

## Desarrollo de productos horneados a base de leguminosas fermentadas y cereales destinados a la merienda escolar

Marisela Granito, Yolmar Valero, Rosaura Zambrano

Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

**RESUMEN.** El objetivo de este trabajo fue desarrollar tres alimentos a base de mezclas de trigo y leguminosas, fermentadas y sin fermentar, a los fines de contribuir con una oferta saludable para las meriendas escolares. Para ello se sustituyó parcialmente la harina refinada de trigo por harinas integrales de leguminosas, en la elaboración de ponqués, brownies y galletas, alimentos tradicionalmente consumidos por los niños en edad escolar. Se formularon ponqués sustituyendo 20% de la harina de trigo por *Phaseolus vulgaris*, brownies con sustituciones de 30% de *Cajanus cajan* y galletas con 30% de *Vigna sinensis*, utilizando en los tres productos las leguminosas tanto fermentadas como no fermentadas. Al evaluar sensorialmente estos productos mediante un test de grado de aceptación y usando una escala hedónica de 7 puntos, se encontraron para todos los productos valores superiores a cinco en los atributos, sabor, color y apreciación global. Adicionalmente, se midió la preferencia con un grupo de 90 escolares, corroborándose los resultados obtenidos a nivel de laboratorio. La caracterización química indicó contenidos de proteínas entre 12 y 13% para el ponqué, 10 y 11% para los brownies y 10% para las galletas y digestibilidades proteicas *in vitro* de 91%, 87% y 93%, respectivamente. El aporte calórico, calculado por ración fue de 199 kcal, 246 kcal y 237 kcal, para ponqués, brownies y galletas, respectivamente. Se concluyó que es técnicamente posible incorporar *Phaseolus vulgaris*, *Vigna sinensis* y *Cajanus cajan*, fermentadas y no fermentadas, a productos de alto consumo como ponqués, brownies y galletas de mayor contenido nutricional y bien aceptados por niños escolares.

**Palabras claves:** Productos horneados, meriendas escolares, leguminosas, fermentación.

### INTRODUCCION

En Latinoamérica y particularmente en Venezuela, las meriendas de los niños en edad escolar están conformadas por alimentos tipo snack, de baja calidad proteica, pero rica en grasas saturadas, azúcares y sodio (1). Esto, aunado al sedentarismo, trae como consecuencia el incremento en los índices de obesidad infantil, los cuales redundarán en el futuro en adultos con problemas de salud (2,3).

Durante la última década, las instituciones encargadas de las políticas públicas en materia de nutrición han promovido la práctica de hábitos alimentarios saludables. En tal sentido, se señala que una alimentación saludable debe contener gran variedad de alimentos que satisfagan las necesidades

**SUMMARY. Baked product development based fermented legumes and cereals for schoolchildren snack.** The objective of this work was to develop three foodstuffs based on mixes of wheat and fermented and non-fermented legumes, for the purpose of contributing with a healthy alternative for school snacks. To this aim, refined wheat flour was partially substituted with whole legume flours for the preparation of cakes, brownies and cookies, foodstuffs traditionally consumed by school age children. Cakes were formulated substituting 20% of wheat flour with *Phaseolus vulgaris* flour, brownies with 30% of *Cajanus cajan* flour and cookies with 30% of *Vigna sinensis* flour, using fermented and non-fermented legumes in the three products. When these products were subjected to sensorial evaluation through a test of degree of acceptability and using a hedonic scale of 7 points, values higher than 5 in the attributes taste, color and overall appraisal were found for all the products. In addition, the preference was measured with a group of 90 school children, corroborating the results obtained at laboratory level. Chemical characterization showed protein contents between 12 and 13% for the cake, 10 and 11% for the brownies and 10% for the cookies and protein digestibilities *in vitro* of 91%, 87% and 93%, respectively. The calorie supply, calculated per portion was of 199 kcal, 246 kcal and 237 kcal, for cakes, brownies and cookies, respectively. It was concluded that it is technically possible to incorporate fermented and non-fermented *Phaseolus vulgaris*, *Vigna sinensis* and *Cajanus cajan*, to highly consumed products such as cakes, brownies and cookies with a higher nutritional content and well-accepted by school-age children.

**Key words:** Baked goods, school snacks, legumes, fermentation.

nutricionales y contribuyan al mantenimiento de un óptimo estado de salud (4); incrementar el consumo de vegetales, incluido el de las leguminosas secas, promueve los buenos hábitos alimenticios (5).

Entre las leguminosas secas se pueden diferenciar dos grandes grupos: las que almacenan la energía en forma de grasa, como la soya, el cacahuate y el lupino y las que la almacenan en forma de carbohidratos. Estas últimas, además de proveer una importante fuente de carbohidratos complejos como el almidón (50% a 65%) y de fibra dietética (10-20%), tienen bajo contenido de lípidos (0,8% a 2%) y una cantidad y calidad de proteína que complementa la de los cereales. De igual manera, aportan vitaminas hidrosolubles, especialmente tiamina, riboflavina, niacina y folacina, minerales como

potasio, fósforo, magnesio, zinc y en especial, hierro y calcio (6). Recientemente, se ha incrementado el interés en el estudio de las leguminosas debido a su contenido en fitoquímicos, metabolitos secundarios biológicamente activos sintetizados por las plantas que influyen de manera positiva en la salud del consumidor (7).

