

Desarrollo de pan integral con soya, chía, linaza y ácido fólico como alimento funcional para la mujer

Mayela Bautista Justo, Alejandra Denisse Castro Alfaro, Ernesto Camarena Aguilar, Katarzyna Wrobel, Kazimierz Wrobel, Guadalupe Alanís Guzmán, Zeferino Gamiño Sierra y Víctor Da Mota Zanella

Universidad de Guanajuato: Instituto de Ciencias Agrícolas, Instituto de investigaciones Científicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. México

RESUMEN. Se desarrollaron 6 diferentes panes integrales empleando harina de trigo integral, chía, linaza y ácido fólico, formulados especialmente para la mujer. A cada uno de estos panes se le hizo la evaluación sensorial y de textura. Los resultados obtenidos mostraron una buena aceptación de los productos elaborados. Por otro lado, se llevó a cabo el análisis químico proximal de los panes y además se determinaron los siguientes parámetros: calcio, fósforo, fibra dietética total, ácido fólico, la capacidad de absorción de agua, el Índice Retardatorio de la Diálisis de la Glucosa (GDRI), ácidos grasos. Los resultados obtenidos revelaron más altos niveles de proteína (entre 23.23 y 30.24 g/100g en base seca, respecto a los encontrados en el pan testigo (21.00 %)). Los niveles de lípidos fueron entre 10.07 y 12.15 g/100g (linoleico: 2.43–4.05%; linolénico: 1.12–4.46%; oleico: 2.93 a 6.13%), los valores de GDRI entre 89.1 y 98.10 % y la concentración de ácido fólico fue de 699.44 – 991.30 ì g/100g peso seco. Los mismos parámetros fueron evaluados también en las semillas de chía y en la harina de linaza. Se concluye que por su contenido de proteína, ácidos grasos ù-3 y ù-6, fibra dietética total y ácido fólico los panes desarrollados tienen un alto valor nutritivo y podrían subsanar algunas deficiencias nutricionales en las mujeres.

Palabras clave: Pan integral, chía, linaza.

SUMMARY. Integral bread development with soybean, chia, linseed, and folic acid as a functional food for woman. Six bread formulations were developed, using different proportions of whole-wheat flour, chia seeds and flaxseed flour. All of our formulations were added with folic acid. Sensorial and texture evaluations were performed, showing good acceptance of the products. Proximal chemical analysis was carried out; in addition, the following parameters were determined: calcium, phosphorus, total dietary fiber, folic acid, water hydration capacity, Glucose Dialysis Retardation Index (GDRI) and fatty acids. The results obtained showed higher protein levels in the developed breads (23.23-30.24 (g/100g dry matter) as compared to a control (21.00% of proteins in bread elaborated without chia or flaxseed). Furthermore, the breads contained 10.07-12.15 of lipids (g/100g dry matter) (linoleic acid: 2.43-4.05%; linolenic acid: 1.12-4.46 %; oleic acid: 2.93-6.13 %), GDRI values were between 89.1 and 98.1 % and folic acid was in the range 699.44 – 991.3 (ì g/100g dry matter). The same parameters were determined in the chia seed and in the flaxseed flour. It was concluded that; due to their high levels of protein, insaturated fatty acids (ù-3 and ù-6), dietary fiber and folic acid, these breads have a high nutritional value, so they could have special benefits for woman.

Key words: Whole wheat flour bread, chia seed, flaxseed flour, and nutrition.

INTRODUCCION

La tendencia actual hacia el desarrollo de alimentos especiales para la mujer, se debe en gran parte a la difusión de la información acerca de los beneficios que algunos ingredientes tales como la soya, el calcio, el ácido fólico y el hierro tienen sobre su salud (1) y también a las deficiencias de nutrimentos detectadas en este grupo de población. Los hallazgos de la Encuesta Nacional de Nutrición (1999) en México, mostraron que una de cada cinco mujeres no embarazadas y una de cada cuatro embarazadas presentaron anemia. Se encontraron además, deficiencias de zinc, vitamina A, hierro, folato y vitamina C en la dieta (2).

Este trabajo se enfoca en el desarrollo de nuevos panes integrales, con adición de soya, chía y linaza con el fin de obtener productos de mayor valor nutritivo y mejores características funcionales respecto al pan elaborado a partir de la

harina de trigo; asimismo, que estos nuevos panes presenten buenas características sensoriales.

