

Caracterización fisicoquímica y funcional de harina de cáscara de espárrago blanco (*Asparagus officinalis* L.) y evaluación sensorial de sustituciones en galletas dulces

Physicochemical and functional characterization of flour of white asparagus (*Asparagus officinalis* L.) husks and sensorial evaluation in substitutions of sweet cookies

Jhony Pérez Gamarra¹, Luis Francisco Márquez Villacorta²

RESUMEN

Se determinaron las características fisicoquímicas y funcionales de harina de cáscara de espárrago blanco (HCEB), la cual presentó 6,24% de humedad, 3,32% de cenizas, 17,91% de proteína, 2,43% de grasa, 70,10% de carbohidratos de los cuales 21,93% fue fibra cruda. Además, la HCEB presentó 71,52% de fibra dietética total, 69,82% de fibra dietética insoluble y 1,7% de fibra dietética soluble. Funcionalmente denotó una retención de agua y de aceite de 6,21 mL de agua /g y 2,77 mL de aceite /g respectivamente; y una capacidad de hinchamiento de 6,35 mL/g.

Se realizó una evaluación sensorial de sustituciones de HCEB por harina de trigo en galletas dulces, que fueron elaboradas con tres porcentajes de sustitución (3, 6 y 9%), más una galleta testigo. Se evaluó el grado de satisfacción global. Con el análisis estadístico, aplicando una prueba de Kruskal-Wallis a un nivel de significancia de $P < 0,05$, se determinó que no existía diferencia significativa entre las muestras. Se eligió la galleta con 9% de sustitución como la mejor, por contener mayor fibra dietética, beneficiosa para el consumidor. La galleta tuvo de 3,13% de humedad, 1,39% de cenizas, 8,47% de proteína, 12,62% de grasa, 74,39% de carbohidratos de los cuales 3,69% corresponde a la fibra cruda.

Palabras clave: Espárrago, fibra dietaria, galletas.

ABSTRACT

Physicochemical and functional characteristics of flour of white asparagus husks were determined as following: 6,24% moisture, 3,32% ashes, 17,91% proteins, 2,43% fatties, 70,10% carbohydrates (of which, 21,93% crude fiber). Besides, the flour had: 71,52% total dietetic fiber (of which, 69,82% insoluble dietetic fiber and 1,7% soluble dietetic fiber). Functionally, the flour showed a water and oil retentions of 6,21 mL/g and 2,77 mL/g, respectively, and a swelling capacity of 6,35 mL/g. Wheat flour was replaced by the flour of white asparagus husks in sweet cookies, and a sensorial (global satisfaction) evaluation was made using three percentages of replacement (3, 6, and 9%) plus a witness. The statistical analysis was done using a Kruskal-Wallis test at $p < 0,05$ of significance level, finding that there was not a significative difference among samples. The cooky with 9% replacement was selected as the best, due to its greater dietetic fiber, useful for consumers. This cooky had 3,13 moisture, 1,39% ashes, 8,47% proteins, 12,62% fatties, and 74,39% carbohydrates (of which, 3,69% crude fiber).

Key words: Asparagus, dietary fiber, cookies.

¹ Ingeniero en Industrias Alimentarias.

² Ingeniero en Industrias Alimentarias. Profesor de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UPAO.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, el departamento de La Libertad es el principal productor de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) seguido de los departamentos de Ica y Lima. El espárrago es una planta herbácea perenne de clima templado, su siembra y cosecha son todo el año. Industrialmente, el espárrago blanco es comercializado en fresco y conservas, dejando, en el segundo caso, la cáscara o peladilla como residuo que representa aproximadamente el 20% del peso total del espárrago. Actualmente en la industria esparraguera, los principales destinos de los residuos orgánicos son la alimentación animal y el desecho en vertederos debido a que no se cuenta con una tecnología para su aprovechamiento (Infoagro, 2004). Sin embargo, estos residuos contienen sustancias o elementos fitoquímicos, como los flavonoides y la quercitina, con propiedades antioxidantes (Saura-Calixto y otros, 2001).