El mejor aprovechamiento de las leguminosas se obtiene cuando se eliminan los factores antinutricionales naturalmente presentes en los granos, los cuales disminuyen con procesamientos como la fermentación (8), entre otros. La fermentación, en particular, disminuye los fitatos, inhibidores de tripsina y taninos, elevando así la digestibilidad proteica (6). Adicionalmente, incrementa la funcionalidad de las harinas (9) potenciando su uso como ingrediente en el desarrollo de productos nutricionalmente enriquecidos, tales como fórmulas infantiles para niños de corta edad (10), pastas (11) y bebidas lácteas fermentadas (12). A pesar de que en todos estos desarrollos se obtuvieron productos de alta aceptabilidad sensorial, es de hacer notar que la fermentación genera un olor y sabor ácido en la leguminosa, el cual debe ser neutralizado con algún ingrediente o aditivo para que no altere la aceptabilidad de los productos a los que son incorporadas. Así mismo, *Phaseolus vulgaris* se ha utilizado como sustituto de grasa (13) en la formulación de brownies cuya aceptabilidad fue superior al producto no sustituido.

En virtud de lo anterior, el objetivo de esta investigación fue desarrollar productos horneados tipo ponqués, brownies y galletas, orientados a la merienda de niños en edad escolar y en cuyas formulaciones la harina de trigo fuese parcialmente sustituida por harinas integrales de *Phaseolus vulgaris*, *Cajanus cajan* y *Vigna sinensis*, fermentadas y sin fermentar.

## MATERIALES Y METODOS

### Materia prima

Se utilizaron granos de una variedad blanca (Victoria) de *Phaseolus vulgaris*, granos de *Cajanus cajan* y granos de *Vigna sinensis*, recién cosechados y suministrados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INIA, Maracay, Venezuela). Los ingredientes restantes fueron adquiridos en el comercio local.

### Obtención de las harinas de leguminosas

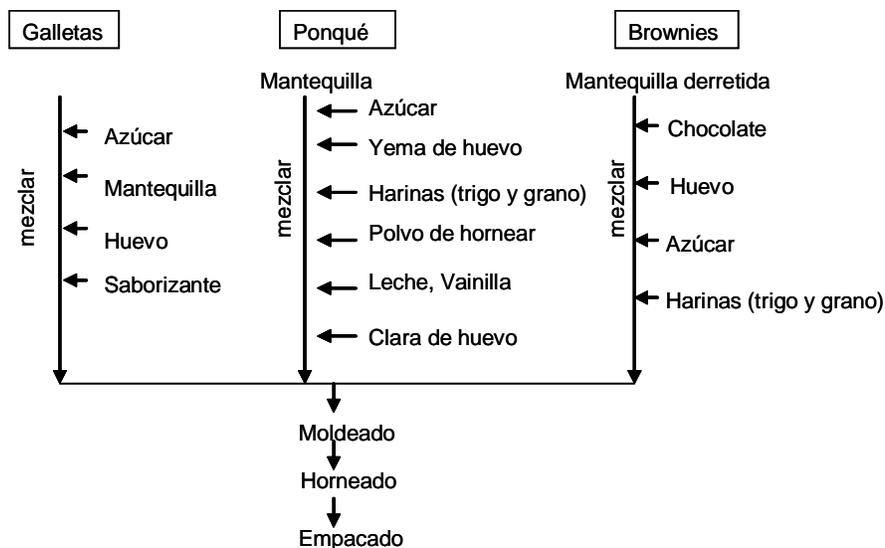
**Harinas sin fermentar:** Los granos fueron sometidos a una limpieza manual y cocidos en agua en una proporción, peso de grano: volumen de agua de 1:4 a presión atmosférica, durante aproximadamente 120 min. Posteriormente fueron escurridos, empacados en bolsas plásticas y congelados para su posterior liofilización (LabConco, Maryland, USA). Una vez liofilizados fueron molidos en un molino Analyzar MC-II, (USA) y tamizados, asegurando un tamaño de partícula de 40 mesh.

**Harinas fermentadas:** Los granos previamente higienizados con una solución de ácido láctico al 1% fueron colocados en un fermentador (BIOFLO 2000, New Brunswick Scientific Co. Inc, New York, U.S.A.) y sometidos a una fermentación líquida con la flora endógena de los granos en una proporción, peso de grano: volumen de agua de 1:4 durante 48 horas a 42°C, y con una agitación de 100 rpm. Transcurrido este tiempo, los granos fueron escurridos, liofilizados (LabConco, Maryland, USA), molidos (Analyzar MC-II, USA) y tamizados, asegurando un tamaño de partícula de 40 mesh.

