



Vitae

ISSN: 0121-4004

vitae@udea.edu.co

Universidad de Antioquia

Colombia

Gutiérrez, Ester Lucia; Medina, Gilma Beatriz; Roman, María Orfilia; Florez, Oscar A.;
Martínez, Olga Lucía

OBTENCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE FIBRA DIETARIA A PARTIR DE RESIDUOS DE
ALGUNAS FRUTAS COMUNES EN COLOMBIA

Vitae, vol. 9, núm. 1, 2002, pp. 5-14

Universidad de Antioquia

Medellín, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169818118001>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

OBTENCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE FIBRA DIETARIA A PARTIR DE RESIDUOS DE ALGUNAS FRUTAS COMÚNES EN COLOMBIA

OBTENTION AND QUANTIFICATION OF FIBER DIETARY SOME COMMON FRUIT WASTE IN COLOMBIA

Ester Lucia Gutiérrez¹, Gilma Beatriz Medina², María Orfilia Roman³, Oscar A. Florez⁴,
Olga Lucía Martínez⁵

RESUMEN

El presente estudio busca elaborar y caracterizar un producto denominado fibra, a partir de los residuos resultantes del procesamiento de la naranja, limón, mandarina, piña y maracuyá. Para justificar el empleo como materia prima de estas fibras, se efectúa el análisis cuantitativo limitándose al contenido de humedad, cenizas, fibra cruda, proteína cruda, carbohidratos totales, además del contenido de hierro, fósforo, fibra dietaria total, fibra dietaria soluble y fibra dietaria insoluble. Los resultados muestran estos productos como fuentes muy altas de fibra dietaria tanto soluble como insoluble, con buen contenido de hierro, fósforo, y otros nutrientes a excepción de la grasa cruda. Este conocimiento permite formular recomendaciones para su empleo en productos alimenticios y farmacéuticos.

Palabras clave: *frutas, residuos, fibra dietaria, nutrientes.*

SUMMARY

The objective of this study is to prepare and characterize a high fiber content product fibers from the waste left in the processing of oranges, lemons, pineapples, mandarins and passion fruits. To justify the use of these fibrous products fibers as raw material, a quantitative analysis was done based only on the content of humidity, ashes, raw fiber, raw protein, total carbohydrates, besides the content of iron, phosphorus, and dietetic fiber (total, soluble and non soluble). The results show that these products are a high source of dietetic fiber both soluble and non soluble with good level of iron, phosphorus and other nutrients with the exception of raw fat. As a conclusion, it is possible to make recommendations about the use of these fibers in food products and pharmacy products.

Key Words: *fruit, residues, fiber diet, nutrients.*

1, 2, 3, 5 Profesores Departamento de Alimentos Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia. Fax 210 54 56 Tel 210 54 65

Dirigir correspondencia a la dirección electrónica: mroman@muiscas.udea.edu.co

4 Profesor Departamento de Farmacia Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia. AA 1226 Medellín. Colombia.

INTRODUCCIÓN

Las frutas han sido siempre parte importante de la alimentación humana. En Colombia el cultivo de frutas es utilizado en su mayor parte para consumo en fresco, y en los últimos años el consumo en forma procesada ha ido en aumento; mientras la demanda de fruta fresca permaneció relativamente estable, la demanda de fruta procesada se duplicó entre 1992 y 1997. (1)

Los métodos de transformación de frutas generan una gran cantidad de subproductos y residuos, a los cuales se les debe buscar un adecuado aprovechamiento, siendo una solución que contribuye al desarrollo industrial sostenible de nuevos productos.

Este trabajo se realiza con los residuos resultantes después de la extracción del jugo de naranja, limón, mandarina y de la separación de la pulpa de maracuyá y piña los cuales son utilizados para la elaboración de “fibra de frutas” como materia prima, fuente de fibra dietaria (FD).

El maracuyá (*Passiflora edulis*) es originario del trapezio amazónico y en Colombia se cultivan tres variedades: hawaiana, venezolana y brasileña. Se utiliza especialmente en la elaboración de jugos y pulpas obteniéndose en promedio un 31% de jugo y 35% de cáscara (2). En Colombia se han realizado estudios sobre el aprovechamiento de estos desechos como fuente de fibra dietaria para ser incluida como ingrediente en productos alimentarios para humanos. (3)

La piña (*Ananas comosus*); su producción en Colombia se basa en tres variedades: la perolera, cayena lisa y manzana; en promedio presentan un 67% de pulpa y un 33% de corteza (4). En el mundo se procesan anualmente 3.45 millones de toneladas métricas de piña; la mayor parte es utilizada industrialmente (5) generando una gran cantidad de subproductos y residuos.

