



Nacameh

Vocablo náhuatl para “carnes”

Volumen 3, Número 2, Diciembre 2009

Difusión vía Red de Computo semestral sobre Avances en Ciencia y Tecnología de la Carne

Derechos Reservados[©] MMIX

ISSN: 2007-0373

<http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/>



URL: <http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/>

ISSN: 2007-0373

NACAMEH Vol. 3, No. 2, pp. 71-82, 2009

Utilización de subproductos agroindustriales como fuente de fibra para productos cárnicos^o

Chávez-Zepeda LP, Cruz-Méndez G, Gracia de Caza L, Díaz-Vela J, Pérez-Chabela ML[✉]

*Departamento de Biotecnología. Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186. Col. Vicentina. Deleg.
Iztapalapa. 09340. México, D.F. ✉: lpch@xanum.uam.mx*

Introducción

Los consumidores son cada vez más conscientes de la relación que existe entre los alimentos en la dieta con los problemas de la salud y por lo tanto exigen ingredientes naturales que sean seguros para poder tener una mejor calidad de vida.

La Central de Abasto de la Ciudad de México es el segundo mayor centro de comercialización de alimentos en el mundo, el cual recibe diariamente alrededor de 24 mil toneladas de productos y genera aproximadamente 895 toneladas de residuos por día. Entre los principales desechos que se tienen en este enorme mercado, una gran cantidad corresponde a frutas y vegetales, y otra parte al mercado de flores, lo cual representa aproximadamente el 65 por ciento, lo que indica que el mayor porcentaje de basura está constituido por desperdicios orgánicos.

Esto representa un problema grave, pero también es una fuente prometedora de materiales que pueden ser utilizados en la industria alimentaria, por lo que es necesario evaluar posibilidades de empleo, dándoles un aprovechamiento integral sin limitarse a su comercio como fruta fresca. Una de las posibilidades es emplearlos como fuente de fibra alterna a la de los cereales más utilizados, como el salvado de trigo y las

^o Recibido en Septiembre 2009, Revisado en Octubre 2009, Aceptado en Noviembre 2009.

el salvado de trigo y las cascarillas de arroz, de maíz y sorgo (Nyman, 1983) por lo que se ha recurrido al empleo de fibra proveniente de otras fuentes entre ellas hojuelas de avena y las leguminosas que presentan mayor contenido de fibra y de mejor calidad (Saura-Calixto y col., 2001). Además las frutas y vegetales poseen un mayor contenido de fibra total, soluble e insoluble, que las fuentes anteriores mencionadas, logrando obtener una relación balanceada entre ambas fracciones (Ruales y Zumba, 1998). Esto hace que aumente el interés como fuente de fibra debido a las propiedades fisiológicas y funcionales que pueden tener en el organismo humano y en los sistemas alimenticios en que se incorporen (Figuerola y col., 2005). La funcionalidad de un componente o ingrediente de un alimento puede definirse como cualquier propiedad fisicoquímica de los polímeros que afecta y modifica algunas de las características de un alimento que contribuye a la calidad del producto final (Badui, 1999). Hispsley (1953) empleó por primera vez el termino Fibra Dietetica (FD), sin embargo desde entonces se han tenido problemas para definirla adecuadamente (Peraza, 2000). Alrededor de 1992 la Association of Official Analytical Chemists (AOAC) la definió como la parte remanente comestible de las células vegetales, polisacáridos, lignina y sustancias asociadas resistentes a las enzimas digestivas humanas. Esta definición incluye macro constituyentes de los alimentos como celulosa, hemicelulosa, lignina, gomas, celulosa modificada, mucilagos, oligosacáridos, pectinas y sustancias minoritarias como ceras, cutina y suberina (DeVries y col., 1999).

Un aumento en el consumo diario del nivel de la fibra dietética ha sido recomendado entre 25-30 g/día. Debido a esto, es importante aumentar el consumo de todos los alimentos que pueden proporcionar una ingesta adecuada de fibra diariamente. La búsqueda de nuevas fuentes de fibra a partir de frutos y sus residuos (cáscaras y bagazos) ha llegado al desarrollo de procedimientos para su obtención y conservación que incluyen el lavado, trituración o despulpado, secado, molienda y envasado; para su posible aplicación como ingredientes funcionales en la elaboración de productos alimenticios (Fernández y Rodríguez, 2001).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad bromatológica de residuos agroindustriales como fuentes potenciales de fibra para productos cárnicos.