Una de las más estudiadas y más populares fuentes de proteínas ha sido la soya *Glycine max*. La soya también es rica en los componentes funcionales tales como las isoflavonas, fibras, vitaminas (Tiamina, Niacina, Riboflavina y B₆), minerales (calcio, magnesio, zinc, hierro), flavonoides, terpenos y fitoesteroles. Se le atribuyen propiedades anticancerígenas y se recomienda su uso en el control de los síntomas de la menopausia. Una amplia revisión de las propiedades de la soya fue realizada por Smith y Sydney (3). La chía (*Salvia hispanica L.*) es una planta anual de verano que pertenece a la familia de las *Labiatae*. Las civilizaciones precolombinas usaron las semillas de chía como materia prima en la elaboración de varias medicinas y compuestos nutricionales e incluso pinturas. En cuanto a su composición química, se han informado altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados, en particular el ácido

linolénico w-3, cuyos principales componentes son: ácido linoleico (17%-26%) y ácido linolénico (50%-57%) (4). Los antioxidantes más importantes son el ácido clorogénico, el ácido cafeico, miricetina, quercetina, kaempferol y flavonoles. La chía es también una buena fuente de riboflavina, niacina, tiamina, calcio, fósforo, potasio, cinc y cobre (5). En consecuencia, las semillas de chía son productos de interés para enriquecer gran cantidad de productos como fórmulas y alimentos para bebés, alimentos horneados, barras nutritivas, yogures, salsas, etc. La linaza (*Linum usitatissimum*) es otra de las materias primas que más se están utilizando actualmente en los productos de panificación, tanto por su contenido de ácidos grasos w-3, como por la fibra dietética y fitoestrógenos (6).

El interés en estudiar la chía como posible aditivo a este tipo de alimentos surgió debido a su alto contenido de antioxidantes como el ácido clorogénico, ácido cafeico, miricetina, quercetina, kaempferol y flavonoles que son muy beneficiosos para la salud y también por su considerable contribución de ácidos grasos poliinsaturados (5,7). La idea original de este trabajo ha sido elaborar el pan con adición de las semillas de chía y linaza para lograr el efecto protector de los antioxidantes contenidos en chía para evitar la oxidación de los lípidos poliinsaturados contenidos en los dos tipos de semillas.

Con el objeto de ofrecer productos novedosos que contengan los nutrimentos apropiados para las mujeres, en este estudio se desarrollaron panes integrales ricos en fibras y proteína, diseñados especialmente para la mujer, utilizando en su elaboración harina integral de trigo fortificada con hierro y ácido fólico, soya, linaza y chía.

MATERIALES Y METODOS

Panificación

La fórmula básica para el pan integral testigo fue la siguiente: 1 kg de harina integral, 10 g de levadura, 20 g de sal, 40 g de azúcar, 20 g de aceite vegetal, 10 g de mejorante comercial, cuya especificación en la etiqueta dice: "mezcla de micronutrimentos para harina de trigo" VITAPRO SZ^{MC} calculado con base en 180 g/ton y aproximadamente 655 g de agua. Se utilizó una amasadora comercial de la marca "Kitchen Aid", con una capacidad de 400g. A partir de la fórmula básica, se desarrollaron 5 formulaciones substituyendo parte de la harina de trigo integral por los siguientes ingredientes: Fórmula 1: 10% en peso de harina de soya (HS); Fórmula 2: 17% de HS; Fórmula 3: 10% de HS y 5% de linaza molida; Fórmula 4: 10% de HS y 5% de semillas de chía; Fórmula 5: 10% de HS, 5% de harina de linaza y 5% de semillas de chía.