La naranja (*Citrus sinensis*), la mandarina (*Citrus reticulata*) y el limón (*Citrus limon*) son los cítricos utilizados en este estudio. A diferen-

cia de la mayoría de las demás frutas, un porcentaje alto de los cítricos del mundo entero se procesan para obtener el zumo, el cual puede ser concentrado o no. (6)

La naranja es la fruta más común del género *Citrus spp*, y la más conocida en el ámbito mundial. En 1997 Colombia contaba con una producción de 34.674 toneladas de naranja (7). Algunas mandarinas son destinadas a zumos y los limones se procesan para jugos y concentrados.

Las frutas cítricas son bayas en hesperidios, la piel de los cítricos tiene un exocarpio coloreado (flavedo, con vesículas que contienen aceites esenciales) y un mesocarpio blanco, esponjoso (albedo). La porción comestible (endocarpio - pulpa) comprende la parte interna de los carpelos conformados en gajos, los cuales contienen semillas y vesículas con zumo. (5, 7, 8, 9)

Las frutas cítricas son una buena fuente de pectinas y fibras, la pectina es un polisacárido importante de la matriz de la pared celular, sirve como segmento intercelular dando firmeza a muchas frutas (5). Las fibras son aquellos constituyentes que dan firmeza, resistencia y textura fuerte a las estructuras externas de las frutas. (10)

La industria procesadora de cítricos (naranja, limón y toronja principalmente) emplea grandes volúmenes de fruta, y sus desechos incluyen corteza, pulpa y semillas. Estos residuos en un alto porcentaje se usan en algunos países desarrollados para la manufactura de una serie de subproductos, como aceites fijos y volátiles, ceras, resinas, productos pécticos, celulosa, alimento para ganado, fertilizantes, ácidos acético, cítrico y láctico. (11)

Las cortezas de cítricos se aprovechan fundamentalmente como ingredientes de piensos, pero se viene estudiando el desarrollo de otros productos como la extracción de aceites esenciales y terpenos del flavedo, la pectina del albedo y la obtención de flavonoides hesperidina y naranjina para su uso en la industria farmacéutica. (12)

Después de exprimir los cítricos para obtener el jugo y de extraer la pulpa del maracuyá y la piña, los desechos o residuos resultantes (cortezas) pasan a ser fuente de contaminación ambiental si no son aprovechados y manejados adecuadamente. Por lo tanto el reto es la búsqueda de alternativas para la utilización del potencial tecnológico y comercial de estos residuos.

Estas cortezas son utilizadas en este trabajo para la obtención de fibra dietaria, la cual en términos generales consta de: **a)** Polisacáridos estructurales o polisacáridos no almidón (celulosa, hemicelulosa, pectinas, rafinosa, estafinosa), **b)** Polisacáridos no estructurales (gomas y mucílagos), **c)** Sustancias estructurales no polisacáridos (ligninas), **d)** Otras sustancias (cutina, taninos, suberina). (13, 14, 15)

Durante las dos últimas décadas la fibra dietaria ha generado un gran interés, porque, se ha demostrado que posee efectos preventivos contra determinadas enfermedades de las sociedades industrializadas. El creciente interés por la fibra dietaria es debido a su efecto benéfico sobre la función gastrointestinal y en la prevención de enfermedades cardiovasculares. (16)

Estos estudios han incluido el aprovechamiento de la fibra dietaria obtenida a partir de hollejos de cítricos y también se han estudiado las propiedades anticancerígenas del limoneno presente en la corteza de naranja en cantidades entre 4.3 y 9.0 mg/g. (12)

La demanda para los productos con alto contenido de fibra ha crecido y las compañías productoras de alimentos intentan satisfacer esta necesidad con una variedad amplia de alimentos adicionados de fibra. (17)

La preparación de fibras a partir de subproductos y residuos de frutas se presenta como una alternativa tanto para un manejo adecuado de los desechos sólidos, reducción de los niveles de emisión y la disminución de la degradación del medio ambiente, como para la obtención de nuevas fuentes de fibra dietaria

con características únicas, y muchas aplicaciones interesantes, ya sea en la preparación de alimentos funcionales o para formas farmacéuticas, ofreciendo así a la población colombiana una oportunidad de aumentar el consumo diario de fibra dietaria, (las referencias de valores de fibra que se deben consumir se calculan en 23.00 g por cada 2000 Calorías ingeridas) (18), con la ventaja de poder elegir entre ellas, además de contribuir a disminuir los desechos sólidos resultantes del reproceso, con el consecuente mejoramiento de la calidad del medio ambiente favoreciendo la participación en un desarrollo sostenible buscado por todos los gobiernos a nivel mundial.

Para el adecuado aprovechamiento de la fibra obtenida a partir de estos residuos, es necesario conocer primeramente su composición, para lo cual se realizan análisis fisicoquímicos de sus componentes mayores como son: humedad, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, fibra dietaria total, fibra dietaria soluble e insoluble, cenizas totales y como complemento se determina su contenido en hierro y en fósforo.

