

Evaluación de galletas dulces enriquecidas con germen de maíz y fibra de soya

Rebolledo MA, Sangronis E., Barbosa-Cánovas G. V.

Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Universidad Simón Bolívar. Venezuela

RESUMEN. El objetivo del estudio fue evaluar cuatro galletas dulces en cuyas formulaciones la harina de trigo fue parcialmente sustituida por la fracción fina de germen de maíz y/o fibra de soya. Calidad del horneado, proteína, grasa, cenizas, fibra dietética, dureza, color, Relación de Eficiencia Proteica PER y Digestibilidad Aparente *in vivo* DA fueron las variables evaluadas. Un panel entrenado evaluó el color, la dureza y la fracturabilidad de las galletas. La aceptación de las cuatro galletas fue determinada en un grupo de consumidores habituales de galletas dulces. La fibra dietética de las galletas varió entre 8,2 y 24,9%, la proteína entre 11,3 y 12,7%. La fuente y la cantidad de fibra afectaron las propiedades físicas, sensoriales y nutritivas de las galletas. Al incrementar la fibra, las galletas fueron más oscuras, menos amarillas y menos duras. Las galletas con el mayor valor de PER, DA, mejor textura y mayor aceptabilidad fueron aquellas formuladas con 20% de la harina fraccionada del germen de maíz. Este estudio demostró la factibilidad de usar el germen desgrasado de maíz y la fibra de soya como ingredientes funcionales.

Palabras clave: Galletas dulces, germen desgrasado de maíz, fibra de soya, fibra dietética, digestibilidad, PER, ingrediente funcional.

SUMMARY. Evaluation of cookies enriched with corn germ and soy fiber. The objective of this study was to evaluate four cookie formulations which wheat flour was partially substituted by free-fat corn germ flour and/or soy fiber. Baking quality, protein, fat, ash, dietary fiber, hardness, color, Protein Efficiency Ratio PER and Apparent Digestibility *in vivo* were determined. A trained panel evaluated color, hardness and fracturability of cookies. Dietary fiber of cookies varied from 8.2 to 24.9 % and protein from 11.3 to 12.7%. The source and amount of dietary fiber modified physical, sensory, and nutritional properties of cookies. Cookies formulated with 20% corn germ flour gave the highest PER, Digestibility Aparente *in vivo*, and acceptance by consumers. This study demonstrated the potential use of free-fat corn germ and soy fiber as functional ingredients.

Key words: Cookies, corn germ, soy fiber, dietary fiber, protein digestibility, PER, functional ingredient.

INTRODUCCION

En los últimos años la fibra dietética ha sido ampliamente estudiada, se conocen los beneficios de su presencia y los efectos negativos que una dieta de bajo contenido en fibra puede provocar a la salud. La ingesta diaria de fibra dietética para adultos se recomienda que varíe entre 35 y 45 g/persona/día (1), la cual se cubre con una dieta equilibrada que incluya frutas, cereales integrales y harinas no refinadas. Debido a los cambios que el estilo de vida actual ha provocado en los patrones de alimentación, el consumo de fibra se ha visto afectado. Ello ha motivado el desarrollo de alimentos "ricos en fibra", los cuales son productos elaborados con ingredientes de un elevado contenido fibra dietética (2) y recomendados para suplementar la dieta. Hoy en día existe un creciente interés en aquellos ingredientes denominado funcionales, los cuales son usados en la formulación de alimentos por que cumplan una determinada función fisiológica. Aquellos ingredientes que aportan fibra dietética se consideran funcionales (3).

Recientemente en Venezuela, se ha iniciado la

comercialización de la harina desgrasada de germen de maíz para uso industrial, la cual es un subproducto de la elaboración de harina precocida de maíz y extracción del aceite, con un posterior fraccionamiento (3). Dicho subproducto tiene la propiedad de ser rica en proteínas (11,0-14,0%) aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales y un contenido de fibra dietética del orden de 21 a 45% (4) y ha sido incorporado con éxito en productos cárnicos (3). En estudios donde se ha intentado incluir el germen de maíz en productos horneados (5) se observó que dicho ingrediente le confiere color tostado claro, olor a cereal fresco y suavidad al paladar a los productos donde se incorpora. Esto unido al hecho de que aumenta el contenido de fibra del producto al cual se añade, lo hace atractivo como un ingrediente en el desarrollo de alimentos "ricos en fibra".

