

CIENCIAS BIOLÓGICAS, AGROPECUARIAS Y MEDIO AMBIENTE

El Nopal fresco como fuente de fibra y calcio en panqués

Mayela Bautista-Justo*, Rosa Inés Pineda Torres*, Ernesto Camarena-Aguilar*, Guadalupe Alanís-Guzmán**, Víctor Manuel Da Mota*, y José Eleazar Barboza-Corona*

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue utilizar nopal fresco en la formulación de panqués para incrementar su contenido de fibra dietética y calcio. Se desarrollaron cinco formulaciones de panqués utilizando nopal fresco (*Opuntia amyoclaea* Tenore), 4 con sucralosa (una testigo sin nopal) y una con azúcar y nopal. Se evaluaron sensorialmente por 60 jueces no entrenados mediante la prueba de preferencia, utilizando una escala hedónica del 1 al 9. Se les determinó el contenido de proteína (Nx6.25), humedad, cenizas, lípidos, hidratos de carbono, fibra dietética total, calcio y fósforo por los métodos de la AOAC, (1990). Los resultados revelaron contenidos de proteínas (Nx6.25) entre 9.54 y 10.08, de humedad entre 35.75 y 40.00, de cenizas, 2.29 g/100 g y 2.44 g/100 g peso húmedo. La evaluación sensorial mostró una buena aceptación, los contenidos de fibra dietética total estuvieron entre 8.27 % y 10.43 % y los de calcio entre 0.27 y 0.375 g/100 g. El valor calórico fue de 216.02 kcal a 225.68 kcal kJ/100 g de panqué, aproximadamente 50 % menos que los que se ofrecen en el mercado. Por su alto contenido de fibra y calcio, ausencia de azúcar y bajo valor calórico estos productos podrían ser una opción saludable para personas diabéticas y obesas.

ABSTRACT

The aim of this work was to utilize fresh cactus as a source of dietary fiber and calcium in pound cake formulations. Five pound cake formulations using fresh cactus (*Opuntia amyoclaea* Tenore) were developed (four with sucralosa, one of them without cactus and one with sugar cane and cactus). Sensory evaluation was performed by 60 untrained judges and based on a preference assay with a hedonic scale from 1 to 9. Protein (Nx6.25), lipids, ashes, carbohydrates, total dietary fiber, calcium and phosphorus were determined according to the methods of the AOAC, (1990). The results showed protein contents from 9.54 to 10.08, moisture from 35.75 to 40.00, lipids from 2.29 g/100 g y 2.44 g/100 g fresh weight. The sensory evaluation indicated a good acceptance. The concentration of dietary fiber ranged from 8.27% to 10.43% g/100 g, and the calcium concentration from 0.27 to 0.37 g/100 g. Energy content ranged from 216.02kcal to 225.98kcal kJ/100 g, 50 % less than that in commercial pound cakes. Owing to their high fiber and calcium contents, low caloric value and lack of sugar, pound cakes prepared according to these formulations might be a healthy option for diabetic and obese people.

Recibido: 25 de Noviembre de 2009

Aceptado: 5 de Agosto de 2010

INTRODUCCIÓN

El "nopal" (chumbera) es una planta de la familia *Cactaceae* de los géneros *Opuntia* y *Nopalea* que se produce principalmente en zonas templadas, semiáridas y tropicales secas (Sánchez, 2006). Esta planta originaria de América se distribuyó desde México hacia España y después por toda la cuenca del Mediterráneo. En México el consumo de variedades silvestres de nopal (tallos o nopalitos y frutos o tunas) se realiza desde hace aproximadamente 25 000 años, su uso como alimento se ha difundido en África, Asia, Europa y Oceanía (Filardo *et al.*, 2006). El nopal tiene excelentes cualidades nutricias, entre las que destaca su contenido de calcio, lo cual sugiere que es una buena fuente de este mineral (Rodríguez-García, *et al.*, 2007). Por otro

Palabras clave:

Nopal, Pan, Panqué, Alimento dietético

Keywords:

Nopal, Cactus, Bread, Pound cake, Dietary food

* Departamento de Alimentos, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Irapuato, Gto. Tel y Fax 01 464 64 42484, Correo electrónico: bautista@dulcinea.ugto.mx

** Departamento de Alimentos, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

lado, el alto contenido de fibra tanto soluble como insoluble, es una de sus principales características y sus polisacáridos estructurales o fibra insoluble son muy variables entre las distintas especies de nopal. La concentración de pectina varía de 5.3 % a 14.2 %, mientras que el mucílago, la hemicelulosa total y la celulosa fluctúan entre 3.8 % y 8.6 %; 5.2 % y 13.8 %; y 3.5 % y 13.2 %, respectivamente (Sánchez, 2006). El extracto de pectina de *Opuntia ficus indica* contiene 56 % de ácidos urónicos, 6.5 % galactosa, 5.6 % de arabinosa y cantidades mínimas de ramnosa y xilosa (Cárdenas-Bonilla y Goycoolea-Valencia, 2006). Por otro lado, se estudió el efecto de la ingestión de harina de nopal deshidratado sobre el incremento del peso de las heces en ratas y la pérdida de peso corporal. Se observó que los animales ingirieron menos alimento y perdieron peso posiblemente debido al alto contenido de fibra en la dieta (Hernández *et al.*, 2002).

Basurto, *et al.*, 2006 revisaron los estudios clínicos realizados sobre el nopal como antihiperoglucemiante en diabéticos, concluyendo que no todas las especies de nopal disminuyen el azúcar en la sangre y que la actividad antihiperoglucemiante de *O. streptacantha* suministrada en altas dosis y que es la especie más estudiada, se debe principalmente al efecto de la fibra, pues inhibe la absorción intestinal y de los lípidos en diabéticos tipo 2, en obesos y en sujetos sanos.

FIBRA DIETÉTICA

El interés por el estudio de las fibras dietéticas resurgió hace 35 años a raíz de las observaciones epidemiológicas de Towell (1973) y de Burkitt (1975), quienes mostraron que la prevalencia de las enfermedades cardiovasculares y de la diabetes mellitus en distintas regiones del mundo se correlacionan inversamente con el aporte de fibra en la dieta. La hipótesis que se propuso para explicar este hallazgo fue que tal vez las fibras formaran una barrera física para la absorción intestinal de nutrimentos que se tradujeran en menores concentraciones de glucosa y lípidos en la sangre.

En México se nombra panqué al producto que se somete a batido y horneado, preparado con harinas de cereales o leguminosas, azúcares, grasas o aceites, leudante y sal; adicionada o no de huevo y leche, crema batida, frutas y otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos (NOM-000-SSA1-2005). El

objetivo de este trabajo fue utilizar el nopal fresco como fuente de fibra dietética y calcio para producir panqués, los cuales son productos de fácil elaboración y no requieren de largos tiempos de fermentación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Se utilizaron nopales (*Opuntia amyclaea* Tenore), cultivados en los campos de la División de Ciencias de la Vida, de la Universidad de Guanajuato, ubicados en la ciudad de Irapuato, Guanajuato, México. Se emplearon cladodios tiernos con un tamaño promedio de 14.37 cm de largo por 7.7 cm de ancho. Para la elaboración de los panqués se utilizaron harina de trigo, aceite de canola, sucralosa, azúcar, clara de huevo y distintos saborizantes como vainilla, coco, naranja y fresa.

Con el propósito de comparar el contenido nutricional de los panqués ricos en fibra y calcio elaborados en este trabajo con los del mercado, se adquirieron 5 marcas de panqués comerciales y se promediaron los contenidos de grasas, proteína y energía especificados en las etiquetas, con el mismo fin también se utilizó un valor encontrado en las Tablas de Composición de Alimentos del Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán.

FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE LOS PANQUÉS

En la Tabla 1 se presentan las formulaciones de los panqués. La elaboración se hizo de la siguiente manera: en un recipiente se colocaron los dos tipos de harina, se adicionaron los demás ingredientes secos, sucralosa, polvo para hornear, sal, levadura y leche en polvo descremada. En las fórmulas 1 a 3 se utilizó sucralosa como edulcorante y en la 4 azúcar de caña (esta fórmula se hizo pensando en las personas que rechazan cualquier tipo de edulcorante no calórico e interesadas en consumir el nopal). La formulación 5 se usó como testigo, en ésta en lugar de nopal se le adicionaron 160 mL de leche fluida descremada y se endulzó con sucralosa. Para cada caso, los ingredientes secos se mezclaron en una batidora Kitchen Aid™ de 400 g de capacidad, después se agregaron el nopal licuado y el aceite, se incorporaron las claras batidas a punto de turrón y los saborizantes, se vaciaron en moldes y se hornearon a 210° C durante 25 min. La cantidad de agua adicionada puede variar dependiendo de la capacidad de absorción de la harina.

Tabla 1.
Fórmulas de panqués

Ingredientes	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3	Fórmula 4	Fórmula 5 Testigo sin nopal.
Harina integral (g)	200	200	200	200	200
Harina refinada (g)	200	200	200	200	200
Sucralosa (g)	32	32	32	32	32
Azúcar (g)	-	-	-	100	-
Polvo para hornear (g)	16	16	16	16	16
Sal (g)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Levadura (g)	5	5	5	4	5
Clara de huevo (g)	80	80	80	80	80
Leche en polvo (g)	60	60	60	60	60
Aceite (g)	30	30	30	110	30
Agua (mL)	160	160	160	160	160
Leche líquida (mL)	-	-	-	-	250
Nopal molido (g)	300	300	300	300	300
Saborizantes	15 g de chocolate en polvo 5 g de cocoa 2 cucharadas de vainilla 3 mL de moka líquida 0.3 g de canela	2 mL de esencia de piña 2 cucharadas de vainilla 0.8 g de canela molida	2 mL de esencia de coco 2 mL de vainilla 4 g de canela en polvo 2 g de ralladura de naranja 10 g de coco rallado	3 mL de moka líquida 5 g de cocoa 2 cucharadas de vainilla 1 g de canela en polvo 13 g de chocolate en polvo	2 cucharadas de vainilla 15 g de coco rallado 2 mL de esencia de piña 0.8 g de canela

DISEÑO DE EXPERIMENTOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con el propósito de hacer un análisis comparativo, se hizo un diseño completamente aleatorizado para 5 tratamientos (se consideró a cada formulación como un tratamiento), en el caso de la evaluación sensorial fueron 60 repeticiones y las variables estudiadas: olor, color, sabor y textura medidos subjetivamente. El análisis químico se hizo por triplicado (3 repeticiones) las variables estudiadas fueron los contenidos de proteínas, cenizas, lípidos, fibra cruda, calcio, fósforo y fibra dietética total. Se hizo un análisis de varianza utilizando el paquete estadístico Statgraphics Plus for Windows, versión 2.1. La diferencia entre medias se estableció mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan.

EVALUACIÓN SENSORIAL

Se utilizó un método afectivo cuyo principal propósito fue evaluar la respuesta (preferencia o aceptación) de consumidores potenciales del producto. A diferencia de los métodos analíticos que se realizan con evaluadores seleccionados y entrenados, las pruebas afectivas se realizan con los consumidores objetivo del producto en cuestión. Los métodos afectivos cuantitativos son aquellos con los cuales se determina la respuesta de un gran grupo de consumidores (de 50 a 400) sobre preferencia, atributos sensoriales, etc.

Están basadas en el agrado o desagradado que provoca un producto. La escala utilizada se presenta a continuación, participaron 60 personas (estudiantes y personal de la División de Ciencias de la Vida) de todas las edades debido a que los panqués desarrollados están dirigidos a todo tipo de consumidor. Una vez terminada la evaluación se analizó estadísticamente por análisis de varianza (Pedrero y Pangborn, 1989; Hough y Fiszman, 2005).