En los últimos años, las poblaciones de los países han experimentado un cambio en sus formas de vida. Un aspecto importante lo constituyen los hábitos alimentarios, en cuya modificación han intervenido factores socioeconómicos y las nuevas tecnologías aplicadas a la industria alimentaria; lo que unido a la abundante información que posee el consumidor sobre la influencia de la dieta en su estado de salud, ha provocado que la calidad nutricional y dietética sea uno de los principales factores que influyen en la elección de los alimentos. Esta parece ser la razón de la gran demanda, en la actualidad de productos ricos en fibra, ácidos grasos insaturados, bajo contenido en grasa, colesterol, azúcar, sodio o energía, a precios adecuados (Larrauri, 1994).

La fibra dietética es la suma de los polisacáridos y lignina que no son hidrolizados o digeridos por las enzimas digestivas del organismo humano. La Asociación Dietética Americana y el Instituto del Cáncer recomiendan ingerir entre 25 y 35 g de fibra/día. Que no es fácil de lograr en la dieta diaria normal ni aún con alimentos tradicionales con altos contenidos en fibra como vegetales, frutas y cereales (Larrauri, 1994).

La fibra, elemento constitutivo de las paredes celulares y estructuras intercelulares de las plantas, es uno de los componentes más abundantes de la naturaleza, y si bien nuestro sistema digestivo no posee enzimas que puedan desintegrarla, sirve para dar cuerpo y volumen al bolo alimenticio y finalmente a la materia fecal. En los años recientes, evidencia acumulada señala claramente el rol de la fibra dietética en la prevención de enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer, osteoporosis, inflamaciones y obesidad. Se ha dado énfasis considerable al rol de la fibra en retardar el proceso de envejeci-

miento y la influencia en el performance atlético (Arvanitoyannis y Houwelingen, 2005).

La industria de alimentos mantiene la expectativa de, que los consumidores, después de años de recibir mensajes para reducir el consumo de grasa y colesterol, consuman alimentos que enfatizan los beneficios de nuevos ingredientes, sustancias y componentes aislados de alimentos que son combinados y agregados a otros como jugos, leche, yogurt, cereales, bebidas hidratantes, snacks, galletas, etc.; que reducen el riesgo de enfermedades (Arvanitoyannis y Houwelingen, 2005).

Las galletas son consideradas productos de primera necesidad, debido a la alta aceptabilidad que tiene entre los grupos humanos de todas las edades. Hasta ahora el salvado de trigo ha sido la principal fuente de fibra dietética en la elaboración de productos horneados denominados "ricos en fibra".

Los objetivos propuestos para esta investigación fueron:

- Caracterizar fisicoquímicamente la harina de cáscara de espárrago blanco, a partir de los análisis: Humedad, cenizas, proteína, grasa, carbohidratos totales, fibra cruda y fibra dietética.
- Caracterizar funcionalmente la harina de cáscara de espárrago blanco, a partir de los análisis: Capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aceite y capacidad de hinchamiento.
- Evaluar la satisfacción sensorial global de las galletas dulces elaboradas con la harina de cáscara de espárrago blanco.

MATERIAL Y MÉTODO

Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis fisicoquímicos fueron realizados en los laboratorios de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego y en los Laboratorios de Análisis Fisicoquímico de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. La elaboración de las galletas se realizó en la Panadería Panoti S.R.L.

Materias primas

- Cáscara (peladilla) de espárrago blanco (*Asparagus officinalis* L.) de la variedad UC 157, obtenido del procesamiento de conservas de espárrago blanco de la empresa Agroindustrias Josymar S.A.
- Harina de trigo galletera especial: Molinera Inca S.A.

Obtención de la harina de cáscara de espárrago blanco

La cáscara de espárrago blanco fue seleccionada eliminando las deterioradas y el material extraño, luego se realizó un lavado con agua con 20 ppm de cloro para eliminar impurezas; a continuación fue escaldada por inmersión en agua a 90 °C por 10 minutos, a fin de eliminar el sabor amargo característico, ablandar el material y facilitar las posteriores operaciones. Seguidamente, se efectuó un enjuagado con agua potable. Después del escurrido, se procedió al secado en una estufa de convección de aire a 70 °C por 10 horas, posteriormente se realizó una molienda manual y tamizado en una malla mesh N° 30 (425 µm). Finalmente, se procedió a envasar el producto final en bolsas de polipropileno, las cuales fueron almacenadas a temperatura ambiente hasta el momento de realizar los análisis o las galletas.