Otra ingrediente usado para enriquecer alimentos con fibra dietética es el producto de los componentes estructurales celulósicos y no celulósicos de la pared celular del grano de soya. Dicho material provee 16% de fibra soluble y 59% de fibra insoluble, proporcionando los beneficios fisiológicos ligados al consumo de fibra dietética (6).

Las galletas han sido usada en programas de enriquecimiento debido a algunas ventajas como su larga vida útil y su palatabilidad. Formulaciones de galletas enriquecidas con soya han sido usadas para mejorar el estado nutricional de niños en Sri-Lanka (7) y en Venezuela. Adicionalmente las galletas son altamente aceptadas tanto por niños y por adultos, lo que las hace un excelente vehículo para incorporar fibra a la dieta (2,9). Según Spiller and Jenkins (10) este tipo de galletas se denominarían “suplementos de fibra dietética para individuos sanos”.

El objetivo de esta investigación fue evaluar cuatro tipos de galletas dulces en cuyas formulaciones la harina de trigo fue parcialmente sustituida por la fracción fina de germen de maíz y/o fibra de soya con el propósito de aumentarle el contenido de fibra dietética del producto final.

MATERIALES Y METODOS

Fracción fina de germen de maíz desgrasado. Obtenida del fraccionamiento de la harina desgrasada de germen de maíz y con un tamaño de partícula mayor de 180 µm.

Fibra de soya. Denominada comercialmente Fibrim 1450 y suministrada por la compañía Protein Technologies International (Caracas, Venezuela).

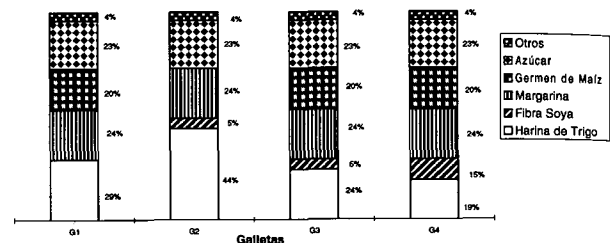
Otros ingredientes utilizados fueron: huevos, manteca vegetal y/o margarina, sal, azúcar, agentes leudantes (bicarbonato de sodio y amonio) y saborizante, los cuales fueron suministrados por la industria galletera Productora 441, C.A.-Van Eckel, (Caracas, Venezuela) en cuyas instalaciones fueron elaboradas las galletas.

Diseño experimental

Formulación y elaboración de las galletas. El criterio de formulación fue obtener galletas dulces con un contenido de fibra dietética entre 4 y 30% y proteína no menor de 7%. La fracción fina de germen de maíz desgrasado y la fibra de soya se usaron como fuente de fibra y sustituyeron parcialmente la harina de trigo en la formulación original. Doce formulaciones con dos saborizantes (naranja y canela-clavos) fueron elaboradas a escala de laboratorio dando un total de veinticuatro tipos de galletas las cuales se evaluaron sensorialmente. Aquellas cuatro de mayor aceptación se seleccionaron y se elaboraron a escala piloto y fueron el objetivo de este estudio. Dichas galletas se denominaron galletas G1, G2, G3 y G4. La formulación de G1 contenía 20% de germen de maíz, y G2 5% de fibra de soya. El saborizante de G1 y G2 fue naranja. En G3 y G4 se combinaron los dos ingredientes que aportaban fibra. En G3 la combinación de maíz-soya fue 20-5% y 20-10% en G4. En ambas formulaciones el saborizante fue una mezcla de canela y clavo. La composición de las galletas se presenta en la Figura. Las galletas se moldearon con una máquina de corte de alambre a un espesor aproximado de 3,5 mm, diámetro de 35 mm y peso de 8,5 g y se hornearon en horno giratorio a 250°C por 12 min. Las galletas se enfriaron en bandejas

empleando ventilación forzada y se empacaron en bolsas de polietileno hasta el momento de su evaluación.