**Elaboración de productos:** Los productos desarrollados fueron un ponqué, entendiendo por ponqué un biscocho esponjado de harina huevo y mantequilla, un brownie, galleta de chocolate negro de textura pastosa y una galleta redonda de 5 cm de diámetro. Los criterios de formulación usados para la elaboración de estos productos fueron tanto tecnológicos como nutricionales. Entre los tecnológicos, el color de la harina de leguminosa determinó la selección del producto en el que sería utilizada. Así, la harina más oscura, que resultó ser la de *Cajanus cajan*, se usó para el producto más oscuro, el brownie, y la de *Phaseolus vulgaris*, que era la más clara, para el ponqué. Como criterio nutricional se consideró la obtención de mezclas trigo: leguminosa en las proporciones 70:30 y 80:20 proporciones que de acuerdo a Bressani et al (14) generan una buena complementación aminoacídica y por tanto una mayor calidad proteica. Con base en los criterios señalados los ponqués fueron elaborados sustituyendo 20% de la harina de trigo por harina de *Phaseolus vulgaris* fermentada y no fermentada; además contenían mantequilla, azúcar, huevos, leche completa, vainilla y polvo para hornear. La mezcla batida fue horneada a 250°C durante 15 min. (Fig 1). Para la formulación de los brownies se sustituyó 30% de la harina de trigo por harina de *Cajanus cajan* fermentada y no fermentada. La fórmula, además incluyó mantequilla, chocolate, azúcar y huevos. La mezcla batida fue horneada a 200°C durante 30 min (Fig 1). Una vez enfriados los ponqués y brownies, estos se cortaron en trozos de 5x5x5 cm. Una parte de estos productos se utilizó inmediatamente para realizar la evaluación sensorial. El material restante fue liofilizado y conservado para su posterior caracterización química. Respecto a las galletas, estas fueron preparadas sustituyendo 30% de la harina de trigo por harina de *Vigna sinensis* fermentada y no fermentada, incluyéndose además mantequilla, azúcar, huevos y esencia de naranja. La mezcla amasada fue cortada en forma circular en porciones de 10g cada una y horneadas a 250°C durante 15 min. Una vez enfriadas las galletas, se realizó la evaluación sensorial, conservándose una parte para la caracterización química. (Figura 1).

FIGURA 1

Esquema tecnológico de la elaboración de los productos horneados sustituidos con harinas de leguminosas



### Evaluación sensorial

**A nivel de laboratorio:** Los productos desarrollados fueron sometidos a una prueba de grado de aceptación realizada por 10 panelistas semi-entrenados, los cuales evaluaron los atributos color, olor, sabor, textura, apariencia y apreciación global, usando una escala hedónica de 7 puntos donde el puntaje de 1 indicaba “me disgusta mucho” y 7 “me gusta mucho” (15).

**Prueba de consumidores:** Se realizaron pruebas de preferencia con potenciales consumidores de este tipo de productos; 90 niños en edad escolar con edades comprendidas entre 8 y 12 años pertenecientes a la Unidad Educativa Universidad Simón Bolívar (Caracas, Venezuela). Se realizaron tres evaluaciones; en la primera se evaluaron los dos ponqués elaborados con harina de *Phaseolus vulgaris* fermentada y no fermentada, en la segunda evaluación los brownies parcialmente sustituidos con harina de *Cajanus cajan* fermentada y no fermentada y en la tercera evaluación las galletas que contenían harinas de *Vigna sinensis* fermentada y no fermentada. En todos los casos se le presentó a cada niño una porción de cada producto y se le indicó que ingiriera agua entre muestras. Mediante una planilla adecuada para el grupo etario, se le preguntó a cada niño que producto preferían, dándole la opción de seleccionar ambos. Con los resultados obtenidos se calculó el porcentaje de preferencia de cada producto utilizando la fórmula:

$$\% \text{ Preferencia} = (N / \text{No}) \times 100.$$

Donde: N= Número de personas que prefirieron el producto evaluado y No= Número de personas encuestadas (15).

### Composición química y física de los productos desarrollados

Todos los productos fueron analizados en sus contenidos de humedad (método 925.10), cenizas (método 923.03), grasas (método 920.39) y proteínas (método 960.52) de la AOAC (16). Los minerales Fe, Na, Ca, Mg, P, K y Zn se cuantificaron por espectrofotometría de absorción atómica a partir de una solución de cenizas (16) y la digestibilidad proteica *in vitro* a través del método de Hsu et al (17), en el cual se usa un sistema multienzimático de tripsina, quimiotripsina, y peptidasa y se mide el grado de hidrólisis enzimática por el método de la caída del pH después de 10 min. La determinación de color se realizó utilizando el colorímetro Hunter Lab MiniScan Iluminante D-65 (HunterLab, USA), por determinación triestímulo (L, a, b).

### Análisis estadísticos

Los resultados fueron expresados como el promedio de 3 determinaciones  $\pm$  desviación estándar. A los resultados obtenidos se aplicó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) para determinar si existían diferencias significativas y un test de Duncan para la comparación entre medias, usando el programa Excel de Windows. El nivel de probabilidad empleado para todos los análisis estadísticos fue de  $p \leq 0.05$ .

## RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la evaluación sensorial realizada a nivel de laboratorio a los ponqués, brownies y galletas extendidos con las harinas fermentadas y no fermentadas de *Phaseolus vulgaris*, *Cajanus cajan* y *Vigna sinensis*, respectivamente. Para los ponqués se encontraron

diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en los parámetros de calidad, olor y sabor, resultando con mayor puntaje los ponqués con harina de *Phaseolus vulgaris* no fermentadas. Sin embar-

go, en lo que a apreciación global se refiere, no se encontraron diferencias significativas entre los elaborados con harinas fermentadas y los que contenían harinas no fermentadas.