La composición de la fibra dietaria para cada una de las frutas analizadas tiene características especiales y es la base para el entendimiento de sus propiedades fisicoquímicas y funcionales.

PARTE EXPERIMENTAL

El trabajo se realiza con los residuos de la extracción del jugo de naranja, limón y mandarina consistentes en: la corteza, el albedo y parte de la placenta, además con las cortezas resultantes del pelado manual realizado para obtener la pulpa del fruto de la piña y el maracuyá. Estos residuos a excepción de los limones son obtenidos en el puesto de venta de jugos de la ciudad universitaria de la Universidad de Antioquia y transportados al laboratorio de análisis de alimentos de la facultad de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia, en bolsas de polietileno. Las cáscaras de limón son

adquiridas en una pequeña industria productora de jugos y son transportadas igualmente empacadas en bolsas de polietileno. En el laboratorio son almacenadas a 4°C mientras se inicia su procesamiento, el cual debe hacerse lo más rápido posible.

Las cáscaras son seleccionadas, pesadas y reducidas de tamaño troceándolas y luego son sometidas a un lavado por inmersión en agua potable durante 30 minutos a temperatura ambiente, se procede luego a una desinfección por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio de 15 ppm durante 20 minutos, se escurren sobre una malla y se secan en estufa con circulación de aire a 60 °C. Se pesan nuevamente y se empacan en bolsas de polietileno.

El material seco se muele en un molino de dientes marca Condux-Werk modelo Lv 15 M, obteniéndose partículas con un tamaño aproximado a 0.3 mm. El material seco y molido al que se denomina fibra se almacena en recipientes de polietileno con cierre hermético, rotulados y marcados hasta su evaluación analítica. (diagrama 1)

Para el análisis de los componentes nutricionales, el material es preparado, homogenizando pasando nuevamente por un molino de cuchillas marca General Electric y por malla número 40.

Para la determinación de humedad las muestras son sometidas a temperaturas entre 100 - 105 °C en estufa de aire, teniendo como referencia el método gravimétrico 966.02 del AOAC Internacional. (19)

Las cenizas se determinan sometiendo las muestras a temperatura de 550 °C ± 10 °C hasta combustión completa según el método directo AOAC Internacional 923.03. (19)

El extracto etéreo se determina sometiendo las muestras secas a reflujo con un solvente orgánico en condiciones determinadas, con posterior eliminación del solvente y determinación

gravimétrica del residuo, siguiendo el método Soxhlet 920.39 del AOAC Internacional. (19)

La fibra cruda se analiza por tratamiento de las muestras secas y desengrasadas con soluciones ácida y alcalina diluidas y posterior calcinación del residuo insoluble según el método oficial AOAC Internacional 962.09. (19)

Los resultados de proteína cruda se obtienen de multiplicar el contenido de nitrógeno determinado por el procedimiento Kjeldahl, por el factor de transformación en proteína 6.25. Método AOAC Internacional 920.87. (19)

La determinación de hierro se realiza por un método espectrofotométrico, reduciendo el hierro férreo a ferroso y posterior formación cuantitativa de un complejo rojo anaranjado de hierro (II) y ortofenantrolina; este complejo tiene un máximo de absorbancia a 510 nm. (20)

La determinación de fósforo se realiza por el método azul de molibdeno, donde el fósforo contenido en las muestras es llevado a ión fosfato el cual reacciona con molibdato de amonio formando fosfomolibdato amónico, este compuesto es reducido con hidroquinona con formación de una sustancia de color intenso llamada azul de molibdeno, la cual se mide espectrofotométricamente a 625 nm. (21)

La fibra dietaria total (F.D.T.) se analiza tanto por el método enzimático - gravimétrico como por el método no enzimático - gravimétrico 993.21 adoptado por el AOAC Internacional, en el cual duplicados de las muestras son suspendidas en agua e incubadas a 37 °C durante 90 minutos; posteriormente los componentes de la fibra dietaria solubles son precipitados con etanol al 95 %, el residuo es lavado secuencialmente con etanol al 78 %, al 95 % y acetona para luego ser secadas a 105 °C. En uno de los duplicados se analiza la proteína cruda y en el otro las cenizas. (19)

Para la determinación de fibra dietaria insoluble (F.D.I.) se aplica el mismo método ob-

viando la precipitación de la fibra soluble en alcohol según el método 991.43G del AOAC Internacional y para la determinación de la fibra dietaria soluble (F.D.S.) se trata igual la muestra pero retirando el residuo insoluble según el método 991.43H del AOAC Internacional. (19)

Las mismas muestras son sometidas al análisis de fibra dietaria total siguiendo el método enzimático - gravimétrico 985.9 del AOAC Internacional, donde las muestras se someten inicialmente a la hidrólisis de los carbohidratos, mediante calentamiento a 95 °C en presencia

de una alfa amilasa termoestable, posteriormente con amiloglucosidasa se llevan hasta glucosa, las proteínas son hidrolizadas con algunas enzimas proteasas a pH cercano a la neutralidad. (19)

El número de réplicas analizadas para cada uno de los parámetros es de tres, el único valor que se menciona en el artículo corresponde al promedio de las determinaciones realizadas expresadas en porcentajes (g/100 g), excepto para el hierro y el fósforo los cuales están expresados en mg/100 g.