ESCALA ESTRUCTURADA (ACEPTABILIDAD)

PUNTUACIÓN /DESCRIPCIÓN

- 9- Me gusta extremadamente
- 8- Me gusta mucho
- 7- Me gusta moderadamente
- 6- Me gusta levemente
- 5- Ni me gusta ni me disgusta
- 4- Me disgusta levemente
- 3- Me disgusta moderadamente
- 2- Me disgusta mucho
- 1- Me disgusta extremadamente

PERFIL DE TEXTURA

Se determinó el perfil de textura en un texturómetro TA.XT2 (Stable Micro Systems, 1993), para lo cual se cortaron cubos de 2.5 cm. Se utilizó un cilindro de 1 pulgada de diámetro a una velocidad de 1.7 mm/min para la entrada y salida y un recorrido de 10 mm en dos compresiones separadas por 5 segundos imitando mordidas.

ANÁLISIS QUÍMICO

Se determinaron la humedad, proteína (Nx6.25), cenizas, fibra cruda, lípidos, hidratos de carbono (calculados por diferencia de 100 menos los componentes anteriores), calcio, fósforo y fibra dietética total por los métodos de la AOAC, (1990). Los hidratos de carbono disponibles se calcularon restando la fibra dietética total a los hidratos de carbono totales. La energía total en kcal se calculó multiplicando el contenido de proteínas e hidratos de carbono disponibles x 4 y los lípidos x 9.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la evaluación sensorial para las variables olor, color, sabor y textura (Tabla 2), mostraron valores por arriba de 8 (Me gusta mucho), con excepción del sabor en el testigo sin nopal que mostró diferencia significativa ($p < 0.05$), dando un valor de 7.66 entre me gusta moderadamente y me gusta mucho, lo que sugiere que las fórmulas con nopal fueron mejor aceptadas. En la textura que fue considerada

como la sensación táctil al partir el pan, no se observó diferencia estadística significativa a pesar de que la dureza en N medida con el texturómetro fue mayor en los panqués con nopal.

PERFIL DE TEXTURA

Los resultados del perfil de textura se presentan en la Tabla 3, en donde se observa que la elasticidad fue diferente estadísticamente ($p < 0.05$) entre todos los tratamientos, esto se refiere a la altura que el alimento recupera durante el tiempo que pasa entre el final de la primera mordida y el principio de la segunda, en el equipo, es importante señalar la dureza (N) en donde se puede ver que los mayores valores fueron para los productos con nopal, esto se puede explicar porque a los panqués con nopal se les formó una corteza ligeramente dura pero crugiente que gustó a los consumidores; por otro lado, la alta viscosidad de las gomas y mucilagos del nopal le dieron una textura ligeramente gomosa a los panqués, característica que no fue rechazada por los panelistas de la prueba sensorial.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

En la Tabla 4 se presentan los resultados del análisis de los cladodios (nopalitas) empleados en este trabajo, se observa que todos los valores caen dentro de los rangos informados por Zaenz, 2006 en su amplia revisión sobre usos del nopal, y que son los siguientes (g/100 g): Proteína (0.21-1.6), grasa (0.09-0.7), fibra (0.02-3.15), y

Tabla 2.
Resultados de la evaluación sensorial*

Formulación	Olor	Color	Sabor	Textura
1	8.4±0.87 ^a	8.30±0.83 ^a	8.23±0.70 ^a	8.19±0.095 ^a
2	8.57±0.72 ^a	8.50±0.70 ^a	8.35±0.94 ^a	8.27±0.95 ^a
3	8.45±0.85 ^a	8.45±0.67 ^a	8.36±0.87 ^a	8.43±0.89 ^a
4	8.58±0.67 ^b	8.35±0.63 ^a	8.36±1.06 ^a	8.43±0.75 ^a
5	8.11±0.94 ^{ab}	8.20±1.18 ^a	7.66±1.45 ^b	8.11±0.88 ^a

*Superíndices distintos en la columna indican diferencia significativa $p < 0.05$ (n=60)