FIGURA
Distribución de ingredientes en las galletas



Evaluación de galletas

1) Calidad del horneado

1.a) Diámetro: Se midió el diámetro de las galletas antes y después del horneado, y se aplicó la siguiente fórmula para calcular el porcentaje de incremento (%ID)

$$\%ID = \frac{\text{diámetro final (mm)} - \text{diámetro inicial (mm)}}{\text{diámetro inicial (mm)}} \times 100$$

1.b) Factor de esparcimiento: Se emplearon los métodos AACC 46-12 y AACC 10-50D (12). Después del horneado, por cada lote de galletas se tomaron 10 y se les midió el espesor y el diámetro. El factor de esparcimiento (FE) se calculó según la siguiente fórmula.

$$FE = \text{diámetro (mm)} / \text{espesor (mm)}$$

Las muestras de galletas para evaluar la calidad del horneado se tomaron de distintos lugares en las bandejas del horno.

2) Composición aproximada

Humedad, cenizas, proteínas, fibra dietética y grasa según AOAC (13). Los análisis fueron practicados en 5 galletas de cada formulación y se reportó la media y desviación estándar. El aporte energético (Kcal/100 g) se calculó basado en la composición proximal y usando los factores de conversión fisiológicos: 4 Kcal/g de proteína y 4 Kcal/g de carbohidratos y 9 Kcal/g de grasa. Debido a que la fibra dietética incluye insoluble y soluble, el factor de conversión usado fue 2 Kcal/g (14).

3) Propiedades físicas de las galletas

Las lecturas se realizaron en 5 galletas por cada formulación.

los valores reportados son la media y desviación estándar de las medidas

3.a) Color Triestímulo: Se empleó un colorímetro Gardner XL-23. Se determinó L, a, y b. La placa de referencia fue $L_0=78,80$; $a_0=1,20$ y $b_0=22,70$.

3.b) Dureza: Para medir la dureza de las galletas, se empleó un texturómetro Instron modelo TX9-1125, con las siguientes condiciones: celda de carga 7 kg, la velocidad de penetración del cabezal 10 mm/min, la velocidad del papel 50 mm/min, y el diámetro de la plumilla fue 2,7 mm. El espesor promedio de las galletas fue 5 mm y el diámetro 45 mm. La altura máxima de la curva obtenida representó la dureza.

4) Eficacia proteica relativa PER y Digestibilidad Aparente *in vivo* DA.

Se utilizaron ratas de la raza Sprague Dawley de 21-23 días, tres hembras y tres machos por cada dieta. Los animales se agruparon de acuerdo a su peso de manera que la media aritmética entre los grupos experimentales fuera lo más parecida posible. Cada animal se colocó en una jaula y se le suministró agua y alimento *ad libitum*. Interdiariamente se registró el peso y consumo de alimento de cada animal durante los 15 días de experimentación. El PER se calculó empleando la siguiente expresión:

$$\text{PER} = \text{ganancia en peso (g)} / \text{consumo de proteína (g)}$$

La composición de las dietas se presentan en la Tabla 1. Una dieta control de caseína sin y con celulosa (7%) y metionina (1.5%) fueron empleadas con fines comparativos. Para la determinación de la DA *in vivo* las heces se recolectaron en la última semana del ensayo. Después de secas, las heces se molieron y se les determinó el contenido de nitrógeno (15). La DA *in vivo* se calculó usando la siguiente expresión:

$$\text{DA} = \frac{\text{nitrógeno ingerido} - \text{nitrógeno excretado}}{\text{nitrógeno ingerido}} \times 100$$

5) Evaluación sensorial

Se evaluó la dureza y la fracturabilidad como parámetros sensoriales de la textura de las galletas, para tal fin se entrenó un panel de 7 personas con una escala originalmente propuesta por Szczesniak et al. (16) y modificada por Ciepe (17). Desde el punto de vista sensorial, la dureza se definió como "la fuerza requerida para morder la galleta", y la fracturabilidad como "la fuerza requerida para fracturar la galleta" (18). Durante el entrenamiento, los panelistas aprendieron la forma de evaluar dichas características y se originó la escala patrón de comparación (Tabla 2). En una etapa posterior del entrenamiento, los panelistas evaluaron galletas dulces adquiridas en el mercado local y fabricadas por distintos métodos y se les pidió que asociaran la dureza y la fracturabilidad de las muestras con la escala desarrollada por ellos. El mismo procedimiento fue seguido para evaluar los cuatro tipos de galletas formuladas en el estudio. Los panelistas también evaluaron el color de las galletas empleando una escala estructurada de calidad de 9 puntos (0= pésima y 8=excelente).

