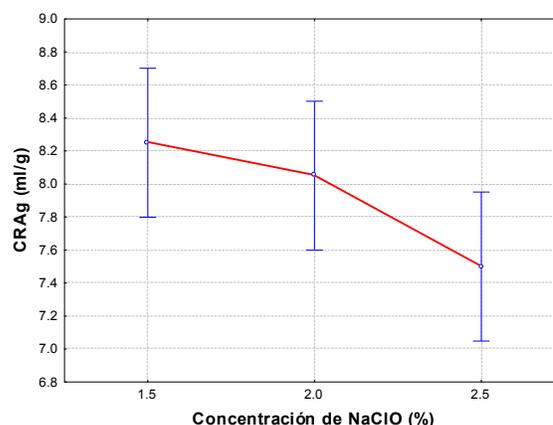


Figura 2 – Influencia de la concentración NaClO en la capacidad de retención de agua

Leterme y otros (citado por Sánchez 2005), señaló que una alta CRAg oscila entre 10 y 12 g

Tabla 5 – Análisis de varianza para la capacidad de retención de agua de la fibra

Factor	SS	Df	MS	F	P
(1) Temperatura de la solución (°C)	0.045000	1	0.045000	0.364865	0.572174
(2) Tiempo de agitación (min)	0.245000	1	0.245000	1.986486	0.217765
(3) Concentración de NaClO %	1.125000	1	1.125000	9.121622	0.029410
1 by 2	0.125000	1	0.125000	1.013514	0.360269
1 by 3	0.045000	1	0.045000	0.364865	0.572174
2 by 3	0.245000	1	0.245000	1.986486	0.217765
Error	0.616667	5	0.123333		
Total SS	2.446667	11			

de agua/ g de fibra; la cual se reportó en torta de maíz y cáscara de maracuyá con tamaño de partícula entre 595 y 425 μm . El valor de la CRAg determina el grado en que una fibra se puede incorporar a un sistema alimenticio para no deteriorar la viscosidad ni la apariencia del producto final (Larrauri y otros 1994).

Ramírez y Pacheco (2009) mencionan que las fibras con una CRAg mayor a 3.0 ml/g en base seca puede favorecer la textura de los productos de panadería, por lo cual, la fibra insoluble a partir de las hojas pueden utilizarse para enriquecer mezclas de harinas para elaborar galletas y panes.

Capacidad de retención de aceite (CRAc)

La mayor CRAc fue de 7 ml de aceite de soya/g de muestra de fibra insoluble de las hojas (Tabla 2). Es decir, la CRAc de la fibra insoluble de las hojas del nabo es mayor que otras muestras de

Tabla 6 - Capacidad de retención de aceite de las diferentes muestras de fibra.

Muestra	CRAc (g aceite/g fibra)	Tamaño de partícula
Níspero	1.29 \pm 00	47.82% > 250 μm
Cáscara de naranja	1.95	69.9% > 250 μm
Cáscara de mango obo	1.38. \pm 0.00	50.9 % > 250 μm
Cáscara de mango criollo	1.34 \pm 0.09	42.3 % > 291 μm
Cáscara de Maracuyá	1.50	NR
Frutas	< 2	NR

Fuente: Sánchez (2005).

fibras (Tabla 6).

López y otros (citados por Sánchez 2005) señalaron que a mayores cantidades de la fibra dietética insoluble (FDI), la capacidad de retener aceite incrementa; este comportamiento se observa claramente al comparar con las demás muestras (Tabla 6), lo que podría estar en función de la cantidad lignina presente (Componente de la fibra insoluble).

Sosulski y Cadden (Citados por Sánchez 2005) encontraron que las fuentes ricas en este componente son las que poseen una mayor capacidad de adsorber y retener grasa, otros factores que pudieron influir son el tamaño, forma y área superficial de las partículas de fibra, así como su composición química.

En la tabla 7 se observa que la temperatura de la solución, la concentración del NaClO y las interacciones de las variables son significantes, provocando una mayor retención de aceite a una concentración de 1.5 % de NaClO y a una temperatura de 25 °C, como se muestra en la figura 3.