Procedimiento

Se pesaron los ingredientes por separado y se mezclaron todos con excepción de la sal, que se agregó una vez que los otros ingredientes estuvieron homogeneizados. La mezcla de

micronutrimentos (ácido fólico) se disolvió en el agua, antes de agregarla a los ingredientes secos. Se mezcló por 20 minutos aproximadamente en la batidora Kitchen Aid a velocidad 2. Se fermentó la masa a 35°C durante 45 minutos. Después, se refinó la masa batiendo nuevamente a velocidad 2 por aproximadamente 10 minutos hasta formar la red de gluten. La soya, chía y linaza se agregaron una vez que la red de gluten estuvo formada mezclando nuevamente. Se pesaron porciones de aproximadamente 50 g; se elaboraron las trenzas usando tres porciones de masa (en total 150g), las que se estiraron y trenzaron, finalmente se colocaron en moldes previamente engrasados. Se fermentaron a 35°C aproximadamente por 30 minutos o hasta que duplicaron su tamaño. Se hornearon a 230-240°C durante 20 minutos. Se dejaron enfriar 2 horas para realizar el análisis sensorial y de textura. Parte de las muestras se secaron en un horno con aire a 100°C, se molieron en un mortero y se almacenaron en frascos cerrados a temperatura ambiente, para su posterior análisis.

Análisis sensorial

Se hizo una prueba de nivel de agrado o desagrado para ver si los productos gustaban o no gustaban; participaron 60 personas no entrenadas (50 mujeres y 10 hombres) entre 19 y 55 años de edad; las 6 muestras se presentaron individualizadas, en diferente orden para cada individuo y se pidió a los evaluadores que las calificaran de acuerdo con la siguiente escala hedónica: 1. Extremadamente agradable, 2. Muy agradable, 3. Agradable, 4. Ligeramente agradable, 5. Ni agradable ni desagradable, 6. Ligeramente desagradable, 7. Desagradable, 8. Muy desagradable, 9. Extremadamente desagradable (8).

Características físicas

Análisis de textura. Se hizo el perfil de textura empleando el Texturómetro TA-XT2, se cortaron piezas de 2.5 cm de grosor, se usó un cilindro de 1 pulgada de diámetro, a una velocidad de 1.7 mm/s para la entrada y salida, y un recorrido de 10 mm en dos compresiones separadas por 5 s imitando dos mordidas al pan (9).

Para determinar el volumen del pan. Se usó el método de desplazamiento utilizando semillas de nabo (10).

Análisis químico

El análisis químico se realizó empleando las técnicas de la AOAC (11), se determinó la humedad (método 935.29), contenido de proteína (Nx6.25) (método 978.04), lípidos (método 920.39), fibra cruda (método 962.09), cenizas (método 923.03), los carbohidratos se calcularon por diferencia, fibra dietética total (método 985.29). La cuantificación de calcio y fósforo fue por los métodos 927.02 y 964.06 respectivamente (11). Partiendo del análisis químico proximal, se calculó el contenido energético multiplicando el contenido de proteínas e hidratos de carbono x 4 y los lípidos x 9 (12).

El ácido fólico se determinó por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (13). La cuantificación de los ácidos grasos se hizo por cromatografía de gases, utilizando el método 969.33 de la AOAC (14).

Capacidad de absorción de agua

Se utilizaron 5 g de muestra molida y se siguió el método de la AACC (15).

Índice retardatorio de la diálisis de la glucosa (GDRI)

Este índice se determinó como un indicador indirecto de la velocidad de absorción de la glucosa en el intestino delgado, que se ve afectada por el contenido de fibra en el alimento, se utilizó el método de Adiotomre y Eastwood (16).

Diseño de experimentos y análisis estadístico

Se hizo un diseño completamente aleatorizado para 6 tratamientos, con 3 repeticiones. Las variables estudiadas fueron: cada una de las determinaciones del análisis proximal y sensorial. Se llevó a cabo el análisis de varianza. Para el procesamiento de datos se usó el paquete Statgraphics Plus for Windows, versión 2.1.

RESULTADOS

Evaluación sensorial de los panes

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la evaluación sensorial cuyos valores variaron de 1.61 a 3.53 comparado con el testigo que fue de 2.83, se presentó diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos, se observa en la escala que se clasificaron como muy agradables y agradables.