Materiales y Métodos

Se utilizaron cáscaras de plátano, jícama, tuna, mango, piña, manzana, zanahoria, así como el albedo de toronja y hojas de maguey que se habían utilizado en la elaboración de barbacoa. Todos los subproductos excepto el albedo de toronja, se lavaron, se secaron al aire libre o por medio de la estufa, se molieron, tamizaron y se almacenaron en frascos herméticos a temperatura ambiente. En el caso del albedo de toronja se realizó un tratamiento con cloruro de sodio (15%) para quitar la limolina que es lo que le da el sabor amargo. Los análisis que se realizaron fueron: pH, proteína, grasa, cenizas, humedad y contenido de fibra total, soluble e insoluble.

Eliminación de limolina del albedo de toronja

Una vez extraído manualmente el albedo de la cáscara de toronja, se colocó en un recipiente con solución de hidróxido de sodio (15%) y se dejó por 30 minutos hasta que la solución alcanzó su punto de ebullición. Posteriormente, se retiró el albedo de la solución y se lavó con abundante agua para eliminar el excedente de cloruro de sodio, después se colocó el albedo de naranja sobre una charola dentro de una estufa a una temperatura de 60°C durante 6 horas (Durán-Mendoza y col., 2008).

pH

La determinación del pH se llevó a cabo de acuerdo a la metodología propuesta en AOAC (945.10), la muestra se homogenizó con agua destilada (1:10, p/v) para después obtener el pH con el uso de un potenciometro (50 ph meter, Beckman).

Proteína total

El contenido de proteína se llevó a cabo por medio del método de Kjeldahl (AOAC 920.53), el cual se basa en la digestión de las proteínas y otros componentes orgánicos de la harina, en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores. El nitrógeno orgánico total es convertido en sulfato de amonio y la mezcla digerida se neutraliza con una base y se destila posteriormente en una solución de ácido bórico. Los aniones del borato así formado se titulan con HCl estandarizado, lo cual se convierte en

el nitrógeno de la muestra. El resultado del análisis representa el contenido de proteína cruda del alimento ya que el nitrógeno también proviene de componentes no proteicos.

Para la determinación de este parámetro se pesó 1 gramo de muestra y se colocó en el fondo de un matraz Kjeldahl, a este se le agregaron 2.5 gramos de mezcla digestora y 10 mL de ácido sulfúrico. El matraz se colocó en un digestor durante 2 horas aproximadamente hasta que la muestra se tornó de color verde, posteriormente los matraces se dejaron enfriar a temperatura ambiente para después agregar 15 mL de hidróxido de sodio (40%) a la muestra digerida. Se continuó con la destilación de la muestra digerida junto con el hidróxido de sodio hasta recuperar 50 mL del destilado, el cual fue recuperado en un matraz con solución de ácido bórico (4%) e indicador rojo de metilo (2 gotas). Por último el destilado se tituló con una solución de ácido clorhídrico (0.1 N). El cálculo de proteína total se determinó multiplicando el porcentaje de nitrógeno total por el factor 6.25, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Nitrógeno} = (\text{Volumen gastado} \times \text{Normalidad} \times 0.014 \times 100) / \text{peso muestra}$$

Grasa

Para la determinación del porcentaje de grasa se pesaron 2 gramos de muestra y se adicionaron 2 ml de etanol (95%), 1 ml de ácido clorhídrico concentrado y 8 ml de agua destilada. La solución se colocó en un frasco tapado para evitar volatilización de los disolventes, después se colocó en baño maría a 60°C durante 20 minutos, se deja enfriar para obtener la grasa separada del solvente. Posteriormente, se adicionó 25 ml de eter dietilico y se agitó durante 1 minuto. La grasa se separó por decantación, por ultimo se colocó en una estufa hasta tener un peso constante. Los cálculos se obtuvieron por diferencia de peso (AOAC 920.85).