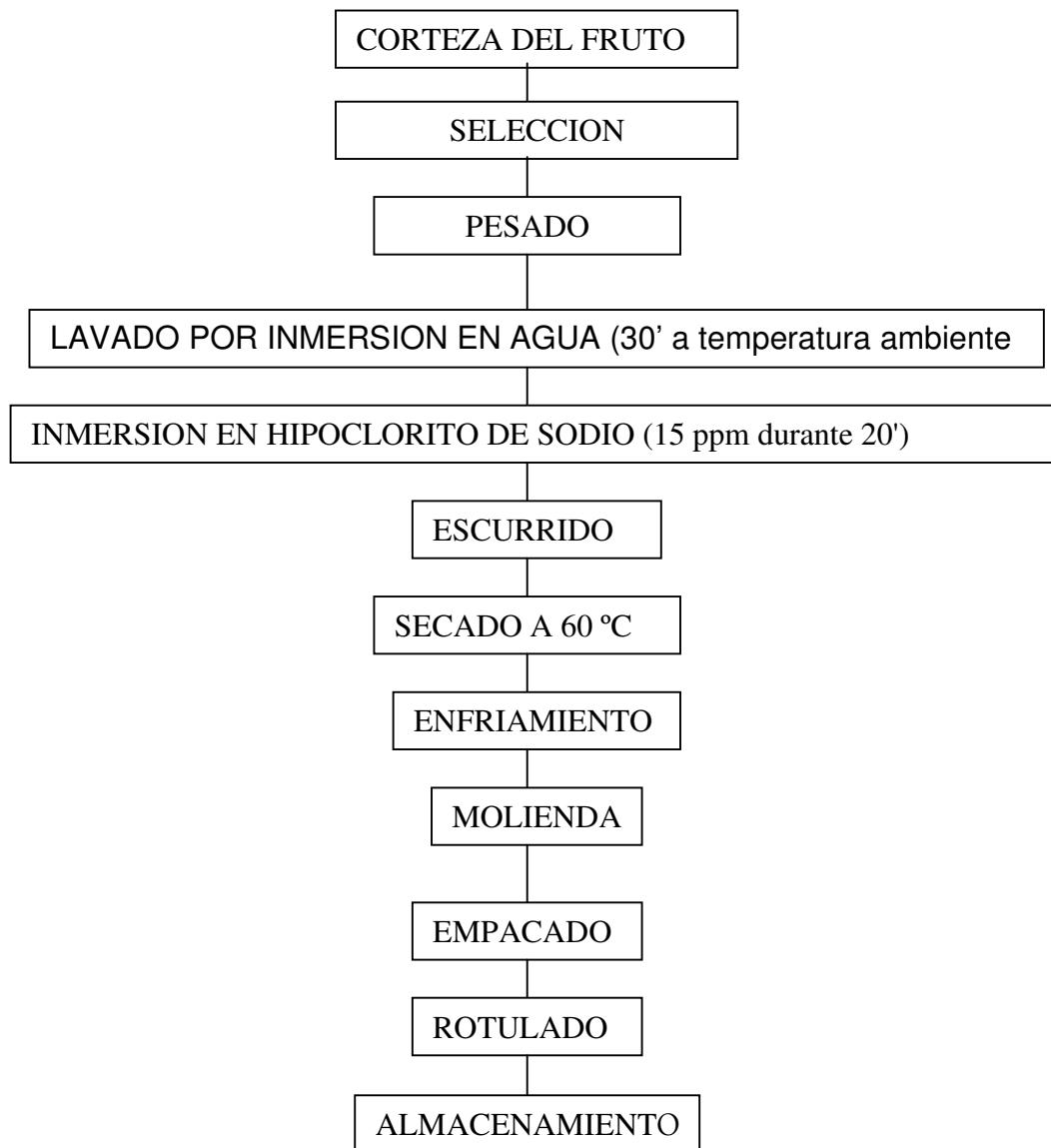


Diagrama 1. Proceso de obtención de fibra dietaria a partir de residuos de frutas

RESULTADOS

Los resultados se presentan en las figuras 1, 2, 3 y en la tabla 1.

En la figura 1 se presentan los resultados de las determinaciones de humedad, cenizas totales, grasa cruda, proteína cruda, fibra cruda y extracto no nitrogenado para cada una de las fuentes de fibra dietaria de residuos de frutas preparadas en el laboratorio.