TABLA 1
Resultados del análisis sensorial de los panes integrales

Tratamiento	Media \pm s
Pan integral (testigo)	2.83 \pm 0.37 ^b
Soya 10 %	2.55 \pm 0.50 ^c
Soya 17 %	3.53 \pm 0.50 ^a
Soya 10 %, chía 5 %	1.61 \pm 0.48 ^c
Soya 10 %, linaza 5 %	2.41 \pm 0.49 ^c
Soya 10 %, chía 5% y linaza 5%	2.23 \pm 0.42 ^d

Superíndices en la columna indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

Análisis de textura de los panes

La dureza de los panes estuvo entre 1.1 y 17.6 Newtons (N), siendo los valores más altos para los productos que contenían chía. En este caso, se observó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) con respecto al estándar cuyo valor fue de 0.4 N. El incremento en la dureza se atribuye

a la costra que forma el gel de chía. El volumen del pan testigo ($642 \pm 10 \text{ cm}^3$) fue diferente estadísticamente al de los panes desarrollados en este trabajo que varió de $707 \pm 6 \text{ cm}^3$ a $753 \pm 12 \text{ cm}^3$. En tanto que el volumen específico para el pan testigo fue de $5.04 \text{ cm}^3/\text{g}$ diferente estadísticamente ($p < 0.05$) al de los panes experimentales que osciló entre 5.35 y $5.54 \text{ cm}^3/\text{g}$, indicando que estos panes presentaron una estructura más compacta.

Análisis químico y funcional de ingredientes

La composición química de las semillas de chía y harina de linaza se presenta en la Tabla 2, se observa que el contenido de proteína está por encima del 19% en ambos materiales, también se presentan valores elevados en el contenido de lípidos y fibra dietética total.

TABLA 2
Composición química de semilla de chía y harina de linaza (g/100g base seca)

	Chía Media \pm s	Linaza Media \pm s
Materia seca	95.6 \pm 0.3	94.9 \pm 0.3
Proteínas	19.5 \pm 0.7	22.7 \pm 0.1
Lípidos	30.0 \pm 0.2	39.6 \pm 0.2
Fibra cruda	24.9 \pm 0.2	22.6 \pm 0.1
Hidratos de Carbono	23.1 \pm 0.3	10.6 \pm 0.2
Energía (kcal)	440.2	489.8
Fibra dietética soluble	5.1	37.8
Insoluble	42.9	2.1
Total	20.3	22.4

En la Tabla 3 se presentan los valores de GDRI obtenidos a los 30 y 60 minutos; se observa un mayor en la semilla de chía (80.4%) que en la harina de linaza (76.5%) a los 30 minutos.

TABLA 3
Índice retardatorio de la diálisis de la glucosa (GDRI) en semilla de chía y harina de linaza

Tiempo (min)	Chía	Linaza
	% de Retención Media \pm σ	% de Retención Media \pm σ
30	80.4 \pm 0.2	76.5 \pm 0.3
60	80.0 \pm 0.6	73.4 \pm 0.7

Análisis químico y funcional de los panes

En la Tabla 4 se presentan los resultados de los análisis químicos y el valor calórico de los panes. En primer lugar es de resaltar el alto contenido de proteínas (N x6.25) encontrado

en las formulaciones propuestas (entre 23.23 y 30.24 g/100g en base seca). Se observó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre estos niveles y el encontrado en el pan testigo (21.00%). En cuanto a los niveles de lípidos, se encontraron diferencias estadísticas entre algunos de los panes enriquecidos (10.07-12.15 g/100 g en base seca), sin embargo, dos tratamientos que contenían soya fueron iguales estadísticamente al pan testigo (10.78%). Los valores energéticos oscilaron entre 419.13 y 472.83 kcal para las formulaciones del estudio y estos fueron también similares a los declarados en la etiqueta para panes integrales comerciales.

Contenido de ácidos grasos en los panes

Se observa en la Tabla 5 que, el contenido de ácidos grasos varió en los panes con chía y linaza, presentándose un aumento en el contenido de ácido linolénico con respecto a los panes testigo.

Capacidad de absorción de agua en los panes

El resultado varió de 10.06 hasta 13.67 g por 1 g en base seca (Tabla 6), se observó diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($p < 0.05$), estos valores son altos, debido al contenido de fibra dietética tanto soluble como insoluble.

