

# OPTIMIZACIÓN DE UN PREPARADO SÓLIDO DE FIBRA DIETARIA A PARTIR DE DIFERENTES RESIDUOS DE FRUTAS

## OPTIMIZATION OF A SOLID PREPARE OF DIETARY FIBER FROM DIFFERENT REMAINDERS OF FRUITS

Oscar FLÓREZ A.<sup>1\*</sup>, Orfilia ROMÁN M.<sup>2</sup>, Olga L. MARTÍNEZ<sup>2</sup>, Lucía GUTIÉRREZ E.<sup>2</sup>  
y Gilma B. MEDINA<sup>2</sup>

Recibido: Diciembre 12 de 2005 Aceptado: Marzo 02 de 2006

### RESUMEN

Se presenta un procedimiento para optimizar las características fisicoquímicas y nutricionales de varias fuentes de fibra dietaria, procesadas como comprimidos. El término optimización se refiere a la utilización de una serie de técnicas matemáticas con las que se busca reducir a una sola variable o a la menor combinación de variables que muestren la respuesta más adecuada entre varias posibles. Para este estudio se utiliza un método de sumatoria lineal porcentual y el análisis de los componentes principales (ACP) para evaluar es necesario emplear todas las fuentes iniciales de fibra o sólo una o algunas de ellas, de tal manera que se obtengan los beneficios óptimos nutricionales esperados con la elaboración del comprimido de fibra mediante dosificación de diferentes fuentes. En el estudio se concluye que elaborando un preparado que contenga únicamente fibra dietaria proveniente de residuos de maracuyá, es posible obtener un comprimido optimizado en cuanto a sus propiedades funcionales y de utilización de recursos, comparado con el obtenido a partir de mezclas de otras 5 fibras dietarias.

**Palabras clave:** fibra dietaria, optimización de su composición, dietas, alimentos.

### ABSTRACT

In this work a procedure to optimize the physicochemical and nutritional characteristics of several dietary fiber sources, which are processed as tablets, is presented. Optimization means the use of a series of mathematical techniques for reducing the number of variables to one or to a minimum number of them in such way that the most suitable answer among several possible ones be obtained. In this study a method is used that involves a linear summation of percentages and makes an analysis of the main components (AMC) or fiber sources. The method evaluates how many of the initial fiber sources are needed in order to preserve the optimum nutritional benefit that is expected from the fiber tablet elaborated by adjusting the quantities of different fiber sources. With this method it is shown that by using only maracuyá fruit remainders it is possible to obtain a tablet optimized as far as its functional characteristics and the use of resources, compared with the obtained one from mixtures of other 5 dietary fibers.

**Keywords:** dietary fiber; optimization of their composition; diets, foods.

---

1 Departamento de Farmacia. Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia. A.A. 1226. Medellín-Colombia.

2 Departamento de Alimentos. Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia. A.A. 1226. Medellín-Colombia.

\* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: oflorez@farmacia.udea.edu.co

## INTRODUCCIÓN

El auge del consumo de fibra dietaria, producto de las recomendaciones de organismos internacionales, ha obligado al mercado de alimentos a ofrecer productos combinados de fibra con otros nutrientes, así como de fibra únicamente como complemento nutricional (1). Se deben conocer las propiedades fisicoquímicas y funcionales de las fibras dietarias para su mejor utilización en la elaboración de estos productos alimenticios y de dietas complementarias, lo que permite, en consecuencia, maximizar o minimizar sus (posibles) efectos fisiológicos con base en alguna(s) característica(s) específica(s) del sistema en estudio (2, 3, 4).

En la composición de las fuentes de fibra dietaria, la solubilidad tiene profundos efectos en la funcionalidad de la fibra. La fibra dietaria soluble ejerce principalmente actividad metabólica y la insoluble, mecánica. El efecto de la fibra dietaria soluble en el tubo digestivo del hombre está relacionado con su mayor capacidad para retener agua y formar geles, las cuales pueden impedir la digestión y adsorción de muchas sustancias en el intestino; además, es un sustrato adecuado para la fermentación que efectúan las bacterias en el colon, lo que ayuda a mantener su estructura y adecuado funcionamiento (3, 4, 5, 6, 7, 8). Sobre la fibra dietaria insoluble se ha reportado que tiene muy poco o ningún efecto sobre el perfil lipídico sérico, pero promueve la función intestinal normal mediante la absorción de agua, añadiendo peso al volumen de la masa fecal y aumentando la velocidad del tránsito de las heces a través del colon (8, 10).