Caracterización fisicoquímica de la harina de cáscara de espárrago blanco y galleta dulce

La caracterización fisicoquímica se realizó de acuerdo a los métodos oficiales descritos por la AOAC (1997), comprendiendo los siguientes análisis:

- Humedad (método 925.09), por secado en estufa a 100 °C hasta peso constante.
- Cenizas (método 923.03), residuo inorgánico resultante de la incineración a 550 °C hasta la pérdida total de la materia orgánica.
- Proteína cruda (método 954.01), por el método de Kjeldahl, usando 6,25 como factor de conversión de nitrógeno a proteína.
- Grasa cruda (método 920.39), lípidos libres extraídos con éter de petróleo con un sistema Soxhlet.
- Fibra cruda (método 962.09), calculada después de la digestión ácida y alcalina.
- Carbohidratos totales, cuantificados por diferencia.
- La determinación de fibra dietética total, soluble e insoluble, se realizó mediante el método 985.29 utilizando el Total Dietary Fiber Assay Kit.

Determinación de las propiedades funcionales de la harina de cáscara de espárrago blanco

• Capacidad de retención de agua (CRA)

A 1 g de muestra (base seca) se adicionó 10 mL de agua destilada y se agitó magnéticamente un minuto. Posteriormente se centrifugó a 3 000 rpm por

30 minutos y se midió el volumen del sobrenadante en probetas de 10 mL. La capacidad de retención de agua se expresó como los mililitros de agua absorbidos por gramo de producto (Chau, 1997; citado por García, 2003).

$$CRA = \frac{(X \text{ mL de agua retenida})}{\text{g de muestra}}$$

• Capacidad de retención de aceite (CRA)

A 1 g de muestra (base seca) se adicionó 10 mL de aceite vegetal de maíz y se agitó magnéticamente un minuto. Posteriormente se centrifugó a 3 000 rpm por 30 minutos y se midió el volumen del sobrenadante en probetas de 10 mL. La capacidad de retención de aceite se expresó como los mililitros de aceite absorbidos por gramo de producto (Chau, 1997; citado por García, 2003).

$$CRA = \frac{(X \text{ mL de aceite retenido})}{\text{g de muestra}}$$

• Capacidad de hinchamiento (CH)

Se utilizó la técnica indicada por Chau (1997, citado por García, 2003). Se colocó 0,5 g de harina en una probeta graduada de 10 mL, después de medir el volumen (V_0) ocupado por la muestra se adicionó 5 mL de agua y se agitó. Se dejó reposar durante 24 horas y se midió el volumen final (V_f) de la muestra.

$$CH = \frac{V_f \text{ (mL)} - V_0 \text{ (mL)}}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

Procedimiento para la elaboración de galletas dulces

Se utilizó el método de cremado en tres etapas (Smith, 1972; citado por Castillo, 2003).

Formulación para la elaboración de galletas dulces

Se realizó en base a la formulación recomendada por (Hoseney, 1991; citado por Repo-Carrasco, 1998).

Evaluación sensorial de las galletas dulces

Se utilizó una prueba afectiva de medición del grado de satisfacción global con escala hedónica de siete categorías, con la participación de 40 panelistas no entrenados, según lo recomendado por Anzaldúa-Morales (1994).

Cuadro 1

Características fisicoquímicas de la harina de cáscara de espárrago blanco y otros residuos vegetales

Componente	HCEB (%)	RFN (%)	RFMO (%)	RFMC (%)	COU (%)
Humedad	6,24 ± 0,21*	5,79	7,79	6,25	5,59
Cenizas	3,32 ± 0,09*	3,93	4,90	5,43	8,83
Proteína cruda	17,91 ± 1,64*	7,16	6,79	4,82	14,72
Grasa cruda	2,43 ± 0,06*	2,31	2,84	1,98	1,07
Carbohidratos	70,10 ± 1,67*	76,14	61,34	75,71	76,77
Fibra cruda	21,93 ± 0,18*	4,69	16,36	12,06	---