TABLA 4
Composición química de los panes integrales en (g/ 100 g base seca)

	Pan de harina de trigo integral (testigo)	Soya 10%	Soya 17%	Soya 10%, Chía 5%	Soya 10%, Linaza 5%	Soya 10%, Chía 5%, Linaza 5%
	Media \pm s	Media \pm s	Media \pm s	Media \pm s	Media \pm s	Media \pm s
Materia seca	68.00	64.80	65.80	70.70	70.50	72.30
Cenizas	3.5 \pm 0.10 ^c	4.47 \pm 0.10 ^b	5.00 \pm 0.20 ^a	3.53 \pm 0.50 ^c	3.82 \pm 0.10 ^c	3.73 \pm 0.20 ^c
Proteínas	21.00 \pm 0.10 ^c	26.85 \pm 0.40 ^b	30.24 \pm 0.20 ^a	25.31 \pm 0.30 ^c	25.09 \pm 0.30 ^c	23.23 \pm 0.20 ^d
Lípidos	10.78 \pm 0.30 ^b	11.68 \pm 0.30 ^a	12.15 \pm 0.30 ^a	10.46 \pm 0.10 ^{bc}	10.07 \pm 0.30 ^c	10.37 \pm 0.50 ^{bc}
Fibra cruda	2.5 \pm 0.30 ^d	2.31 \pm 0.10 ^{de}	1.97 \pm 0.1 ^e	3.96 \pm 0.30 ^b	3.54 \pm 0.20 ^c	4.45 \pm 0.20 ^a
Hidratos de carbono	62.22 \pm 0.80 ^a	54.70 \pm 0.20 ^c	60.63 \pm 0.50 ^b	56.74 \pm 0.30 ^d	57.61 \pm 0.70 ^{cd}	58.22 \pm 1.1 ^c
Energía de lípidos (kcal)	97.02	105.12	109.35	94.14	90.63	93.33
Energía de lípidos (% de la energía total)	22.56	24.37	23.12	22.29	21.50	22.26
Energía total kcal/100g	429.90	431.32	472.83	422.34	421.43	419.13
Calcio mg/100g	132.30 \pm 0.01 ^f	153.57 \pm 0.01 ^e	182.37 \pm 0.01 ^d	297.02 \pm 0.01 ^c	326.23 \pm 0.02 ^a	318.10 \pm 0.02 ^b
Fósforo(mg /100g)	168.20 \pm 1.70 ^c	208.17 \pm 1.1 ^b	230.84 \pm 0.90 ^a	128.56 \pm 0.40 ^f	136.45 \pm 0.60 ^e	147.16 \pm 0.70 ^d

*Superíndices en la fila indican diferencia estadísticamente significativa entre productos ($p < 0.05$)

TABLA 5
Contenido de ácidos grasos en los panes (base seca, g/100 g)

Ácido graso	Pan testigo	Soya 10 %	Soya 17 %	Soya 10 % Chía 5 %	Soya 10 % Linaza 5%	Soya 10 % Chía 5 % Linaza 5 %
Palmítico	1.02	0.65	0.47	0.45	0.28	0.32
Palmitoléico	0.06	—	—	—	—	—
Estearico	0.06	0.09	0.09	0.12	0.10	0.14
Oleico	5.17	6.03	6.13	3.23	4.08	2.93
Linoléico	3.45	3.59	4.05	2.56	2.45	2.43
Linolénico	0.96	1.12	1.12	3.96	2.96	4.46
Araquídico	0.04	0.04	0.02	0.04	0.04	0.03
Gadoléico	0.14	0.17	0.15	0.07	0.08	0.05

TABLA 6
Capacidad de absorción de agua, Índice Retardatorio de la Diálisis de la Glucosa y Ácido Fólico en panes

	Con harina integral (Testigo)	Soya 10%	Soya 17%	Soya 10%, Chía 5%	Soya 10%, Linaza 5	Soya 10%, Chía 5% Linaza 5%.
	Media ± s	Media ± s	Media ± s	Media ± s	Media ± s	Media ± s
Capacidad de absorción de agua (g/g base seca)	9.98 ± 0.1 ^d	13.67 ± 0.5 ^a	10.06 ± 0.1 ^d	12.95 ± 0.1 ^b	11.71 ± 0.1 ^c	10.35 ± 0.1 ^d
Índice retardatorio de la diálisis de la glucosa (% a los 60 min)	95.8 ± 1.1 ^b	96.9 ± 0.9 ^{ab}	89.1 ± 0.3 ^d	98.1 ± 0.5 ^a	98.1 ± 0.5 ^a	93.3 ± 0.6 ^c
Ácido fólico (µg/100g base seca)	312.94	845.78	991.30	808.90	833.90	699.44

Superíndices distintos en la fila indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

Índice retardatorio de la diálisis de la glucosa (GDRI) en los panes

Se puede observar que, el valor de GDRI fue más alto en los panes elaborados con chía o linaza, componentes ricos en fibra dietética.

