



Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 4 (2): 170-188. Julio-Diciembre, 2013
http://www.rvcta.org
ISSN: 2218-4384 (versión en línea)
© Asociación RVCTA, 2013. RIF: J-29910863-4. Depósito Legal: ppi201002CA3536.

Artículo

Desarrollo de galletas con sustitución parcial de harina de trigo con harina de algarroba (*Prosopis alba*) y avena para planes sociales

Development of cookies with partial substitution of wheat flour with mesquite (*Prosopis alba*) flour and oats for social plans

Sara **Macías**^{1,2*}, María Julieta **Binaghi**³, Angela **Zuleta**³, Patricia **Ronayne de Ferrer**³,
Karina **Costa**¹, Silvina **Generoso**¹

¹Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (S) 1912, C. P. 4200, Santiago del Estero, Argentina.

²Centro de Estudios sobre Nutrición Infantil (CESNI). Av. Bernardo de Irigoyen 240 (1072), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

³Cátedra de Bromatología, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

*Autora para correspondencia: magui_macias@yahoo.com.ar

Aceptado 26-Noviembre-2013

Resumen

La diversificación de alimentos es una estrategia para abordar problemas nutricionales. Producir alimentos de consumo masivo incorporando harinas regionales sería una opción para obtener alimentos de valor nutritivo optimizado. El objetivo de este trabajo fue desarrollar galletas de calidad nutricional mejorada, para escolares, con mezclas de harinas de trigo, de algarroba y avena. Se determinó la composición proximal y Ca, Fe, Mg, P, K y Zn en harina de algarroba con metodología AOAC y disponibilidad potencial *in vitro* para Ca, Fe y Zn. Se evaluó la calidad proteica teórica de distintas mezclas por el método del Puntaje Químico, previa corrección por digestibilidad, utilizando como proteína de referencia los requerimientos del patrón FAO. Se diseñaron galletas con 3 mezclas porcentuales: harina de trigo:harina de algarroba 70:30 y 80:20, harina de trigo:harina de algarroba:avena

80:10:10 y un testigo con 100 % harina de trigo. Se determinaron composición proximal, contenido y disponibilidad potencial de Ca, Fe y Zn. Se midieron parámetros tecnológicos en masas y galletas (color y factor de expansión). Las galletas se evaluaron sensorialmente con 35 consumidores, usando escala hedónica de 9 puntos. El Puntaje Químico aumentó \approx el 25 % en la mezcla 70:30, 19 % en la 80:20 y 28 % para la 80:10:10 respecto del aminoácido lisina en harina de trigo. La corrección por digestibilidad, posicionó con mejor calidad proteica a la mezcla 80:10:10. El diámetro de las galletas aumentó con la disminución del espesor. El balance entre criterios nutricionales y tecnológicos favoreció la elección de las galletas 80:20 y 80:10:10. Son fuente de fibra y minerales. En pruebas sensoriales, las galletas obtuvieron puntaje superior a 6, siendo la más aceptada la 80:10:10. Es tecnológicamente posible sustituir un 20 % de harina de trigo por los ingredientes propuestos obteniéndose galletas nutricionalmente mejoradas y aceptables para los consumidores.

Palabras claves: atributos sensoriales, color en galletas, dializabilidad, minerales, puntaje químico.

Abstract

Food diversification is a strategy to address nutritional problems. The production of consumer foods incorporating regional flours would be an option to get an optimized nutritious food. The objective of this work was to develop improved nutritional quality cookies aimed to school children, with mixtures of wheat, oat and mesquite flours. Proximate composition and Ca, Fe, Mg, P, K and Zn contents in mesquite flour were determined using AOAC methodologies and Ca, Fe and Zn potential availability by means of an *in vitro* method. The quality of different theoretical protein mixtures was assessed by the method of Chemical Score (CS), previous correction for digestibility, using FAO protein pattern requirements as a reference. Cookies were elaborated with the following mixtures: wheat flour:mesquite flour 70:30 and 80:20, wheat flour:mesquite flour:oat 80:10:10. A control was made with 100 % wheat flour. Proximate composition, Ca, Fe and Zn content and potential availability were assessed. Technological parameters were measured on doughs and cookies (color and expansion). Besides, cookies were sensory evaluated by 35 consumers, using a 9-point hedonic scale. An increase of \approx 25 % was observed in CS for the 70:30 mixture, and 19 % for the 80:20 and 28 % for the 80:10:10 mixtures compared the amino acid lysine in wheat flour. Considering the correction for digestibility, the mixture including oat was the best positioned regarding protein quality. Cookies diameter increased with decreasing thickness. The nutritional balance and technological criteria favored the selection of the 80:10:10 and 80:20 cookies. Both may be considered as fiber and minerals sources. In sensory tests, cookies scored above 6, the most widely accepted being the 80:10:10. It is technologically possible to replace up to 20 % of wheat flour with the proposed ingredients in order to obtain nutritionally enhanced cookies with acceptable sensory assessment by consumers.

Key words: chemical score, colour in cookies, dialyzability, minerals, sensory attributes.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diversas estrategias para abordar los problemas nutricionales usando productos industrializados. Las principales son: diversificación de alimentos, fortificación de alimentos de consumo masivo, y el uso de suplementos.

En la República Argentina, se ha elegido la harina de trigo (HT) como vehículo para el enriquecimiento con hierro (sulfato ferroso) y vitaminas como tiamina, riboflavina, niacina y ácido fólico; según se establece en la Ley 25.630 (Boletín Oficial, 2002). Por tanto, producir comestibles con este ingrediente, así como la incorporación de otras harinas regionales

para la fabricación de galletas como alimento de consumo masivo, respaldaría las estrategias mencionadas, ya que las galletas son un buen vehículo para hacer llegar a la población una propuesta alimenticia de alto valor nutritivo (Cori de Mendoza *et al.*, 2004; Chim-Rodríguez, *et al.*, 2003) y/o de mejores propiedades y calidad (Sudha *et al.*, 2007).

Para desarrollar un alimento de diseño exitoso, es necesario evaluar la factibilidad de incorporación de ingredientes alternativos, desde los aspectos nutricionales, sensoriales, tecnológicos y de accesibilidad.

Aunque aporta energía y otros nutrientes, la harina de trigo presenta deficiencia en aminoácidos esenciales como lisina y treonina (Khan, 1981; Ali y Halim, 2013). Con respecto al mejoramiento de la calidad nutricional, las harinas de leguminosas, como la soya (*Glycine max*) y la algarroba (*Prosopis alba*), entre otras, son útiles para complementarlas (Gómez, 1985; Young 1991; Granito *et al.*, 2010; Zuleta *et al.*, 2012). Además, la harina de algarroba (HA) aporta minerales, entre ellos hierro y calcio, y fibra (Prokopiuk *et al.*, 2000; Fabiani *et al.*, 2005; González-Galán *et al.*, 2008).

La incorporación de un ingrediente como la HA, puede modificar la biodisponibilidad, tanto de los minerales intrínsecos como de los minerales de fortificación (Davidsson, 1994; González-Bermúdez *et al.*, 2011). La cantidad de mineral absorbido por el cuerpo, en relación al total presente en el alimento, depende de complejas interacciones con el medio fisiológico y con la matriz alimentaria, de la presencia de promotores e inhibidores en la dieta y de factores fisiológicos relacionados al huésped (Fairweather-Tait, 1992; Fernández *et al.*, 2011).

