

Uso de harina de cotiledón de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) como fuente de proteína y fibra dietética en la elaboración de galletas y hojuelas fritas

Berta Escobar, Ana María Estévez A., Carolina Fuentes G., Daniela Venegas F.

Departamento de Agroindustria y Enología, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago Chile

RESUMEN. Los aminoácidos limitantes en la proteína de algarrobo chileno son isoleucina, treonina y metionina/cisteína. La mezcla de cereales y leguminosas, permite mejorar el balance aminoacídico, ya que las leguminosas tienen más lisina y los cereales son más ricos en aminoácidos azufrados. Debido al interés nutricional del cotiledón de algarrobo, se evaluó la incorporación de harina de cotiledón de algarrobo (HCA) en la elaboración de “snack” dulces y salados. Se prepararon galletas dulces y hojuelas fritas saladas con 0%, 10% y 20% de HCA. En las harinas se determinó, color, granulometría, humedad, composición proximal, lisina disponible, fibra dietética total, soluble e insoluble. A las galletas y hojuelas se les determinaron las mismas características físicas y químicas (excepto granulometría) que las harinas; además se determinó actividad de agua, peso y dimensiones y se calculó el aporte calórico. Se evaluó la calidad y aceptabilidad sensorial de ambos productos. Destaca el alto contenido de proteínas, lípidos, cenizas, fibra cruda (63,6; 10,2; 4,3 y 4,2 g/100g bms, respectivamente), lisina disponible (62,4 mg/g proteína) y fibra dietética total (24,2 g/100g bms) de la HCA. Tanto en las galletas como en las hojuelas con HCA, aumenta significativamente el contenido de proteínas, lípidos, cenizas, fibra cruda, lisina disponible (desde 15,5 a 19,3 y de 20,3 a 29,6 mg lisina/g proteína, respectivamente) y fibra dietética total (de 1,39 a 2,80 y de 1,60 a 5,60 g/100g bms, respectivamente). Todos los tratamientos de galletas fueron igualmente aceptados (“me gusta mucho”); las hojuelas, con 10% de HCA presentaron la mayor aceptabilidad (“me gusta medianamente”). Se puede concluir que la incorporación de HCA en la elaboración de galletas y hojuelas fritas aumenta el aporte de lisina disponible, su contenido de proteínas y fibra dietética, mejorando la relación fibra soluble/ insoluble, sin afectar sus características físicas ni la aceptabilidad sensorial.

Palabras clave: Snack, lisina disponible, relación fibra dietética soluble/insoluble, aporte calórico, aceptabilidad sensorial, desarrollo de productos, complementación proteica.

INTRODUCCION

La agricultura de los últimos 50 años se ha basado principalmente en unas pocas especies mejoradas para producir altos rendimientos. Actualmente se piensa que para preservar el medioambiente, es aconsejable aumentar la biodiversidad y revalorizar especies nativas, especialmente arbóreas de multipropósito, que se pueden usar para la obtención de

SUMMARY. Use of algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) flour as protein and dietary fiber source in cookies and fried chips manufacture. Limiting amino acids of the protein from Chilean “algarrobo” are isoleucine, threonine and methionine/cysteine. Cereals and legume blends allow to improve the amino acid balance, since legume have more lysine, and cereals are richer in sulphur amino acids. Due to the nutritional interest of “algarrobo” cotyledons, the use of “algarrobo cotyledon” flour (ACF) in sweet and salty snack manufacture was evaluated. Cookies and fried salty chips with 0%, 10% and 20% ACF were prepared. Flours were analyzed for color, particle size, moisture, proximate composition, available lysine, and soluble, insoluble and total dietary fiber. Cookies and chips were analyzed for the same characteristics (except for particle size); besides there were determined water activity, weight and size of the units, and also, the caloric value was computed. Sensory quality and acceptance of both products were evaluated. It is noticeable the high amount of protein, lipids, ash, crude fiber (63.6; 10.2; 4.3 and 4.2 g/100g dmb, respectively), available lysine (62.4 mg/g protein) and total dietary fiber (24.2 g/100g dmb) of ACF. Both, cookies and chips with ACF, showed a significant increase in the amount of protein, lipids, ash, crude fiber and, available lysine (from 15.5 to 19.3 and from 20.3 a 29.6 mg lisina/g protein, respectively), and total dietary fiber (from 1.39 to 2.80 and from 1.60 a 5.60 g/100g dmb, respectively). All of the cookies trials were well accepted (“I like it very much”); chips with 10% of AFC showed the highest acceptance (“I like it”). It can be concluded that the use of ACF in cookies and chips manufacture increases the contribution of available lysine; their protein and dietary fiber content, improving the soluble/insoluble fiber ratio, without affect neither their physical nor their sensory acceptance.

Key words: Snack, available lysine, soluble/insoluble dietary fiber ratio, caloric value, sensory acceptance, product development, protein complementing.

alimentos y productos de uso industrial (1).

Por otra parte, la mayoría de los países en desarrollo se deben enfrentar a una mayor demanda por alimentos y a una relativa escasez de tierras cultivables. Esta situación ha promovido las iniciativas para considerar como alimentos a plantas subutilizadas, especialmente en áreas donde los cultivos básicos son difíciles de establecer por falta de agua o salinidad (2).