*Desviación estándar

HCEB = Harina de cáscara de espárrago blanco

RFN = Residuos fibrosos de níspero

RFMO = Residuos fibrosos de mango obo

RFMC = Residuos fibroso de mango criollo

COU = Cascarilla de orujo de uva

Cuadro 2

Contenido de la fibra dietética total (FDT), insoluble (FDI) y soluble (FDS) de la harina de cáscara de espárrago blanco (HCEB) y otros residuos vegetales

Componente	HCEB (%)	RFN (%)	RFMO (%)	RFMC (%)	COU (%)
FDT	71,52 ± 0,21*	17,15	40,04	56,67	54,42
FDI	69,82 ± 0,21*	12,06	27,47	27,21	49,00
FDS	1,70 ± 0,21*	5,09	12,57	29,46	5,42

*Desviación estándar

HCEB = Harina de cáscara de espárrago blanco

RFN = Residuos fibrosos de níspero

RFMO = Residuos fibrosos de mango obo

RFMC = Residuos fibrosos de mango criollo

COU = Cascarilla de orujo de uva

Cuadro 3

Propiedades funcionales de la harina de cáscara de espárrago blanco (HCEB) y otros residuos vegetales

Propiedad funcional	HCEB (450 µm)*	RFN (250 µm)*	RFMO (250 µm)*	RFMC (291 µm)*
CRA (mL de agua/g muestra)	6,21 ± 0,15**	3,80	5,66	4,07
CRa (mL de aceite/g muestra)	2,77 ± 0,11**	1,29	1,38	1,46
CH (mL/g)	6,35 ± 0,30**	3,61	5,80	---

* Tamaño de partícula

** Desviación estándar

CRA = Capacidad de retención de agua

CRa = Capacidad de retención de aceite

CH = Capacidad de hinchamiento

HCEB = Harina de cáscara de espárrago blanco

RFN = Residuos fibrosos de níspero

RFMO = Residuos fibrosos de mango obo

RFMC = Residuos fibrosos de mango criollo

Cuadro 4

Evaluación sensorial de las galletas dulces

Número de panelistas	Testigo Valor acumulado	3% Valor acumulado	6% Valor acumulado	9% Valor acumulado
40	75	73	74	75

Método Estadístico

Los análisis de caracterización fisicoquímica y funcional se realizaron por triplicado. Los resultados obtenidos de la prueba sensorial fueron sometidos al Test de Kruskal-Wallis para determinar si existía diferencia significativa, con un grado de significancia de $P = 0,05$. Los análisis estadísticos fueron realizados en el programa SPSS 11.0 para Windows.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Caracterización fisicoquímica de la harina de cáscara de espárrago blanco

En el Cuadro 1 se observa que el contenido de humedad y cenizas de la harina de la cáscara de espárrago blanco se encuentra dentro de las tolerancias indicadas en la norma técnica peruana 205.040 de INDECOPI (1976) para harinas sucedáneas de trigo (5% para cenizas y 16% para humedad), lo que indica que es adecuada para su empleo en la elaboración de productos de panadería, pastelería y otros.

La harina de cáscara de espárrago blanco presentó características fisicoquímicas similares a las obtenidas en otros residuos vegetales (García, 2003; Romero, 2004; Sánchez, 2005), tal como se observa en el Cuadro 1. El contenido de humedad valor que influye en las otras características fisicoquímicas, depende del grosor de la cáscara, así como del tiempo y temperatura de secado a los cuales se sometieron durante su procesamiento (Cruz, 2002; citado por García, 2003).

El porcentaje de fibra cruda fue de 21,93%, valor importante en este tipo de productos orientados a la elaboración de productos dietéticos. Las diferencias en el porcentaje de fibra dependen de la materia prima y su tratamiento para la determinación de la misma (Cho y otros, 1997; citado por Sánchez, 2005).

Determinación de las fracciones de Fibra Dietética

La fibra dietética total (FDT) de la harina de cáscara de espárrago blanco fue de 71,52%, valor mayor a los reportados en otros residuos fibrosos vegetales (García, 2003; Romero, 2004; Sánchez, 2005), Cuadro 2.

