

# EVALUACIÓN DE GALLETAS CON FIBRA DE CEREALES COMO ALIMENTO FUNCIONAL

## EVALUATION OF CRACKERS WITH CEREAL FIBER AS A FUNCTIONAL FOOD

María O. ROMÁN M.<sup>1\*</sup> y Francia E. VALENCIA G.<sup>1</sup>

Recibido: Junio 17 de 2006 Aceptado: Octubre 10 de 2006

### RESUMEN

El consumo de fibra dietaria se ha asociado con propiedades de alimentos funcionales, es decir, que además de nutrir proveen condiciones que favorecen la salud intestinal, ayudan en la prevención de cáncer colonrectal, las enfermedades cardiovasculares y el mantenimiento del peso. En el presente estudio se evalúan las propiedades funcionales de galletas elaboradas con adición de una mezcla de fibra de cereales en un grupo control y un grupo experimental de voluntarios sanos, los cuales consumen 100 gramos diarios de galletas durante 10 días y suministran información diaria acerca de los efectos y la tolerancia digestiva del producto. Se realizan recuentos microbiológicos, cuantificación de ácidos grasos volátiles (AGV: acético, propiónico, butírico), determinación de pH en muestras de materia fecal (MF) y perfil lipídico el día 0 y el día 11. Con el consumo de las galletas se encontraron tendencias positivas en los efectos intestinales mecánicos de los voluntarios.

**Palabras clave:** alimentos funcionales, galletas, fibra dietaria, propiedades funcionales.

### ABSTRACT

The consumption of dietary fiber has been associated with functional food properties which improves people's intestinal health. It also contributes towards the prevention of colon cancer, cardiovascular diseases, and weight control. The following study intends to evaluate the functional effects of the consumption of crackers elaborated with an addition of a mixture of cereal fiber on a voluntary control group and an experimental group, which daily consumed 100 grams of crackers during 10 days and provides daily information on side effects and digestive product tolerance. There will also be microbiological recounts, volatile fatty acids quantification (AGV's: acetic, propionic, butyric), and pH feces samples (MF), and a lipid profile on day 0 and 11. Cracker consumption presents positive tendencies towards the volunteer's bowel movement.

**Key words:** functional foods, crackers, dietary fiber, functional properties.

---

<sup>1</sup> Departamento de Alimentos, Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia. Calle 67 No 53-108, Bloque 2. Medellín, Colombia.

\* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: mroman@farmacia.udea.edu.co.

## INTRODUCCIÓN

Los alimentos funcionales pueden describirse como productos alimenticios que aportan efectos saludables específicos, además de los componentes nutricionales básicos. Las galletas son productos muy populares, elaborados de trigos duros y blandos, que contienen azúcar y grasas en su formulación, tienen variedad de sabores, larga vida útil y permiten la incorporación de alto contenido de fibra (1, 2, 3).

Algunos componentes de los alimentos tradicionales se han asociado con efectos saludables, pero son pocas las investigaciones que soportan con datos experimentales sus efectos fisiológicos. Algunos autores consideran que el futuro alimentario está en el consumo de alimentos saludables. Entre éstos la fibra ocupa un lugar destacado, ya que se ha asociado con la salud intestinal, prevención de cáncer colonrectal y las enfermedades cardiovasculares y el mantenimiento del peso (4, 5). Los nutricionistas y diferentes organizaciones sanitarias, incluyendo la OMS, fijan un consumo mínimo de 30 g de fibra por persona al día, de la cual al menos un 30% debe ser soluble (6, 7).

Con el desarrollo de esta investigación se pretende evaluar los efectos funcionales de las galletas elaboradas con adición de una mezcla de fibra de cereales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Desarrollo de la formulación para las galletas

El proceso tecnológico de elaboración de las galletas enriquecidas con los concentrados de fibra se llevó a cabo en una empresa productora de galletas, de acuerdo a la formulación y metodología empleadas por ésta. Las muestras fueron almacenadas a temperatura ambiente en bolsas de polietileno con cierre hermético, hasta su evaluación analítica y la realización del estudio funcional.

### Evaluación fisicoquímica de las galletas

Se realizó la determinación del contenido en humedad, proteína, grasa, cenizas, calorías, fibra dietaria total (F.D.T.), según los métodos descritos en el A.O.A.C. (1996) (8).

### Análisis microbiológicos de las galletas

Se realizó recuento total de microorganismos mesófilos aeróbios/g, número más probable NMP de coliformes totales/g, NMP de coliformes fecales/g, recuento total de mohos y levaduras/g,

detección de *E. coli* y recuento de estafilococo coagulasa positiva.