Las partículas con gran superficie presentan mayor capacidad para retener y absorber componentes de naturaleza aceitosa; la grasa es retenida en la superficie de la fibra principalmente por medios mecánicos (Sánchez 2005). Ramírez y Pacheco (2009) mencionan que la capacidad de retención de aceite en la fibra dietética esta relacionada con la composición química, así como al tamaño y área superficial de las partículas de fibra, se ha determinado que las fibras insolubles

Tabla 7 – Análisis de varianza para la capacidad de retención de aceite en función de la temperatura de la solución, tiempo de agitación y concentración de NaClO

Factor	SS	Df	MS	F	P
(1) Temperatura de la solución (°C)	0.451250	1	0.451250	117.717	0.000115
(2) Tiempo de agitación (min)	0.011250	1	0.011250	2.935	0.147363
(3) Concentración de NaClO %	5.281250	1	5.281250	1377.717	0.000000
1 by 2	0.661250	1	0.661250	172.500	0.000046
1 by 3	0.031250	1	0.031250	8.152	0.035606
2 by 3	0.151250	1	0.151250	39.457	0.001502
Error	0.019167	5	0.003833		
Total SS	6.606667	11			

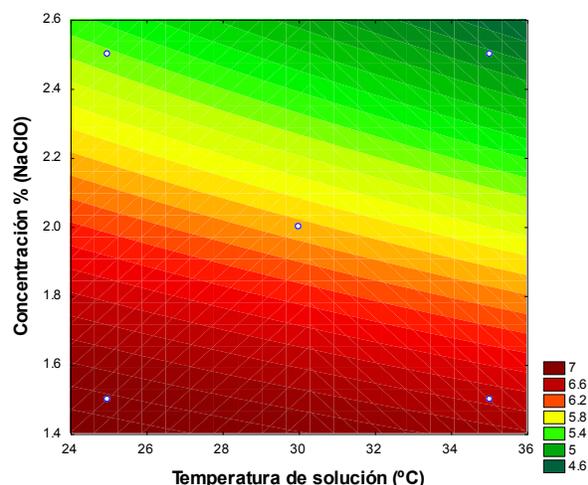


Figura 3 – Superficie de respuesta de retención de aceite de la fibra insoluble de nabo en función de la concentración de NaClO y la temperatura (°C)

presentan mayores valores de absorción de aceite o moléculas orgánicas que las solubles, tanto por su contenido de lignina como por su mayor tamaño de partícula.

El efecto de la concentración de NaClO, como ya fue mencionado, produce un incremento importante en sus propiedades de hidratación, debido principalmente a una solubilización de una parte de lignina (Tirilly y Bourgeois 2002), ya que el contenido de la lignina provoca una mayor retención y absorción de aceite, a temperaturas altas la concentración de NaClO pierde su efecto, lo cual dificultaría la extracción de la fibra, y es por ello que a 25 °C la solución tuvo efecto para la obtención de fibra insoluble, y por ende para la capacidad de retención de aceite.

Prakongpan y otros (2002) mencionan que la CRAC es importante en la tecnología de alimentos, en productos congelados pre cocidos listos para freír, en galletas y en algunos platos a base de cereal, por lo cual se puede sugerir el uso de las harinas de frutas en este tipo de productos.

La retención elevada de aceite imparte jugosidad y mejora la textura de los productos cárnicos, en cambio una baja retención proporciona una sensación no grasosa en productos fritos (Peraza 2000, p. 30).

Por su mayor CRAC en comparación de otros tipos de fibra (Tabla 6), la fibra insoluble de las hojas del nabo pueden emplearse en productos donde se desee una alta retención de aceite, en productos como ya mencionados y en los bocaditos fritos, como los churros y buñuelos, evitando así una apariencia aceitosa (Peraza 2000).

Conclusiones

La metodología establecida para obtener la fibra insoluble de las hojas del nabo tiene un rendimiento de 4.6 %, el cual está influenciado directamente con una concentración de 2.5 % de NaClO. La humedad del producto fue de 6.2 % en base seca. Se obtuvo una alta capacidad de retención de agua (8.7 ml de agua / g. de muestra) y de capacidad de retención de aceite (7 ml de aceite de soya / g de muestra) a un tamaño de partícula de 400 – 300 μm , en comparación que otros productos de fibra.