La fibra es uno de los componentes importantes de los vegetales que se encuentra en las paredes y tejidos de las plantas (Hernández-Unzón y otros, 1998). La gran diferencia de FDT, se debe esencialmente a que la harina de cáscara de espárrago blanco se obtuvo exclusivamente de la cáscara del espárrago conocida como

peladilla, material altamente rico en fibra, esencialmente insoluble.

La harina de cáscara de espárrago blanco presentó un contenido de fibra dietética insoluble (FDI) de 69,82%, valor superior que los reportados en otros residuos fibrosos vegetales (García, 2003; Romero, 2004; Sánchez, 2005), Cuadro 2. Esto se puede explicar debido que los alimentos que contienen FDI en mayor proporción son las hortalizas, verduras, leguminosas frescas y granos de cereales (Hernández-Unzón y otros, 1998).

El contenido de fibra dietética soluble (FDS) fue de 1,7%. Este bajo contenido se debe al proceso de escaldado, que arrastra componentes de la FDS (Wolter, 1986; citado por Larrauri, 1994), además que las principales fuentes de FDS son las frutas, los frijoles, la avena y la cebada (Hernández-Unzón y otros, 1998).

El predominio de la FDI en la harina de cáscara de espárrago blanco nos propicia su empleo en el tratamiento de enfermedades del aparato digestivo, ya que debido a sus propiedades de hidratación, regulan la velocidad del tracto intestinal incrementando el volumen de las heces y facilitando la evacuación, previniendo así el estreñimiento, la apendicitis, el síndrome del colon irritable y el riesgo de desarrollar cáncer al colon (Zambrano y otros, 1998). Además reduce la tasa de absorción de glucosa, lo cual es beneficioso para los diabéticos.

Determinación de las propiedades funcionales de la harina de cáscara de espárrago blanco

Los resultados de las propiedades funcionales de la harina de cáscara de espárrago blanco y los de otros residuos vegetales se muestran en el Cuadro 3. La buena capacidad de retención de agua (CRA), 6,21 mL de agua/g muestra, se debe mayormente a su alto contenido de FDI y a sus componentes como celulosa y hemicelulosa que tienen una gran CRA (Mateu, 2004). Las diferentes fuentes de fibra, independientemente de si es dietética soluble o insoluble, indican que la capacidad de retención de agua aumenta al incrementarse el tamaño de partícula (Borroto y otros, 1995; citado por Zambrano, 2001).

La capacidad de retención de aceite (CRA) fue de 2,77 mL de aceite/g muestra, mayor al reportado para otros residuos fibrosos vegetales (García, 2003; Sánchez, 2005). López y otros (1997 citado por Sánchez, 2005) señalaron que a mayor cantidad de FDI, la CRA incrementa. Este comportamiento se observó claramente en la harina de cáscara de espárrago blanco lo que podría estar en relación a la cantidad de lignina presente en el espárrago, ya que este componente posee una mayor capacidad de absorber y retener la grasa.

La harina de cáscara de espárrago blanco presentó una capacidad de hinchamiento (CH) de 6,35 mL/g, mayor a los reportados por Sánchez (2005) para los residuos fibroso de níspero (3,61 mL/g) y para los residuos fibroso de mango obo (5,80 mL/g), ambos con un tamaño de partícula de 250 μm . López y otros (1997 citado por Sánchez, 2005), señalaron que a mayor cantidad de FDI mayor CH debido a la presencia de hemicelulosa y a la estructura amorfa de la misma.

Evaluación sensorial de las galletas dulces.

La evaluación sensorial de las galletas dulces con diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de espárrago blanco (3, 6 y 9%), y el testigo se realizó con 40 panelistas jóvenes no entrenados, a quienes se aplicó la prueba de medición del grado de satisfacción global, según lo recomendado por Anzaldúa-Morales (1994).

Los resultados obtenidos, con una escala hedónica de siete categorías, demostraron que el mayor valor acumulativo (75) fue obtenido por la galleta con 9% de sustitución y la muestra testigo. Cuadro 4.

Adicionalmente, se aplicó un Test de Kruskal-Wallis para determinar si existe diferencia significativa entre las tres sustituciones y el testigo. Este test es una prueba no paramétrica equivalente en una forma a un análisis de varianza. Prueba varias muestras independientes inclusive si son poblaciones o grupos distintos.