### Análisis Sensorial de las galletas

Diez jueces entrenados del Laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos de la Universidad de Antioquia evaluaron el perfil de sabor según la Norma Técnica Colombiana NTC. 3929 y el perfil de textura según la Norma Técnica Colombiana NTC 4489.

### Estudio del efecto funcional de las galletas

*Selección de voluntarios:* El Comité de Ética de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia evaluó el proyecto y clasificó el riesgo para las personas voluntarias como mínimo. Los voluntarios se convocaron públicamente y se revisó el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión de éstos en el estudio; además, firmaron un consentimiento informado (9, 10). Se seleccionaron aleatoriamente 2 voluntarias sanas (grupo control) y 4 voluntarias sanas (grupo experimental) que no habían recibido tratamiento con antibiótico en los tres meses anteriores al estudio y se les suministró una cantidad diaria de 100 g de galletas sin tener restricciones en la dieta. La edad de las voluntarias seleccionadas osciló entre 25 y 45 años.

*Tratamiento del grupo control y del grupo experimental:* Las galletas para el grupo control no fueron enriquecidas con fibra. Ambos grupos consumieron diariamente 100 g de galletas (3 paquetes) durante diez días sin tener restricciones en la dieta. A las voluntarias se les suministró un formato para recolectar información diaria acerca de los siguientes posibles efectos intestinales percibidos durante el consumo de las galletas: consistencia, frecuencia de defecación, dolor abdominal, flatulencia.

*Recolección de muestras de materia fecal:* De cada voluntaria se recolectaron 2 muestras de material fecal (MF) para evaluar las diferentes variables el día 0 y el día 11, después de consumir aproximadamente 100 g diarios de galletas. Las muestras fueron recolectadas en las instalaciones donde se llevó a cabo el estudio, en bolsas plásticas e inmediatamente se inició su procesamiento y se marcaron con las letras A, B, C, D, E y F definidas en el diseño experimental. Controles: D, F.

*Preparación del inóculo:* Diez gramos de MF recolectada se mezclaron con 90 ml de solución salina fisiológica bajo flujo continuo de CO<sub>2</sub> y 0,09 g de L-cisteína. Se agitó en Stomacher 80 durante 10

minutos y se filtró a través de gasa estéril para separar las partículas gruesas; el filtrado se recogió en recipiente estéril bajo flujo continuo de CO<sub>2</sub>.

**Recuentos microbiológicos en materia fecal de las voluntarias:** Se realizaron recuentos de bacterias anaerobias proteolíticas, celulolíticas y totales. Los recuentos de anaerobios fueron realizados empleando la técnica del Roll Tube. (11).

**Medición de la cantidad de ácidos grasos volátiles (AGV) acético, propiónico y butírico:** Se determinaron mediante cromatografía de gases. A partir de la muestra de materia fecal se preparó una dilución al 20%; posteriormente se procedió a centrifugar a 4000 rpm durante 15 minutos, se separó el sobrenadante en tubo con tapa de rosca; éste se congeló hasta la determinación de AGV y se calcularon teniendo en cuenta la dilución.

**Medición de pH:** Se midió el pH a la materia fecal al inicio (día 0) y al final del consumo de las galletas (día 11) con papel tornasol.

**Perfil lipídico:** Se evaluó mediante la medición de colesterol total y las fracciones HDL, LDL, VLDL, índice arterial y triglicéridos totales. Se tomaron muestras de sangre de las voluntarias completamente en ayunas. Los tubos que contenían las muestras de sangre fueron centrifugados a 2500 rpm durante 15 minutos, se separó el sobrenadante e inmediatamente las muestras fueron transportadas en refrigeración al Laboratorio Clínico de la Universidad de Antioquia.

### Análisis de datos

Las variables dependientes pH, micromoles/gramo ( $\mu$ moles/g) de ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico se analizaron mediante la técnica del análisis de varianza de medidas repetidas en dos grupos de vo-

luntarios sanos. Los efectos que se tuvieron en cuenta fueron: tipo de voluntario, tiempo e interacción entre ellos. El análisis se realizó mediante el paquete estadístico S.A.S (Statistical Analysis System).

## RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan los resultados de la composición proximal, el contenido calórico y el contenido de FDT de las galletas y en la tabla 2 los resultados de su análisis microbiológico.