Cenizas

El porcentaje de cenizas se determinó pesando 2 gramos de muestra, la cual se colocó en un crisol previamente acondicionado a peso constante y se pre-incineraron con ayuda de un mechero Fisher, después de haber eliminado la mayor cantidad de materia orgánica posible, se colocaron en

una mufla durante 3 horas a una temperatura de 550°C. Pasado el tiempo de incineración se colocaron los crisoles con la muestra en un desecador hasta que alcanzaran temperatura ambiente. Por ultimo se pesaron los crisoles y se determinó el porcentaje de cenizas por diferencia de peso (AOAC 940.26).

Humedad

El porcentaje de humedad se determinó mediante la metodología del AOAC (934.06), se pesaron 2 gramos de muestra y se colocaron en charolas de aluminio previamente acondicionadas a peso constante, estas se colocaron en una estufa durante 12 h a una temperatura de 90°C. El porcentaje de humedad se determinó por diferencia de peso.

Fibra total

El porcentaje de fibra total, insoluble y soluble se determinó usando la combinación de los métodos enzimático y gravimétrico. La muestra seca y libre de grasa es gelatinizada con una enzima termo estable (α -amilasa) y luego es digerida enzimáticamente con proteasa y amino-glucosidasa para remover la proteína y el almidón presente en la muestra. El etanol es agregado para precipitar la fibra soluble y luego el residuo es filtrado y lavado con etanol y acetona. Después de haberse secado el residuo es pesado. La fibra insoluble se calcula de la misma forma que la fibra total, omitiendo los pasos del lavado con etanol; y la fibra soluble se obtiene de la diferencia de la fibra total y la fibra insoluble (AOAC 991.42). Todos los análisis se realizaron por triplicado.

Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se muestran los resultados de pH y el análisis bromatológico de las muestras estudiadas. Todos los residuos estuvieron dentro de un rango de pH de 4.16 a 6.34 donde la piña presentó el valor más bajo y el plátano el más alto, mientras que la toronja, mango y manzana presentaron valores similares alrededor de un pH de 4. Para el contenido de humedad las harinas con mayor contenido fueron el plátano con un 16.62% y por debajo de ella, se encuentra la zanahoria con 15.56% siendo las de menor

contenido la hoja de maguey y toronja (albedo) de 7.29 y 7.82% respectivamente.

Tabla 1. pH y Análisis bromatológico de subproductos agroindustriales.

MUESTRA	ANÁLISIS				
	pH	HUMEDAD (%)	CENIZAS (%)	PROTEÍNA (%)	GRASA (%)
Toronja (albedo)	4.64	7.82	40.75	0.50	6.19
Mango	4.51	8.13	3.76	0.15	1.37
Piña	4.16	9,62	4.02	0.47	1.80
Jicama	6,04	12,31	4,88	0.08	2,53
Plátano	6,34	16,62	12,86	0.38	4,32
Tuna	5,22	11,57	19,61	0.04	2,48
Manzana	4.40	11.92	1.58	0.704	4.74
Zanahoria	5.69	15.56	10.96	11.26	3.09
Hoja de maguey	5.18	7.29	13.83	1.24	8.31

En cuanto a cenizas, la manzana tiene un menor porcentaje y el albedo de toronja el de mayor contenido, siendo este de 40.57%, sin embargo el plátano, tuna, zanahoria y hoja de maguey están en un rango de 10 a 20% de cenizas. El porcentaje de proteína para la mayoría de los subproductos, presentaron un valor menor al 1%, donde la muestra que tiene el mayor porcentaje es la zanahoria con un 11.26% de proteína.

La hoja de maguey así como el albedo de toronja resultaron los más altos en contenido de grasa de 8.31 y 6.19% respectivamente mientras que el resto de los subproductos fueron inferior a estos.

Mejía y col. (2007) reportaron valores de pH de 4.2 para residuos de mango, lo cual concuerda con lo reportado en el presente trabajo donde se obtuvo un pH de 4.51. En la mayoría de los productos la diferencia de pH

se debe principalmente a la etapa de crecimiento en el que se encuentra el fruto, en donde la acidez es mayor durante el crecimiento y después desciende de manera continua durante la maduración.

Para el contenido de humedad, el mayor porcentaje se obtuvo con un los residuos de plátano con un valor de 16.62%, de acuerdo a Essien y col. (2005), ellos reportan valores de cáscaras de plátano aproximado de 86% siendo este muy superior al reportado en este trabajo, esto tal vez debido al previo tratamiento térmico que se le dio a las cáscaras. En tanto, los residuos de la hoja de maguey utilizada en la elaboración de barbacoa y la cáscara de jícama, no se cuenta con información de estos análisis para poder comparar estos valores, dado que su uso es limitado geográficamente y se carecen de reportes sobre estos productos.