Prueba de consumidores: Para evaluar la aceptabilidad de las galletas a nivel de consumidores se entrevistaron un total de 250 personas con la característica común de ser habituales consumidores de galletas dulces. A cada panelista se le presentaron las cuatro galletas identificadas con números aleatorios de tres cifras y se les preguntó su preferencia. Se calculó el porcentaje de aceptabilidad de cada galleta empleando la siguiente fórmula:

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

Donde:

N = número de personas que prefirieron la galleta X

No=número total de personas encuestadas

Análisis estadísticos: A los resultados obtenidos se les calculó la media y desviación estándar. Para establecer las diferencias significativas entre muestras se empleó un análisis de varianza (ANOVA), con posterior comparación de medias (test de Duncan) usando el programa estadístico STATVIEW. El nivel de probabilidad empleado para todos los análisis estadísticos fue p 0,05.

TABLA 1
Composición de las dietas empleadas en los ensayos biológicos (g/100g)

Dieta	Caseína	Galleta	Celulosa	Aceite	Minerales	Vitaminas	Metionina	Bitartrato de colina	Almidón
G1	-	78,6	-	5	3,5	1	-	0,2	11,7
G2	-	88,6	-	5	3,5	1	-	0,2	1,7
G3	-	85,3	-	5	3,5	1	-	0,2	5,0
G4	-	80,4	-	5	3,5	1	-	0,2	9,8
CA1	10,9	-	7	5	3,5	1	1,5	0,2	70,9
CA2	10,9	-	-	5	3,5	1	1,5	0,2	77,9

G1: galleta con 20% de harina de germen de maíz. G2: galleta con 5% de fibra de soya.

G3: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 5% de fibra de soya. G4: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 10% de fibra de soya. CA1: dieta patrón de caseína suplementada con celulosa y metionina y CA2: dieta patrón de caseína suplementada con metionina.

TABLE 2
Escala patrón para evaluar dureza y fracturabilidad

Escala	Alimento estándar	Temperatura
1	queso crema	5°C
2	huevo cocido por 5min	ambiente
3	queso amarillo tipo Gouda	ambiente
4	aceitunas rellenas	ambiente
5	maní tostado	ambiente
6	zanahoria fresca	ambiente
7	almendras	ambiente
8	chocolate de taza	ambiente
FRACTURABILIDAD		
Escala	Alimento estándar	Temperatura
1	huevo cocido por 5 min	ambiente
2	pan integral	ambiente
3	galletas de trigo integral	ambiente
4	pan tostado	ambiente
5	maní tostado	ambiente

Adaptada de Ciepe (10).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la composición aproximada de las galletas se presentan en la Tabla 3. El contenido de humedad está dentro del rango reportado por Manley (19) el cual va de 2,0% a 3,5%. La proteína de las galletas varió entre 11,3 y 12,7%, pero sin diferencias significativas entre si. Estos valores son superiores a 7% que es el valor reportado para galletas elaboradas con harina de trigo (8). La grasa de todas las galletas fue aproximadamente 21%, ya que la cantidad de margarina añadida fue un ingrediente constante. El rango del contenido de fibra dietética en las cuatro galletas varió de 8,2 y 24,9% dependiendo del grado de sustitución de la harina de trigo en la formulación. Dichos valores son mayores a aquellos dados para productos comercialmente promocionados como fuente de fibra, tales como: avena en hojuelas (11,4%), granola (10,3%), germen de trigo (8,8%), pan integral (4,9%), pastas de trigo integral (5,4%) y galletas de trigo integrales (4,9%) (20). De acuerdo a la clasificación de los alimentos propuesta por Spiller y Jenkins (10), las galletas evaluadas en éste trabajo, se pueden considerar un suplemento de fibra dietética para personas sanas que quieren aumentar su ingesta diaria de fibra y que su organismo puede tolerarlo. El contenido energético de las galletas fue mayor que 400 kcal/100g, el cual es el aporte promedio de galletas dulces elaboradas con harina de trigo y altamente consumida (8). Se observó que a mayor sustitución de la harina refinada de trigo en la formulación mayor contenido de cenizas. Generalmente los ingredientes que aportan fibra aportan también minerales por que la fibra y los minerales están contenidos en las partes externas de los cereales. Pero la biodisponibilidad de los minerales presentes en dichos ingredientes se afecta por la

cantidad y el tipo de fibra dietética y los fitatos que coexisten con la fibra (21).