TABLA 1  
Evaluación sensorial hedónica realizada por el panel semientrenado de laboratorio de los productos desarrollados

Producto	Color	Olor	Textura	Sabor	Apreciación global
Ponqués CBSF20%	6,3±0,8 <sup>a</sup>	5,9±1,1 <sup>a</sup>	5,9±1,3 <sup>a</sup>	6,3±0,7 <sup>a</sup>	5,2±1,0 <sup>a</sup>
Ponqués CBF20%	6,1±1,0 <sup>a</sup>	4,8±1,0 <sup>b</sup>	4,9±1,6 <sup>a</sup>	5,6±1,5 <sup>b</sup>	5,2±1,7 <sup>a</sup>
Brownies QSF30%	5,8±1,5 <sup>a</sup>	4,7±1,4 <sup>a</sup>	3,9±1,71 <sup>a</sup>	5,1±1,8 <sup>a</sup>	5,1±1,1 <sup>a</sup>
Brownies QF30%	5,5±1,3 <sup>a</sup>	5,5±1,2 <sup>a</sup>	4,9±1,96 <sup>a</sup>	6,1±0,8 <sup>b</sup>	5,2±1,7 <sup>a</sup>
Galletas FSF30%	6,1±0,9 <sup>a</sup>	5,7±0,9 <sup>a</sup>	5,4±1,2 <sup>a</sup>	5,9±0,9 <sup>a</sup>	6,5±0,6 <sup>a</sup>
Galletas FF30%	6,3±0,5 <sup>a</sup>	5,1±1,3 <sup>b</sup>	5,3±1,3 <sup>a</sup>	5,8±0,9 <sup>b</sup>	6,7±0,8 <sup>b</sup>

Para cada producto, resultados con letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadísticamente significativa con  $\alpha$ : 95% CBSF: *Phaseolus vulgaris* sin fermentar, CBF: *Phaseolus vulgaris* fermentada, QSF: *Cajanus cajan* sin fermentar, QF: *Cajanus cajan* fermentado, FSF: *Vigna sinensis* sin fermentar, FF: *Vigna sinensis* fermentada.

Respecto a los brownies, sólo se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) para el sabor, siendo mejor calificados en todos los parámetros de calidad medidos los brownies preparados con harinas fermentadas.

Para las galletas se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en el olor y sabor, evidenciándose una mayor aceptabilidad para los productos elaborados con harinas no fermentadas. Es importante destacar que los resultados encontrados a nivel de laboratorio coincidieron con los obtenidos al realizar las mediciones de aceptabilidad de los tres productos con los 90 niños en edad escolar. En la Tabla 2 se puede observar como los ponqués elaborados con harinas no fermentadas de *Phaseolus vulgaris*, los brownies que contenían harina de *Cajanus cajan* fermentadas y las galletas formuladas con harinas de *Vigna sinensis* no fermentadas fueron los productos más aceptados.

TABLA 2  
Preferencia realizada con panel de consumidores a los productos desarrollados

Productos	¿Cuál producto le gusta?		
	Harina sin fermentar	Harina fermentada	Ambos
Ponqué	18,8	8,9	72,3
Brownies	7,8	15,6	76,6
Galletas	48,9	6,7	44,4

Resultados expresados en términos de porcentaje de aceptabilidad.

En la Tabla 3 se presenta la composición química de los productos seleccionados con base en las evaluaciones sensoriales. Se encontraron contenidos de humedad para el ponqué entre 28% y 19%, para los brownies entre 13% y 7% y para las galletas alrededor del 1%.

El contenido de proteínas cuantificado estuvo en el rango de 10-12%, muy similar para los tres productos desarrollados. No se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) debido a la presencia de harinas fermentadas o sin fermentar para brownies y galletas. Asimismo, se cuantificaron digestibilidades *in vitro* superiores a 87%, siendo esta mayor para los productos elaborados con harinas de leguminosa fermentadas.

Respecto a la grasa, se cuantificaron promedios de 19%, 24% y 39% y de cenizas de 1,8%, 1,2% y 1,1% para ponqués, brownies y galletas, respectivamente. Solo se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre el contenido de grasa de las galletas con *Vigna sinensis* fermentada y no fermentada.

En relación a los minerales, si se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los resultados obtenidos para los diferentes productos; las galletas aportaron más calcio y los ponqués, hierro y fósforo. Específicamente, se encontraron contenidos de Fe de aproximadamente 13 mg/100g de ponqués, 9 mg/100g de brownies y 2 mg/100g de galletas. En relación al Ca, aproximadamente 123 mg/100g de ponqués y entre 208mg/100g y 250mg/100g de galletas.

Con base en la caracterización química realizada y en un aporte calórico de 2000 kcal se calculó el aporte nutricional de raciones de 50 g de ponqués y de 40 g de brownies y galletas (Tabla 4). El aporte de energía en forma de kilocalorías de las raciones antes señaladas, representa un 10% del Valor Diario Recomendado (%VDR) para los ponqués y de un 13% para brownies y galletas.