Los residuos de manzana arrojaron un porcentaje de 1.58 % de cenizas el cual es el valor más bajo de todas las muestras analizadas, este valor concuerda con lo reportado por Figuerola y col. (2005) donde presentan un porcentaje de cenizas en residuos fibrosos de manzana que pueden comprender un rango de 0.56-3.91%; sin embargo, ellos en lo que respecta al albedo de toronja ellos un valor de 3.22% siendo este mucho menor a lo encontrado por nosotros que fue de 40.75%. La variación en cuanto al porcentaje de este parámetro puede deberse probablemente a los cambios fisicoquímicos durante el crecimiento y la maduración los cuales tienen efecto sobre los componentes finales del fruto (Pantastico, 1984). Los residuos de plátano presentaron un contenido de cenizas de 12,86% siendo este similar a lo reportado por Essien, (2005) de 12.41% en donde la cantidad de potasio se encuentra en mayor proporción.

Para el análisis de proteína los residuos de zanahoria, mostraron el porcentaje de proteína más alto (11.26%) el cual es superior a lo reportado por Chantaro y col. (2008) que se encuentra en 9.75 %. Por el contrario el porcentaje de proteína más bajo se obtuvo con los residuos de tuna (0.04%) el cual es casi no cuantificable, Martínez (2006) encontró valores similares en este producto. En cuanto a los residuos de mango el contenido de proteína fue de 0.50% el cual es menor al reportado por Sánchez (2005) con un porcentaje de 6.79%. La diferencia que existe entre los datos obtenidos y los reportados en investigaciones realizadas, puede atribuirse a que se trate de diferentes variedades además que el clima, temperatura,

luminosidad y suelo, puede ser factores que también contribuyan a tal efecto (Claude, 1968).

Los residuos de mango presentaron el porcentaje de grasa más bajo con un valor de 1.37%, el cual es cercano al valor reportado por Sánchez (2005) donde analizó muestras de cáscara de mango obteniendo un valor de 2.84%. Mientras que con los residuos de hoja de maguey se obtuvo el porcentaje mayor de este parámetro (8.31%). Figuerola y col. (2005) analizaron cáscaras de manzana reportando valores entre 0.89 y 4.46% de grasa, siendo similares estos valores con lo obtenido en este trabajo (4.74%).

En la Tabla 2 se muestra el contenido de fibra de los diferentes subproductos donde el mayor contenido de la fibra dietética total (FDT) lo tiene la tuna (64.15%) seguido por piña (62.54%) y albedo de toronja (57.09%). Los valores más se bajos se encuentran en zanahoria (33.62%), mango (44.02%) y hoja de maguey (47.88%). Mientras que el plátano, jícama y manzana tienen un porcentaje entre 44-56%.

Tabla 2. Contenido de fibra dietética total (FDT), fibra dietética insoluble (FDI) y fibra dietética soluble (FDS) en los diferentes subproductos agroindustriales

Muestra	FDT	FDI	FDS
Toronja (albedo)	57.09	46.07	11.02
Mango	44.02	34.05	9.97
Piña	62.54	40.88	21.66
Jícama	56.06	33.26	22.79
Plátano	49.90	29.39	20.51
Tuna	64.15	33.48	30.67
Manzana	48.54	27.17	21.37
Zanahoria	33.62	10.0	25.16
Hoja de maguey	47.88	26.8	21.08

Happi y col. (2008) reportó valores de fibra total para plátano de 32-9-51.9%. los cuales se encuentran cercanos a los encontrados en este estudio, y que el contenido de fibra es similar en las distintas variedades, donde la fibra insoluble representa un $\pm 75\%$ de la fibra total y en menor proporción la fibra soluble. Ellos concluyen que el estado de maduración no afecta la FDT, FDI y FDS de manera notable.

La fibra dietética en cáscara de manzana muestra contenidos de fibra total de 48.54%, la fibra insoluble de 27.17% y fibra soluble de 21.37%, así mismo, Leontowicz y col. (2003) indican que el contenido de fibra total, soluble e insoluble en cáscara de manzana es de 28.9 %, 10.9 % y 18 % respectivamente, siendo estos inferiores a los obtenidos en el análisis.