En la Argentina, el algarrobo (*Prosopis alba*) es una especie del bosque nativo que representa un recurso sustentable para las comunidades del noroeste y del noreste. Actualmente la producción de HA no se

encuentra orientada a la manufactura de alimentos, pero por sus atributos nutricionales y su relativo bajo costo, sería oportuno introducirla en la industria de alimentos para el consumo humano.

En galletas, la sustitución de HT por HA tiene efecto positivo, pues reemplaza parte del azúcar en la fórmula, y confiere sabor y aroma muy agradables, sin embargo la ausencia de almidón representa una limitación en la formulación de pan (Prokopiuk, 2004).

En cuanto a los derivados de avena (*Avena sativa*), el uso como ingrediente para panificación es recomendable. Desde el punto de vista nutricional, la avena mejora los tenores de proteínas y fibra dietética, además permite aumentar la variedad de productos elaborados (Gutkoski *et al.*, 2007).

Las galletas se incluyen en lo que se denominan alimentos de interés social, definiéndose a estos, como: “aquellos de consumo masivo, de alta aceptabilidad, pero con valor nutricional mejorado y de bajo costo, que aseguren un adecuado aporte de nutrientes, a fin de contribuir a un buen estado nutricional.” (Sánchez *et al.*, 1999; Lassa, 2008). La matriz de este alimento, conjuntamente con las condiciones del proceso, hacen que sean óptimas para planes sociales. Además, pueden ser distribuidas en zonas alejadas en virtud de su vida útil.

El objetivo del trabajo fue desarrollar galletas de valor nutritivo mejorado, orientadas a planes sociales para niños en edad escolar en cuyas formulaciones la harina de trigo fue parcialmente sustituida por harina de algarroba y avena.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materias primas

Se trabajó con harina de trigo (HT) enriquecida comercial (marca Favorita -0000-) cuya composición en base húmeda es: hierro 70 mg/kg; proteína 9 %; lípidos 1 %; carbohidratos

72 % y fibra 3 %. Se utilizó harina de avena comercial (marca Quaker tradicional) cuya composición en base húmeda es: proteína 13 %; lípidos 7,9 %; hidratos de carbono 68 % y fibra dietética 6,2 %.

La harina de algarroba (*P. alba*) (HA), proveniente de la molienda a 3200 rpm en molino marca LOYTO (Santa Fe, Argentina) de las vainas íntegras, secas, recogidas en distintas localidades de la Provincia de Santiago del Estero (Argentina), fue tamizada utilizando un equipo zarandeador-vibrador (marca ZONYTEST, modelo EJ2000) y un conjunto de tamices ASTM de 10, 20 y 40 mesh. La fracción pasante del último tamiz, se molió en procesadora común de cocina (marca Moulinex) para lograr una granulometría más fina.

Composición de macronutrientes y minerales en la harina de algarroba

A la HA se determinó su composición proximal con metodología oficial (AOAC, 2000): contenidos de humedad (método 925.10), proteína (método 960.52), grasa (método 922.06), fibra dietética (método 985.29), cenizas (método 923.03); e hidratos de carbono por diferencia. Los minerales Ca, Fe, Mg, P, K y Zn se cuantificaron por espectrofotometría de absorción atómica AOAC (2000), y la disponibilidad potencial de Ca, Fe y Zn en la HA se cuantificó utilizando el método de Miller *et al.* (1981) modificado por Wolfgor *et al.* (2002). La dializabilidad (D) de cada mineral se calculó como la cantidad de mineral dializado expresada como porcentaje del contenido de mineral total en la muestra. Además se calculó el aporte potencial (AP) como se indica en la siguiente fórmula:

$$AP = D \times \text{contenido de minerales} / 100$$

El criterio usado para la formulación de galletas fue el de lograr un balance óptimo entre los aspectos tecnológicos y los nutricionales.

Los parámetros nutricionales incluyeron la estimación de la calidad proteica de las mezclas y del aporte de minerales (calcio, hierro y zinc) de las galletas.

Cálculo teórico de la calidad proteica de mezclas de harinas en relación a la HT

Se efectuó el cálculo teórico de la calidad proteica de un testigo y distintas mezclas de harinas por el método de Puntaje Químico (PQ), previa corrección por digestibilidad ('Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score', PDCAAS), según la fórmula:

$$PDCAAS = PQ \times \text{Digestibilidad (FAO/WHO, 1991; Schaafsma, 2000; Suárez-López et al., 2006)}$$

Para esto se usaron datos bibliográficos de composición del aminoácido esenciales, lisina, de las tablas de la National Nutrient Database for Standard Reference (USDA, 2011) para HT y avena (A). Para HA se usaron datos de investigaciones previas del mismo grupo de trabajo (Comunicación personal, Sara Macías, 2010). Se consideró como proteína de referencia los requerimientos según el patrón FAO (WHO/FAO/UNU, 2007) para los niños en edad escolar. Los valores bibliográficos de digestibilidad: para harina de algarroba 62 % (Trevissón, 1992), para harina de trigo y avena 96 % y 86 %, respectivamente, valores publicados por la FAO (FAO/OMS/UNU, 1985).

Formulación y elaboración de las galletas

Se elaboró un testigo con 100 % de HT y se formularon galletas sustituyendo parcialmente la HT por HA y A en las siguientes combinaciones porcentuales: 70HT:30HA; 80HT:20HA; 80HT:10HA:10A (en adelante 70:30; 80:20; 80:10:10; respectivamente) (Cuadro 1). Los agregados de

Cuadro 1.- Ingredientes, cantidades y proporciones de las fórmulas de galletas desarrolladas.

Ingredientes	Cantidades (gramos)				Proporción (%)			
	Testigo	70:30	80:20	80:10:10	Testigo	70:30	80:20	80:10:10
Harina de trigo 0000	3.000	2.100	2.400	2.400	51,7	36,2	41,4	41,4
Harina de algarroba	-	900	600	300	-	15,5	10,4	5,2
Harina de avena	-	-	-	300	-	-	-	5,2
Azúcar	900	900	900	900	15,5	15,5	15,5	15,5
Margarina	750	750	750	750	12,9	12,9	12,9	12,9
Extracto de malta	200	200	200	200	3,4	3,4	3,4	3,4
Bicarbonato de amonio	50	50	50	50	0,9	0,9	0,9	0,9
Agua	900	900	900	900	15,5	15,5	15,5	15,5

A y HA se efectuaron en la formulación de referencia durante el homogeneizado de los insumos.