Chile se caracteriza por tener extensas regiones áridas y semiáridas en las cuales el aprovechamiento productivo está muy limitado por la escasez de agua, baja fertilidad de los suelos y a menudo alta salinidad. Los algarrobos o mesquites son plantas leguminosas del género *Prosopis* de la familia *Fabaceae* que crecen en ecosistemas áridos en diferentes partes del mundo y que tienen un gran potencial para controlar la desertificación y promover el desarrollo de las zonas áridas debido a su profundo sistema radicular y su capacidad simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno (3,4). En Chile crecen seis especies de *Prosopis*, *P. tamarugo*, *P. strombulifera*, *P. burkartii*, *P. chilensis*, *P. flexuosa* y *P. alba* (5). Sin embargo, el uso industrial de los algarrobos es casi inexistente debido a que crecen principalmente en regiones pobres con poco desarrollo tecnológico (2).

El fruto de *P. chilensis* es una legumbre indehiscente alargada y comprimida de 8 a 10 cm de largo, 0,8 a 1,3 cm de ancho y 0,5 a 0,7 cm, de espesor de color amarillo dorado a café rojizo (6-8). En el fruto hay entre 17 y 21 semillas de color castaño, de 0,6 a 0,7 cm de longitud y 0,3 a 0,5 cm de ancho, que constituyen entre el 21,6 y 29,1% del peso del fruto (6,8,9). Escobar et al (6) encontraron que en la semilla, entre el 13,0 y 19,4% corresponde a la testa y entre 38,8 y 43,0% a cotiledones que son de color amarillo intenso; según Presle et al. (10) entre el 28,0 y 30,8% es una goma del tipo galactomanano con una relación manosa y galactosa de 1,4:1,0

Los cotiledones, en base materia seca, contienen entre 60,7 y 72,4 g/100 g de proteínas; lípidos entre 5,7 y 13,4 g/100 g, cenizas, entre 4,5 y 4,7 g/100 g, fibra cruda, entre 2,4 y 4,1 g/100 g y extracto no nitrogenado entre 11,3 y 25,0 g/100 g (6,11). Según Cruz et al. (12), el cotiledón de frutos *Prosopis* spp, contiene 65% de proteínas. Los aminoácidos limitantes en la proteína de algarrobo chileno son, según Vázquez et al. (13), isoleucina, treonina y metionina más cisteína. En una investigación realizada por Vázquez et al. (13) se encontró que la calidad biológica de la proteína de cotiledones crudos de algarrobo, medida como NPR (razón proteica neta) fue baja, y los animales perdieron peso; sin embargo al aplicar tratamiento térmico ya sea húmedo (bajo 1,57 atm de presión) o seco (por microondas) mejoró significativamente, de 1,74 a 2,56 y 2,59, respectivamente.

Para la obtención de harina de cotiledón se debe retirar la cáscara por acción de ácido sulfúrico (72% p/v) a 80°C por 20 minutos o hidróxido de sodio (0,5 a 0,75% p/v) 75°C por 10 minutos; y el endosperma en forma manual (14); Los cotiledones se deben secar a temperatura entre 35 y 37° por 16 horas y moler hasta granulometría de harina (6).

La formulación de mezclas de cereales y leguminosas, permite obtener un mejoramiento del balance aminoácido lo que se traduce en un valor superior en la calidad de la proteína comparado con la de cada uno por separado, debido a que las leguminosas son una mejor fuente de lisina que los

cereales y éstos representan una fuente superior de aminoácidos azufrados (15-17).

Los "snack" son alimentos en porciones pequeñas, de fácil consumo, de fácil manipulación y que no requieren de preparación previa al consumo y están destinados a satisfacer el hambre entre las comidas formales. La orientación inicial de estos productos fue la satisfacción de los sentidos, por lo que fueron llamados alimentos basura. Actualmente existe interés por alimentos saludables que permiten alimentarse y a la vez obtener un beneficio para la salud, por lo que se han desarrollado "snack" ricos en proteínas, fibras y bajos en grasas (18,19).

Debido al interés nutricional del cotiledón de algarrobo, se realizó esta investigación para evaluar la incorporación de harina de cotiledón de algarrobo tratado térmicamente en la elaboración de "snack" dulces (galletas) y salados (hojuelas fritas).

Se prepararon galletas dulces y hojuelas fritas saladas con 0%, 10% y 20% de harina de cotiledón de algarrobo. Para la elaboración de las galletas se utilizó la fórmula de la AACCC (20), compuesta por harina de trigo, 53,6% de azúcar, 28,6% de margarina, 11,6% de huevo entero, 1,1% bicarbonato de sodio, 0,22% carbonato de amonio, y 22,3% solución lechalesal, reemplazando parte de la harina de trigo por harina de cotiledón de algarrobo.