De otro lado, los resultados de algunos estudios e investigaciones clínicas señalan la asociación a nivel epidemiológico entre el bajo consumo de fibra dietaria y la alta incidencia de enfermedades crónicas del tracto digestivo como el estreñimiento, la enfermedad diverticular y el cáncer de colon; se ha indicado también que la baja ingesta de fibra dietaria es un factor de riesgo para la morbi-mortalidad por enfermedad coronaria en hombres y para la mortalidad en ambos sexos por enfermedad isquémica coronaria (11).

Otros estudios muestran que las dietas con alto contenido de fibras como las de las frutas y los vegetales, presentan más bajos niveles de colesterol total y lipoproteínas de baja densidad (LDL), lo que disminuye el riesgo de padecer enfermedades

cardiovasculares. Lo anterior parece deberse en gran parte a efectos de la fibra dietaria soluble sobre el metabolismo de los lípidos (12, 13, 14).

Por medio de técnicas de optimización es posible predecir la composición de un preparado completo mediante la utilización de diferentes métodos estadísticos, identificando cuáles son las características más importantes que se deben relacionar, agrupándolas por sus propiedades y determinando cuáles podrían ser las más relevantes (15, 16). Una de estas técnicas es el análisis de componentes principales (ACP), el cual permite analizar rápidamente las correlaciones entre N variables, y además permite proponer un nuevo grupo de P factores no correlacionados ( $P \leq N$ ) para ser reutilizados por otros métodos (17, 18).

Este trabajo es complementario de estudios previos en los cuales se utilizan los residuos que resultan del procesamiento de frutas como maracuyá (*Pasiflora edulis*), piña (*Ananas comosus*), limón (*Citrus limon*), naranja (*Citrus sinensis*) y mandarina (*Citrus reticulata*), y en lugar de dejar estos desechos como productos contaminantes del proceso, se utilizan para obtener fibra dietaria, presentando también su caracterización fisicoquímica (19). El estudio continúa con la evaluación física y farmacotécnica de las fibras extraídas, con la intención de desarrollar una forma de dosificación sólida (20).

Finalmente, este estudio se ocupa de cómo optimizar un preparado sólido, tomando las fibras extraídas anteriormente y evaluando la forma de conseguir el mayor valor de sus propiedades funcionales al elaborar un producto. El procedimiento de optimización se lleva a cabo efectuando combinaciones de las características fisicoquímicas presentes en las fibras obtenidas, e idealmente se busca utilizar la menor cantidad de recursos, sea de procesos o de materias primas con el mejor rendimiento posible.

## PARTE EXPERIMENTAL

### Materiales

- Fibras de residuos de maracuyá (*Pasiflora edulis*), piña (*Ananas comosus*), limón (*Citrus limon*), naranja (*Citrus sinensis*) y mandarina, (*Citrus reticulata*); cada una molida y homogenizada en tamiz de malla número 1.0 mm.
- Estearato de magnesio, calidad USP

## Equipos

- Granulador oscilante, marca Rodylle, serie 75120.
- Maquina tableteadora de 16 punzones, marca Stokes B-50.
- Punzones de ½ pulgada de diámetro.
- Molino de dientes marca Condux-Werk modelo Lv 15 M.
- Molino de cuchillas Thomas Willey con tamiz de malla número 1.0 mm.
- Balanza de humedad con lámpara infrarroja, Sartorius MA100c.
- Licuadora Osterizer, modelo 250-22, 3 velocidades.
- Medidor de resistencia a rotura (Durómetro). Erweka TBH 28.
- Friabilizador. Erweka, TA, Heusenstamm, Germany.
- Statgraphics Plus 5.0 (noviembre de 2000) como soporte para el análisis estadístico.

## METODOLOGÍA

### Preparación de la forma de dosificación sólida

Se elaboraron comprimidos a partir de un granulado preparado, como se indica en un trabajo previo (19). En la preparación se mezcla fibra en polvo y gel de maracuyá al 5.0% p/v. El peso promedio final es de 650 mg por tableta. Se adicionó estearato de magnesio al 1% del peso total, como lubricante.