Se procedió a la elaboración de las galletas mediante amasado mecánico simultáneo de las materias primas en una amasadora a espiral marca BH, modelo BA-30 (Batistta e Hijos, SRL, Quilmes, Argentina). Se colocaron en la amasadora las harinas, el bicarbonato de amonio y la margarina en trozos, luego se adicionó una solución de agua, azúcar y extracto de malta, y se procedió al amasado hasta obtención de una masa homogénea (2 minutos 30 segundos). La masa obtenida fue recubierta con film de polietileno y mantenida en reposo, a temperatura de 25 °C, por un tiempo de 15 minutos. La masa fue posteriormente laminada en una sobadora marca BH, modelo BH-500 (Batistta e Hijos, SRL, Argentina), con palanca en posición 8 laminada (5 mm de altura); las láminas fueron recubiertas con film de polietileno y mantenidas nuevamente en reposo por 15 minutos, para luego ser troqueladas con moldes de 5 cm de diámetro (no se reutilizaron recortes de masa). Las piezas de masa obtenidas fueron estibadas en bandejas de chapa previamente enmargarinadas y horneadas en un horno marca

BH, modelo RBH-50 (Batistta e Hijos, SRL, Argentina) a 160 °C durante 12 minutos. Luego las galletas obtenidas se enfriaron a temperatura ambiental y se almacenaron en cámara climática (modelo MJ-250-II, de origen chino) con regulador automático de temperatura y humedad (25 °C y 70 %). Previamente fueron envasadas al vacío en envasadora Ehrlich, múltiple 315 (Ehrlich, S. R. L., Buenos Aires, Argentina). En la Fig. 1 se muestra el proceso tecnológico de elaboración de las galletas.

Determinación de parámetros físicos en masas y galletas desarrolladas

Se midió color (parámetros L, a y b) con un colorímetro marca Minolta, modelo CR-300 (Konica Minolta Sensing Americas, Inc., New Jersey, USA). Las mediciones se realizaron en la escala HunterLab y se llevaron a cabo en el anverso y reverso de las galletas, y en la superficie de la masa. Además se midieron peso, diámetro y espesor de masas y galletas, calculándose la expansión porcentual de las galletas a través de la relación diámetro/espesor. Los datos fueron analizados con estadística descriptiva.

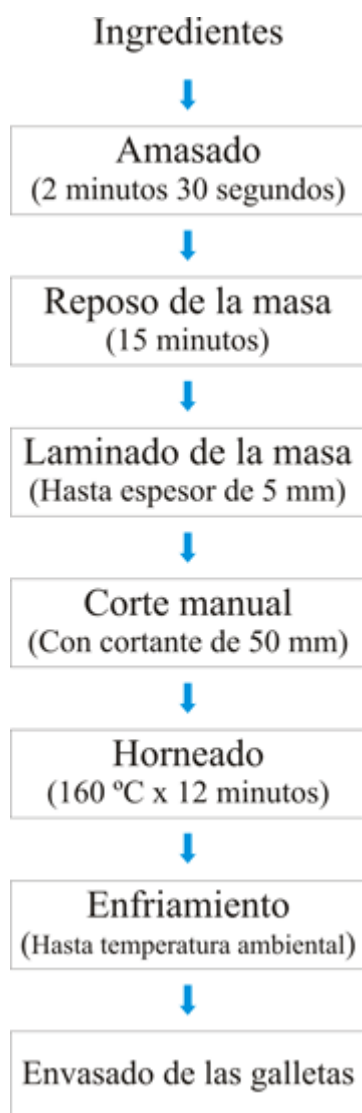


Figura 1.- Diagrama de flujo de la elaboración de galletas.

Evaluación sensorial de las galletas desarrolladas

Todas las galletas se evaluaron sensorialmente con un grupo de 35 consumidores para determinar el grado de satisfacción, usando una escala hedónica de 9 puntos (Pilgrim, 1957) que permite medir el grado en que una preparación gusta o disgusta (1 'Me disgusta muchísimo' - 9 'Me gusta muchísimo'). El instrumento utilizado para la

recolección de la información fue una planilla para evaluación de la aceptabilidad. Antes de cada evaluación, se explicó cómo completar el formulario correspondiente y se solicitó a los individuos que indicaran, con una cruz en la escala, el grado en que cada galleta le agradaba o disgustaba. Las pruebas se realizaron para evaluar las 3 formulaciones y el testigo. Las 4 muestras se presentaron para su degustación por única vez, en orden aleatorio, a las 10:00 horas, en una porción de una galleta por muestra en recipientes idénticos.

Determinación de composición de macronutrientes y minerales en las galletas

La composición proximal, el contenido de minerales, la dializabilidad y el aporte potencial del calcio, hierro y zinc en las galletas con mayor aceptación se determinó como se describió para la HA.

Análisis estadísticos

Los resultados fueron expresados como el promedio (\bar{X}) de 10 repeticiones realizadas por triplicado, con su desviación estándar ($D.E.$) a excepción de los casos donde se especificó un número distinto de repeticiones. Además, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía para determinar si existían diferencias significativas y el test de Duncan para la comparación entre medias. El nivel de significación empleado para todos los análisis estadísticos fue de $\alpha = 0,05$. El programa utilizado fue Statgraphics® Plus, versión 3.0 (Manugistics, Inc., Rockville, MD, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición de macronutrientes y minerales en la harina de algarroba

En el Cuadro 2 se muestra la composición proximal y de minerales de harina de algarroba de la Provincia de Santiago del Estero (Argentina), con la que se elaboraron las galletas.

Cuadro 2.- Composición proximal y de minerales de harina de algarroba (HA).

Componente	\bar{X}	D. E.
Humedad (g/100 g)	8,62	0,17
Proteína (g/100 g)	7,50	0,80
Grasa (g/100 g)	2,90	0,11
Fibra dietética (g/100 g)	20,30	1,05
Carbohidratos (g/100 g)	57,20	-
Cenizas (g/100 g)	3,48	0,10
Calcio (mg/100 g)	445,00	3,50
Hierro (mg/100 g)	5,02	0,28
Magnesio (mg/100 g)	54,00	0,98
Fósforo (mg/100 g)	617,00	3,70
Potasio (mg/100 g)	969,70	12,40
Zinc (mg/100 g)	1,76	0,12

Los valores son promedios de 10 repeticiones. \bar{X} : promedio. D. E.: desviación estándar.

En cuanto al contenido de proteínas, la HA en estudio presentó menor cantidad respecto del valor de 8,90 g/100 g encontrado por Zuleta, *et al.* (2012) y por González-Galán, *et al.* (2008), 11,01 g/100 g para este nutriente, en especies procedentes de la Provincia de Formosa (Argentina) y de Bolivia, respectivamente. Algo semejante ocurrió con la fibra dietética donde los valores encontrados fueron 31,0 g/100 g (Zuleta, *et al.*, 2012) y 48,15 g/100 g (González-Galán, *et al.*, 2008). Los valores de fibra dietética fueron comparables a los encontrados por otros autores en harinas de pulpa de *P. alba* que revelan contenidos de 21 g/100 g (Bernardi *et al.*, 2006). El mayor contenido de fibra respecto a la HT la hace una materia prima adecuada como aportador de este nutriente. Continuando la comparación con estos autores la cantidad de cenizas fue prácticamente la misma, presentando

un contenido de hidratos de carbono mayor la HA en estudio, por lo que resultó tener un mayor valor calórico.

En cuanto a minerales, datos bibliográficos para la misma especie (Chaco, Argentina), muestran valores menores en pulpa para calcio (127,45 mg/100 g) y mayores para hierro y magnesio (45,0 y 96,7 mg/100 g, respectivamente) (Prokopiuk, *et al.*, 2000). El alto valor de calcio de la HA de Santiago del Estero pudo deberse a que el suelo de esta provincia sufre un proceso de calcificación, que se manifiesta en el perfil por la formación de carbonato de calcio (García, 2012). La cantidad de calcio es muy alta en suelos áridos y calcáreos. Los altos contenidos presentes en plantas superiores están más relacionados con los elevados niveles presentes en la disolución del suelo que con la eficacia del mecanismo de absorción cálcica de las células de la raíz (Kazda y Weilgony, 1988).