MATERIALES Y METODOS

Los cotiledones de obtuvieron a partir de frutos de algarrobo (*Prosopis chilensis* Mol Stuntz) provenientes de la región metropolitana de Chile (Estación Experimental Germán Greve de la Universidad de Chile, 33° 28'LS – 70° 50' LW a 470 m.s.n.m.) Los frutos completamente maduros, provenientes de varios árboles, se cosecharon en Abril y se secaron en un secador de túnel con aire forzado a 60° C hasta una humedad residual de 8%-10%. Las semillas se extrajeron de las vainas manualmente y se pelaron con solución 0,75% p/v de hidróxido de sodio según el método de Escobar et al. (6). Los cotiledones se trataron térmicamente con calor húmedo (en relación cotiledón: agua de 1:3) a sobrepresión (1,57 atm) por 9 minutos para la inactivación de los compuestos antinutricionales termosensibles. Los cotiledones se secaron a 35°C hasta una humedad residual de 8% y se molieron en dos etapas, una premolienda hasta una granulometría de 250µm (molino Arthur H. Thomas. C.O.) y una molienda fina hasta 150 µm (molino Laboratory Mill N° 3800).

Se prepararon galletas dulces y hojuelas fritas saladas con 0%, 10% y 20% de harina de cotiledón de algarrobo; los niveles de incorporación a utilizar se determinaron preliminarmente, eligiéndose los que aportaban la mayor cantidad de proteína y fibra dietética sin afectar la calidad de la masa para la elaboración de galletas y hojuelas. Para la elaboración de las galletas se utilizó la fórmula de la AACCC

(20), compuesta por harina de trigo, 53,6% de azúcar, 28,6% de margarina, 11,6% de huevo entero, 1,1% bicarbonato de sodio, 0,22% carbonato de amonio, y 22,3% solución lechesal, reemplazando parte de la harina de trigo por harina de cotiledón de algarrobo. Se preparó una premezcla de los ingredientes secos, se agregaron los ingredientes líquidos, se elaboró la masa en batidora manual Oster laminándola hasta un espesor de 0,5 cm. La masa se cortó usando moldes circulares de 6 cm de diámetro las cuales se hornearon en un horno a gas Oppici (modelo H-1) a 220° C por 15 min.

En la elaboración de hojuelas se usó una mezcla base de harina de trigo y sémola candeal, 4% de huevo entero, 2% de sal y 10% de agua, en la cual se reemplazó parte de la harina de trigo y de la sémola por harina de cotiledón de algarrobo. La mezcla se amasó (durante 5 minutos) y laminó gradualmente (hasta 0,2 cm de espesor) en una amasadora Atlas electricis. La masa se cortó en porciones romboidales de 3 x 7 cm y se frieron por fritura profunda en aceite de girasol parcialmente hidrogenado a 190°C por 1 minuto en una relación masa: aceite de 1:4. Se escurrieron en papel absorbente y se agregó 3% de sal.

Se formularon dos ensayos independientes, uno para galletas y otro para hojuelas, cada uno con un diseño completamente al azar con tres niveles de incorporación de harina de cotiledón de algarrobo (tres tratamientos) con 4 repeticiones cada uno.

Determinaciones analíticas

En las harinas se determinaron las características físicas de las materias primas, color (parámetros L*, a*, b*, en colorímetro Minolta CR- 200b), granulometría (en un agitador Seedburo Equipment CO con mallas Gilson de 600, 425, 300, 250, 180 y 150 µm), humedad a 105°C (21), composición química proximal (21), lisina disponible (22), fibra dietética total, soluble e insoluble (23).

A las galletas y las hojuelas se les determinó color, actividad de agua, peso y dimensiones de 10 unidades, composición química proximal, lisina disponible y fibra dietética total, soluble e insoluble utilizando los métodos indicados para las harinas. Además se calculó el aporte calórico mediante los coeficientes de Atwater (24). En el caso de las hojuelas, se determinó la absorción de aceite durante la fritura. Un panel entrenado de 12 jueces evaluó la calidad sensorial de ambos tipos de productos (apariencia, color, aroma, textura, amargor, sabor, dulzor o salado, dureza o crocancia y aceitividad sólo en las hojuelas) utilizando el método descriptivo con una pauta no estructurada de 15 cm (1= baja intensidad, 7= normal y 15= alta intensidad). Un panel de 24 personas, compuestas por 12 evaluadores entrenados y 12 no entrenados evaluaron la aceptabilidad por el método de la Escala Hedónica, con un pauta no estructurada de 15 cm (1= no me gusta, 7= me es indiferente, 15= me gusta).

RESULTADOS

Características físicas y químicas de las harinas

El color de la harina de trigo presentó una alta luminosidad (L*), la cual disminuye levemente en la sémola y en forma más notoria en la harina de cotiledón de algarrobo. La contribución de rojo (a*) es nula en la harina de trigo y negativa en la sémola y la harina de cotiledón de algarrobo, lo que significa una leve contribución del verde. Para el caso del amarillo (b*), la harina de cotiledón es la de mayor contribución, seguida de la sémola y finalmente de la harina de trigo (Tabla 1).

TABLA 1
Parámetros de color de harinas de trigo, sémola candeal y cotiledón de algarrobo

	L*	a*	b*
Harinas de trigo	93,3 ¹ ±0,1	0,0±0,0	7,7±0,2
Sémola candeal	87,1±0,2	- 1,9±0,1	27,2±1,3
Harina de cotiledón	76,5±0,3	- 2,10±0,2	29,1±0,8

¹ Valores promedios de cuatro repeticiones y desviación estándar

El tamaño de partículas en la harina de trigo fue en un 93,9% inferior a 180 µm, en la sémola candeal el 95,9% estuvo entre 425 y 250 µm y en la harina de cotiledón de algarrobo, el 94,9% estuvo entre 425 y 180 µm.