En el análisis de la cáscara de piña el contenido de fibra insoluble que se obtuvo fue de 40.88% el cual resulta ser más alto del reportado de 11.57% por Ramírez y Pacheco (2009), por lo tanto, todos los valores encontrados en este estudio son más altos. En cáscara de piña se han encontrado valores de fibra dietética total de 70,6%, el cual no es muy superior al que nosotros reportamos de 62.54% y esta cantidad está asociada a un elevado contenido de miricetina, principal polifenol identificado y que puede ser el responsable de la actividad antioxidante encontrada en este subproducto (Lajolo y Wenzel, 2006).

Para la determinación de fibra insoluble, soluble y total del albedo de toronja, se obtuvieron valores de 46.07%, 11.02% y 57.09% respectivamente, los cuales son más bajos en comparación con lo reportado por Fernández y col. (2004) con un contenido de fibra insoluble de 67% y un contenido de fibra soluble de 33.0%, siendo estos valores mayores a los que se obtuvieron. La principal ventaja que tienen los cítricos en comparación con otras fuentes de fibra como los cereales, es su mayor proporción de fibra soluble, además, el contenido de todas las fracciones de fibra dietética (total, soluble e insoluble) es mayor en las cáscaras que en el albedo. Por otra parte, las fibras de los cítricos tienen una ventaja adicional con respecto a las fibras de otras fuentes, debido a la presencia de compuestos bioactivos asociados (es decir, flavonoides, polifenoles y vitamina C) con propiedades antioxidantes, que además presentan una alta capacidad de retención de agua, lo que favorece su uso como ingrediente funcional para aplicaciones en alimentos bajos en calorías, reducir la sinéresis y modificar

la viscosidad y la textura de los alimentos. En este estudio el valor más alto de fibra dietética total encontrado fue en cáscaras de tuna, siendo este un producto regional no existen estudios con los cuales puedan ser comparados estos datos.

Conclusiones

La utilización de residuos de frutas como fuente de fibra en productos cárnicos, podría ser de gran utilidad ya que el valor económico de los residuos agroindustriales es bajo, no posee casi lípidos y podrían ser una buena fuente de fibra y de minerales, además de que debido a la cantidad de polifenoles presentes podrían ser utilizados como antioxidantes y prebióticos. Es necesario estudiar productos típicos de algunas regiones que puedan ser utilizados como fuente de fibra. La incorporación de estas fibras en productos cárnicos podría además ser de gran interés para mejorar la textura, aumentar el rendimiento y darle un valor agregado al producto a bajo costo.

Bibliografía

- AOAC 1996. Official Method of Analysis of AOAC International, 16th edition. Washington, DC: AOAC International.
- BADUI, D., S. 1999. Química de alimentos, Editorial Universidad Alambra, México, pág. 108.
- CHANTARO, P., DEVAHASTIN, S., CHIEWCHAN, N. 2008. Production of antioxidant high dietary fiber powder from carrot peels. *Food Science and Technology* 41: 1987-1994
- CLAUDE, P. 1968. La piña tropical. Editorial Blume, Barcelona, España.
- D VRIES, J. W., L. PROSKY, B., Y CHO, S. 1999. A historical perspective on defining dietary fiber. *Cereal foods world*, 423: 367-369.
- DURAN-MENDOZA, T., MENDIOLA-CAMPUZANO, J. V. H., URRIETA-SALTIJERAL, J. M., HERNANDEZ-VELEZ, P. M. Y ANGULO-GUERRERO, O. 2008. Evaluación de la incorporación de la fibra dietética procedente del bagazo de naranja en un embutido tipo longaniza. *Memorias del IV Simposio Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Villa Hermosa, Tabasco, México.