La composición obtenida fue semejante a otras especies de *Prosopis* (Freyre *et al.*, 2003), sin embargo, se observan variaciones que reflejan la biodiversidad.

Si bien la HA presentó un importante aporte de minerales, también mostró un alto contenido de fibra dietética. Teniendo en cuenta que el calcio, hierro y zinc suelen ser nutrientes críticos en las dietas infantiles resulta de interés conocer su disponibilidad potencial (Cuadro 3).

El hierro presente en la HA tuvo baja dializabilidad. Comparando con el valor de la literatura (Dyner *et al.*, 2007) relativo a la harina de trigo ($D_{Fe} \% 9,88$), el de la HA fue más bajo, probablemente debido al mayor contenido de polifenoles (Zuleta *et al.*, 2012). También podría obedecer a la competencia con el calcio, lo que colabora a disminuirla. Las sales de calcio alteran la absorción de hierro cuando están presentes en las mismas comidas. Por otra parte, no se puede descartar que la formación de complejos insolubles con fibras y/o fitatos influya en la disminución de disponibilidad de estos minerales. En el caso de la sémola, los derivados hexafosfatos y

Cuadro 3.- Comparación de contenido, dializabilidad y aporte potencial de Ca, Fe y Ca de harina de algarroba (HA).

Minerales (mg/100 g)	Contenido ($\bar{X} \pm D. E.$)	*D (%)	**AP (mg/100 g)
Ca	445,00 \pm 3,50	20,33	90,46
Fe	5,02 \pm 0,28	4,42	0,22
Zn	1,76 \pm 0,12	29,53	0,52

* D: dializabilidad. ** AP: aporte potencial. \bar{X} : promedio. *D. E.*: desviación estándar.

pentafosfatos del ácido fítico son los responsables de la disminución de la dializabilidad del hierro, como ya se mencionó (Binaghi *et al.*, 2008).

Si se comparan todos los valores de dializabilidad con los obtenidos por otros investigadores (Zuleta *et al.*, 2012), están en el mismo orden de magnitud. Sin embargo, dado que la harina de algarroba estudiada presentó un contenido de calcio muy superior, el aporte potencial sería el parámetro que la diferencia.

La presencia de factores antinutritivos sumada al contenido de fibra, influyen también en la absorción de las proteínas dado que dificultan la acción de las enzimas digestivas. Estos factores son propios de las semillas de leguminosas y se han hallado en cantidades considerables en algunas especies del género *Prosopis* (Richardson, 1992).

Evaluación de la calidad proteica de mezclas de harinas

La presencia de antinutrientes de la HA mencionados en el párrafo anterior, hace necesaria la corrección del puntaje químico mediante digestibilidad, conocido como PDCAAS.

El contenido del aminoácido lisina en la HT y en las mezclas de harinas fue comparado con los requerimientos para niños en edad escolar (3 a 10 y 11 a 14 años) siendo el

requerimiento de lisina para ambos grupos 48 mg/g de proteína (WHO/FAO/UNU, 2007). Al valorar la calidad proteica mediante el PQ se observó un aumento significativo del mismo de \approx 25 % en la mezcla 70:30, de un 19 % para las 80:20 y de un 28 % para la 80:10:10 con respecto al aminoácido limitante lisina en HT (Cuadro 4). Asimismo, al considerar la digestibilidad, se posicionó con mejor calidad proteica la mezcla 80:10:10 que incluyó avena. Estos incrementos fueron el resultado de la complementación aminoacídica entre harinas de cereales con harinas de leguminosas, lo que permitiría mayor aprovechamiento de los aminoácidos presentes.

Parámetros físicos en masas y galletas desarrolladas

La contribución relativa de los alimentos de diseño para la salud humana y el bienestar, depende de su valor nutritivo y el consumo per cápita, el segundo está muy influenciado por las preferencias del consumidor y el grado de satisfacción. Para lograrlo, es importante poner énfasis en ensayos tecnológicos que garanticen buenos atributos sensoriales. Dentro del atributo apariencia, el color juega un rol preponderante en la elección y compra de productos como las galletas.

Los promedios de los resultados de las mediciones del color de masas crudas y galletas, se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 4.- Comparación de PQ y PDCAAS de la HT vs. las mezclas HT-HA y HT-HA-A para el aminoácido limitante.

AA	Requerimiento (mg AA/g proteína)	PQ				PDCAAS			
		HT	70:30	80:20	80:10:10	HT	70:30	80:20	80:10:10
Lisina	48	44,81	55,83	53,25	57,17	43,02	46,23	45,16	49,09

AA: aminoácido. PQ: puntaje químico. PDCAAS: puntuación de los aminoácidos de las proteínas corregidas según su digestibilidad. HT: harina de trigo. HA: harina de algarroba. A: avena.

Cuadro 5.- Parámetros de color de masas crudas y galletas.*

Muestras	$\bar{X}L$	<i>D. E.</i>	$\bar{X}a$	<i>D. E.</i>	$\bar{X}b$	<i>D. E.</i>
Masa T	79,43 ^{ab}	0,42	0,31 ^a	0,12	-3,55 ^a	0,37
Masa 70:30	70,31 ^a	0,48	4,18 ^b	0,22	-8,94 ^b	0,46
Masa 80:20	72,41 ^a	0,63	3,82 ^b	0,21	-4,81 ^a	5,08
Masa 80:10:10	86,97 ^b	1,70	2,58 ^b	0,40	-3,67 ^a	0,50
Anverso Galleta T	81,92 ^a	1,76	3,78 ^a	0,85	10,70 ^a	2,28
Anverso G 70:30	72,06 ^b	1,27	4,38 ^a	0,22	-7,62 ^b	1,36
Anverso G 80:20	74,10 ^b	1,57	4,47 ^a	0,26	-5,28 ^b	1,68
Anverso G 80:10:10	72,80 ^b	2,18	5,54 ^b	0,47	-4,38 ^b	2,80
Reverso Galleta T	71,00 ^a	1,19	7,14 ^a	0,39	-7,00 ^a	1,36
Reverso G 70:30	65,72 ^b	0,95	6,34 ^a	0,44	-3,80 ^a	1,57
Reverso G 80:20	64,13 ^b	0,93	7,08 ^a	0,45	-15,00 ^b	1,21
Reverso G 80:10:10	68,20 ^{ab}	3,03	7,08 ^a	0,96	-8,54 ^a	4,47

\bar{X} : promedio de tres lecturas en 10 unidades. *D. E.*: desviación estándar. T: testigo.

* Letras distintas en superíndices en una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$), para masa, anverso y reverso.

Las coordenadas rectangulares de color L, a y b en una muestra de alimento, designan: L, la luminosidad (0 = negro a 100 = blanco); a, el color rojo (valores positivos) o verde (valores negativos) y b*, el color amarillo (valores positivos) o azul (valores negativos) (Valero-Muñoz, 2012).