En la figura 2 se presentan los valores encontrados de hierro y fósforo en cada una de las muestras.

En la figura 3 se presentan los valores de F.D.T. encontrados en cada una de las fuentes de fibra dietaria estudiadas tanto por el método enzimático - gravimétrico como por el método no enzimático - gravimétrico y los resultados obtenidos de los análisis de F.D.S. y F.D.I.

Para el estudio estadístico de los resultados se calcula la media (\bar{X}), la desviación estándar (S) y el porcentaje del coeficiente de variabilidad (%CV) con los resultados de los parámetros medidos en cada fuente de fibra dietaria. La tabla 1 muestra el %CV encontrado para cada análisis en todas las fibras.

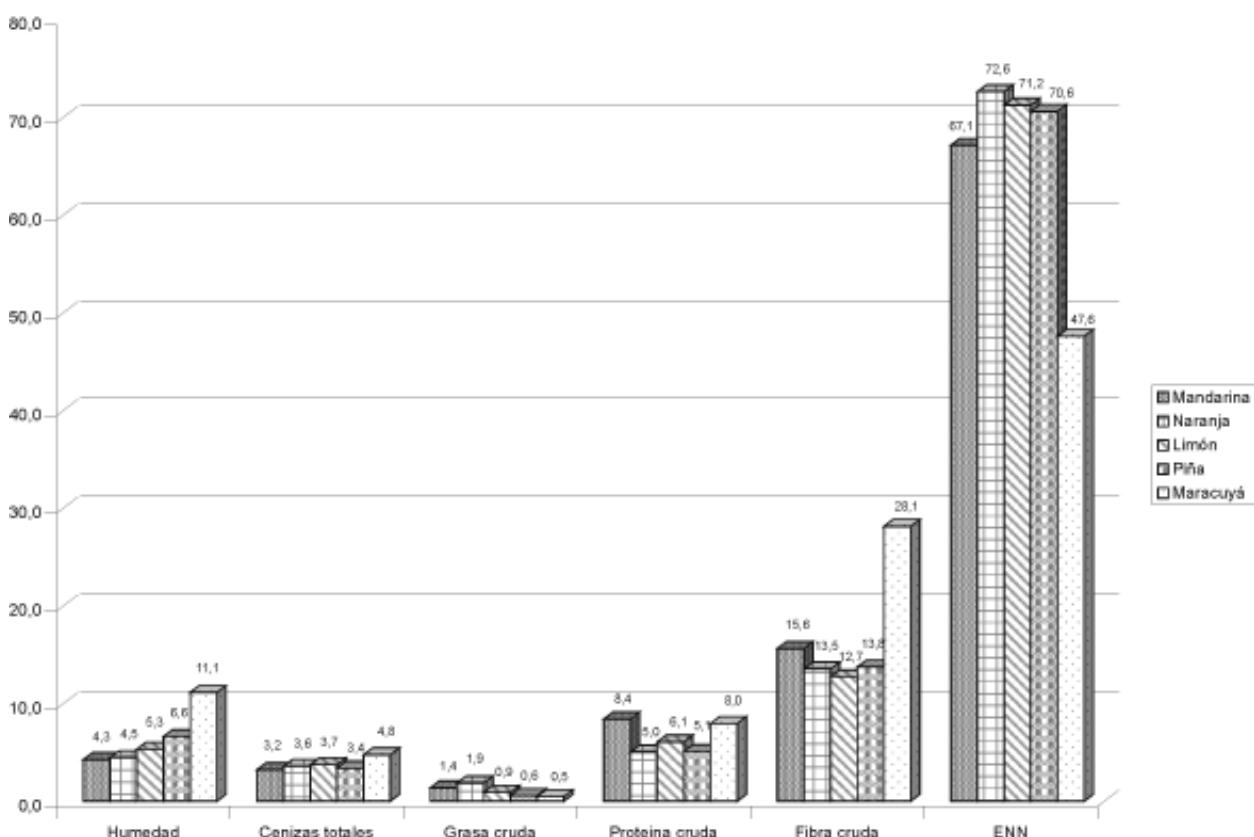


figura 1. Composición cuantitativa de las diferentes fuentes de fibra estudiadas (g/100g)