En la Tabla 2 se presenta la composición química de las diferentes harinas. Es importante destacar el alto contenido de proteínas, lípidos, cenizas y fibra cruda de la harina de cotiledón de algarrobo comparada con la harina de trigo y la sémola candeal. Por su parte, éstas últimas tienen contenidos similares en dichos componentes y un alto contenido de extracto no nitrogenado (hidratos de carbono).

TABLA 2
Composición química de harinas de trigo, sémola candeal y cotiledón de algarrobo

Parámetros	Harina de trigo	Sémola	Harina de cotiledón
Humedad (%) (g/100 g bms)	9,0 ¹ ±0,1	7,7±0,1	6,3±0,0
Proteínas*	9,2 ¹ ±0,1	10,6±0,1	63,6±0,1
Lípidos	1,1±0,4	1,3±0,1	10,2±0,2
Cenizas	0,6±0,0	0,6±0,0	4,3±0,1
Fibra cruda	0,6±0,0	0,7±0,1	4,2±0,1
ENN †	88,5±0,4	86,8±0,2	17,7±0,7

¹ Valores promedios de cuatro repeticiones y desviación estándar

* N x 5,75 para harina de trigo y sémola; N x 6,25 para harina de cotiledón de algarrobo

† Extracto No Nitrogenado por diferencia

Como se puede ver en la Tabla 3, el contenido de lisina disponible de la harina de cotiledón de algarrobo es muy superior al de la harina de trigo y de la sémola candeal. Lo mismo se observa en el contenido de fibra dietética total, en que es casi 10 veces superior en la harina de cotiledón de algarrobo; en ella también destaca el alto contenido de fibra dietética soluble.

TABLA 3
Lisina disponible y fibra dietética de harinas de trigo, sémola candeal y cotiledón de algarrobo

Parámetros	Harina de trigo	Sémola	Harina de cotiledón
Lisina disponible (mg /g proteína)	27,5 ¹ ±1,7	27,7±5,0	62,4±1,8
FDS (g /100 g bms)	0,2 ¹ ±0,1	1,2±0,3	4,8±0,9
FDI (g /100 g bms)	2,3±0,2	1,3±0,3	19,4±1,8
FDT (g /100 g bms)	2,5±0,3	2,5±0,5	24,2±2,4

¹ Valores promedios de cuatro repeticiones y desviación estándar

Características físicas, químicas y sensoriales de galletas y hojuelas fritas

En relación a las características físicas, el diámetro de las galletas disminuyó levemente con la incorporación de harina de cotiledón de algarrobo de 5,6 a 5,4 cm; su altura se mantuvo

sin variación y el peso de 10 unidades disminuyó levemente de 42,4 g a 41,4 g. El largo de las hojuelas fue de 6,5 cm y su ancho de 4,1 cm; el peso promedio de 10 unidades fue 19 g. La actividad de agua de las galletas fluctuó entre 0,61 y 0,62 y la de las hojuelas entre 0,43 y 0,45, sin diferencias entre los tratamientos. El contenido de humedad de las galletas fluctuó entre 7,5% y 7,8% y el de las hojuelas, entre 3,3% y 3,4%, en ambos casos sin diferencias significativas.

En la Tabla 4 se puede observar que el contenido de proteínas, lípidos, cenizas y fibra cruda aumenta significativamente con la incorporación de harina de cotiledón de algarrobo tanto en las galletas como en las hojuelas y disminuye el extracto no nitrogenado. En el caso de las hojuelas tuvieron un contenido de lípidos entre 3,1 y 4,6 veces su contenido inicial.

Al incorporar harina de cotiledón de algarrobo hay un aumento del contenido de lisina en las galletas y en las hojuelas (desde 15,5 a 19,3 y de 20,3 a 29,6 mg lisina/g proteína, respectivamente) (Tabla 5). En la fibra dietética total, insoluble y soluble se observa un aumento significativo con el reemplazo de harina de trigo por harina de cotiledón de algarrobo. El aporte calórico no presentó diferencias entre tratamientos de galletas y hojuelas (fluctuando entre 465 y 469 Kcal/100 g bms y 518 y 528 Kcal/100 g bms, respectivamente).