Se observó que la incorporación de HA produjo modificaciones en los 3 parámetros de

color medidos. Comparando con el testigo en referencia a la luminosidad (L), en las galletas disminuyó en forma significativa ($p < 0,05$) al aumentar el porcentaje de sustitución. Similar comportamiento presentó el parámetro b, con la subsiguiente pérdida de color amarillo. El parámetro a disminuyó en el reverso, aumento en el anverso y todos los valores se mantuvieron por encima de 0, por lo que el color

rojo fue el dominante, sin embargo, no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) con respecto a la galleta testigo a excepción de en el anverso de la galleta 80:10:10 ($p < 0,05$) que fue mayor ($a = 5,54$). Las coordenadas colorimétricas medidas en las galletas 80:10:10, la posicionan frente a las otras galletas como la que mejor color instrumental medido presentó.

La luminosidad de las galletas en el anverso y reverso puede ser mayor o menor dependiendo de la fuente de fibra. Ha sido observado que es mayor cuando se utiliza inulina+oligofructosa ($L_{\text{anverso}} = 61,33$; $L_{\text{reverso}} = 63,31$) y menor cuando se usa harina integral de trigo+harina de *Ceratonia siliqua* (“algarrobo europeo”) ($L_{\text{anverso}} = 49,04$; $L_{\text{reverso}} = 48,52$) (Popov-Raljić *et al.*, 2013). No obstante esto dependerá de los tipos de fuentes de fibra y sus proporciones en una mezcla. Estos autores observaron que la incorporación de avena, harina integral de trigo o sus mezclas como fuentes de fibra en galletas, no modificó, significativamente, la luminosidad en el anverso pero si en el reverso (mayor luminosidad en el caso de adición de solo avena que en el caso de utilización de harina integral de trigo o mezclada con avena). En contraposición, en este trabajo la disminución de la luminosidad fue significativa ($p < 0,05$) en el anverso y el reverso por la adición de avena, siendo mayor en el anverso. Una causa probable sería el uso de harina de trigo refinada (más clara) y no integral (más oscura). Los valores de a , con todas las mediciones por encima de 0, confirmaron que el color rojo fue dominante sobre el verde en todas las galletas elaboradas. Galletas producidas con adición de hojuelas de avena tienden a expresar más el color amarillo, mientras que las producidas con harina de trigo integral tienden a expresar más el color rojo (Popov-Raljić *et al.*, 2013), sin embargo, las galletas 80:10:10 no expresaron color amarillo pero si color rojo.

Las características tecnológicas físicas fueron evaluadas con los parámetros mostrados en el Cuadro 6. Se observó que el diámetro de

las galletas aumentó con la disminución del espesor al aumentar el porcentaje de sustitución, lo que repercute en el quiebre manual. Las galletas obtenidas con la mezcla 80:10:10 y 80:20 presentaron menor diámetro que el de la galleta testigo. Sin embargo, al sustituir el 30 % de la HT por HA, el comportamiento fue inverso. Respecto del espesor, la sustitución de harina de trigo por HA, no lo modificó considerablemente hasta un agregado del 20 % de HA, pero cuando se sustituyó en un 30 % se observó un marcado aplastamiento de la galleta. Como consecuencia, aumentó el factor de expansión hasta valores que llevarían al estrés del producto, ya que cuando se excede la tensión mecánica, relacionada con la flexibilidad de la estructura, pueden ocurrir fisuras y hasta el quiebre de la galleta (Larrea-Céspedes *et al.*, 2003). El factor de expansión mostró de manera más clara lo enunciado, lo que justifica esta forma de expresión. En la galleta 80:10:10, en la que se incorporó avena, el aumento del espesor fue mayor al del testigo; sin embargo, la galleta testigo presentó un mayor factor de expansión por lo cual la HT tiene mejor funcionalidad para galletas, acorde con lo que expresado por López-López (2007).

La disminución de la expansión de galletas a medida que aumenta el nivel de sustitución parcial de HT por fuentes de fibras, ha sido estudiada por Jeltama *et al.* (2003), quienes encontraron que el factor de expansión disminuyó progresivamente en el siguiente orden de sustitución de ingredientes tipo fibra: avena (10,5), soya (9,8), trigo (9,0) y maíz (8,2); asimismo, demostraron que este factor se correlaciona con los componentes de la fibra (celulosa, hemicelulosa, lignina y pectina). En galletas elaboradas con harina de soya y afrecho de arroz, también se ha observado disminución de la expansión (James *et al.*, 1989).

El manejo de la masa durante la elaboración de las galletas 70:30 presentó inconvenientes, como dificultad para laminarla dado que la misma se desgranaba al pasar por

Cuadro 6.- Promedios de características físicas de las galletas formuladas con harina de trigo y mezclas de harina de trigo, harina de algarroba y avena.

Parámetros evaluados	Tipos de galletas			
	Testigo	70:30	80:20	80:10:10
Peso de la masa (g)	11,41	11,67	9,21	9,69
Peso después de horno (g)	10,05	9,71	7,51	7,98
Humedad de la galleta (%)	3,87	4,99	3,97	4,35
Diámetro (cm)	5,67	6,14	5,31	5,12
Espesor (cm)	0,88	0,76	0,90	1,07
Factor de expansión, Diámetro/Espesor	6,44	8,08	5,90	4,79
Temperatura de horneado (°C)	160	160	160	160
Tiempo de horneado (min)	12	12	12	12

los rodillos. Además, las galletas resultantes presentaron forma no uniforme, debido posiblemente a la baja viscosidad de la masa ya que se expandieron durante el horneado y se presentó un alto porcentaje de quiebres durante el envasado y la posterior manipulación hasta el almacenamiento en cámara.

Por lo expuesto, el balance entre criterios nutricionales y tecnológicos favorece la elección de las mezclas 80:20 y 80:10:10 priorizando el factor tecnológico, dado que la diferencia de aporte proteico con respecto a la 70:30 fue exigua.

Todas las galletas elaboradas presentaron valores apropiados de humedad, es decir, típicos entre el intervalo 1-5 % (Pauly *et al.*, 2013), por lo que es posible afirmar que la sustitución parcial no provocó un efecto negativo en este sentido. Este parámetro merece un estricto control en la producción industrial de galletas (previo empaque) y en el seguimiento de la estabilidad en almacén, debido a su influencia en la vida útil y la estabilidad química y microbiológica (Wolters *et al.*, 1993).

Evaluación sensorial de las galletas desarrolladas

En el Cuadro 7 se presenta la frecuencia de respuestas en la escala hedónica al evaluar las preparaciones que contenían cada sustituyente. Se observó que el 88,6 % de las respuestas estuvieron comprendidas entre las puntuaciones 6 y 9 ('Me gusta'). El 48,6 % manifestó para la galleta 80:10:10 'Me gusta muchísimo', a diferencia de lo observado para las galletas 70:30, donde los consumidores mayoritariamente optaron por la calificación 'Me gusta moderadamente'. Ello muestra que la distribución de las respuestas responde a factores propios de cada galleta degustada, independientemente de la composición del sustituyente incorporado.

Se constató que gran parte de las respuestas se ubicaron en las clasificaciones 'Me gusta mucho' o 'Me gusta muchísimo', para las galletas 80:20 y 80:10:10. Estos resultados muestran que existió una clara aceptación de estas 2 preparaciones ensayadas con las diferentes mezclas de harinas.

Cuadro 7.- Distribución de frecuencia de respuestas hedónicas en la evaluación de galletas formuladas con harina de trigo y mezclas de harina de trigo, harina de algarroba y avena.