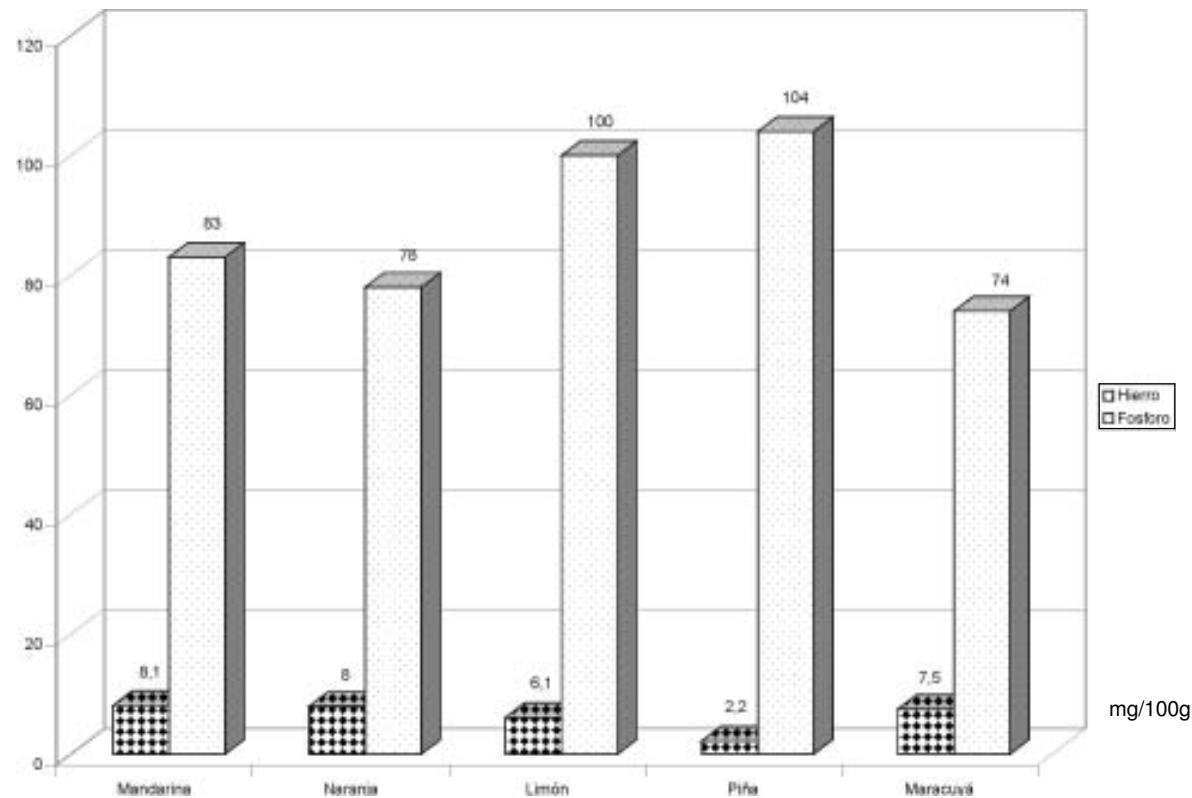


Figura 2. Contenido de hierro y fosforo de las diferentes fuentes de fibra estudiadas (mg/100g)