TABLE 3
Composición aproximada y aporte energético de las galletas

	g/100g			
	G1	G2	G3	G4
Humedad	2,8 ± 0,3 ^a	2,2 ± 0,2 ^b	2,8 ± 0,2 ^a	3,5 ± 0,3 ^c
Proteína	12,7 ± 0,4 ^d	11,3 ± 0,3 ^e	11,7 ± 0,4 ^e	12,4 ± 0,4 ^d
Grasa cruda	21,0 ± 0,5 ^f	21,2 ± 0,4 ^f	21,3 ± 0,3 ^f	21,5 ± 0,3 ^f
Cenizas	1,7 ± 0,1 ^g	1,3 ± 0,2 ^h	1,7 ± 0,1 ^g	1,9 ± 0,1 ^j
Fibra dietética	12,0 ± 0,7 ^k	8,2 ± 0,5 ^l	20,8 ± 0,4 ^m	24,9 ± 0,7 ⁿ
Carbohidratos (por diferencia)	49,8	55,8	41,7	35,8
Aporte energético (Kcal/100g)	463	476	447	436

G1: galleta con 20% de harina de germen de maíz. G2: galleta con 5% de fibra de soya.

G3: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 5% de fibra de soya. G4: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 10% de fibra de soya.

Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar de cinco determinaciones. Letras iguales en una misma fila indican que no hay diferencia significativa ($p \leq 0,05$)

Los resultados de la calidad del horneado, color y dureza instrumental de las galletas se presentan en la Tabla 4. El diámetro y el espesor de las galletas se afectaron con el tipo y la cantidad de fibra. El mayor espesor y diámetro se observó en G2, las cuales contenían sólo fibra de soya y el menor porcentaje de sustitución y menor contenido de fibra. En consecuencia, G2 dio el mayor factor de esparcimiento. Dicho factor depende del tipo de enlace entre el agua y los componentes hidrofílicos de la masa. La adición de ingredientes con alta capacidad de absorber agua como son los componentes de la fibra insoluble aumentan la competencia por la poca agua libre y hacen la masa más viscosa, disminuyen el diámetro, aumentan el espesor y en consecuencia el factor de esparcimiento se disminuye (22). Con respecto al color, no se observaron diferencias significativas entre los valores L de G1 y G3, pero ellos a su vez fueron diferentes a los valores L de G2 y G4. El valor de L se incrementó a medida que el contenido de fibra decreció, siendo G4 la de mayor contenido de fibra y la más oscura. G2, la de menor contenido de fibra, fue la menos oscura. También Jeltama et al. (23) demostraron que la adición de fibra de maíz oscurece las galletas lo cual representa una limitación de su uso en esos productos. G1, G3 y G4 dieron mayores valores de a, lo que indicó que fueron más rojas, esta característica parece estar asociada a la presencia de germen de maíz en la formulación. G4 fue la menos amarilla, lo cual se demostró con el menor valor de b. Buck et al. (24) compararon el efecto de añadir 20% de fibra de maíz o 20% de fibra de soya en la formulación de galletas y observaron que la fibra

del maíz hace las galletas más rojas y menos amarillas que la fibra de soya. No se observaron diferencias significativas en la dureza instrumental de las galletas, pero la tendencia indicó que a mayor contenido de fibra dietética menor dureza. Artz et al. (25) concluyeron que la fibra de maíz incrementa la absorción de agua y hace las galletas más fracturables.