- ESSIEN, J. P., AKPAN, E. J., ESSIEN E. P. 2005. Studies on mould growth and biomass production using waste peel. *Bioresource Technology*. 96: 1451-1456.
- FERNÁNDEZ -LÓPEZ J, J. M. FERNÁNDEZGINÉS, L. ALESON-CARBONELL, E. SENDRA, E. SAYAS-BARBERÁ AND J. A. PÉREZ-ALVAREZ. 2004. Application of functional citrus by-products to meat products. *Trends in Food Science and Technology* 15: 176-185.
- FERNÁNDEZ-PÉREZ, M., Y RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, J. 2001. Tecnología para la obtención de fibra dietética a partir de materias primas regionales. La experiencia en cuba. En: *Fibra dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos*. Editado por Lajolo, M., F. Saura-Calixto, E. Witting y E. Wenzel. Varela Editora. Brasil. 212-213.
- FIGUEROLA, F., HURTADO, M., ESTÉVEZ, A., CHIFFELLE, I., Y ASENJO, F. 2005. Fiber concentrates form Apple pomace and citrus peel as potential fiber sources for food enrichment. *Food Chemistr.* 91: 395-401.
- HAPPI, E. T., ROBERT, C., RONKART, S. N., WATHELET B., PAQUOT, M. 2008. Dietary fibre components and pectin chemical features of peels during ripening in banana and plantain varieties. *Bioresource Technology*. 99: 4346-4354.
- HISPLEY, E. 1953. Dietary fiber and pregnancy toxemia. *British Medical Journal* 2:420-422.
- LAJOLO F. M., WENZEL E. 2006. *Carbohidratos en Alimentos Regionales Iberoamericanos*. Editora de Universidad de de Sao Paulo. Brasil.
- LEONTOWICZ M., GORINSTEIN S., LEONTOWICS H., KRZEMINKI R., LOJEK A., KATRICH E., CIZ M., MARTIN-BELLOSO., SOLIVA-FORTUNY R., HARUENKIT R., TRAKHTENBERG S. 2003. Apple and pear peel and pulp and their influence on plasma lipid and antioxidant potentials in rats fed cholesterol- containing diets. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 5780-5785.
- MARTÍNEZ, R. L. 2006. Enriquecimiento proteico por *Candida utilis* en desechos agroindustriales de cáscara de tuna y cáscara de sábila. Tesis Licenciatura. Biología. Departamento de Ciencias Químico-Biológicas, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Universidad de las Américas Puebla.

- MEJÍA, G. L.F., MARTINEZ CORREA H.A., BETANCOURT GUTIERREZ J. E., CASTILLÓN CASTAÑO C. E. 2007. Aprovechamiento del residuo agroindustrial del mango común (*Mangifera indica* L.) en la obtención de azúcares fermentables. *Ingeniería y ciencia*. Vol. 3, no. 006.
- NYMAN, M., SILJESTRÖM, M., PEDERSEN, K., BACHKNUDSEN, E., ASP, N. G., JOHANSSON C. J., Y EGGUM, O. 1983. Dietary fiber content and composition in six cereals at different extraction rates. *Cereal Chemistry*, 61 (1), 14 -19
- PANTASTICO, E.R. B. 1984. Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. Editorial Continental, S. A., México.
- PERAZA, G. M. 2000. Caracterización de residuos fibrosos de *Canavalia ensiformis* L. y *Phaseolus lunatus* L. y su incorporación a un producto alimenticio. Tesis de Maestría para la obtención del título de maestro en ciencia y tecnología de Alimentos. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán, México.
- RAMÍREZ A. Y PACHECO DE DELAHAYE E. 2009. Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *INCI*, abr. 34:4 .293-298. ISSN 0378-1844.
- RUALES, J., Y ZUMBA. J. 1998. Cuantificación y caracterización de fibra dietética en frutas y hortalizas eucatorianas. En temas de Tecnología de alimentos. Vol 2. Fibra dietética; Editado por Lajolo, M. y E. Wenzel. CYTED. Instituto Politécnico Nacional, México, 55-59.
- SÁNCHEZ, G.B.S 2005. Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra dietética del fruto del Níspero (*Eriobotrya japonica*) y de la cáscara de mango obo (*mangifera indica* L.). Tesis de Maestría para la obtención del título de ingeniero en alimentos. Universidad tecnológica de la Mixteca instituto de agroindustrias. Huajuapán de León Oax, México.
- SAURA - CALIXTO, F., TORRE, M., Y RODRIGUEZ, R. A. 2001. Metodología para el análisis de fibra y carbohidratos. En fibra dietética en Iberoamericana: Tecnología y Salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos. Editado por Lajolo, M., F. Saura-Calixto, E. Witting y E. Wenzel. (pp. 17-25). Brasil: Editorial Varela.