Tabla 3.
Perfil de textura de panqués determinado en el Texturómetro TA.XT2

Ensayo	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3	Fórmula 4	Testigo
Elasticidad	0.39±0.033 ^c	0.33±0.022 ^d	0.86±0.02 ^a	0.33±0.02 ^d	0.49±0.02 ^b
Cohesividad	0.26±0.02 ^b	0.21±0.07 ^{bc}	0.32±0.03 ^a	0.31±0.02 ^a	0.21±0.03 ^c
Masticabilidad	0.19±0.07 ^b	0.047±0.02 ^c	0.34±0.01 ^a	0.14±0.03 ^b	0.03±0.00 ^c
Gomosidad	0.44±0.03 ^a	0.15±0.08 ^c	0.41±0.03 ^a	0.28±0.04 ^b	0.09±0.01 ^d
Dureza N	1.58±0.34 ^a	0.84±0.14 ^c	1.17±0.17 ^b	0.97±0.03 ^{bc}	0.47±0.02 ^d

*Superíndices distintos en la fila indican diferencia significativa $p < 0.05$.

cenizas (0.4-1.0), solamente el valor de humedad fue superior 90 g/100 g, debido posiblemente a que eran nopalitos muy tiernos cosechados en época de lluvias. El contenido de proteína de 18.72 g/100g en peso seco es alto comparado con los valores de la literatura, hecho que se explica porque se ha visto que los cladodios jóvenes tienen una mayor concentración de proteínas que los de plantas maduras (Flores *et al.*, 1995). Es importante subrayar el alto contenido de fibra dietética total de 35.91 g/100 g en peso seco, aunque es menor a 42.80 g/100 g encontrado por Cárdenas, *et al.*, 1998 para *Opuntia Ficus indica*; adicionalmente, destaca el bajo valor calórico del nopal.

Los resultados del análisis químico de los panqués se muestran en la Tabla 5, el contenido de humedad varió de (35.75 a 42.65) g/100 g, estas cifras resultaron ligeramente elevadas para este tipo de pan, ya que se han reportado valores de 31.7 o cercanos a 40 g/100 g (Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán, 1999). La proteína (Nx6.25) estuvo entre 7.40 y 10.08, estos valores son superiores a los que se declaran en las etiquetas de cinco panqués comerciales que contienen entre (5.92 y 6.20) g/100 g, el contenido de lípidos que osciló entre (2.9 y 4.09) g/100 g, fue de 84.51 % a 89.02 % menor al que se puede encontrar en los panqués comerciales que contienen en promedio 26.4 g/100 g, aún la fórmula con azúcar (F4) contiene 71.96 % menos de grasa. Otra diferencia que se encontró consiste en que en las fórmulas de este estudio se usó aceite vegetal en tanto que en las fórmulas comerciales se declara en la etiqueta que contienen mantecas vegetales parcialmente hidrogenadas; éstas podrían contener ácidos grasos *trans* que son aterogénicos. La energía total con valores de (216.02 a 229.93) kcal resulta inferior a las 457.6 kcal in-

Tabla 4.
Composición química del nopal (g/100 g)

Determinación	Base original	Base seca
Humedad	93.78	-----
Materia seca	-----	6.22
Proteína (Nx6.25)	1.16	18.72
Nitrógeno total	0.26	2.99
Cenizas	0.81	13.09
Lípidos	0.17	2.66
Fibra cruda	0.83	13.32
Fibra dietética total	2.23	35.91
Hidratos de carbono totales	3.25	52.21
Hidratos de carbono disponibles	1.02	16.30
Calcio	0.095	1.47
Energía kcal/100 g	10.25	164.02

Tabla 5.
Composición química de panqués (g/100 g muestra original)

Determinación	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3	Fórmula 4	Fórmula 5 testigo
Humedad	37.45	35.75	36.40	42.65	40.00
Proteína (Nx6.25)	9.67	10.08	9.54	7.40	9.47
Cenizas	2.36	2.44	2.29	1.76	2.05
Lípidos	3.73	2.90	4.09	7.47	4.06
Fibra cruda	0.93	1.00	1.11	1.29	0.60
Fibra dietética total	8.27	10.43	10.41	6.18	3.98
Hidratos de carbono	45.86	47.83	46.57	39.43	43.82
Hidratos de carbono disponibles	37.59	37.40	36.16	33.25	37.89
Energía (kcal)	222.61	216.02	219.61	229.93	225.98
kJ	946.09	918.08	933.34	977.20	960.04
Energía de grasa (kcal)	33.57	26.10	36.81	67.23	36.54
kJ	142.67	110.92	156.40	285.72	155.29
Calcio	0.27	0.26	0.375	0.194	0.15
Fósforo	0.24	0.25	0.25	0.150	0.22