El test de Kruskal-Wallis indicó que las cuatro galletas presentaron un valor de $P = 0,9745$, mayor a 0,05, lo que indicó que no existió diferencia significativa entre las cuatro galletas en el nivel satisfacción percibido por los panelistas.

Al no existir diferencia significativa entre las cuatro galletas se eligió como la mejor a la de 9% de sustitución, bajo el criterio de buscar un alimento (galleta) funcional que sea beneficioso para la salud del consumidor, esto debido a las propiedades de la fibra dietética presente.

CONCLUSIONES

- La harina de cáscara de espárrago blanco presentó una composición fisicoquímica constituida por 6,24% de humedad, 3,32% de cenizas, 17,91% de proteínas, 2,43% de grasa, 70,10% de carbohidratos de los cuales 21,93% corresponde a fibra cruda; 71,52% de Fibra dietética total, distribuida en 69,82% de fibra dietética insoluble y 1,7% de fibra dietética soluble.
- La harina de cáscara de espárrago blanco presentó una capacidad de retención de agua de 6,21 mL de

agua/g de muestra, capacidad de retención de aceite de 2,77 mL de aceite/g de muestra y capacidad de hinchamiento de 6,35 mL/g.

- Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial y la prueba estadística, reportaron que no existió una diferencia significativa entre las cuatro galletas evaluadas provocando un alto grado de satisfacción entre los consumidores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anzaldúa Morales, A. 1994. Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la Práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Arvanitoyannis, I. y Houwelingen-Koukaliaroglou, M. 2005. Functional foods: A survey of health claims, pros and cons and current legislation. University of Thessaly, Department of Agriculture, Volos, Hellas, Greece.
- Castillo, L. 2003. Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por puré de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en las características reológicas de las mezclas y en las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de galletas dulces. Tesis Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú. García, I. 2003. Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos fibrosos de mango criollo (*Mangifera indica* L.) y su incorporación en galletas. Tesis Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León, Oax, México.
- Hernández-Unzón, H y Gallardo-Navarro, Y. 1998. Composición parcial de polisacáridos de las fibras de chayote, brócoli y mamey. En temas de tecnología de alimentos. Vol. 2. Fibra dietética; editado por Lajolo, M y Wenzel, E. CYTED. Instituto politécnico Nacional. Distrito federal, México.
- Infoagro. 2004.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de Protección Intelectual (INDECOPI). 1976. Normas Técnicas Peruanas. 205.040. Lima, Perú.
- Larrauri, J. 1994. Procesos para la obtención de productos en polvo con altos concentraciones en fibra dietética. Revista de la Sociedad chilena de tecnología de alimentos. Editorial Ciencia. Santiago de Chile, Chile.
- Mateu, X. 2004. La fibra en la alimentación. Farmacia Hospitalaria. Editorial Edkamed. Barcelona, España.
- Official methods of analysis. AOAC. 1997. 16ava Edition. Volume I y II. Association of official agriculture chemists. Editorial Board, USA.
- Repo-Carrasco, R. 1998. Introducción a la ciencia y tecnología de cereales y de granos andinos. Editorial Agraria. Lima, Perú.
- Romero, R. 2004. Caracterización de galletas elaboradas con cáscara de orujo de uva. Tesis Universidad de Sonora. Hermosillo. Sonora, México.
- Sánchez, B. 2005. Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra dietética del fruto de níspero (*Eriobotrya japonica*) y de la cáscara de mango obo (*Mangifera indica* L). Tesis Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León, Oax, México.
- Saura-Calixto, F y Jiménez-Ecrig, A. 2001. Compuestos bioactivos asociados a la fibra dietética. Departamento de metabolismo y nutrición. Ciudad Universitaria 28040 Madrid, España.
- SPSS. 2004. Statistical Package for Social Science Research. Chicago: SPSS Inc.
- Zambrano, M., Hernández, A. y Gallardo, Y. 1998. Caracterización fisicoquímica del nopal. En temas de tecnología de alimentos. Vol. 2. Fibra dietética; editado por Lajolo, M y Wenzel, E. CYTED. Instituto politécnico Nacional. Distrito Federal, México.