CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE HARINA DE CÁSCARA DE ESPÁRRAGO BLANCO (*Asparagus officinalis L.*) Y EVALUACIÓN SENSORIAL DE SUSTITUCIONES EN GALLETAS DULCES

Autores: Jhony Pérez Gamarra, Luis Francisco Márquez Villacorta

RESUMEN

Se determinaron las características fisicoquímicas y funcionales de harina de cáscara de espárrago blanco (HCEB), la cual presentó una composición fisicoquímica de 6.24% de humedad, 3.32% de cenizas, 17.91% de proteína, 2.43% de grasa, 70.10% de carbohidratos de los cuales corresponde 21.93% a la 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 denoto una retención de agua y de aceite de 6.21 mL de agua/g muestra y 2.77 mL de aceite/g muestra respectivamente; y una capacidad de hinchamiento de 6.35 mL/g.

Posteriormente se realizó una evaluación sensorial de sustituciones de HCEB por harina de trigo en galletas dulces. Las galletas fueron elaboradas con tres porcentajes de sustitución (3, 6 y 9%), más una galleta testigo; y se evaluó el grado de satisfacción global. Luego del análisis estadístico aplicando una prueba de Kruskal Wallis con un nivel de significancia de $P<0.05$; se determinó que no existe 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 una composición fisicoquímica de 3.13% de humedad, 1.39% de cenizas, 8.47% de proteína, 12.62% de grasa, 74.39% de carbohidratos de los cuales corresponde 3.69% a la fibra cruda.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, el departamento de La Libertad es el principal productor de espárrago a nivel nacional seguido de los departamentos de Ica y Lima. El espárrago ***(Asparagus officinalis L.)*** es una planta herbácea perenne de clima templado, su siembra y cosecha es todo el año. Industrialmente el espárrago blanco es comercializado en fresco o conservas, dejando en el último caso como residuo la cáscara o peladilla 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 o el desecho en vertederos debido a que no se cuenta con una tecnología para su aprovechamiento (Infoagro, 2004). Sin embargo estos productos contienen sustancias o elementos fitoquímicos, entre ellos, flavonoides y 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 su elección de los alimentos. Esta parece ser la razón de la gran demanda existente en la actualidad de productos ricos en fibra, ácidos grasos insaturados, de 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/día de fibra. Este aporte no es fácil de lograr en la dieta diaria normal ni aún comiendo alimentos tradicionales con altos contenidos en fibra como vegetales, frutas y cereales (Larrauri, 1994).

Elemento constitutivo de las paredes celulares y estructuras intercelulares de las plantas, la fibra es uno de los componentes más abundantes de la naturaleza, y si bien nuestro sistema digestivo no posee enzimas que puedan desintegrarla, ésta 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 un énfasis considerable al rol de la fibra en retardar el proceso de envejecimiento y la influencia en el performance atlético (Arvanitoyannis y Houwelingen, 2005).

La industria de alimentos espera que los consumidores después de años de haber sido bombardeados con mensajes para reducir el consumo de grasa y colesterol, están listos para consumir 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).

Hoy en día, las galletas son consideradas un producto de primera necesidad debido a la alta aceptabilidad que tiene entre los grupos 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”.

Por todo lo anteriormente mencionado los objetivos propuestos para esta investigación fueron los siguientes:

- 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.

MATERIALES Y MÉTODOS

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 material extraño, luego se realizó un lavado con agua a 20 ppm de cloro para eliminar impurezas. Después de lavada la cáscara, esta fue escaldada por inmersión en agua a 90 °C por 10 minutos a fin de eliminar el sabor amargo característico, así como, para ablandar el material y facilitar las posteriores operaciones; seguidamente se efectúo un enjuagado con agua potable. Luego de un 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 mejor galleta dulce

Se determinó la caracterización fisicoquímica 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 perdida 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 en un sistema Soxhlet.
- Fibra cruda (método 962.09), se calculó 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 (AOAC, 1997) utilizando el Total Dietary Fiber Assay Kit marca Sigma.

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

- **Capacidad de retención de agua (CRA)**

  Se adicionó 10 mL de agua destilada a 1 g de muestra (base seca) y se agitó un minuto con vibración magnética, posteriormente se centrifugó a 3000 rpm por 30 minutos y por último se midió el volumen del sobrenadante en probetas de 10 mL. La capacidad de retención de agua se expresó como los mL de agua absorbidos por g de producto (Chau, 1997 citado por García, 2003).

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

- **Capacidad de retención de aceite (CRa)**

  Se adicionó 10 mL de aceite vegetal de maíz a 1 g de muestra (base seca) y se agitó un minuto con vibración magnética; posteriormente se centrifugó a 3000 rpm por 30 minutos, por último, se midió el volumen del

sobrenadante en probetas de 10 mL. La capacidad de retención de aceite se expresó como los mL de aceite absorbidos por g de producto (Chau, 1997 citado por García, 2003).

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

- **Capacidad de hinchamiento (CH)**

  Se determinó utilizando la técnica citada por (Chau, 1997 citado por García, 2003). Se colocaron 0.5 g. del producto en una probeta graduada de 10 mL, después de medir el volumen (V_0) ocupado por el producto se adicionó un exceso de agua (5 mL.) y se agitó. Se dejó reposar durante 24 horas y se midió el volumen final (V_f) de la muestra.