formadas en las etiquetas de productos comerciales. Adicionalmente, el contenido de fibra dietética total fue de (6.18 a 10.43) g/100 g en las fórmulas con sucralosa y nopal y de 3.98 en el testigo sin nopal, en tanto que los comerciales prácticamente carecen de fibra con contenidos promedio de 0.32 g/100 g. Es importante señalar que Frati-Munari, *et al.*, 1983 recomiendan 300 g de consumo de nopal diarios para la disminución de triacilglicéridos y colesterol, en este sentido el aporte de fibra de estos panqués a la dieta puede contribuir a cubrir la recomendación diaria de fibra dietética que es entre 20 y 35 g/día según la American Dietetic Association (Whitney y Rady, 2005), lo cual puede ser benéfico para la salud. Por otro lado, se sabe que el nopal tiene un Índice Glucémico

(IG) de 7 y que los alimentos con un IG tan bajo no elevan drásticamente el azúcar en la sangre (Jenkins, *et al.*, 2002), también se ha reportado que una dieta con 12.46 % de nopal crudo redujo el 34 % de las fracciones de LDL y VLDL en ratas (Cárdenas, *et al.*, 1998), por todo esto se sugiere recomendar las fórmulas de panqués sin azúcar, para personas diabéticas. Aunado a lo anterior, utilizar el nopal fresco como fuente de fibra es muy económico considerando que 1 kg cuesta actualmente \$ 0,23 de dólar sobre todo si se compara con otras fibras como la inulina, cuyo costo es de aproximadamente \$ 18,00 dólares el kg (mercadolibre.com.mx, 2010). Adicionalmente, se demostró que no es necesario deshidratarlo para agregarlo a este tipo de pan, sobre todo porque el precio del nopal deshidratado se eleva por el proceso de secado; la harina de trigo integral también aporta fibra a estos panqués cuyo origen es el salvado de trigo constituido principalmente por celulosa y lignina. En cuanto al calcio los contenidos entre (0.194 y 0.375) g/100 g cubren entre el (24.25 y 46.87) % de la Ingesta Diaria Recomendada (IDR) que es de 800 mg/día (NOM-051, 1994) para la población mexicana, en tanto que el testigo sin nopal sólo aporta el 18 %, el calcio proporcionado por el nopal es muy importante sobre todo para las personas que no ingieren otras fuentes de este mineral. Estudios realizados en ratas revelaron que el calcio del nopal hace los huesos de estos animales más fuertes, lo que

sugiere que el organismo humano lo puede utilizar en la formación de huesos y otras funciones (Rojas, *et al.*, 2006; Gaceta UNAM, 2007). El fósforo cuyo contenido fue similar al del calcio es también indispensable en el cuerpo humano ya que forma parte del ATP en el metabolismo energético y es un elemento importante en la estructura de los ácidos nucleicos.

En la Tabla 6 se aprecia el análisis estadístico de los resultados en peso seco. Se puede observar que la fórmula 4 con azúcar es la que tuvo valores con diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) con respecto a las demás fórmulas. Esto puede ser debido a que para que el sabor y la textura fueran los adecuados en su formulación se utilizó un mayor porcentaje de azúcar y aceite, por ejemplo el contenido de lípidos fue de 12.76 g/100 g en tanto que el de las demás fórmulas varió de (4.52 a 6.78) g/100 g; no obstante, el contenido de grasa fue mucho menor que el de las fórmulas comerciales. Es importante señalar que de todas las formulaciones, aquella a la cual no se le adicionó nopal tuvo la menor concentración (0.250 %) de calcio, lo cual fue estadísticamente ($p < 0.05$) diferente. Esto resulta interesante ya que en esta formulación en lugar de nopal se agregaron 250 mL de leche, la cual es una fuente rica de calcio. Debido a este resultado el nopal puede emplearse como una fuente económica de calcio, elemento que sin lugar a dudas es importante