TABLA 4
Composición química de galletas y hojuelas fritas con harina de cotiledón de algarrobo (g/100g bms)

	Proteínas	Lípidos	Cenizas	Fibra cruda	ENN
Galletas control	7,0 ^{1a} ±0,4	15,8 ^a ±0,2	0,6 ^a ±0,1	0,3 ^a ±0,1	76,2 ^a ±0,4
Galletas (90/10)	10;7 ^b ±0,0	16,7 ^b ±0,3	1,0 ^b ±0,1	1,0 ^b ±0,4	70,6 ^b ±0,2
Galletas (80/20)	13,3 ^b ±0,0	17,3 ^b ±0,1	1,2 ^b ±0,1	1,2 ^b ±0,3	67,0 ^b ±0,6
Hojuelas control	9,1 ^A ±0,7	28,1 ^A ±0,1	1,6 ^A ±0,3	0,3 ^A ±0,1	60,9 ^A ±0,2
Hojuelas (90/10)	14,5 ^B ±0,5	29,3 ^B ±0,2	1,9 ^B ±0,2	0,7 ^B ±0,2	53,6 ^B ±0,3
Hojuelas (80/20)	15,1 ^C ±0,2	30,0 ^C ±0,2	2,0 ^C ±0,3	0,8 ^C ±0,2	52,7 ^C ±0,2

¹ Valores promedios de cuatro repeticiones y desviación estándar

Dentro de cada columna, letras minúsculas comparan entre galletas y letras mayúsculas comparan entre hojuelas al 5% de probabilidad

En la Tabla 6 se presentan los valores de calidad y aceptabilidad sensorial de las galletas y hojuelas. Se observó que las galletas presentaron diferencias sólo en color y aroma, siendo las que tenían harina de cotiledón de algarrobo, significativamente más oscuras (equivalente a pardo) y con un aroma más intenso; todas fueron consideradas con una buena crocancia. Todos los tratamientos de galletas fueron igualmente aceptados, con valores equivalentes a “me gusta

mucho”. En las hojuelas, se observaron diferencias en los atributos color, crocancia y salado. En las que tenían 20% de harina de cotiledón de algarrobo el color fue más intenso y el nivel de salado fue menor; por otra parte, la crocancia fue mayor en el tratamiento con 10% de harina de cotiledón de algarrobo. El tratamiento con 10% de harina de cotiledón presentó la mayor aceptabilidad, equivalente a “me gusta medianamente”.

TABLE 5
Lisina disponible, fibra dietética y aporte calórico de galletas y hojuelas fritas con harina de cotiledón de algarrobo

	Lisina disponible (mg/g proteína)	FDS (g /100 g bms)	FDI (g /100 g bms)	FDT (g /100 g bms)	Aporte calórico (Kcal/100 g bms)
Galletas control	15,5 ^{1a} ±0,1	0,11 ^a ±0,1	1,28 ^a ±0,4	1,39 ^a ±0,5	469 ^a ±1,4
Galletas (90/10)	17,1 ^b ±0,2	0,37 ^b ±0,1	2,22 ^b ±0,7	2,59 ^b ±0,6	465 ^a ±0,1
Galletas (80/20)	19,3 ^c ±0,2	0,62 ^c ±0,1	2,18 ^c ±0,4	2,80 ^c ±0,3	466 ^a ±0,4
Hojuelas Control	20,3 ^A ±0,2	0,20 ^A ±0,2	1,40 ^A ±0,1	1,60 ^A ±0,4	528 ^A ±1,0
Hojuelas (90/10)	26,1 ^B ±0,3	1,90 ^B ±0,1	3,30 ^B ±0,6	5,20 ^B ±0,6	518 ^A ±0,2
Hojuelas (80/20)	29,6 ^B ±0,3	2,00 ^C ±0,1	3,60 ^C ±0,4	5,60 ^C ±0,3	520 ^A ±0,4

¹ Valores promedios de cuatro repeticiones y desviación estándar
Dentro de cada columna, letras minúsculas comparan entre galletas y letras mayúsculas comparan entre hojuelas al 5% de probabilidad

TABLE 6
Calidad y aceptabilidad sensorial de galletas y hojuelas fritas con harina de cotiledón de algarrobo

	Color	Aroma	Crocancia	Salado	Aceptabilidad
Galletas Control	4,8 ^{1a} ±1,0	6,9 ^a ±0,8	11,7 ^a ±2,6	-	11,7 ^a ±0,8
Galletas (90/10)	9,3 ^b ±1,9	7,8 ^a ±0,7	11,4 ^a ±2,4	-	11,7 ^a ±0,9
Galletas (80/20)	10,5 ^b ±1,2	9,0 ^b ±0,5	11,7 ^a ±2,0	-	11,7 ^a ±0,5
Hojuelas Control	7,3 ^A ±1,6	6,9 ^A ±0,4	8,0 ^A ±2,3	7,0 ^A ±2,6	9,0 ^A ±0,5
Hojuelas (90/10)	8,1 ^A ±1,3	7,1 ^A ±0,7	9,1 ^B ±2,0	6,7 ^A ±2,2	10,6 ^B ±0,8
Hojuelas (80/20)	8,6 ^B ±1,8	7,3 ^A ±0,3	7,9 ^A ±2,2	6,2 ^B ±2,2	9,4 ^A ±0,5

¹ Valores promedios de cuatro repeticiones y desviación estándar
Dentro de cada columna, letras minúsculas comparan entre galletas y letras mayúsculas comparan entre hojuelas al 5% de probabilidad

DISCUSION

Harinas

El color de la harina de cotiledón de algarrobo (Tabla 1), tuvo una menor luminosidad que la encontrada en harina de cotiledones de espina corona (*Gleditsia triacanthos* L) ($L^*=78,5$) y de tara (*Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K) ($L^*=80,5$) por Escobar et al. (25) y Escobar et al. (26). La participación del color amarillo fue similar al de la harina de tara e inferior al de la harina de cotiledón de espina corona ($a^*=+35,1$) informada por lo mismos autores.