Tratamiento	Escala*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Testigo	0	0	0	0	3	2	4	10	16
70:30	0	0	3	1	9	1	20	1	0
80:20	0	0	0	0	0	2	12	12	9
80:10:10	0	0	0	0	0	0	13	5	17

* 1 'Me disgusta muchísimo', 2 'Me disgusta mucho', 3 'Me disgusta moderadamente', 4 'Me disgusta poco', 5 'Me es indiferente', 6 'Me gusta poco', 7 'Me gusta moderadamente', 8 'Me gusta mucho', 9 'Me gusta muchísimo'.

En cuanto a la intención de compra, la totalidad de las personas encuestadas respondieron afirmativamente, si el producto estuviera disponible en el mercado.

El Cuadro 8 resume los puntajes promedio obtenidos para cada una de las galletas ensayadas. La galleta de mayor aceptación fue la 80:10:10, con un nivel de agrado de 8,12 puntos sobre 9.

Se aprecia que cada una de las preparaciones obtuvo un puntaje promedio cercano o superior a 6, lo que implica que fueron aceptadas. Escobar *et al.* (2009) evaluaron la aceptabilidad sensorial de galletas elaboradas con 90:10 y 80:20 (harina de trigo:harina de cotiledón de algarroba (*Prosopis chilensis* (Molina) Stuntz)) y obtuvieron valores equivalentes a 'Me gusta mucho' (11,7 para ambas en una escala de 15 puntos).

Cuadro 8.- Promedio de nivel de agrado de galletas formuladas con harina de trigo y mezclas de harina de trigo, harina de algarroba y avena.

Galletas	Puntaje promedio
Testigo	7,97
70:30	6,06
80:20	7,77
80:10:10	8,12

Se presentan en la Fig. 2, fotografías de las galletas desarrolladas mejor apreciadas por los evaluadores sensoriales, con las que se realizaron las evaluaciones.

**Figura 2.-** Galletas desarrolladas. De izquierda a derecha: Testigo, 80:20 y 80:10:10.

Composición de macronutrientes y minerales en las galletas

Macronutrientes en las galletas

En el Cuadro 9 se presenta la composición proximal de las galletas con mejores características sensoriales y tecnológicas.

Al analizar la composición química de las galletas obtenidas se observa que los valores de humedad (< 5 g/100 g) son los ideales para obtener una buena la textura por tratarse de un producto particularmente seco, en el que la presencia de agua la afecta negativamente. La norma venezolana COVENIN 1483:2001 para galletas dulces (COVENIN, 2001) establece un límite máximo de 5 % para la humedad. Estos resultados son importantes para lograr estabilidad de las grasas y tiempo de vida útil disminuyendo además los riesgos microbiológicos.

El contenido de proteína en las 2 galletas (con algarroba y algarroba:avena) fue similar al de la galleta testigo. A pesar de estos resultados, es importante tener en cuenta que la calidad proteica está determinada por el contenido de aminoácidos esenciales. Ya se comentó anteriormente que la mezcla de harinas que presentó mayor PDCAAS para

lisina fue la 80:10:10, la 80:20 y la testigo, en ese orden.

El aporte de materia grasa se encuentra en valores similares a los informados en los rótulos de distintas galletas comerciales de consumo habitual, como por ejemplo: Variedad, Melba y Pepitos!, elaboradas por Kraft Foods Argentina que contienen 16 %.

Respecto al contenido de fibra dietética se observó un importante incremento en las nuevas formulaciones respecto de la galleta testigo. Este aporte de fibra puede tener efectos positivos en el bienestar a la salud del consumidor, como: mejorar el control de la glucemia, reducción del riesgo de cáncer colorrectal y menor riesgo de enfermedad cardiovascular; y su consumo en niños mayores, adolescentes y adultos, entre 20 a 35 gramos por día, pudiera favorecer la conducción de estos efectos (Cabrera-Llano y Cárdenas-Ferrer, 2006; García-Méndez y Pacheco de Delahaye, 2007).

La incorporación de avena aporta beta glucanos y fructanos, lo que no solo permite obtener un producto con mayor contenido de fibra sino también mejora la relación fibra soluble e insoluble (Margalef *et al.*, 2012).

Su contenido de fibra superior a 3 g/100 g permitiría su rotulación como “fuente de fibra”, según el Artículo 235 quinto del Código Alimentario Argentino (CAA, 2004).

Cuadro 9.- Composición proximal de las galletas de mayor aceptación (harina de trigo:harina de algarroba y harina de trigo:harina de algarroba:avena).

Composición (g/100 g)	Testigo	<i>D. E.</i>	80:20	<i>D. E.</i>	80:10:10	<i>D. E.</i>
Humedad	4,20	0,18	3,97	0,21	4,35	0,21
Proteína	6,90	0,10	6,80	0,25	7,13	0,30
Grasa	15,45	0,29	15,30	0,16	15,90	0,17
Fibra	3,85	0,23	5,29	0,05	5,25	0,06
Carbohidratos	69,18	-	67,66	-	66,77	-
Cenizas	0,42	0,12	0,98	0,06	0,60	0,05

Los valores son promedios de 10 repeticiones. *D. E.*: desviación estándar.

Minerales en las galletas

En el Cuadro 10 se comparan los contenidos totales, dializabilidad y aporte potencial de Fe, Zn y Ca de las galletas 80:20 y 80:10:10, por ser las de mayor aceptación.

Si se comparan los contenidos de calcio de las formulaciones 80:20 (53 mg/100 g de galleta) y 80:10:10 (39 mg/100 g de galleta), con los declarados en productos comerciales equivalentes que se consumen como meriendas escolares, galletas Oreo y Chips Ahoy!, entre otras (aproximadamente 2,77 mg/100 g de producto), se infiere la importancia del producto desarrollado para los niños en edad escolar, cuyos requerimientos de este mineral son altos (Granito *et al.*, 2010). Sin embargo, al comparar los contenidos de calcio de las nuevas formulaciones con los informados para otras galletas desarrolladas por Granito *et al.* (2010), elaboradas a base de leguminosas fermentadas y cereales que presentaron un contenido de calcio de hasta 250 mg/100 g se observa que los valores fueron menores; Asimismo, en panes formulados con harina de algarroba, el contenido fue de 85,5 mg/100 g (Zuleta *et al.*, 2012) pero es importante recalcar que en las formulaciones se adicionó leche descremada.

Por otra parte, las galletas 80:10:10 tuvieron un aporte potencial mayor que las 80:20 de los 3 minerales en estudio, esto es atribuible en el caso del hierro y el calcio al mayor valor de dializabilidad encontrado aún cuando el contenido de calcio es muy superior en la galleta 80:20, lo que justifica la importancia de realizar estudios de disponibilidad de minerales en productos nuevos.

Si se confronta el aporte potencial del hierro en las galletas obtenidas frente al aporte potencial de HA (en el Cuadro 3) se aprecia que fue mayor como consecuencia de su mayor dializabilidad, lo que se puede atribuir a un menor contenido de componentes inhibidores de la absorción (polifenoles). Para el zinc no hubo modificaciones en el porcentaje de dializabilidad en todas las muestras estudiadas.