Tabla 6.
Composición química de panqués (g/100 g peso seco) y análisis estadístico

Determinación	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3	Fórmula 4	Fórmula 5 testigo
Materia seca	62.55	64.25	63.60	57.35	60.00
Proteína (Nx6.25)	15.46±0.52 ^a	15.69±0.13 ^a	15.01±0.06 ^a	12.90±0.05 ^b	15.79±0.01 ^a
Cenizas	3.78±0.06 ^a	3.81±0.06 ^a	3.60±0.50 ^a	3.07±0.03 ^b	3.43±0.07 ^{ab}
Lípidos	5.97±0.07 ^c	4.52±0.19 ^d	6.44±0.24 ^{bc}	12.76±0.3 ^a	6.78±0.03 ^b
Fibra cruda	1.49±0.12 ^b	1.56±0.16 ^b	1.69±0.20 ^b	2.25±0.26 ^a	1.49±0.18 ^b
Fibra dietética total	13.23±0.20 ^b	16.24±0.10 ^a	16.38±0.20 ^a	10.78±0.20 ^c	6.64±0.20 ^d
Hidratos de carbono	73.30	74.42	73.26	69.02	72.51
Hidratos de carbono disponibles	60.07	58.18	56.88	58.24	65.87
Energía total (kcal)/ kJ	355.85 1512.36	335.88 1427.49	345.52 1468.46	399.40 1697.45	387.66 1647.55
Energía de grasa (kcal)/kJ	53.73 228.35	40.68 172.89	57.96 246.33	117.27 498.39	61.02 259.33
Calcio	0.428±0.02 ^b	0.400±0.00 ^c	0.590±0.01 ^a	0.34±0.01 ^d	0.250±0.00 ^e
Fósforo	0.387±0.02 ^c	0.404±0.01 ^a	0.399±0.01 ^b	0.266±0.01 ^e	0.368±0.02 ^d

*Superíndices distintos en la fila indican diferencia significativa $p < 0.05$

consumirlo y debe estar contenido en la dieta diaria. Alternativamente el contenido de fibra dietética total fue superior en las fórmulas con nopal y diferente estadísticamente ($p < 0.05$) a la que no tenía nopal, lo que confirma un aporte significativo de fibra, cuyo origen fue el nopal. Las fórmulas sin azúcar de estos panqués se podrían recomendar para personas diabéticas y hacer en casa, sobre todo por la facilidad de su elaboración, que básicamente se puede realizar en 4 pasos: (a) pesado de ingredientes, (b) mezclado, (c) vaciado y (d) horneado en aproximadamente una hora.

CONCLUSIÓN

Los panqués desarrollados en este trabajo no sólo tuvieron un buen sabor como lo demostró el análisis sensorial, sino también un alto valor nutritivo por su contenido de fibra dietética y calcio. Adicionalmente, tres formulaciones fueron bajas en grasa y sin azúcar; lo que sugiere que se pueden consumir sin tener consecuencias negativas para la salud. Por otro lado, el nopal fresco resultó ser una excelente fuente de fibra dietética y calcio, sin alterar las propiedades sensoriales y de textura de estos panqués. Finalmente se demostró que no es necesario deshidratar el nopal para agregarlo a este tipo de pan.