TABLA 3  
Caracterización química de ponqués, brownies y galletas sustituidos con harinas de leguminosas

Nutriente	Ponqués (20%)*		Brownies (30%)*		Galletas (30%)*	
	Sin fermentar	Fermentado	Sin fermentar	Fermentado	Sin fermentar	Fermentado
Humedad (g)	28,0 ± 0,2 <sup>a</sup>	19,2 ± 0,8 <sup>b</sup>	12,7 ± 0,2 <sup>a</sup>	7,3 ± 0,3 <sup>b</sup>	0,9 ± 0,03 <sup>a</sup>	1,5 ± 0,0 <sup>b</sup>
Proteínas (g)	12,1 ± 0,4 <sup>a</sup>	13,0 ± 1,2 <sup>b</sup>	10,7 ± 0,2 <sup>a</sup>	10,0 ± 0,8 <sup>a</sup>	10,1 ± 0,6 <sup>a</sup>	10,3 ± 0,3 <sup>a</sup>
Digestibilidad <i>in vitro</i> (%)	92,76 <sup>a</sup>	90,04 <sup>b</sup>	86,46 <sup>a</sup>	87,37 <sup>a</sup>	91,85 <sup>a</sup>	94,15 <sup>b</sup>
Grasas (g)	18,9 ± 0,7 <sup>a</sup>	19,6 ± 0,0 <sup>a</sup>	23,5 ± 1,0 <sup>a</sup>	22,8 ± 1,3 <sup>a</sup>	41,6 ± 0,2 <sup>a</sup>	37,6 ± 0,6 <sup>b</sup>
CHO (g)	40,0 ± 0,6 <sup>a</sup>	46,0 ± 0,9 <sup>b</sup>	51,8 ± 0,3 <sup>a</sup>	58,7 ± 1,2 <sup>b</sup>	47,5 ± 0,6 <sup>a</sup>	49,3 ± 0,8 <sup>b</sup>
Cenizas (g)	1,9 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,6 ± 0,5 <sup>a</sup>	1,3 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,2 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,1 ± 0,0 <sup>a</sup>	1,0 ± 0,0 <sup>a</sup>
Fe (mg)	13,1 ± 0,3 <sup>a</sup>	12,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	8,7 ± 0,4 <sup>a</sup>	9,1 ± 0,2 <sup>b</sup>	1,2 ± 0,0 <sup>a</sup>	2,8 ± 1,7 <sup>a</sup>
Na (mg)	144,3 ± 6,1 <sup>a</sup>	140,3 ± 2,3 <sup>a</sup>	177,6 ± 3,1 <sup>a</sup>	175,4 ± 0,6 <sup>a</sup>	2,9 ± 0,3 <sup>a</sup>	6,3 ± 1,3 <sup>b</sup>
Ca (mg)	123,4 ± 8,1 <sup>a</sup>	124,8 ± 3,1 <sup>a</sup>	88,8 ± 0,6 <sup>a</sup>	85,4 ± 2,1 <sup>b</sup>	208,7 ± 0,4 <sup>a</sup>	250,6 ± 0,4 <sup>b</sup>
Mg (mg)	19,8 ± 2,6 <sup>a</sup>	18,7 ± 0,07 <sup>b</sup>	43,1 ± 1,4 <sup>a</sup>	40,2 ± 2,3 <sup>b</sup>	44,3 ± 2,7 <sup>a</sup>	14,8 ± 0,9 <sup>b</sup>
P (mg)	183,6 ± 1,3 <sup>a</sup>	179,3 ± 0,1 <sup>b</sup>	172,0 ± 2,7 <sup>a</sup>	177,7 ± 2,1 <sup>b</sup>	21,7 ± 0,2 <sup>a</sup>	62,7 ± 4,8 <sup>b</sup>
K (mg)	158,2 ± 7,9 <sup>a</sup>	159 ± 3,6 <sup>a</sup>	210,4 ± 2,9 <sup>a</sup>	201,4 ± 1,6 <sup>b</sup>	70,5 ± 4,7 <sup>a</sup>	60,2 ± 1,4 <sup>b</sup>
Zn (mg)	2,87 ± 0,0 <sup>a</sup>	3,15 ± 2,9 <sup>b</sup>	4,68 ± 0,05 <sup>a</sup>	5,3 ± 0,1 <sup>b</sup>	-	-

CHO: carbohidratos calculados por diferencia. \*Resultados expresados en términos de porcentajes. Para cada producto, resultados con letras diferentes en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa con  $p < 0,05$ .

TABLA 4  
Aporte nutricional de ponqués, brownies y galletas sustituidos con harinas de leguminosas

Nutriente	Ponqués				Brownies				Galletas			
	Sin fermentar		Fermentado		Sin fermentar		Fermentado		Sin fermentar		Fermentado	
	Por ración*	% VD**	Por ración*	% VD**	Por ración*	% VD**	Por ración*	% VD**	Por ración*	% VD**	Por ración*	% VD**
Energía (kcal)	189,5	10	208,0	10	252	13	240	12	242,0	12	232,8	12
Humedad (g)	14,0	—	9,6	—	6,4	—	3,7	—	0,4	—	0,6	—
Proteínas (g)	6,0	9	6,5	9	5,4	8	5,0	8	4,0	6	4,1	6
Grasas (g)	9,5	16	10,0	16	11,8	19	11,4	17	16,6	27	15,0	24
CHO (g)	20,0	8	23,0	8	26,0	10	29,4	11	19,0	6	20,0	7

CHO: carbohidratos. \* Ración por producto: Ponqué 50 g; Brownies 50 g y Galletas 40 g. \*\* Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 2000 Kcal recomendadas por el Instituto Nacional de Nutrición, 2000.