TABLA 4
Calidad del horneado, color y dureza de las galletas

Indice	GALLETA			
	G1	G2	G3	G4
Diámetro(mm) ¹	80,0±1,2 ^e	90,0±1,3 ^f	80,0±1,3 ^g	80,0±1,2 ^h
Espesor (mm) ¹	11,0±0,3 ^j	12,0±0,1 ^j	11,5±0,5 ^j	11,8±0,6 ^j
Factor de esparcimiento	7,3	7,5	7,0	6,8
L ²	49,8±0,2 ^a	51,8±0,2 ^b	49,0±0,3 ^a	43,6±0,9 ^c
a ¹	8,7±0,1 ^d	7,8±0,1 ^e	8,2±0,1 ^f	8,8±0,1 ^g
b ¹	19,7±0,1 ^h	19,4±0,1 ⁱ	19,2±0,2 ^j	17,6±0,3 ^k
Dureza ¹ (kg.mm/seg ²)	4,8±0,4 ^a	5,1±0,5 ^a	4,6±0,3 ^a	4,3±0,3 ^a

G1: galleta con 20% de harina de germen de maíz. G2: galleta con 5% de fibra de soya.

G3: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 5% de fibra de soya. G4: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 10% de fibra de soya.

Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar de 10 determinaciones. Letras iguales en una misma fila indican que no hay diferencia significativa ($p \leq 0,05$).

TABLA 5
Relación de eficiencia proteica (PER) y digestibilidad aparente *in vivo* (DA) de las galletas

Dieta	Alimento consumido (g/día)	Proteína consumido (g/día)	Crecimiento (g/día)	PER	DA(%)
G1	12,2±1,4 ^a	1,2±0,4 ^a	2,1±0,7 ^a	1,8±0,2 ^a	93,0 ^d
G2	13,2±1,4 ^a	1,3±0,3 ^a	1,4±0,3 ^b	1,0±0,2 ^b	96,7 ^c
G3	10,5±1,0 ^b	1,1±0,4 ^a	1,6±0,4 ^c	1,6±0,3 ^a	94,4 ^f
G4	10,9±1,0 ^b	1,1±0,8 ^a	1,6±0,2 ^c	1,5±0,1 ^c	91,5 ^d
CA1	21,1±1,2 ^c	2,1±0,5 ^b	6,8±1,5 ^d	3,2±0,2 ^b	97,3 ^e
CA2	22,9±1,9 ^c	2,3±0,4 ^b	8,1±1,9 ^c	3,5±0,5 ^d	98,7 ^e

G1: galleta con 20% de harina de germen de maíz. G2: galleta con 5% de fibra de soya.

G3: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 5% de fibra de soya. G4: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 10% de fibra de soya.

Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar de seis determinaciones. Letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencia significativa ($p \leq 0,05$). CA1: dieta patrón de caseína suplementada con celulosa y metionina. CA2: dieta patrón de caseína suplementada con metionina.

Las cuatro galletas evaluadas dieron PER menores de los controles de caseína con y sin celulosa (Tabla 5). Se sabe que los productos horneados generalmente dan bajos valores de PER debido a las reacciones de Maillard que ocurren durante el procesamiento (26). El mayor promedio del PER se observó en G1, pero sin diferencias significativas con y G3. G2 presentó el menor valor de PER. Los resultados demuestran que la fuente y la cantidad de fibra afectaron los valores de PER. Estudios con ratas revelan que el PER de un producto varía si la fibra es añadida a la dieta a expensas de la fuente de energía o si está contenida en el producto que se evalúa (27). En la preparación de las dietas para los ensayos biológicos, se equilibraron la proteína aportadas por la galleta y las calorías provenientes del almidón usado en la preparación de las dietas (Tabla 2). A pesar de que se sabía que las galletas variaban en el contenido de fibra, dicho factor no se consideró para ajustar la formulación de las dietas. Hacerlo implicaba introducir variables que definitivamente afectarían los resultados como por ejemplo añadir fibra que no había sido procesada y variar el tipo de fibra contenida en las galletas. El no ajuste del contenido de fibra de las dietas pudo afectar la cantidad de alimento que el animal necesitó para saciar sus necesidades y consecuentemente el PER también se modificó (27). Las ratas alimentadas con las galletas G2, la de menor porcentaje de sustitución de la harina de trigo y menor contenido de fibra, consumieron más alimento que aquellas con mayor contenido de fibra, pero el crecimiento promedio de los animales fue el menor de todas las dietas. Mientras que G1, G2 y G3 fueron formuladas con harina desgrasada de germen de maíz la cual aporta proteína con mejor perfil de aminoácidos que el del trigo. En consecuencia, la harina desgrasada de maíz no sólo incrementó la fibra de galletas sino que mejoró la calidad de la proteína. Los animales consumieron menos alimento pero su crecimiento promedio diario fue mayor. Los controles de caseína con y sin celulosa permitieron ver como la incorporación de celulosa como fuente de fibra disminuyó la cantidad de alimento y el crecimiento de los animales. Los valores de DA para todas las galletas fueron superiores al 90%, los cuales son característicos de productos a base de cereales (27). La menor DA correspondió a la G4, la galleta con el mayor porcentaje de sustitución y por tanto el mayor contenido de fibra dietética. La presencia de fibra disminuye el aprovechamiento del nitrógeno y por tanto decrece la DA (27,28). Ese efecto fue claramente observado en las dietas de caseína con y sin celulosa.