Los resultados obtenidos sugieren la necesidad de incorporación en la formulación de algunos promotores de absorción. Para productos panificados, Bernardi *et al.* (2006) afirman que es posible aumentar la dializabilidad de los minerales con el agregado de estos promotores, como el ácido cítrico o ascórbico, dado que han demostrado su efectividad en productos elaborados con derivados de *P. alba*.

Cuadro 10.- Comparación de contenido total, dializabilidad y aporte potencial de Fe, Zn y Ca de las galletas de mayor aceptación (harina de trigo:harina de algarroba y harina de trigo:harina de algarroba:avena).

Minerales	Galletas					
	80:20			80:10:10		
	Contenido (mg/100 g)	*D (%)	**AP (mg/100 g)	Contenido (mg/100 g)	*D (%)	**AP (mg/100 g)
Fe	3,01	11,49	0,35	3,13	15,05	0,47
Zn	1,01	29,03	0,29	1,26	29,46	0,37
Ca	53,00	14,73	7,81	39,00	23,45	9,14

Los valores son promedios de 3 repeticiones. * D: dializabilidad; ** AP: aporte potencial.

Por otra parte, en líneas generales, las propiedades nutricionales con las que cuenta la HA y A, alienta a transferir este desarrollo a alguna industria regional. La incorporación de este tipo de producto a la dieta habitual de niños comprendidos en planes sociales, disminuiría el hastío del menú rutinario. Las galletas desarrolladas podrían ser incorporadas en el desayuno o merienda, resultando una alternativa interesante como complemento nutricional; más aún porque el producto desarrollado fue sensorialmente testado.

CONCLUSIONES

- Para la elaboración de galletas, es tecnológicamente posible sustituir hasta un 20 % de harina de trigo por harina de algarroba y/o mezcla de harina de algarroba y avena.
- Las galletas desarrolladas tuvieron buena aceptación sensorial por parte de los consumidores.
- La sustitución parcial de harina de trigo por harina de algarroba y avena mejoró la calidad proteica de los productos obtenidos con las mezclas.
- La harina de algarroba en la formulación de galletas, incrementó el aporte de fibra y minerales.

RECOMENDACIONES

- Divulgar las propiedades nutritivas y funcionales de la harina de algarroba para incentivar su consumo.
- Promover la industrialización de la harina de algarroba para reducir el costo actual de esta materia prima.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido parcialmente financiado por los Proyectos UNSE Código 23 A 140 y UBACyT 20020100100166.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, M.A. and Halim, M.A. 2013. Bread made from wheat flour and white sesame flour in presences of natural improver. *Pakistan Journal of Nutrition*. 12(4):353-355.
- AOAC. 2000. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. (17ma. ed.). Gaithersburg, USA.
- Bernardi, C.; Drago, S.; Sabbag, N.; Sanchez, H. and Freyre, M. 2006. Formulation and sensory evaluation of *Prosopis Alba* (algarrobo) pulp cookies with increased iron and calcium dialyzabilities. *Plant Foods for Human Nutrition*. 61(1):39-44.
- Binaghi, María J.; Greco, Carola B.; López, Laura B.; Ronayne de Ferrer, Patricia B. y Valencia, Mirta E. 2008. Biodisponibilidad de hierro en la dieta infantil. *Archivos Argentinos de Pediatría*. 106(5):387-389.
- Boletín Oficial. 2002. Boletín Oficial de la República Argentina. Nº 29.968, Ley 25.630 (Establécense normas para la prevención de las anemias y las malformaciones del tubo neural. Organismo de control). 23 Agosto. Suipacha, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Dirección Nacional del Registro Oficial - Secretaría Legal y Técnica - Presidencia de la Nación.
- CAA. 2004. Código Alimentario Argentino. Capítulo 5, art. 235 quinto.
- Cabrera-Llano, Jorge Luis y Cárdenas-Ferrer, Mercedes. 2006. Importancia de la fibra dietética para la nutrición humana. *Revista Cubana de Salud Pública*. 32(4). http://bvs.sld.cu/revistas/spu/vol32_4_06/spu15406.htm
- Chim-Rodríguez, Alma; López-Luna, Jesús y Betancur-Ancona, David. 2003. Incorporación de fracciones de almidón primario y secundario de *Canavalia ensiformis* L. y *Phaseolus lunatus* L. en galletas. *Acta Científica Venezolana*. 54(2):138-147.

- Cori de Mendoza, Marta E.; Pacheco-Delahaye, Emperatriz y Sindoni, Eliana. 2004. Efecto de la suplementación de galletas dulces tipo oblea con harina desgrasada de girasol sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales. *Revista de la Facultad de Agronomía (UCV)*. 30(2):109-122.
- COVENIN. 2001. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Galletas (1ra. Revisión). Norma Venezolana COVENIN 1483:2001. Caracas, Venezuela.
- Davidsson, Lena. 1994. Minerals and trace elements in infant nutrition. *Acta Pædiatrica*. 83(s395):38-42.
- Dyner, Luis; Drago, Silvina R.; Piñeiro, Adriana; Sánchez, Hugo; González, Rolando; Villaamil, Edda y Valencia, Mirta E. 2007. Composición y Aporte Potencial de Hierro, Calcio y Zinc de panes y fideos elaborados con Harinas de Trigo y Amaranto. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 57(1):69-78.
- Escobar, Berta; Estévez-A., Ana María; Fuentes-G., Carolina y Venegas-F., Daniela. 2009. 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. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 59(2):191-198.
- Fabiani, Gisela L; Boggetti, Héctor J. y López de Mishima, Beatriz. 2005. Caracterización de harinas de algarrobo de la región noroeste de la República Argentina. En 6° Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos (6° SLACA). 7-10 Noviembre. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brasil.
- Fairweather-Tait, Susan J. 1992. Bioavailability of trace elements. *Food Chemistry*. 43(3):213-217.
- FAO/WHO. 1991. Food and Agriculture Organization of the United Nations-World Health Organization. Protein quality evaluation. (Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation). FAO Food and Nutrition Paper, N° 51. Rome, Italy.
- FAO/OMS/UNU. 1985. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-Organización Mundial de la Salud-Universidad de las Naciones Unidas. Necesidades de energía y de proteínas. (Informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU de Expertos). OMS, Serie de Informes Técnicos, N° 724. Ginebra, Suiza.
- Fernández, Adriana; Sosa, Patricia; Setton, Débora; Desantadina, Virginia; Fabeiro Marcela; Martínez, María Inés; Piazza, Norma; Casavalle, Patricia *et al.* 2011. Calcio y nutrición. Buenos Aires, Argentina: Comité Nacional de Nutrición, Sociedad Argentina de Pediatría. <http://www.sap.org.ar/docs/calcio.pdf>
- Freyre, M.; Astrada, E.; Blasco, C.; Baigorria, C.; Rozycki, V. y Bernardi, C. 2003. Valores nutricionales de frutos de vinal (*Prosopis ruscifolia*): consumo humano y animal. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 4(1):41-46.
- García, Mabel. 2012. La influencia del tipo de productor en la sustentabilidad de los cultivos. El caso de la soja en Santiago del Estero. Tesis de Maestría. Escuela de Posgrado, Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- García-Méndez, Auris Damely y Pacheco de Delahaye, Emperatriz. 2007. Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* B.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*. 60(2):4195-4212.