En la Tabla 5 se presentan los resultados correspondientes a la medida del color instrumental. No se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en los valores de L, a, y b entre los ponqués. Para los brownies solo se encontraron diferencias para el valor positivo de (a), el cual fue significativamente superior ( $p < 0,05$ ) para los sustituidos con harinas fermentadas.

Para las galletas, se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en todos los parámetros de color evaluados. Las galletas sustituidas con harina fermentada presentaron valores menores de luminosidad (L), mayor índice de rojo (a) y menor de amarillo (b) al compararlas con las galletas sustituidas con harina de *Vigna sinensis* no fermentada.

TABLA 5  
Determinación de color instrumental de cada uno de los productos desarrollados

Productos	L	a	b
Ponqué CSF	72,68 ± 0,4 <sup>a</sup>	2,61 ± 0,1 <sup>a</sup>	9,92 ± 0,4 <sup>a</sup>
Ponqué CF	71,37 ± 1,1 <sup>a</sup>	2,57 ± 0,1 <sup>a</sup>	8,52 ± 0,8 <sup>a</sup>
Brownies QSF	75,57 ± 2,1 <sup>a</sup>	1,60 ± 0,1 <sup>a</sup>	10,19 ± 0,3 <sup>a</sup>
Brownies QF	77,16 ± 1,8 <sup>a</sup>	3,55 ± 0,5 <sup>b</sup>	11,09 ± 1,1 <sup>a</sup>
Galleta FSF	68,6 ± 2,1 <sup>a</sup>	8,3 ± 0,03 <sup>a</sup>	20,1 ± 0,2 <sup>a</sup>
Galleta FF	58,0 ± 1,9 <sup>b</sup>	9,3 ± 0,5 <sup>b</sup>	17,3 ± 1,0 <sup>b</sup>

Para cada producto letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadísticamente significativa con  $p > 0,05$ . CBSF: *Phaseolus vulgaris* sin fermentar, CBF: *Phaseolus vulgaris* fermentada, QSF: *Cajanus cajan* sin fermentar, QF: *Cajanus cajan* fermentado, FSF: *Vigna sinensis* sin fermentar, FF: *Vigna sinensis* fermentada.

## DISCUSION

Es un hecho conocido que para productos horneados, la sustitución parcial de la harina de trigo por otro tipo de harina, sea esta proveniente de leguminosas, cereales o tubérculos afecta los atributos sensoriales de los productos finales, a menos que se utilicen los saborizantes adecuados (18,19). En este trabajo, no solo se sustituyó la harina de trigo por tres leguminosas diferentes, sino que se incluyó la variable fermentación, la cual desde un punto de vista estrictamente sensorial también afecta la aceptabilidad de los productos. En el caso de los ponqués con sabor a vainilla, de los parámetros de calidad sensorial cuantificados, el sabor y olor resultaron con mayor puntaje para los ponqués elaborados con harina de *Phaseolus vulgaris* no fermentada. Las diferencias observadas podrían ser debidas a que la vainilla no es un saborizante lo suficientemente fuerte como para neutralizar el sabor y olor a ácido producido por la fermentación de los granos de *Phaseolus vulgaris*. Sin embargo, en lo que a textura, color y apreciación global se refiere, no se encontraron diferencias significativas entre los ponqués elaborados con harinas fermentadas y no fermentadas, por lo que se podría sugerir la utilización de un saborizante más fuerte a fin de minimizar las diferencias encontradas.

Respecto a los brownies sustituidos con harinas de *Cajanus cajan* fermentadas y no fermentadas, solo se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) para el sabor. Los brownies preparados con harinas fermentadas fueron los mejor calificados en todos los parámetros de calidad sensorial medidos. Granito et al. (9) reportaron un incremento en la capacidad emulsificante de las harinas fermentadas de leguminosas, originado por el desdoblamiento o desnaturalización parcial que sufren las proteínas de leguminosas durante la fermentación a 42°C por 48h. Si se considera que el brownie contiene importantes cantidades de grasa y de agua y que su textura ideal es “pastosa” (19), se podría sugerir que el incremento producido por la fermentación en la capacidad emulsificante de la harina de *Cajanus cajan*, afectó positivamente la textura del producto. Adicionalmente, es importante señalar que el chocolate utilizado como saborizante no solo contribuyó con el sabor del producto, sino con el color proporcionándole las características propias de ese tipo de alimento.