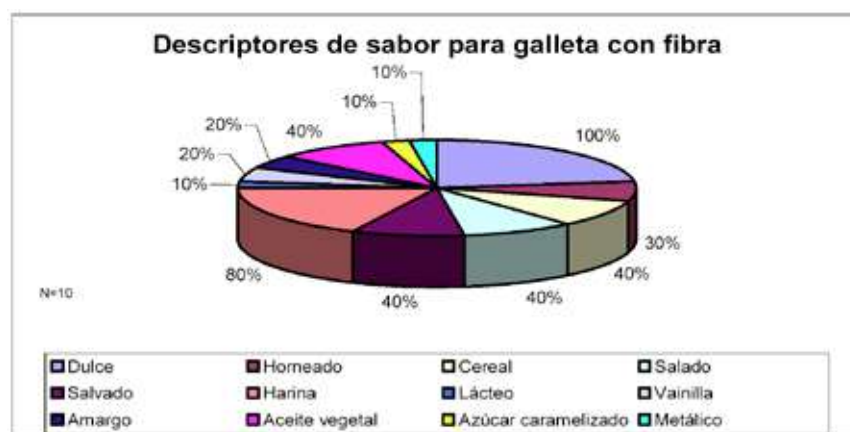
**Tabla 1.** Composición química de las galletas.

Análisis Físicoquímico	Resultado
Humedad %	0,41
Cenizas %	1,56
Proteína %	8,15
Grasa %	9,42
Calorías kcal/100g	439,22
Fibra Dietaria Total %	9,07

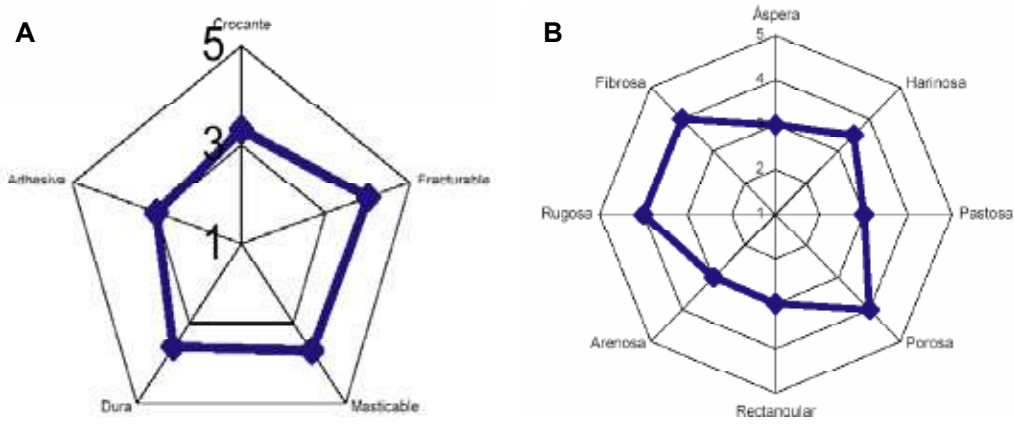
**Tabla 2.** Análisis microbiológico de las galletas.

Análisis Microbiológico	Resultados	Especificaciones
Recuento total UFC mesófilos aerobios /g	< 100	30.000 Máx
Recuento total UFC de mohos y levaduras /g	< 100	200 Máx
NMP Coliformes totales/g	< 3	11 Máx
NMP Coliformes fecales/g	< 3	< 3
Detección <i>Escherichia coli</i> /g	Negativo	Negativo
Recuento de Estafilococos coagulasa positiva UFC/g	< 100	< 100

En la figura 1 se presentan los resultados del perfil de sabor de las galletas y en la figura 2 los resultados de su perfil de textura.