- Gómez, M.H. 1985. Development of a food of intermediate moistness from extracts of corn and soybean. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 35(2):306-314.
- González-Bermúdez, Carlos A.; Frontela-Saseta, Carmen; Peso-Echarri, Patricia; López-Nicolás, Rubén y Martínez-Graciá, Carmen. 2011. Empleo de fórmulas infantiles antirregurgitación en lactantes. Efecto sobre la disponibilidad mineral. *Revista Chilena de Nutrición*. 38(4):482-490.
- González-Galán, Abel; Duarte-Corrêa, Angelita; Patto de Abreu, Celeste Maria y Piccolo-Barcelos, Maria de Fatima. 2008. Caracterización química de la harina del fruto de *Prosopis* spp. procedente de Bolivia y Brasil. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 58(3):309-315.
- Granito, Marisela; Valero, Yolmar y Zambraro, Rosaura. 2010. Desarrollo de productos horneados a base de leguminosas fermentadas y cereales destinados a la merienda escolar. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 60(1):85-92.
- Gutkoski, Luiz Carlos; Bonamigo, Jane Maria de Almeida; Teixeira, Débora Marli de Freitas e Pedó, Ivone. 2007. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. *Ciência e Tecnologia de Alimentos (Brasil)*. 27(2):355-363.
- James, C.; Courtney D.L.D. and Lorenz, K. 1989. Rice bran-soy blends as protein supplements in cookies. *International Journal of Food Science & Technology*. 24(5):495-502.
- Jeltema, M.A.; Zabik, M.E. and Thiel, L.J. 1983. Prediction of cookie quality from dietary fiber components. *Cereal Chemistry*. 60(3):227-230.
- Kazda, M. and Weilgony, P. 1988. Seasonal dynamics of major cations in xylem sap and needles of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) in stands with different soil solution chemistry. *Plant and Soil*. 110(1): 91-100.
- Khan, Akmal M. 1981. Nutritional value of cereal in relation to human need. *Pakistan Journal of Agricultural Research*. 2(3):141-146.
- Larrea-Céspedes, Miguel Ángel; Cerro-Ruiz, Manuel y Salazar-Castro, Guillermo. 2003. Estudio experimental para la elaboración de galletas tipo "cookie" con adición de fibra de pulpa de madera pretratada con peróxido de hidrógeno alcalino (H₂O₂). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Lassa, María Silvina. 2008. Evaluación de las propiedades físicas y disponibilidad de minerales de expandidos fortificados, elaborados en base a maíz y soja. Tesis de Maestría. Instituto de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
- López-López, Hugo. 2007. Elaboración de galletas de trigo fortificadas con harina, aislado y concentrado de *Lupinus mutabilis*. Tesis. Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, México.
- Margalef, María Isabel; Tóffoli, Susana L.; Burgos, Verónica E.; Campos, Arnaldo; Valdez-Clinis, Gabriela A. y Jiménez, Marta J. 2012. Algarroba negra (*Prosopis nigra*): caracterización físico-química y elaboración de productos dietéticos. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud (Universidad Nacional de Salta, Argentina)*.1(2):13-19.
- Miller, Dennis D.; Schrickler, Brian R.; Rasmussen, Robert R. and Van Campen, Darrel. 1981. An *in vitro* method for the estimation of iron availability from meals. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 34(10):2248-2256.

- Pauly, Anneleen; Pareyt, Bram; Fierens, Ellen and Delcour, Jan A. 2013. Wheat (*Triticum aestivum* L. and *T. turgidum* L. ssp. *durum*) kernel hardness: II. Implications for end-product quality and role of puroindolines therein. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 12(4):427-438.
- Pilgrim, Francis J. 1957. The components of food acceptance and their measurement. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 5(2):171-175.
- Popov-Raljić, Jovanka V.; Mastilović, Jasna S.; Laličić-Petronijević, Jovanka G.; Kevrešan, Žarko S. and Demin, Mirjana A. 2013. Sensory and color properties of dietary cookies with different fiber sources during 180 days of storage. *Hemijaska industrija*. 67(1):123-134.
- Prokopiuk, Dante Basilio. 2004. Sucedáneo del café a partir de algarroba (*Prosopis alba* Griseb). Tesis Doctoral. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Prokopiuk, Dante; Cruz, G.; Grados, N.; Garro, O. y Chiralt, A. 2000. Estudio comparativo entre frutos de *Prosopis alba* y *Prosopis pallida*. *Multequina*. 9(1):35-45.
- Richardson, M. 1992. Enzyme inhibitors in seeds of *Prosopis juliflora*: possible anti-nutritional factors. In *Prosopis* species: aspects of their value, research and development. (pp. 265-276). Proceedings of the Symposium on *Prosopis* spp. July 27-31. Centre for Overseas Research and Development (CORD)/FAO. University of Durham, UK.
- Sánchez, Hugo Diego; Osella, Carlos Alberto; G. De La Torre, María Adela; González, Rolando José y Sbodio, Oscar A. 1999. Estudio nutricional relativo a proteínas, energía y calcio en niños que concurren a comedor escolar. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 49(3):218-222.
- Schaafsma, Gertjan. 2000. The Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score. *The Journal of Nutrition*. 130(7):1865S-1867S.
- Suárez-López, M.M.; Kizlansky, A. y López, L.B. 2006. Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Nutrición Hospitalaria*. 21(1):47-51.
- Sudha, M.L; Srivastava, A.K.; Vetrmani, R. and Leelavathi K. 2007. Fat replacement in soft dough biscuits: its implications on dough rheology and biscuit quality. *Journal of Food Engineering*. 80(3):922-930.
- Trevisson, M. 1992. Evaluación nutricional de frutos de tres especies de algarrobos: *Prosopis alba* var. Panta, *Prosopis chilensis* y *Prosopis nigra*, provenientes del Noroeste de la Provincia de Córdoba. Tesis de Grado. Cátedra de Ecología, Facultad de Ciencias Exactas, Física y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- USDA. 2011. United States Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference. <http://ndb.nal.usda.gov/>
- Valero-Muñoz, Antonio. 2012. Principios de color y holopintura. Alicante, España: Editorial Club Universitario. pp. 152-153.
- WHO/FAO/UNU. 2007. World Health Organization-Food and Agriculture Organization of the United Nations-United Nations University. Protein and amino acid requirements in human nutrition. (Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation). WHO Technical Report Series, N° 935. Geneva, Switzerland.
- Wolfgor, R.; Drago, S.R.; Rodriguez, V.; Pellegrino, N.R. and Valencia, M.E. 2002. *In vitro* measurement of available iron in fortified foods. *Food Research International*. 35(1):85-90.

Wolters, M.G.E.; Diepenmaat, H.B.; Hermus, R.J.J. and Voragen, A.G.J. 1993. Relation between *in vitro* availability of minerals and food composition: a mathematical model. *Journal of Food Science*. 58(6):1349-1354.

Young, V.R. 1991. Soy protein in relation to human protein and amino acid nutrition. *Journal of the American Dietetic*

Association. 91(7):828-835.

Zuleta, Ángela; Binaghi, María Julieta; Greco, Carola Beatriz; Aguirre, Cristina; De La Casa, Laura; Tadini, Carmen y Ronayne de Ferrer, Patricia Ana. 2012. Diseño de panes funcionales a base de harinas no tradicionales. *Revista Chilena de Nutrición*. 39(3):58-64.