De las evaluaciones sensoriales realizadas a nivel de laboratorio, se infiere que los parámetros más afectados por la incorporación de harinas de leguminosas fermentadas en la formulación de estos productos horneados fueron el olor y el sabor, características mejorables si se utiliza un saborizante más fuerte, como la canela, clavo, nuez moscada, etc. De igual manera, debido al color oscuro de la mayoría de las variedades de *Cajanus cajan*, es recomendable incorporarlas a productos que incluyan cacao, canela, o banana (*Musa paradisiaca*) como

ingredientes mejoradores no solo del sabor, sino del color. Por el contrario, las características sensoriales de la variedad de *Phaseolus vulgaris* utilizada permite su incorporación a una gran variedad de productos ya que su color, olor y sabor son bastante neutros y no afectan por tanto los atributos sensoriales del producto donde se incorporen.

Es importante destacar que los resultados sensoriales encontrados a nivel de laboratorio fueron corroborados al realizar las mediciones de preferencia con los niños en edad escolar; los ponqués y galletas con harinas no fermentadas y los brownies con harina fermentadas fueron igualmente los productos sensorialmente preferidos.

De los resultados obtenidos se concluye que es posible sustituir la harina de trigo por hasta 30% de harina de leguminosas fermentadas o no fermentadas y obtener productos horneados sensorialmente aceptados tanto a nivel de laboratorio como de consumidores.

Al analizar la composición química de los productos seleccionados se encontraron valores de humedad que se corresponden con la textura ideal que debe presentar cada uno de ellos. El ponqué presentó los mayores niveles de humedad, lo cual se compagina con las características de frescura de este producto. Un ponqué con baja humedad tiende a ser quebradizo y da la sensación de envejecido. Fernández et al. (20) reportaron humedades de 20% para ponqués de chocolate adicionados con proteínas de suero porcino. Los brownies presentaron niveles intermedios de humedad, que se corresponden con la textura particularmente “pastosa” originada por la combinación de altos contenidos de grasa con un contenido intermedio de humedad. Para las galletas el contenido de humedad se ubicó en promedio, alrededor del 1%, humedad idónea por tratarse de un producto particularmente seco, en el que la presencia de agua afecta negativamente la textura. La norma venezolana COVENIN 1483 (21) para galletas dulces establece un máximo de 5% para la humedad. Niveles por debajo del máximo establecido en la humedad influyen positivamente en la estabilidad y tiempo de vida útil de este producto, dado que disminuye los riesgos químicos y microbiológicos, así como incrementa la estabilidad de las grasas.

El contenido de proteínas fue similar para los tres productos, independientemente que se usaran en la formulación harinas fermentadas o sin fermentar, y a la vez fue superior a los valores reportados por el Instituto Nacional de Nutrición (INN), el cual señala rangos entre 6% y 8% para este tipo de productos horneados (22).

Entre los criterios de formulación utilizados para el desarrollo de los productos se consideraron criterios nutricionales, como la calidad de la proteína. Por ello, se utilizaron mezclas de cereales y leguminosas en una proporción 70:30, mezcla sugerida por Bressani (14) como ideal para lograr una complementación aminoacídica

adecuada. Por tanto, en los productos desarrollados, no solo es importante la cantidad de proteína incrementada, sino la calidad de dicha proteína. Dado que la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de leguminosas se traduce en una buena complementación aminoacídica es importante conocer si esta es asimilable por el organismo. Las altas digestibilidades *in vitro* encontradas, particularmente en los brownies y en las galletas que contenían las leguminosas fermentadas, se corresponde con los resultados reportados por Granito et al. (6), quienes sugieren que la fermentación contribuye con el incremento de la digestibilidad *in vitro* debido a la disminución de algunos factores antinutricionales presentes en leguminosas.

Otro de los aspectos a destacar en lo que a la composición química de los productos se refiere es el contenido de minerales. Si se comparan los contenidos de calcio cuantificados en las galletas desarrolladas (hasta 250mg/100g de galleta), con los presentes en productos comerciales equivalentes que se consumen como meriendas escolares, galletas Oreo, Chips Ahoy, etc. (aproximadamente 2,77 mg/100g de producto) se infiere la importancia del producto desarrollado para los niños en edad escolar, cuyos requerimientos de este mineral son altos. En lo que respecta al contenido de hierro, los valores cuantificados para los ponqués son similares a los reportados en el etiquetado nutricional de alimentos comerciales tipo galletas, tradicionalmente consumidos por los niños.

Desde un punto de vista energético, si se propone la incorporación de los productos desarrollados a una merienda escolar, que contemple además la ingesta de un vaso de leche (156 kcal), se estarán proporcionando con cada ración de 50 g de ponqué 343 kcal, lo cual representa el 17% del VDR, 396 kcal por cada ración de brownie (20% VDR) y 346 kcal por cada ración de 40 g de galletas (18% VDR).

Al medir el color instrumental se encontró que este fue producto, no solo de los ingredientes y aditivos utilizados, sino del procesamiento al que fueron sometidas previamente las leguminosas.