### Obtención de datos preliminares para optimizar la utilización de fuentes de fibra en forma óptima

Se seleccionan variables que relacionan el consumo de fibra con algunos de sus efectos fisiológicos en el sistema digestivo humano con el fin de obtener un preparado con los máximos valores de efecto hipocolesteremiante, relacionado directamente con la cantidad de fibra dietaria soluble (FDS) y las propiedades de hidratación de las fibras (20, 21, 22), la facilidad de limpieza de grasas, relacionada con la prueba de la adsorción de aceite (2, 14), el contenido proteico y el contenido de fósforo, como indicador de su actividad metabólica en grasas y carbohidratos en general (2, 23, 24).

Para optimizar el preparado se utilizan los datos obtenidos en trabajos anteriores como el contenido de fibra dietaria soluble e insoluble, proteína, fósforo y la capacidad de hinchamiento (19, 20) (véase tabla 1). Además, a todas las fuentes de fibra se les realiza la prueba que mide capacidad de adsorción de aceite.

### Capacidad de adsorción de aceite

La prueba consiste en colocar 0.5 g de muestra en una probeta graduada de 25 ml; se le adicionan 5 ml de aceite mineral, y se deja en reposo durante 24 horas; pasado de este tiempo se separa la muestra del aceite remanente y se pesa el material. La capacidad de absorción se calcula con la diferencia entre el peso final y el inicial de la muestra (véase tabla 1) (2).

**Tabla 1.** Características fisicoquímicas y nutricionales en diferentes fuentes de fibra dietaria.

Característica	Maracuyá	Piña	limón	Naranja	Mandarina
C. de hinchamiento (ml/g)*	8,5	3,4	3,85	3,9	2,7
C. de adsorción de aceite (g)	0,9	0,9	0,7	0,8	0,9
Fibra dietaria soluble (FDS)**	29,8	6,7	33,0	35,0	16,9
Fibra dietaria insoluble (FDI)**	37,1	49,2	21,9	27,2	44,0
Proteína (g/100g)**	8,0	5,1	6,1	5,0	8,4
Fósforo (mg/100g) **	74	104	100	78	83

\*(1), \*\*(6)

### Análisis comparativo de las muestras

Inicialmente se evalúa la existencia de diferencias significativas entre los promedios de los resultados de las pruebas anteriores, por medio del análisis estadístico de comparación de muestras múltiples (véase tabla 2) y el análisis de varianza (véase tabla 3), para los datos originales.

**Tabla 2.** Comparación de muestras múltiples.

Fuente de fibra	Promedio	Varianza	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
Limón	27.59	1410.67	37.55	1.89546	0.7	100
Mandarina	25.98	1027.69	32.05	0.67468	0.9	83
Maracuya	26.38	740.20	27.20	0.57517	0.9	74
Naranja	24.98	868.93	29.47	0.86592	0.8	78
Piña	21.55	1639.5	40.49	2.9491	0.9	104
Total	25.30	984.874	31.38	1.046	0.7	104

**Tabla 3.** Análisis de varianza.

Fuente de fibra	Suma de Cuadrados	G de L	Cuadrado Medio	Razón de F	Valor P
Entre grupos	126.33	4	31.5826	0.03	0.9984
Dentro de grupos	28435.0	25	1137.4		
Total (Corr.)	3,23231E6	29			

El valor P de la prueba del ANOVA (analysis of variance), muestra que no hay una diferencia estadísticamente significativa al comparar las medias de las 5 fuentes de fibra (Para  $P=0.05$ , y un nivel de confianza del 95%).

### Optimización de los preparados

En esta exploración se toman los valores de cada una de las propiedades encontradas en cada una de las fuentes de fibra. Basados en el resultado del ANOVA, las características se pueden considerar con el mismo peso para la evaluación, o sea que se les puede atribuir la misma importancia; por lo tanto, se utiliza la siguiente metodología: se suman

todos los valores de cada característica y el resultado se toma como el 100%, asumiendo un preparado con una proporción igual de cada fuente de fibra. Por ejemplo, para la capacidad de hinchamiento, la suma de maracuyá 8.50, piña 3.40, limón 3.85, naranja 3.90, mandarina 2.70, da un total de 22.35, lo que para la piña representa el 15.21%. lo mismo se aplica para cada una de las fuentes de fibra y para las variables evaluadas (véase tabla 4).

Finalmente, con esta información se emplea el análisis de componentes principales (ACP), como método de reducción de datos, o sea, un método busca reducir el número inicial de variables (fuentes de fibra dietaria), que facilite optimizar el preparado.