Los resultados de la evaluación de la calidad sensorial de las galletas a nivel de laboratorio se presentan en la Tabla 6. Los puntajes promedios obtenidos revelaron que el panel detectó diferencias significativas en el color de las galletas. G1 obtuvo la mejor calidad de color (6 puntos= bueno), seguida de G3 y G4 mientras que el puntaje para G2 fue 5 puntos (ligeramente bueno). La dureza de las galletas varió entre 4 y 6, lo que indicó una dureza comparable a las aceitunas rellenas y las zanahorias crudas de acuerdo a la escala desarrollada por

los panelistas. G1 fue la más dura mientras que G3 y G4 resultaron con los menores valores de dureza e iguales entre si. La dureza de las galletas elaboradas con harina de trigo y usadas como referencia fueron fue 3,1. La fracturabilidad de la galletas varió entre 3 y 5 siendo G1 la menos fracturable y la G4 la más fracturable. La fracturabilidad de la galleta usada como referencia fue 2,4. Los resultados demostraron que un incremento en la cantidad de fibra afecta la textura de las galletas. Artz et al. (25) concluyeron que la fibra de maíz hace las galletas más fracturables.

En la prueba de consumidores, la G1 resultó ser la galleta con el más alto porcentaje de aceptabilidad (33,7%), le siguió la G2 (28,0%), luego G3 (21,3%) y el último lugar le correspondió a la G4 (17,0%). Estos resultados se corresponden con los obtenidos en la evaluación de la calidad sensorial a nivel de laboratorio, donde los mayores puntajes para el color, dureza y fracturabilidad correspondieron a la G1 y los menores a la G4.

TABLA 6
Resultados de la evaluación sensorial de las galletas

Galleta	Color	Dureza	Fracturabilidad
G1	6,4±0,2 ^a	4,8±0,8 ^g	4,1±0,4 ^j
G2	5,3±0,5 ^b	4,3±0,4 ^h	3,8±0,6 ^j
G3	5,7±0,5 ^c	3,9±0,8 ⁱ	3,0±0,5 ^k
G4	5,6±0,7 ^c	3,5±0,8 ⁱ	2,8±0,5 ^k

G1: galleta con 20% de harina de germen de maíz. G2: galleta con 5% de fibra de soya.

G3: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 5% de fibra de soya. G4: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 10% de fibra de soya.

Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar. Se empleó un panel entrenado de 7 personas. Letras iguales en una misma columna indican que no hay diferencia significativa ($p < 0,05$).

Los resultados obtenidos en este estudio permiten concluir que ingredientes como la fracción fina de harina desgrasada y fraccionada de germen de maíz y la fibra de soya, solos o combinados pueden ser usados en la elaboración de galletas dulces con un alto contenido de fibra dietética. Pero es necesario considerar que la fuente y la cantidad de fibra empleada afecta los índices de calidad del horneado de las galletas como también, el color y la textura. Aquellas galletas donde la fibra fue aportada solamente por la harina desgrasada de germen de maíz resultó ser la más aceptada y con el mayor valor del PER y DA *in vivo*.