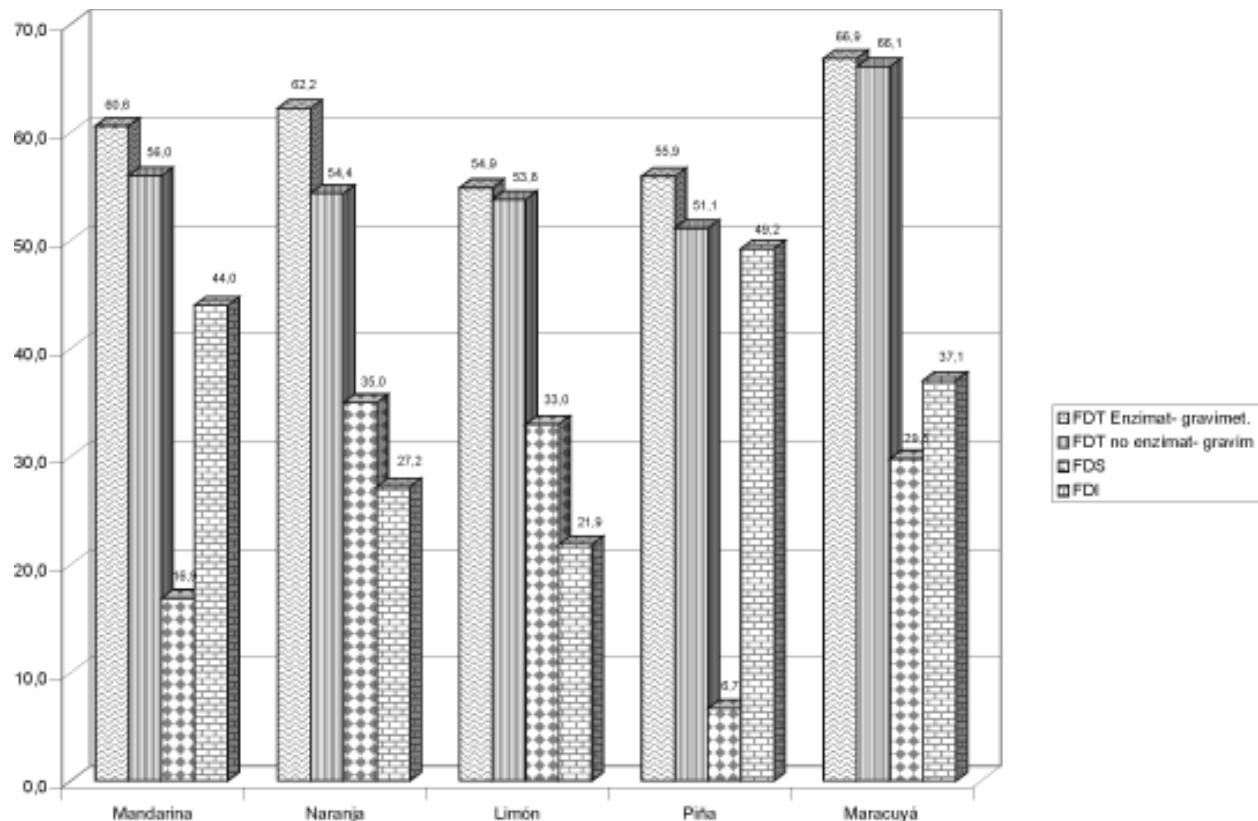


Figura 3. Contenido de F.D.T., F.D.I. y F.D.S. de las diferentes fuentes de fibra estudiadas (g/100g)

Tabla 1. Porcentaje de coeficiente de variabilidad (%CV) en los análisis realizados a las diversas fuentes de fibra dietaria

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados de la figura 2 indican que la humedad de las diferentes fuentes de FD es baja, lo que permite prever una buena conservación siempre que se mantenga en empaque y almacenamiento adecuado.

El contenido de cenizas totales es relativamente alto y similar entre las diferentes fuentes de fibras, siendo el maracuyá el de mayor porcentaje. El análisis de cenizas está enfocado a la determinación de minerales como el hierro y el fósforo de gran importancia en la alimentación humana. Es importante destacar los bajos contenidos de grasa cruda y los relativamente altos de proteína cruda de las diferentes fuentes de FD. En los cítricos el contenido de aceites esenciales hace parte de la grasa bruta. El valor del extracto no nitrogenado (ENN) para las diferentes fuentes de FD (se obtiene restando de 100 los otros componentes) es alto, siendo mayor el de naranja.

Comparando el contenido de fibra cruda (figura 2) con el de la F.D.T. (figura 4) se observa el alto contenido en F.D.T. la cual hace parte del valor encontrado en ENN, puesto que incluye todos los componentes fibrosos o no, no digeribles por las enzimas del cuerpo humano.

Como era de esperarse sobresalen los altos valores de fibra dietaria total (F.D.T.) en cada

una de las fuentes de fibra dietaria analizadas, siendo el maracuyá el que presenta mayor contenido, en la figura 3 se encuentran los resultados de la determinación de F.D.T. por los métodos realizados, no se observa diferencia estadísticamente significativa en estos resultados, probablemente debido a la poca cantidad de almidones contenido en las muestras.

Las fibras de mandarina y piña presentan los valores más altos en F.D.I. en tanto la fibra de naranja, limón y maracuyá tienen un alto contenido en F.D.S. En todas las fuentes de fibra se presenta una buena relación F.D.I./F.D.S.; no sucede esto con la piña, donde predomina la F.D.I. sobre la F.D.S.

El contenido de hierro en todas fibras es alto y similar entre ellas a excepción de la fibra de piña la cual presenta el valor más bajo.

Las fibras de limón y piña presentan los contenidos de fósforo más altos, este mineral se encuentra en gran cantidad en todas las fibras.

En el análisis estadístico de los resultados se compara el método enzimático-gravimétrico contra el método no enzimático gravimétrico, para la obtención de fibra dietaria total:

- a) Por medio de la evaluación del seguimiento y de la kurtosis estandarizadas se comprobó que ambas muestras provienen de una distribución normal.

b) Al hacer la comparación de las medias de ambas muestras, con un 95% de nivel de confianza, se obtiene un valor $T = 1.7437$, y un valor $P = 0,0927762$, indicando que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre ellas, y además entre ellas y la media poblacional.

c) En la prueba F para comparar desviaciones estándar, con un 95% de nivel de confianza, se obtienen los valores para $F = 0.777902$, y el P valor = 0.644832, que señalan que no hay diferencias estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar de ambos métodos ni tampoco de las muestras con la desviación estándar de la población. Esto permite concluir que no hay diferencia significativa entre ambos métodos.

El conocimiento del contenido de macronutrientes, de F.D.T., F.D.S. y F.D.I. de estas fuentes de FD permitirá el desarrollo de nuevos alimentos y de formas farmacéuticas, mediante el procesamiento tecnológico de estos residuos. Este estudio analítico justifica el empleo de residuos y subproductos como materia prima para la industria farmacéutica y alimentaria con el fin de ofrecer a la población

colombiana nuevas formas de incrementar el consumo diario de fibra dietaria, lo que traerá múltiples beneficios para la salud.