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

Procedimiento para la elaboración de galletas dulces

En el proceso 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

La elaboración de las galletas dulces se realizó en base a la formulación recomendada por (Hoseney 1991, citado por Repo-Carrasco, 1998).

Evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial de las galletas dulces con harina de cáscara de espárrago blanco 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).

Método Estadístico

Los análisis de caracterización fisicoquímica y funcional se realizaron por triplicado. Los resultados obtenidos de la prueba sensorial fueron sometidos a un Test de Kruskall 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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización fisicoquímica de la harina de cáscara de espárrago blanco.

En el Cuadro 1 se puede observar que el contenido de humedad y cenizas reportadas para la harina de la cáscara de espárrago blanco se encuentran 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 cual hace apto el producto 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 de fuentes 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).

CUADRO 1: Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de la harina de cáscara de espárrago blanco con otros residuos de fuentes 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

En lo referente al 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 fuente de la materia prima y del tratamiento al cual se somete el material 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) para la harina de cáscara de espárrago blanco fue de 71.52%, siendo este valor mayor a los reportados en otros residuos fibrosos vegetales (García, 2003; Romero, 2004; Sánchez, 2005), tal como lo indica el Cuadro 2.

La fibra es un de los componentes importantes de los vegetales que se encuentra en las paredes y tejidos de las plantas (Hernández-Unzón, y otros, 1998), de allí que se observó una gran diferencia de FDT, debiéndose

esencialmente a que la harina de cáscara de espárrago blanco se obtuvo de exclusivamente la cáscara del espárrago conocida como peladilla, material altamente rico en fibra, esencialmente insoluble como veremos seguidamente.

La harina de cáscara de espárrago blanco presentó un contenido de fibra dietética insoluble (FDI) de 69.82%, este valor es también superior los reportados en otros residuos fibrosos de fuente vegetal (García, 2003; Romero, 2004; Sánchez, 2005), reportados en el 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).

CUADRO 2: Comparación del contenido de la fibra dietética total (FDT), insoluble (FDI) y soluble (FDS) de la harina de cáscara de espárrago blanco con otros residuos de fuentes 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

El contenido de fibra dietética soluble (FDS) fue de 1.7%. El bajo contenido de FDS en la harina de cáscara de espárrago blanco 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 orienta que podría ser empleada 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 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 otros residuos vegetales se muestran en el Cuadro 3. La buena capacidad de retención de agua (CRA) 6.21 mL de agua/g muestra, que presentó la harina de cáscara de espárrago blanco se debe mayormente a su alto contenido de FDI y sus componentes como son la celulosa, hemicelulosa compuestos que tienen una gran CRA (Mateu, 2004). Las diferentes fuentes de fibra independientemente de si es fibra 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); esta teoría se cumple con la harina de cáscara de espárrago blanco obtenida en la presente investigación.

La capacidad de retención de aceite (CRa) de la harina de cáscara de espárrago blanco fue de 2.77 mL de aceite/g muestra, siendo este valor mayor a los reportados en 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 función a la cantidad de lignina presente en el espárrago, ya que este componente posee una mayor capacidad de absorber y retener la grasa.

CUADRO 3: Comparación de las propiedades funcionales de la harina de cáscara de espárrago blanco con otros residuos de fuentes 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

La harina de cáscara de espárrago blanco presento una capacidad de hinchamiento (CH) de 6.35 mL/g, siendo este valor mayor a los reportados por Sánchez (2005) para los residuos fibroso de níspero (3.61%) y para los residuos fibroso de mango obo (5.80%), 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; esto se cumple en la harina de cáscara de espárrago blanco por su alto contenido de FDI.

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%), más el testigo se realizó a través de un panel no entrenado, conformado por 40 panelistas jóvenes que evaluaron el grado de satisfacción global de las galletas según lo recomendado por Anzaldúa-Morales (1994).

Los resultados obtenidos luego de la aplicación de la prueba de medición del grado de satisfacción global, con una escala hedónica de siete categorías, nos reportan que el mayor valor acumulativo (75) fue obtenido por la galleta con 9% de sustitución. De igual forma la muestra testigo reporto un valor acumulativo (75), como se muestra en el Cuadro 4.

CUADRO 4: Resumen de resultados de la evaluación sensorial

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

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

El test de Kruskall Wallis indico que las cuatro galletas presentaron un valor de $P = 0.9745$ siendo este mayor a 0.05, lo que nos indica que no existió diferencia significativa entre las cuatro galletas en el nivel satisfacción percibido por los consumidores o panelistas.

Al no existir diferencia significativa entre las cuatro galletas se eligió como la mejor galleta 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 que cuenta la fibra dietética presente en el producto.

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 corresponde 21.93% de fibra cruda. Adicionalmente 71.52% de Fibra dietética total, 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, una capacidad de retención de aceite de 2.77 mL de aceite/g de muestra y una 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 BIBLIOGRAFICAS

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 xanthorhizas*** **Bancroft**) en las características reológicas de las mezclas y en las propiedades físico-químicas 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. Huajuapan de León, Oax, México.

Hernández-Unzón, H y Gallardo-Navarro, Y. 1998. Composición parcial de polisacaridos 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. Disponible en:
http://www.infoagro.com/hortalizas/esparrago_verde.htm
Fecha de consulta:16/11/04

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. Huajuapan 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.