Ácido fólico en los panes

El ácido fólico osciló entre 699.44 y 991.30 µg/100g en base seca, respecto 312.94 µg/100g el pan testigo.

DISCUSION

Los resultados de la evaluación sensorial revelaron una gran aceptación de los panes experimentales, como se puede observar en la Tabla 1, el pan de Chía obtuvo una clasificación de 1.61 (muy agradable y extremadamente agradable) y los demás panes se consideraron como agradables y muy agradables; el pan de soya 17% fue el que menos gustó debido a que la alta concentración de soya le confiere un sabor ligeramente amargo que algunas personas alcanzaron a percibir, no obstante su evaluación fue positiva. En los análisis de la chía y la linaza, es de resaltar que, el contenido de fibra dietética soluble y total en la chía (42.9 g/100g) presentado en la Tabla 2, prácticamente duplica al de la linaza (22.4%). Se cree que, la unidad estructural de la goma de chía y también el principal responsable de su naturaleza espesante, es un tetrasacárido constituido por residuos del 4-O-metil- α -D-glucopiranosil, ramificados en O-2 de algún residuo β -D-xilopiranosil en la cadena principal que consiste de unidades de (1-4)- β -D-xilopiranosil-(1-4)- α -D-glucopiranosil-(1-4)- β -D-xilopiranosil (17). Por su parte, la linaza también contiene polisacáridos (gomas y mucílagos) que al formar parte de la fibra dietética parecen jugar un papel muy importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares y diabetes (6). Ambos materiales (chía y linaza) son ricos en lípidos con va-

lores de 30.0 a 39.6 g/100 g, siendo mayor en la linaza. El aceite de chía es extremadamente alto en ácidos grasos poliinsaturados particularmente ácido linolénico ω -3. Los principales componentes son: ácido linoleico (17-26%) y ácido linolénico (50-57%) (4). La linaza es una fuente abundante de ácido α -linoleico, fibra con componentes viscosos, antioxidantes fitoquímicos como lignanos, flavonoides, ácidos fenólicos y tocoferoles; y proteína. El alto contenido de grasas limita el uso de la linaza; porque se oxida fácilmente (6), de aquí la importancia de mezclarla con la chía que es rica en compuestos antioxidantes. Los valores de GDRI fueron altos, cabe señalar que estos niveles son superiores a los reportados en la goma guar (45.9%) por Adiotomre et al. (16).

En la composición química de los panes experimentales se observa un alto contenido de proteínas el cual se debe principalmente a la aportación de la soya desengrasada (45.2% de proteína), estos valores son superiores a los de los panes comerciales, lo que indica que tienen un mejor valor nutritivo. Asimismo, los resultados de contenido de lípidos obtenidos en este trabajo son muy similares a los niveles declarados en las etiquetas de panes integrales comerciales. El contenido de fibra cruda fue superior para los panes con chía y linaza ($p < 0.05$) respecto a los demás panes, de acuerdo con los altos contenidos de fibra en las semillas de la chía y la linaza. Lógicamente, los niveles de fibra en el pan testigo y los panes elaborados con mayores proporciones de soya fueron relativamente más bajos, ya que la soya tuvo las menores concentraciones de fibra. En cuanto a los altos valores observados de GDRI, se podría decir que el proceso de panificación, debido a altas temperaturas e hidratación, posiblemente ayuda a que se suavicen estas estructuras y de esta manera pudieran tener un importante efecto en retardar la difusión de la glucosa a través de la membrana de diálisis. Lógicamente, un efecto similar podría tener lugar en el intestino delgado, protegiendo de esta manera el organismo de la absorción de glu-

cosa. Altos valores de GDRI en los panes desarrollados podrían ser de interés en la dieta de mujeres con diabetes gestacional.

Parece interesante que, los panes elaborados con chía y linaza presentaron más altos niveles de calcio respecto a otras formulaciones (diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$). Este resultado es de importancia para la dieta de la mujer. Tomando en cuenta la Ingestión Diaria Recomendada de calcio de 800 mg/día, podemos resaltar que al consumir 100 g de los panes desarrollados en este trabajo, se cubren entre el 11.1% y 28.8% de la IDR establecida por la Norma Oficial Mexicana para etiquetado (12).