REFERENCIAS

- AOAC, (1990). *Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of the AOAC*. 15th ed. K. Herlich, (Ed.). Arlington, Virginia, USA. Pp. 58-1106
- Basurto, S. D., Lorenzana-Jiménez M. y Magos, G.G.A. (2006). Utilidad del nopal para el control de la glucosa en la diabetes mellitus tipo 2. *Revista Facultad Medicina UNAM* 49(4):157-161
- Burkitt, D. P. y Towell, H. C. (1975). *Refined Carbohydrate Foods and Disease*. New York. Academic Pr.
- Cárdenas-Bonilla, A. y Goycoolea, F. V. (2006). Propiedades gelificantes de la pectina del nopal. Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. 16/02/06. <http://www.pncta.com.mx>
- Filardo S. K. Peña R.M. y Tapia J. (2006). Validación de una mermelada elaborada con xoconostle (*Opuntia matudae* Scheinverd). *Industria Alimentaria* 15(8):18-20.
- Flores, H.A., Murillo, M., Borrego F., y Rodríguez, J.L. (1995). Variación de la composición química de estratos de la planta de 20 variedades de nopal. En: *Memorias. VI Congreso nacional y IV Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal*. Guadalajara, México.
- Frati Munari, J., Fernández, J.H., Riva, H. Araiza, R., Torres, R. (1983). Efecto del nopal *Opuntia* sp. Sobre los lípidos séricos, la glucosa y el peso corporal. *Archivos de Investigación Médica* 14(2):117-25.
- Desarrolla UNAM harina de nopal contra la osteoporosis. *Gaceta UNAM* (2007), Número 3965, 1 de marzo. 2007. www.dgcs.unam.mx/boletin/boletin/bdboletin/2007.115.html
- Hernández, H.A.D. Gallardo, N.Y.T. Chamorro, C.G. (2002). Caracterización de la fibra de nopal por medio de su respuesta fisiológica. En CYTED (ed.), *Temas de Tecnología de Alimentos. Volumen 2. Fibra dietética*. (p. 215-230) Alfaomega, México. D.F.
- Houg, G. y Fiszman, S. (2005). *Estimación de la Vida Útil Sensorial de los Alimentos*. Programa CITED. Madrid, España.
- Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. (1999). *Tabla de Composición de Alimentos Mexicanos*. Disco compacto multimedia interactivo. ISBN 968-6499 25 3.
- Jenkins, D.J.A., Kendall, C.W.C., Augustin L.S.A., Franceschi S., Hamidi M., Marchie A. (2002). Glycemic index: overview of implications in health and disease. *American Journal Clinical Nutrition* 76(suppl):266S-73S.
- México Secretaría de Comercio Dir. Gral. de Normas (1994). NOM-051-SCFI-1994. *Norma de Etiquetado*.
- México Secretaría de Comercio Dir. Gral. de Normas (2005), PROY-NOM-000-SSA1-Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba. Secretaría de Salud. México.
- Pedrero, D.L. y R. M. Pangborn. (1989). *Evaluación Sensorial de los Alimentos. Métodos Analíticos*. Alambra. Madrid, España.
- Rodríguez-García M.E., De Lira C., Hernández-Becerra, M.A., Cornejo-Villegas M.A. Palacios- Fonseca A.J., Rojas-Molina, I., Reynoso R., Quintero L.C., Del-Real A., Zepeda T.A. y Muñoz-Torres C. (2007). Physicochemical Characterization of Nopal Pads (*Opuntia ficus indica*) and Dry Vacuum Nopal Powders as a Function of the Maturation. *Plant Foods for human Nutrition (Formerly Qualitas Plantarum)* 62(3):107-112.
- Rojas, M.J.I., Quintero, C., Hernández E., Reynoso R., Gómez, A., Baños, L., Rodríguez, G. M. (2006). Biodisponibilidad de Ca en ratas alimentadas con dietas a base de nopal en diferentes periodos de maduración. *Memorias Congreso Latinoamericano de Nutrición*, 2006. AL. 0017. Sociedad Latinoamericana de Nutrición. Florianópolis Brasil, Noviembre 2006.
- Sánchez- Bell, G. (2006). Al nopal no sólo hay que verlo cuando tiene tunas. *Cuadernos de Nutrición*. 29(2):62-65.
- Texture analyser TA-XT2. (1992). User guide. Stable Micro Systems. Scardale, NY.
- Towell, H. C. 1973. Dietary fiber, ischaemic heart disease and diabetes mellitus. *Proc. Nutr. Soc.* 32: 151.
- Whitney, E y Rady R. S. (2005). *Understanding Nutrition*. Tenth edition. Thomson Wadsworth. Australia.
- Zaenz C. (2006). Utilización Agroindustrial del Nopal. *Boletín de servicios Agrícolas de la FAO*. No. 162 p.12-15. ISSN 1020-4334.