Referencias

- Badui D. 1999. Química de Alimentos. México: Editorial Universidad Alambra. 108 p.
- Camire, M.E. (1999). Chemical and Physical Modifications of Dietary Fiber. En Complex Carbohydrates in Foods. Ed. Cho, S.S., Prosky L, Dreher M, Marcel D, Inc. Basel. 373-384 pp.
- Chau C, Cheung F, Wong Y. 1997. Funtional Properties of Protein Concentrates from three Chinese Indigenous Legume Seeds. Journal Agricultural Food Chemistry. 2500 – 2503 pp.
- Córdoba A. 2005. Caracterización de Propiedades Relacionadas con la Textura de Suspensiones de Fibras Alimentarias. [Tesis de Doctorado]. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Tecnología de Alimentos. 205 p.
- Hawk E. Limburg P, Viner J. 2002. Epidemiology and Prevention of Colorectal Cancer. Surg Clin North Am 82. 905 – 941 pp.

- Fernández M, Falco A, García M, Zelgueira O. 2006. Obtención de de Concentrado de Fibra de Piña. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol. 16. N°. 2. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Cuba. 7 p.
- Fuertes S. 1998. Tendencias actuales en el uso de la fibra dietética en la alimentación séptimo simposio de alimentos. Universidad Autónoma de Yucatán. 1-25 pp.
- García E, Benito R, Rivera C. 2008. Hacia una definición de la fibra alimentaria. Escuela de Nutrición. Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela. Vol. 21 (1): 25-30 pp.
- Hernández H, Gallardo Y. 1998. Composición Parcial de los polisacáridos de las fibras del chayote, brócoli y mamey. Tecnología de Alimentos. Vol. 2. Fibra Dietética. Editado por Lajolo M. y Wenzel E. CYTED. Instituto Politécnico Nacional, México. 43-53 pp.
- Larrauri J, Cerezal P, Batista A, López B. 1994. Caracterización de residuos de tomate, pimiento y guayaba. Alimentaria. España. 81-85 pp. [Consultado en 10 de mayo]. Formato html. Disponibilidad libre en: <http://www.infoagro.com/conservas/residuos_conservas_vegetales2.htm>.
- Peraza G. 2000. Caracterización de los residuos Fibrosos de Canavalia ensiformis L. y Phaseolus Lunatus L. y su incorporación a un producto alimenticio. [Tesis para obtener el grado de Ingeniero Químico]. México. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán. 120 p.
- Priego M. 2007. Obtención de Fibra Dietética a Partir de Sáculos de Naranja aplicando un Tratamiento con Vapor. [Tesis para optar el título de Ingeniero en Alimentos]. Huajuapán de León. México. Universidad Tecnológica de la Mixteca. 64 p.
- Prakongpan T, Nitithamyong A, Luangpituska P. 2002. Extraction and Application of Dietary Fiber and Cellulose from Pineapple Cores. J. Food Sci. 67: 1308-1313 pp.
- Reardon J. 2007. Plantas de Hojas Comestibles. North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services. Food and Drug Protection Division. 4 p.
- Ramírez A. Pacheco E. 2009. Propiedades Funcionales de Harinas Altas en Fibra Dietética Obtenidas de Piña, Guayaba y Guanábana. Interciencia. Vol. 34. N° 4. Universidad Simón Bolívar. Venezuela. 293 – 298 pp.
- Sánchez B. 2005. Caracterización Físicoquímica y funcional de la fibra Dietética del Fruto del Níspero y de Cáscara de Mango Obo. [Tesis para optar el grado de Ingeniero en Alimentos]. Huajuapán de León. México. Universidad Tecnológica de la Mixteca. 76 p.
- Tirilly Y, Bourgeois C. 2002. Las fibras extraídas de las hortalizas. Tecnología de Hortalizas. Zaragoza: Editorial Acribia S.A. 459-478 pp.
- Zúñiga M. 2005. Caracterización de Fibra Dietaria en Orujo y Capacidad Antioxidante en vino, hollejo y semilla de uva. [Tesis de licenciatura en Ingeniería Agronómica]. Asesor. Dr. Peña Álvaro y Chiffelle Italo. Santiago. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 58 p.