Es importante destacar el alto contenido de proteínas de la harina de cotiledón de algarrobo (Tabla 2), un poco inferior a lo informado por Vásquez et al. (13), quienes encontraron valores de 73 g/100g, variación que se puede atribuir a la variabilidad propia de los años de cosecha y del origen de los

frutos. Los valores obtenidos son semejantes a los encontrados por Mazzini y Cerezo (27) en semillas de *Gleditsia triacanthos* y a los encontrados por Escobar et al. (26) en harina de tara. El contenido de lípidos de las harinas de cotiledón de algarrobo fue semejante a lo informado por Vásquez et al. (13), pero inferior a los valores encontrados en harinas de cotiledón de espina corona y tara (14,2 y 14,1 g/100g bms) encontrados por Escobar et al. (25) y Escobar et al. (26). El contenido de cenizas en la harina de cotiledón de algarrobo fue semejante a los valores encontrados por Vásquez et al. (13) en harina de cotiledón de algarrobo y al de harina de tara (26) y superior al de la harina de cotiledón de espina corona (25).

El contenido de fibra dietética total, insoluble y soluble (Tabla 3) es semejante a lo informado por Kutoš et al. (28) en fréjoles (23,3, 19,8 y 3,5 g/100g, respectivamente), sin embargo la relación FDS/FDI (1:4,0) encontrada en la harina

de cotiledón de algarrobo es menos favorable que la recomendada por Jaime et al. (29) para asegurar un buen desempeño funcional.

El contenido de lisina de la harina de trigo y de la sémola de trigo candeal es semejante al informado por Véliz (30). En la harina de cotiledón de algarrobo se encontraron contenidos de lisina muy superiores al de la harina de trigo (casi 2,3 veces superior) y mayor al contenido encontrado por Véliz (30) en quinoa (56 mg/g de proteína). Este alto contenido encontrado en la harina de algarrobo indica que esta harina se puede recomendar para suplementar alimentos que tengan contenido limitado de lisina como son los cereales (2).

Galletas y hojuelas fritas

Las características físicas, tales como diámetro o largo, peso y altura, tanto de las galletas como de las hojuelas se mantuvieron sin diferencias con relación a los testigos sin incorporación de harina de cotiledón de algarrobo lo que permitiría su uso sin alteración de su apariencia. La actividad de agua de ambos productos, es suficientemente baja como para prevenir el daño microbiológico de los principales microorganismos patógenos (31, 32).

El aumento observado en el contenido de proteínas, lípidos, cenizas y fibra cruda, tanto en las galletas como en las hojuelas (Tabla 4), se debe al aporte de estos componentes que hace la harina de cotiledón de algarrobo como se presentó en la Tabla 2. Como se esperaba, el mayor contenido corresponde a los productos con mayor incorporación de harina de cotiledón de algarrobo (20%). El alto contenido de proteína de las galletas y de las hojuelas en comparación con una galleta u hojuela comercial (alrededor de 7,0 g/100g), la hacen productos de gran atractivo nutricional. Aunque las hojuelas presentan altos valores de lípidos por ser productos fritos, su contenido es levemente inferior a una papa chip comercial (32 g/100g).

En las galletas y en las hojuelas, a mayor contenido de cotiledón de algarrobo aumenta significativamente el aporte de lisina disponible (Tabla 5). En las galletas con un 10% de harina de algarrobo, se logró un aumento de 10,3% de lisina y en las con 20%, el aumento fue de 24,5%. En las hojuelas el aumento fue de 28,6% y 45,8% en las con 10% y 20% de harina de algarrobo, respectivamente. Esto es de especial importancia al considerar que el contenido de lisina de la harina y de la sémola es relativamente bajo. De acuerdo con Barba de la Rosa et al. (2), la complementación con harina de algarrobo sería beneficiosa desde un punto de vista nutricional, ya que la mezcla de harinas de cereales y leguminosas produciría galletas y hojuelas de mejor valor nutricional.

En relación a la fibra dietética, los contenidos encontrados en las galletas son un poco inferiores a los obtenidos por Sáenz et al. (33) en galletas con avena y en las que tenían 20% incorporación de harina de nopal (3,0 y 4,4 g/100 g bms, respectivamente). En las hojuelas, el aumento es mucho mayor

ya que la formulación considera menos ingredientes y por tanto la proporción relativa de la harina de cotiledón de algarrobo es mayor. En las galletas se logró un aumento de 86,0% y de 101,4% con 10% y 20 % de harina de cotiledón de algarrobo. Para las hojuelas, se obtuvo aumentos de 225% y 250% con la incorporación de 10% y 20 % de harina de cotiledón de algarrobo, respectivamente. Una porción de galletas con 20% de harina de cotiledón de algarrobo (30 g), aporta un 2,3% del consumo diario recomendado de fibra dietética (25 g/día); en el caso de las hojuelas, una porción (25 g) aporta un 5,6% del consumo diario recomendado.