Es importante considerar la proporción entre F.D.I./F.D.S. en el momento del empleo de una determinada fibra para obtener los mejores beneficios. La Food and Drug Administration (FDA) recomienda para una dieta equilibrada un 70-75% de F.D.I. y un 25-30% de F.D.S. Sin duda alguna la posibilidad de obtener concentrados con alto contenido de fibra dietaria, superior a 50 % a partir de los residuos de frutas, es buena, debido a que es relativamente fácil la consecución de dichos residuos, lo mismo que la elaboración de la fibra dietaria.

AGRADECIMIENTOS

- Al CODI y a la Universidad de Antioquia por la financiación de este trabajo.
- A los estudiantes: Carolina Arboleda E., Mauricio A Posada V., Tatiana Donado V., Lida M Yepez A., Claudia Rivera P., Lorena Agudelo C., Luis Javier Serna B., Vanesa Martínez S.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, sistema de inteligencia de mercados - SIM - frutas procesadas. Perfil de producto # 10; Corporación Colombiana Internacional, Bogotá, Colombia. Octubre – diciembre, 2000, p 1.
2. Arias P, Luis H. Uribe Manuel H. y Fernández Joaquín D. “El Cultivo del Maracuyá”. SENA Subdirección Técnica Pedagógica, división agropecuaria regional Norte de Santander. Cúcuta. Colombia. Octubre, 1990, pp. 9-10.
3. Bermúdez P, Ana S. Baquero, Claudia. Buitrago, Ana R. Elaboración de galletas con fibra de maracuyá en: 5º Congreso nacional de ciencia y tecnología de alimentos ACTA, CENTIA, Santafé de Bogotá, 1999.
4. Cartagena V, José R. Memorias del curso regional de actualización en frutas tropicales. Espinal – Tolima, mayo, 1994, p. 153.
5. González M, Gloria E. Ramírez R, J Francisco. Aprovechamiento Integral de frutas a ejemplo de la piña, variedad cayena lisa, utilizándola en impregnación al vacío y el proceso sisivita en: Primer simposio internacional de la bebida a base de jugos. ASOJUGOS Asociación Colombiana de Jugos. Medellín, noviembre, 2000.
6. Davies, Frederick S. Albrigo L Geme. Cítricos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza - España. 1999. p. 233.
7. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Corporación Colombiana Internacional. Cítricos, Información Básica por Producto. 1999, p. 23.
8. León V, Gloria M. Álvarez de la Pava, Santiago. Manejo Pos - cosecha de la naranja. SENA regional Quindío 1998, pp. 22 - 29.

9. Desrosier, N.W. Elementos de Tecnología de Alimentos. CECSA. México, 1997, pp. 272 - 273.
10. Piedrahita, Carlos A. Tecnología de frutas y hortalizas. Universidad del Valle. Cali, Colombia. 1991, pp. 3 - 4.
11. Enciclopedia Agropecuaria Ingeniería y Agroindustria. Editorial Terranova. Tomo V. 1995, p. 147.
12. Chafer, M. y otros. "Aprovechamiento de la corteza de cítricos mediante deshidratación osmótica con pulso de vacío". Alimentación, Equipos y Tecnología. Vol 19 (9),: 55 - 61, 2000.
13. Braddock R, J. By products of citrus fruit. Food Tecnology. Vol 49 (9),: 76, 1995.
14. Blanco M, Adriana. Fibra dietética: Composición y fuentes alimentarias. Alimentos y salud, Marzo, 1995, pp.12- 14.
15. Gutiérrez, E lucia. Ramírez L, Gladys. La fibra concepto, composición y efectos. Vitae. Vol 5 (2),: 19 -20, 1998.
16. Pacheco de D, Emperatriz y otros. Snacks de maíz, enriquecido con fibra dietética y carotenoides de harina de zanahoria (*Ducus carota*) procesados por extricción. Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, N°23. 1997. pp. 235 - 248.
17. Gordon W, Fuller. New food product development for concepto market place. New York. CRC Prees. 1994, pp. 54 - 58.
18. US Administración de Drogas y Alimentos FDA. La nueva etiqueta de los alimentos. Publicación número BG 9512. Mayo, 1995.
19. AOAC Official Methods of Analysis 16 edición. Association of Official analitical Chemist 1996.
20. INVIMA Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos de la República de Colombia. Ministerio de Salud. Procedimiento para la determinación de hierro en harinas por el método espectrofotométrico. Primera edición 1999. Código D.L.A.
21. Fischer, Roberto B. Peters, Dennis G. Análisis químico cuantitativo. Tercera edición. México. Editorial Interamericana. 1970, p. 585.

Recibido: abril 2 de 2002

Aceptado: mayo 7 de 2002