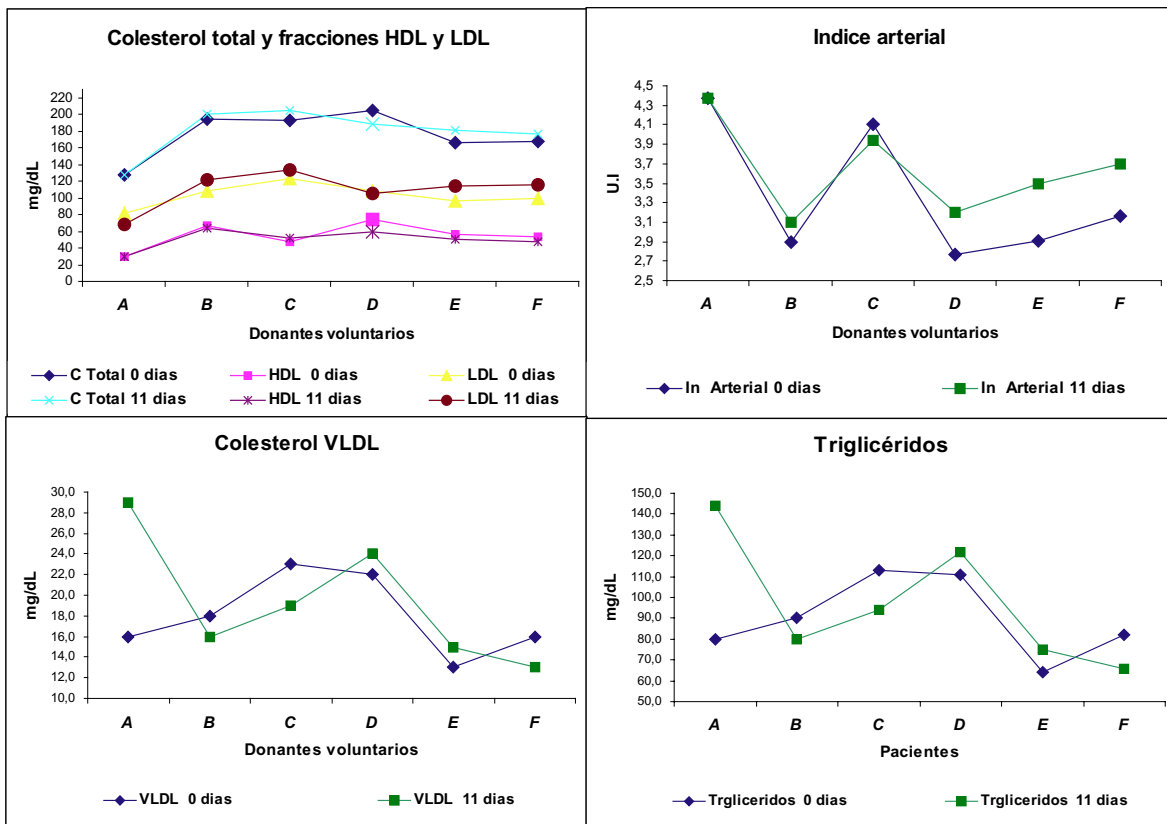


**Figura 1.** Perfil de sabor de las galletas.



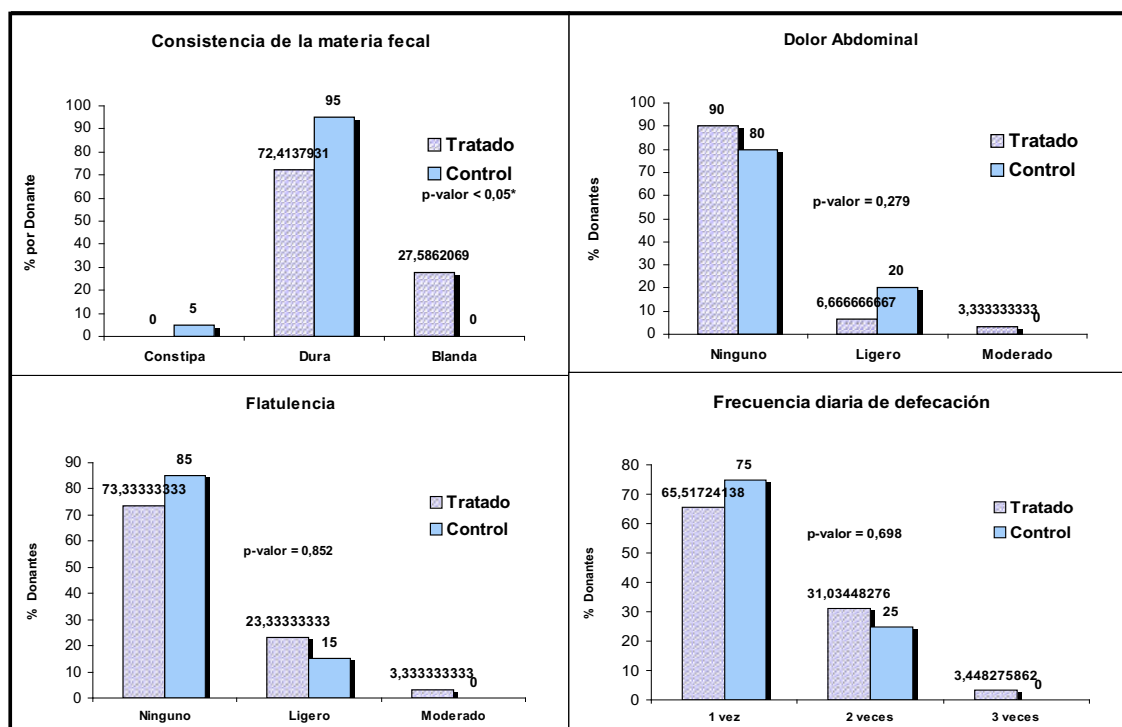
**Figura 2.** Perfil de textura de las galletas. (A) Intensidad de parámetros mecánicos. (B) Intensidad de parámetros geométricos.