En el caso de los brownies preparados con harinas de *Cajanus cajan*, los parámetros L (índice de blanco) y b (índice de amarillo) no variaron significativamente ( $p < 0,05$ ), probablemente porque al haber utilizado como saborizante la misma cantidad de cacao en polvo, se generó un color uniforme en los brownies que pudo opacar la blancura y el índice de amarillo. Sin embargo, el valor positivo de (a), indicativo del color rojo, fue significativamente superior ( $p < 0,05$ ) para los brownies elaborados con las harinas de *Cajanus cajan* fermentadas. Así mismo, las galletas sustituidas con harina de *Vigna sinensis* fermentada también resultaron ser más oscuras y con un mayor índice de rojo (a) que las sustituidas con harina de *Vigna sinensis* no fermentada, por lo que se podría inferir que la fermentación produce alteraciones en el color de los productos fermentados. De igual manera, se podría pensar en

un incremento de los azúcares reductores libres producto de la fermentación, los cuales a su vez podrían favorecer la reacción de Maillard. No obstante, considerando los resultados obtenidos al medir la aceptabilidad de estos productos se podría afirmar que los incrementos en el valor de (a) no producen detrimento de la calidad sensorial.

## CONCLUSIONES

Es técnicamente posible incorporar harinas de leguminosas, como *Phaseolus vulgaris*, *Vigna sinensis* y *Cajanus cajan*, fermentadas y no fermentadas, a productos de alto consumo como ponqués, brownies y galletas, mas nutritivos y sensorialmente aceptados por niños en edad escolar.

## REFERENCIAS

1. Fundacredesa. 2004. Patrones de consumo de alimentos en el área metropolitana de Caracas, 2003.
2. Welton P, He J, Appel L, Cutler J, Havas S, Kotchen T, et al. Primary prevention of hypertension: Clinical and public health advisory from gram. JAMA. 2002; 288:1882-1888.
3. Bosch X, Alfonso F, Bermejo J. Diabetes y enfermedad cardiovascular. Una mirada hacia la nueva epidemia del siglo XXI. Rev Esp Cardiol. 2002; 55: 525 – 527.
4. Pérez R, Aranceta J, Brug H, Wind M, Hildonen C, Klepp K. Estrategias educativas para la promoción del consumo de frutas y verduras en el medio escolar: Proyecto Pro children. Arch Latinoamer Nutr. 2004; 54(1): 14-19.
5. Prada G, Soto A, Herran O. Consumo de leguminosas en el departamento de Santander, Colombia 2002-2003. Arch Latinoamer Nutr. 2005; 55(1):64-69
6. Granito M, Frías J, Doblado R, Guerra M, Champ M, Vidal-Valverde C. Nutritional improvement of beans (*Phaseolus vulgaris*) by natural fermentation. Euro Food Res Tech. 2002; 214: 226-231.
7. Kris-Etherton P, Hecker K, Bonanome A, Coval S, Binkoski A, Hilpert K, et al. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. Am J Med. 2002; 113 (9B): 71S-88S.
8. Granito M, Champ M, Guerra M, Frías J. Effect of natural and controlled fermentation on flatus-producing compounds of beans (*Phaseolus vulgaris*). J Sci Food Agric. 2003; 83:1004-1009.
9. Granito M, Guerra M, Torres A, Guinand J. Efecto del procesamiento sobre las propiedades funcionales de *Vigna Sinensis*. Interciencia. 2004; 29 (9): 521-527.
10. Sanni A, Onilude A, Ibidapo, O. Biochemical composition of infant weaning food fabricated from fermented blends of cereal and soybean. Food Chem. 1999; 65:35-39.
11. Granito M, Torres A, Guerra M. Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y *Vigna sinensis*. Interciencia. 2003; 28(7): 372-379.

12. Granito M, Trujillo L. Uso de *Phaseolus vulgaris* y *Vigna sinensis* como extensores de una bebida láctea fermentada. Arch Latinoamer Nutr. 2004; 54 (1):229-234.
13. Szafranski M, Whittington J, Bessinger C. Pureed Cannellini beans can be used substituted for shortening in brownies. J. Am Diet Assoc. 2005; 105(8): 1295-1298.
14. Bressani R. Factors influencing nutritive value in food grain legumes: Mucuna compared to other grain legumes. En: Food and feed from Mucuna: Current user and the way forward. Proceedings of an International Workshop 2002. Honduras; 2002. p. 164-188.
15. Witting, E. Evaluación sensorial: una metodología actual para tecnología de alimentos. Chile: Talleres gráficos USACH; 1986.
16. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 15<sup>th</sup> edn. Washington, DC: AOAC; 1990.
17. Hsu H, Vavak D, Satterlee L, Miller G. Multienzyme technique for estimating protein digestibility. J Food Sci. 1977; 42(5): 1269-1273.
18. Delahaye E, Testa G. Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. Interciencia. 2005; 30(5): 300-304.
19. Wu Y, Bett K, Palmquist D, Ingram D. Sensory Analysis of Brownies Fortified with Corn Gluten Meal. Cereal Chem. 2002; 79(4): 496-499.
20. Fernández S, Ramos G, Vázquez, L. Características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de ponqués de chocolate adicionados con proteínas de suero porcino. Rev Cient LUZ. 2006; 16(4): 420-427.
21. Norma venezolana COVENIN 1483. Galletas. 1<sup>o</sup> Revisión. Fondonorma. Caracas, Venezuela; 2001.
22. Instituto Nacional de Nutrición (INN). Tabla de Composición de Alimentos para Uso Practico. Serie de Cuadernos Azules. Caracas, Venezuela; 2001.

Recibido: 07-01-2010

Aceptado: 20-03-2010