Al aumentar la incorporación de harina de algarrobo mejora la relación FDS:FDI desde 1:11,6 en las galletas de trigo a 1:3,5 en las galletas con 20% de harina de algarrobo; en el caso de las hojuelas, la relación varió de 1:7 en las hojuelas testigo a 1:1,8 en aquellas que tenían 20% de harina de cotiledón de algarrobo, lo que se acerca a lo recomendado por Jaime et al. (29).

Las galletas y las hojuelas de los diferentes tratamientos no presentaron diferencias en el aporte calórico, ya que aunque las que tenían harina de cotiledón de algarrobo presentaban un mayor contenido de fibra dietética, a la vez tenían mayor aporte de materias grasas. El aporte calórico de las galletas de todos los tratamientos fue semejante al de las galletas comerciales. En el caso de las hojuelas su aporte es semejante a las papas chips y las hojuelas fritas de maíz (tipo nacho).

La incorporación de harina de cotiledón de algarrobo en la elaboración, tanto de galletas como de hojuelas produce un oscurecimiento de los productos lo que se debe a que la harina de cotiledón tiene un menor valor de L^* , una mayor participación del verde y del amarillo que la harina de trigo y algo menor que la sémola candeal (Tabla 1). Los panelistas calificaron a las galletas como “pardo-pardo oscuro” y a las hojuelas como “oscuras”. El aroma también fue más intenso en las galletas que tenían cotiledón de algarrobo, dado esto por el aroma propio del algarrobo; en las hojuelas fritas no se percibió esta diferencia probablemente porque prevaleció el aroma generado por la fritura. En todos los tratamientos de galletas y de hojuelas la calificación otorgada por los panelistas está en valores “normales”. Las galletas no presentaron diferencias de crocancia entre los tratamientos, las que fueron consideradas como “buena”. En el caso de las hojuelas, el tratamiento con 10% de harina de cotiledón de algarrobo tuvo una mayor crocancia, considerada como “crocantes” (Tabla 6).

En las hojuelas elaboradas con harina de cotiledón de algarrobo se observó una menor intensidad del atributo salado, lo que puede tener relación con su mayor contenido de materias grasas y proteínas que deprimen la percepción de la sal.

La aceptabilidad de las galletas no presentó diferencias entre los tratamientos, lo que indica que la incorporación de harina de cotiledón de algarrobo no afecta en forma

importante sus atributos sensoriales como para influir en su aceptabilidad (Tabla 6). En el caso de las hojuelas, las que tenían 10% de harina de cotiledón de algarrobo fueron más aceptadas probablemente debido a su mayor crocancia. Es necesario destacar que el tratamiento con 20% de harina de cotiledón de algarrobo fueron igualmente aceptadas que el tratamiento testigo. También es importante señalar que en la formulación tanto de las galletas, como de las hojuelas no se utilizaron aromatizantes o saborizantes lo que podría haber aumentado su aceptabilidad.

Se puede concluir que la incorporación de hasta un 20% de harina de cotiledón de algarrobo en la elaboración de “snack” dulces (galletas) y salados (hojuelas fritas) aumenta su contenido de proteínas y el aporte de lisina disponible, así como aumenta el contenido de fibra dietética, mejorando la relación fibra soluble/fibra insoluble, sin afectar sus características físicas ni la aceptabilidad sensorial.