Debido al alto contenido de proteínas en la soya y de ácidos grasos poliinsaturados en la linaza, esta combinación ha sido utilizada en diversos alimentos como panes y cereales para el desayuno, principalmente por el beneficio que aportan a la salud cardiovascular. Así, se ha demostrado en un estudio piloto con mujeres postmenopáusicas que la inclusión regular de alimentos que contienen soya y linaza en la dieta pueden mejorar los lípidos plasmáticos en sujetos con hipercolesterolemia (18). El uso de semillas de chía ha sido relativamente menos explorado, particularmente en la elaboración de los panes.

Con respecto a los ácidos grasos, se observa que en los tratamientos con chía y/o linaza y en el control, la grasa representó del 21.50 al 24.37% de las calorías totales, lo que se considera adecuado, debido a que se conserva por debajo de la relación recomendada, ya que es inferior al 30% máximo aceptable de una dieta (19). Respecto a los ácidos ω -6, a pesar de que el contenido de ácido linoléico es menor en los panes que contienen chía y/o linaza este es de 2.43 a 2.56g/100 g de pan en base seca, lo que convierte a estos panes en buena fuente de este ácido graso esencial ya que se recomienda ingerir de 2 a 7 g por día (1-3% de las calorías totales) (19). También es importante el incremento de ácido linoléico (ω -3) en los panes con chía y/o linaza los cuales contienen de 2.96 a 4.46 g/100 g de pan en peso seco, con lo que se cubren ampliamente las recomendaciones de 0.8 a 1.1 mg/día (19). Ha sido demostrado que, por su contenido de ácidos grasos, las dietas con chía disminuyen los niveles de triglicéridos. En particular, se observó el cambio de distribución de colesterol entre fracciones lipídicas con un aumento de su nivel en las lipoproteínas de alta densidad en el suero de ratas (20).

En lo que respecta al contenido de ácido fólico, se puede decir que existen fuertes evidencias del impacto que tiene el ácido fólico en la reducción de problemas de salud pública referidos a los defectos del tubo neural y espina bífida. Todas las mujeres en edad reproductiva deberían consumir 400 μ g de ácido fólico diariamente (21), de preferencia como compuesto sintético (aditivo en los alimentos), dado que este presenta alta estabilidad durante largos tiempos (meses hasta años) (10,21). El análisis del ácido fólico realizado en este trabajo

reveló sus concentraciones en diferentes muestras de panes entre 699.44 y 991.3 μ g/100g, respecto 312.94 μ g/100g en el pan testigo. Estos resultados confirman la factibilidad de utilizar el ácido fólico como aditivo en proceso de panificación. En otras palabras, a pesar de exponer la vitamina a las condiciones relativamente drásticas (proceso de fermentación, calentamiento 230-240°C, durante 20 min), el producto final contiene altas concentraciones de esta vitamina. En consecuencia, el pan elaborado parece ser una buena fuente de ácido fólico para los consumidores y, específicamente para las mujeres embarazadas y en edad reproductiva.

CONCLUSIONES

Se concluye que los panes elaborados con adición de soya, chía y linaza tuvieron una gran aceptación por su buen sabor; como lo reveló la evaluación sensorial; adicionalmente, contienen mayor cantidad de proteínas respecto a los panes comerciales. En particular, los panes con chía y linaza son ricos en fibra dietética y los resultados obtenidos sugieren posible efecto de estos panes en la reducción de absorción de glucosa en el tracto digestivo. Otra característica, potencialmente beneficiosa para la salud, es alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados (oleico, linoleico y linoléico) y alto contenido de calcio. Finalmente, se ha demostrado la factibilidad de enriquecer los panes desarrollados en este trabajo con el ácido fólico. Por todas estas características, los panes propuestos podrían subsanar carencias de nutrimentos muy importantes en la mujer y prevenir algunas enfermedades.

AGRADECIMIENTO

A la Dirección de Investigación y Postgrado de la Universidad de Guanajuato, por el financiamiento de este trabajo.

A la Compañía PROBST S.A. de C.V. por la donación de la premezcla vitamínica.