## RESULTADOS

**Tabla 4.** Porcentaje representativo de cada característica evaluada en el total de 5 fuentes de fibra estudiadas.

CARACTERÍSTICA	MARACUYÁ	PIÑA	LIMÓN	NARANJA	MANDARINA	Suma total de cada característica
C. de hinchamiento (ml/g)	38.03	15.21	17.23	17.45	12.08	100%
C. de adsorción de aceite (g)	21.43	21.43	16.67	19.05	21.43	100%
Fibra dietaria soluble (FDS)	24.55	5.52	27.18	28.83	13.92	100%
Fibra dietaria insoluble (FDI)	20.68	27.42	12.21	15.16	24.53	100%
Proteína (g/100g)	24.54	15.64	18.71	15.34	25.77	100%
Fósforo (mg/100g)	16.86	23.69	22.78	17.77	18.91	100%
Suma total de los porcentajes para cada fuente de fibra	146.08	108.92	114.77	113.59	116.63	

En la tabla 4 se presentan los datos iniciales de convertir en porcentaje por gramo de un preparado que contenga cantidades iguales de las 5 fuentes de fibra total.

**Tabla 5.** Correlaciones y entre las variables analizadas, con sus respectivos P-valores.

	MARACUYÁ	PIÑA	LIMÓN	NARANJA	MANDARINA
MARACUYÁ	1,0	-0,4534 (0,3665)	-0,1012 (0,8487)	0,0175 (0,9738)	-0,5975 (0,2104)
PIÑA	-0,4534 (0,3665)	1,0	-0,7261 (0,1023)	-0,7746 (0,0705)	0,5839 (0,2237)
LIMÓN	-0,1012 (0,8487)	-0,7261 (0,1023)	1,0	0,7986 (0,0568)	-0,5182 (0,2923)
NARANJA	0,0175 (0,9738)	-0,7746 (0,0705)	0,7986 (0,0568)	1,0	-0,6009 (0,2072)
MANDARINA	-0,5975 (0,2104)	0,5839 (0,2237)	-0,5182 (0,2923)	-0,6009 (0,2072)	1,0

Con el propósito de ver si la utilización del ACP es adecuada es necesario realizar un análisis de correlaciones entre las variables presentes (véase tabla 5), para obtener combinaciones de las columnas que estén más estrechamente relacionadas. En la tabla se muestra el producto de las correlaciones entre cada par de variables según Pearson. Cada coeficiente se encuentra entre 1 y -1 y muestra la estrecha relación lineal entre las variables. El número que aparece entre paréntesis es el P-valor, el cual prueba la significancia estadística de las correlaciones estimadas, y se puede observar que ningún P-valor es menor de 0.05, lo que indica que todos los pares analizados tienen una correlación estadística diferente de cero.

**Tabla 6.** Análisis de los componentes principales (ACP).

Número del componente	Valores propios	Porcentaje de varianza	Porcentaje acumulado
1	3.11772	62.354	62.354
2	1.30995	26.199	88.554
3	0.379123	7.582	96.136
4	0.193201	3.864	100.000
5	5.94275E-8	0.000	100.000

De estos resultados se seleccionaron los dos primeros valores propios mayores a 1 (componente 1 y componente 2), los cuales, en conjunto, explican un 88.67% de la variación, con lo que se puede reducir el análisis.

**Tabla 7.** Peso de los 2 componentes seleccionados.

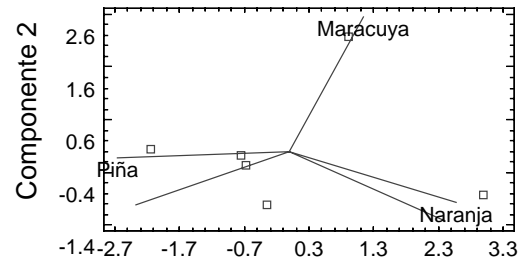
	Componente 1	Componente 2
MARACUYÁ	0,223025	-0,794381
PIÑA	-0,518213	0,0382701
LIMÓN	0,468237	0,41444
NARANJA	0,499039	0,303711
MANDARINA	-0,461984	0,321702