REFERENCIAS

- Spiller GA. Suggestion for a basis on which to determine a desirable intake of dietary fiber. En: CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition. 2da edición. Spiller, GA (Ed.). CRC Press, Inc. pp. 351-354. 1993.
- Dreher ML. Handbook of dietary fiber. An applied approach. Marcel Dekker, Inc. NY. 1987.
- Clydesdale, FM. Science, education, and technology: new frontiers for health. Crit Rev Fd Sci Nutr. 1998;38(5):397-419.
- Remavenca. Germarina. Harina de germen de maíz desgrasado. Composición Proximal. Turmero, Venezuela. 1992.
- Lucisano M, Casighari EM & Barberi R. Use of defatted corn germ flour in pasta products. J Food Sci. 1984;49:482-486.
- Vetter JL. Fiber as a food ingredient. Food Technol. 1984;38(10):64-68.
- Protein Technologies International. Fibrim. Información Técnica. 1989.
- Tsen CC. Development of nutritive and low-cost wheat-based foods. Developm. Food Sci. 1982;5B:1147-1151.
- INN. Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico. Publicación # 47. Series de Cuadernos Azules. Caracas, Venezuela. 1991.
- Sangronis E & Sancio M. Development and characterization of rice bran cookies. Acta Científica Venezol. 1990;41 (3):199-203.
- Spiller GA & Jenkins JA. Report of The Recommendations on Fiber Classification of the Fiber Supplement Workshop at the XIII International Congress of the Nutrition, Brighton, U.K. En: CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition. 2da edición. Spiller, GA (Ed.) CRC Press, Inc. pp. 629. 1993.
- AACC. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of American Association of Cereal Chemist. St Paul, Minnesota. 1988.
- AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemistry. 16th ed. Washington, DC. 1990.
- Whitney EN & Nunnelle EM. Understanding Nutrition. West Pub. Co. St. Paul, Minnesota. pp. 13. 1984.
- Hevia P & Cioccia AM. Application of a colorimetric method to the determination of nitrogen in nutritional studies with rats and humans. Nut Rep Int. 1988;38(6):1129-1134.
- Szczesniak AS, Brandt MA & Friedman, HH. Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation. J Food Sci. 1963;28:320-325.
- CIEPE (1984). Evaluación Sensorial de los Alimentos. CIEPE (ed.) Yzacuy, Venezuela.
- Civille GV & Liska IH. Modifications and application to foods of the general foods sensory texture profile technique. J Food Studies. 1975;6:19-25.
- Manley DJ. Tecnología de la Industria Galletera: Galletas, Crackers y otros productos Horneados. Zaragoza-España: Ed. Acribia, S.A. 1989.
- Sangronis E & Rebollo MA. Fibra dietética soluble, insoluble y total en cereales, productos derivados de su procesamiento y en productos comerciales a base de cereales. Arch Latinoamer Nutr. 1993;43(3): 258- 264.
- Frolich W. Bioavailability of minerals from cereals. En: CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition. 2da edición. Spiller, GA (Ed.). CRC Press, Inc. pp. 209.993
- Hoojjat P & Zabit ME. Sugar snap cookies prepared with wheat-navy-bean-sesame seed flour blends. Cereal Chem. 1984;61:41-45.

23. Jeltema MA, Zabik ME & Tiel LJ. Prediction of cookie quality from dietary fiber components. *Cereal Chem.* 1983;60: 227-235.
24. Buck JS, Walker CE & Watson KS. Incorporation of corn gluten meal and soy into various cereal based food and resulting product functional, sensory and protein quality. *Cereal Chem.* 1987;64: 264-268.
25. Artz WE, Warren CC, Mohring AE & Villota R. Incorporation of corn fiber into sugar snap cookies. *Cereal Chem.* 1990;67:303-307.
26. González-Galán A, Wang SH, Sgarbieri VC & Moraes MA. Sensory and nutritional properties of cookies based on wheat-rice-soybean flours baked in a microwave oven. *J Food Sci.* 1991;56:1699-1704.
27. Gallaher DD & Scheeman BO. Effect of dietary fiber on protein digestibility and utilization. En: *CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition*. 2da edición. Spiller, GA (Ed.). CRC Press, Inc. pp.179-205. 1993
28. Eggum BO. Digestibility of plant protein: Animal Studies. En: *Digestibility and Amino Acid Availability in Cereal and Oilseeds*. Finley JW & Hopkins D (Ed). American Association of Cereal Chemist, Inc. St Paul, Minnesota. pp. 276.1985.

Recibido: 20-08-1998

Aceptado: 08-12-1998