REFERENCIAS

- Ramachandaran PK. The coming age of agroforestry. *J Sci Food Agric* 2007 87: 1613-19.
- Barba de la Rosa AP, Frías-Hernández JT, Olalde-Portugal V, González-Castañeda J. Processing, Nutritional Evaluation, and Utilization of Whole Mesquite Flour (*Prosopis laevigata*). *J. Food Sci* 2006 71(4): S315-20.
- Bravo L, Grados N, Saura-Calixto F. Characterization of syrups and dietary fiber obtained from mesquite pods (*Prosopis pallida* L.). *J. Agric. Food Chem.* 1998; 46: 1727-33.
- Cony MA and Trione SO. Inter and intraspecific variability in *Prosopis flexuosa* and *P. chilensis*: seed germination under salt and moisture stress. *J. of Arid Environment* 1998 40: 307-17.
- Burkhart A. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae-subfam. Mimosoidae): *J. of the Arnold Arboretum.* 1976; 57 (3/4): 219-49; 450-525.
- Escobar B, Romeo M, Baeza G, Soto X, Vásquez M. Caracterización y composición química del fruto de algarrobo (*Prosopis chilensis* Mol Stuntz). *Revista Chilena de Nutrición* 1987; 15 (2): 113-6.
- Henríquez A. Estudio de distribución geográfica y variedad morfológica en poblaciones de algarrobo (*Prosopis chilensis* Mol Stuntz) en la V región y sur este de la IV región. (Tesis Ingeniero Forestal). Universidad de Chile. 1987.
- Serra MT. *Prosopis chilensis*. En: Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Serie: Zonas Áridas y Semiáridas 1997; 12: 215-25.
- Hurtado ML, Estévez AM, Sáenz C. Separación mecánica de las semillas de algarrobo (*Prosopis chilensis* Mol Stuntz) desde la vaina. III Simposio Internacional sobre la Flora Silvestre de Zonas Áridas 2002, Oct 9-11. Hermosillo, México.
- Presle L, Escobar B, Estévez AM, Guerrero J, Matsuhira B, Sáenz C. Polisacáridos de *Prosopis chilensis* Mol Stuntz (algarrobo): caracterización química y análisis por espectroscopia de rmn de ¹H y de ¹³C. XXV Jornadas Chilenas de Química 2004 5-9 Enero. Antofagasta, Chile.
- Vásquez M, Zacarías I, Escobar B. Calidad biológica de la proteína de cotiledones de algarrobo. III Congreso Nacional y VI Seminario Latinoamericano de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 1988. Octubre 11-14 Bogotá, Colombia.
- Cruz G, Del Re B, Amadó R. Contribución al estudio de la composición química de los frutos maduros del algarrobo (*Prosopis spp*). En: Sociedad Química del Perú, editores. III Jornada de Fitoquímica; 1987 Lima, Perú. 1987. p.122.
- Vásquez M, Zacarías I, Escobar B, Yáñez E. Calidad Biológica de la proteína de los cotiledones de algarrobo tratados por calor seco y calor húmedo. *Revista Alimentos* 1991; 16 (1): 5-8.
- Estévez AM, Sáenz, C, Hurtado ML, Escobar B, Espinoza S, Suárez C. Extraction methods and some physical properties of mesquite (*Prosopis chilensis* Mol Stuntz) seed gum. *J. Sci Food Agric.* 2004, 84: 1487-92.
- Almeida-Domínguez NG, Valencia ME, Higuera-Ciapara I. Formulation of corn-based snacks with high nutritive value: biological and sensory evaluation. *J. Food Sci* 1990; 55(1): 228-31.
- Hurtado ML, Escobar B Estévez AM. Mezclas legumbre/cereal por fritura profunda de maíz amarillo y de tres cultivares de fréjol para consumo “snack”. *Arch. Lat. Nutr.* 2001; 51(3): 303-8.
- Estévez AM, Escobar B, Zacarías I, Hurtado ML. Evaluación nutricional y almacenamiento acelerado a 37° C de mezclas de fréjol y maíz fritos. *Arch. Lat. Nutr.* 2003; 53 (1): 70-3.
- Estévez AM. Situación actual y perspectivas de los alimentos “snacks”. En: Hurtado ML, editor. Presente y Perspectivas de la industria de “snack en Chile” Publicaciones Misceláneas Agrícolas 50 2001. p. 1-4.
- Sloan E. Top 10 Functional Food Trends. 2006. *Food Technology* 60(4): 22-40.
- American Association of Cereal Chemist. AACC Approved methods. Saint Paul, Minn. EEUU 1989. 1211p.
- AOAC. Official Methods of Analysis of the Association Official Analytic Chemist 14 ed. Washington, DC, EEUU. 1990. 1141p.
- Hurrell RF, Lerman P, Carpenter KJ. Reactive Lysine in food-stuffs as measured by a rapid dye-binding procedure. *J. Food Sci* 1979 44: 1221-27.
- Lee S, Prosky L, de Vries J. Determination of total, soluble and insoluble dietary fiber in foods- enzymatic – gravimetric methods, MES-TRIS buffer; collaborative study. *J of AOAC International* 1992 75 (3): 395-416.
- Tagle MA. *Nutrición* 2 ed. Ed Andrés Bello. Santiago, Chile. 1980. 231p.
- Escobar B, Estévez AM, Schulz K. Características físicas y químicas de frutos y semillas de *Gleditsia triacanthos* L. (espina corona). I Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. 2005. Marzo. San Rafael, Argentina.
- Escobar B, Estévez AM, Schulz K. Características físicas y químicas de frutos y harina de tara (*Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.). Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. 2006. Noviembre. Córdoba, Argentina.
- Manzini M, Cerezo A. The carbohydrate and protein composition of the endosperm, embryo and testa of the seed of *Gleditsia triacanthos*. *J. Sci. Food Agric.* 1979 30: 881-91.
- Kutoš Y, Golob T, Kac M, Plestenjak A. Dietary fiber content of dry and processed bean. *Food Chem.* 2003 80: 231-35.

29. Jaime L, Mollá E, Fernández A, Martín-Cabrejas M, López-Andreu F, Esteban R. Structural carbohydrates differences and potential source of dietary fiber or onion (*Allium cepa* L.) tissue. *J. Agric. Food Chem.* 2002 50: 122-28.
30. Véliz N. Desarrollo de un producto horneado a base de quinoa para el adulto mayor de Chile. Tesis para optar la Grado de magíster en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile. 1999 58p.
31. Toledo RT. *Fundamentals of Food Process Engineering*. Ed. Van Nostrand Reinhold. 1991 New York EEUU 602p.
32. Alzamora SM, Tapia MS, López-Malo A, Welti J. The control of water activity. In: Zeuthen P, Bøgh-Sørensen L, editors. *Food preservation Techniques*. CRC Press. 2003. 581p
33. Sáenz C, Estévez AM, Fontanot M, Pak N. Oatmeal cookies enriched with cactus pear flour as dietary fiber source: physical and chemical characteristics. *Acta Horticulturae* 2002 N° 581:275-78.

Recibido: 20-01-2009

Aceptado: 20-04-2009