Esta tabla muestra los valores en la ecuación del Análisis de Componentes Principales, que se estandarizaron tomando sus medias y dividiéndolas por sus respectivas desviaciones estándar, obteniendo la ecuación para el primer componente,

$$0,223025 \cdot \text{MARACUYÁ} - 0,518213 \cdot \text{PIÑA} + 0,468237 \cdot \text{LIMÓN} + 0,499039 \cdot \text{NARANJA} - 0,461984 \cdot \text{MANDARINA},$$

y para el segundo componente,

$$-0,794381 \cdot \text{MARACUYÁ} + 0,0382701 \cdot \text{PIÑA} + 0,41444 \cdot \text{LIMÓN} + 0,303711 \cdot \text{NARANJA} + 0,321702 \cdot \text{MANDARINA}$$



**Gráfica 1.** Esta gráfica corresponde al mapa perceptual en dos dimensiones, de las variables analizadas.

En la gráfica 2 se observan las relaciones de dependencia entre las variables de los componentes principales 1 y 2. Aquellas que formen ángulos rectos o aproximadamente rectos son independientes estadísticamente, es decir, no están correlacionadas. La magnitud de dicha correlación es proporcional al valor del coseno del ángulo que ellas formen.

**Tabla 8.** Peso de las variables fisicoquímicas en las ecuaciones de los 2 principales componentes.

Variables fisicoquímicas	Componente 1	Componente 2
C. de hinchamiento	0,909456	2,17183
C. de absorción de aceite	-0,682703	-0,260824
Fibra dietaria soluble	3,00363	-0,829282
Fibra dietaria insoluble	-2,14585	0,0361973
Proteína	-0,743315	-0,0841054
Fósforo	-0,341224	-1,03382

De los anteriores resultados se puede deducir lo siguiente: en el primer componente, las fuentes obtenidas de residuos de naranja (0,499039) y limón (0,468237) presentan la mayor variabilidad de sus características, especialmente debido al efecto de la fibra dietaria soluble (3,00363), seguidas en menor proporción por la fibra de maracuyá (0,223025). La de piña (-0,518213) y la de mandarina (-0,461984) presentan valores negativos, lo que indica su aporte en la variabilidad en este componente. Para el segundo componente, la de limón (0,41444), la de mandarina (0,321702) y la de naranja (0,303711) muestran la mayor variabilidad, en este caso principalmente por el efecto (2,17183) de la capacidad de hinchamiento que presentan. La menor variabilidad se encuentra en la fuente dietaria obtenida del maracuyá (-0,794381).

El uso del ACP muestra que con un valor aceptablemente alto, representado en un 88.554% de la varianza total, se pierde solamente un 11.5% de la información y se logra reducir la dimensión del problema de 5 variables originales a sólo 2 potenciales

para ser utilizadas en el proceso de optimización de un preparado en el que se busca utilizar la menor cantidad de estas fuentes, con la mayor eficiencia de las características evaluadas.

Utilizando la información de la gráfica N°1 se puede observar que la fibra obtenida de los residuos del maracuyá, se separa de los otros 2 grupos formados, uno por las fibras de limón y de naranja, y el otro por las fibras de mandarina y piña.

La suma total porcentual de las características la presenta la fibra de maracuyá (146.8), este valor es bastante diferente al de las otras fuentes de fibra que tienen valores muy similares entre sí. La adición por gramo de cualquiera de las otras fuentes de fibra diferentes al de maracuyá no contribuiría en forma sustancial a mejorar las características funcionales del preparado. La fibra de maracuyá también muestra el mayor porcentaje en las características individuales de hinchamiento y adsorción de aceite, el segundo porcentaje más alto de proteína, y pequeñas las diferencias de las propiedades de la fibra de maracuyá en las características donde no presentan los más altos porcentajes con respecto a las otras fibras.

## CONCLUSIONES

Evaluando los análisis de la funcionalidad de estas fibras, se puede recomendar utilizar fibra de maracuyá sola para elaborar un preparado. Este tendrá, prácticamente, las máximas propiedades fisiológicas que aportaría la mezcla de los 5 tipos de fibra estudiados o mezclas de algunos de ellos. Los polvos y granulados, que son los precursores de las tabletas, también pueden ser utilizados como formas de dosificación vía oral de fibra dietaria de residuos de maracuyá.

La mezcla de los residuos de los limones y naranjas utilizados como fuente de fibra en este estudio, también puede ser una alternativa con buenas características de funcionalidad. Finalmente, estas conclusiones son reafirmadas con resultados anteriores en los cuales la fibra obtenida de los residuos de maracuyá también puede servir como agente aglutinante en la producción de comprimidos por el método de la vía húmeda (20).