REFERENCIAS

1. Hollingsworth P, 2002. Developing and marketing foods for women. *Food Technology* 1999; 56(1):38-45.
2. Secretaría de Salud. Encuesta Nacional de Nutrición: Estado Nutricio de Niños y Mujeres en México. 1999;13-14.
3. Smith A y C Sydney. Soybean: Chemistry and Technology. Vol. 1. Proteins. AVI Publishing Company, Inc., Connecticut, U. S. A. 1995.
4. Ting IP, JH Brown, HH Naqvi, J Kumamoto y M Matsumura. Chia: A potential oil crop for arid zones. In: *New industrial crops and products*. Proceedings of the Association for the advancement of Industrial Crops. The University of Arizona, Office of Arid Lands Studies. Tucson Arizona. 197-200, 1990.
5. Ayerza R y Cotas Y. Semillas de Chía: nueva fuente natural de ácidos grasos omega-3, antioxidantes y fibra dietética.

- Southwest Center for Natural Products Research & Commercialization. Office of Arid Lands Studies, University of Arizona. <http://www.eatchia.com/chiasourcesp.htm>. 2006.
6. Oomah BD, Mazza G. Flaxseed Products for Disease Prevention. En: Mazza G, editor. Functional Foods. USA: Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster Basel.;1998. p. 91-138.
 7. Taga MS, Miller EE, Pratt DE. Chia Seeds as a source of lipid antioxidants. *JAOCS*, 1984;61(5):928-931.
 8. Sancho J, Bota E, De Castro JJ. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. México, D. F. Alfaomega; 2002.
 9. Al-Saquer NJ, Sidhu SJ, Al-Hoti NS. Instrumental texture and baking quality of higer-fiber toast bread as affected by added wheat mill fractions. Biotechnology Dept. Kuwait Institute for Scientific Research, 13109-Safat, Kuwait. 1999.
 10. Penfield MP, Campbell AM. Experimental Food Science. 3th Edition. San Diego, Cal. U.S.A: Academic Press;1990.
 11. Association of Official Analytical Chemists. AOAC. Official Methods of Analysis., 15th Ed. K.Erich (Ed.). Arlington, Virginia, USA. 59-87. 1049-1106. 1990.
 12. Norma Oficial Mexicana. NOM-051-SCFI. Información Comercial –Disposiciones generales para productos. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas. Estados Unidos Mexicanos. 1994.
 13. Osseyi ES, Wheling RL, Albrecht JA. Liquid Chromatografic Method for determining added folic acid in fortified cereal products. *Chromatog A*, 1998; 826(2):235-240.
 14. Association of Official Analytical Chemists. (AOAC). Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th Edition. Dr. W. Horwitz Editor. 969.33. 2000.
 15. American Association of Cereal Chemists (AACC). Water hydration capacity of protein materials. AACC Method 88-04. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, ICC. St. Paul Minnesota USA. 1976.
 16. Adiotomre J, Eastwood M.A. Dietary fiber *in vitro* methods that anticipate nutrition and metabolic activity in human. *Am. J. Clinic. Nutr.* 52:128-34; 1990
 17. Kuei-Ying Lin, Daniel JR, Whistler RL. Structure of chia seed polysaccharide exudates. Department of Food Nutrition, Purdue University, West Lafayette, Indiana 47907, US. 1993.
 18. Ridges L, Sunderland R, Moerman K, Meyer B, Astheimer L, Howe P. Cholesterol lowering benefits of soy and linseed enriched foods. *Asia Pacific J Clin Nutr* 2001;10(3):204-211.
 19. Mahan KLy Escott-Stump S. Nutrición y Dietoterapia de Krause. 9^a. Edición. México DF.: McGraw-Hill Interamericana. 1998.
 20. Ayerza R, Coates W. Ground chia seed and chia oil effects on plasma lipids and fatty acids in the rat. *Nutrition Research*, 2005;25(11):995-1003.
 21. PAHO/MOD/CDC. Recommended Levels of Folic Acid and Vitamin B12. Fortification: A PAHO/MOD/CDC Technical Consultation. *Nutrition Reviews*, 2004;62(6): S1-S2.
 22. O’Leary K, Sheehy PJ. Effects of preparation and cooking of folic acid-fortified foods on the availability of folic acid in a folate depletion/repletion rat model. *J. Agrc. Food Chem*, 2001;49(9):4508-4512.

Recibido: 19-10-2006

Aceptado: 28-02-2007