## AGRADECIMIENTOS

Al CODI y a la Universidad de Antioquia por la financiación de este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Milo, L. (2004). Nutraceuticals & Functional Foods. *Food Technology*. 58 (2) : 71-75
- Lajolo, S.A. Wensel D.N (1998). Temas en Tecnología de Alimentos. Fibra dietética. 2 : (Ed) Instituto Politécnico Nacional. México, D.F. 79.
- Cho, Sungsoo; De Vries, Jonathan; Prosky, Leon (1997). Dietary Fiber Analysis and Applications. A.O.A.C International. U.S.A. 119-133
- McCleary, Barry V.; Prosky, Leon (2001). Advanced Dietary Fibre Technology. Blackwell Science Ltd. U.S.A. 168-175.
- Román M, María .O., Martínez A., Olga L., Gutiérrez E., E. Lucía, Medina M., Gilma B., Florez, Oscar A. (2002). Diseño de un producto como una buena fuente de fibra dietaria Total (Poster). (Memorias). 1º. Coloquio Internacional y 2º. Nacional de Investigación en Alimentación y Nutrición. Revista Perspectivas en Nutrición Humana. (7) : 6-11.
- Champ, M.; Guillon F. (2000). Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food Research International*. 33 (3-4) : 233-245
- Potty, V.H. (1996). Physio-chemical Aspects, Physiological Functions, Nutritional Importance and Technological Significance of dietary fibres - A critical appraisal. *J. Food Sci. Technol.* 33 (1) : 1-18
- Barcia, E. Cadorniga, (1995). R. An. Real Acad. Farm. 61. pp 451-462.
- Valencia G., Francia E., Román M, María O. (2004). La fibra dietaria como alimento funcional. *Vitae*. 11 (2) : 12-17.
- Khaw, K. T, Berret-Connor, E. (1987) *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 106 pp 555-558.
- Anderson, J. W.; Hanna T. J. (1999). Impact of nondigestible carbohydrates on serum lipoproteins and risk for cardiovascular disease. *J. Nutr.* 129; 1457S-1466S.
- Leontowicz, M.; Gorinstein, Sh.; Bartnikowska, E; Leontowicz, H.; Kulasek, G.; Traakhtenberg, S. (2001). Sugar beet pulp and apple pomace dietary fibers improve lipid metabolism in rats fed cholesterol. *Food Chemistry*. 72; 73-78.
- Fernandez Bañares F, Gassull Duro M.A. (1992). Metabolismo colónico de la fibra dietética efectos fisiológicos y posibles indicaciones terapéuticas de los ácidos Vasos de cadena corta. *Gast y Hep.* 15 (9) : 536-541.
- Practical methods of optimization. R. Fletcher. John Wiley and Sons, 1997.
- Chong, E.K.P, Zak, S.H. An introduction to optimization. John Wiley and Sons, 1996.
- Abraira V, Pérez-de Vargas A. Métodos multivariantes en bioestadística. Madrid: Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, 1996.
- García, M.L., Dominguez, R., Galvez, M.D., Casas, C., Selgas, M.D. (2002) Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Science* 60 : 227-236
- J. Vadeloo (2000). Nutritional properties of the leaf and stem of rice straw. *Animal Feed Science and Technology*. 83 : p. 57-65
- Gutiérrez E. L., Medina M., G., Román M. O., Flórez, O. Martínez O. L. (2002). Obtención y cuantificación de fibra dietaria a partir de residuos de algunas frutas comunes en Colombia. *Vitae* 9 (1) : 5-14.
- Román, O., Florez, O., Gutiérrez E., Martínez, O., Medina, G. (2004). Desarrollo de una forma de dosificación sólida con fibra dietaria. *Revista Vitae*. 11 (2) : 6-11.
- Cho, Sungsoo *et al.* (1997). Dietary Fiber Analysis and Applications. Ed AOAC Maryland USA. p. 202.
- Nelson, Amy L. (2001). High-Fiber Ingredients. Eagan Press Handbook Series. St Paul Minnesota, USA.
- Anderson J. W, Story B: (1981) Plant fiber metabolites alter hepatic glucosa and lipid metabolismo *Diabetes* 30: (133 A)
- Zangwill, M. Medline Plus. Fósforo. Enciclopedia médica en español. Biblioteca Nacional de Medicina, Instituto Nacional de Salud. USA. Actualización: julio de 2004. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002424.htm>. (Revisión, nov de 2005).