En la figura 3 se presentan los resultados del perfil lipídico de las voluntarias los días 0 y 11 del estudio.



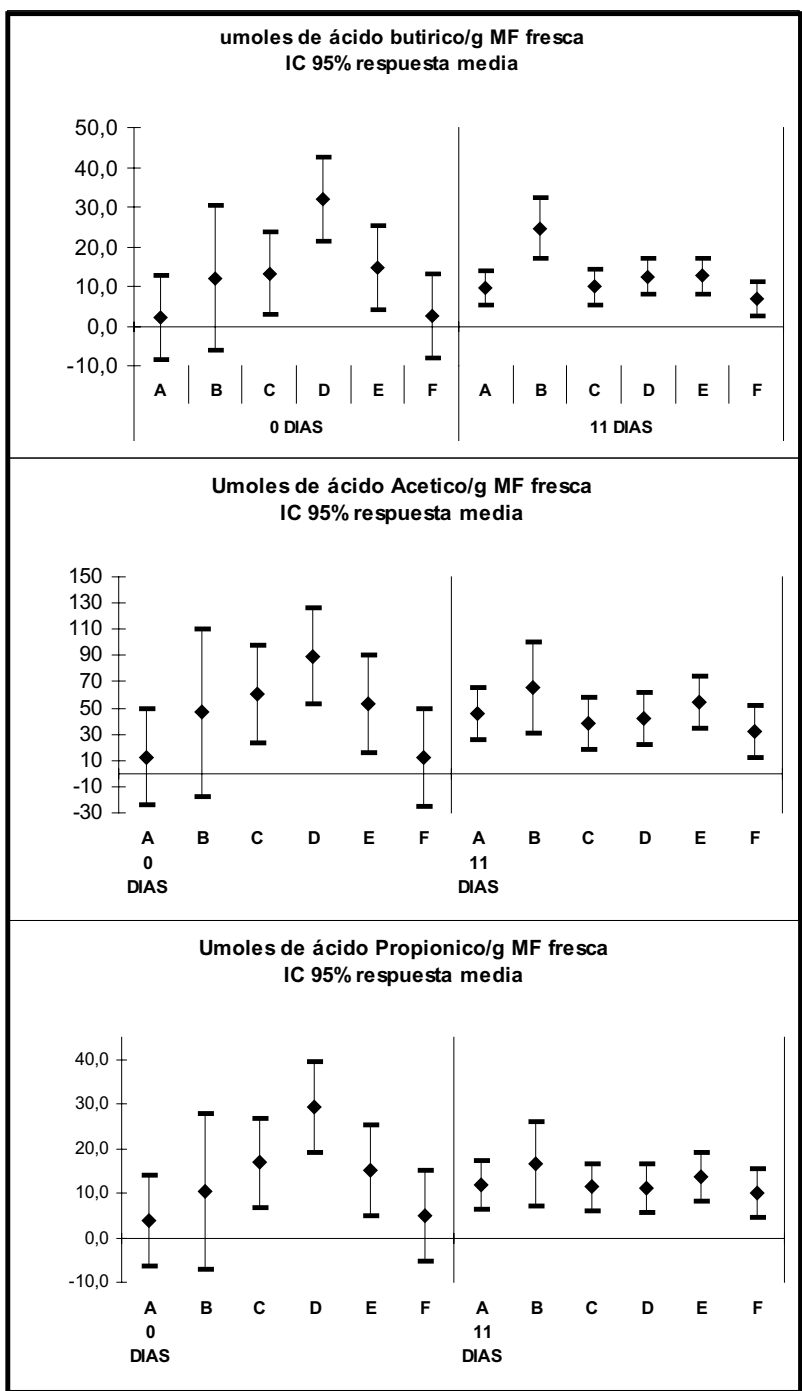
**Figura 3.** Comparaciones del perfil lipídico de cada voluntaria entre el día 0 y el día 11 (A) Comparación del colesterol total y las fracciones HDL y LDL (B) Comparación del índice arterial (C) Comparación del colesterol VLDL (D) Comparación de los triglicéridos.

En la figura 4 se presentan los resultados de la información suministrada por las voluntarias acerca de los posibles efectos intestinales del consumo de las galletas entre los días 0 y 11 del estudio.



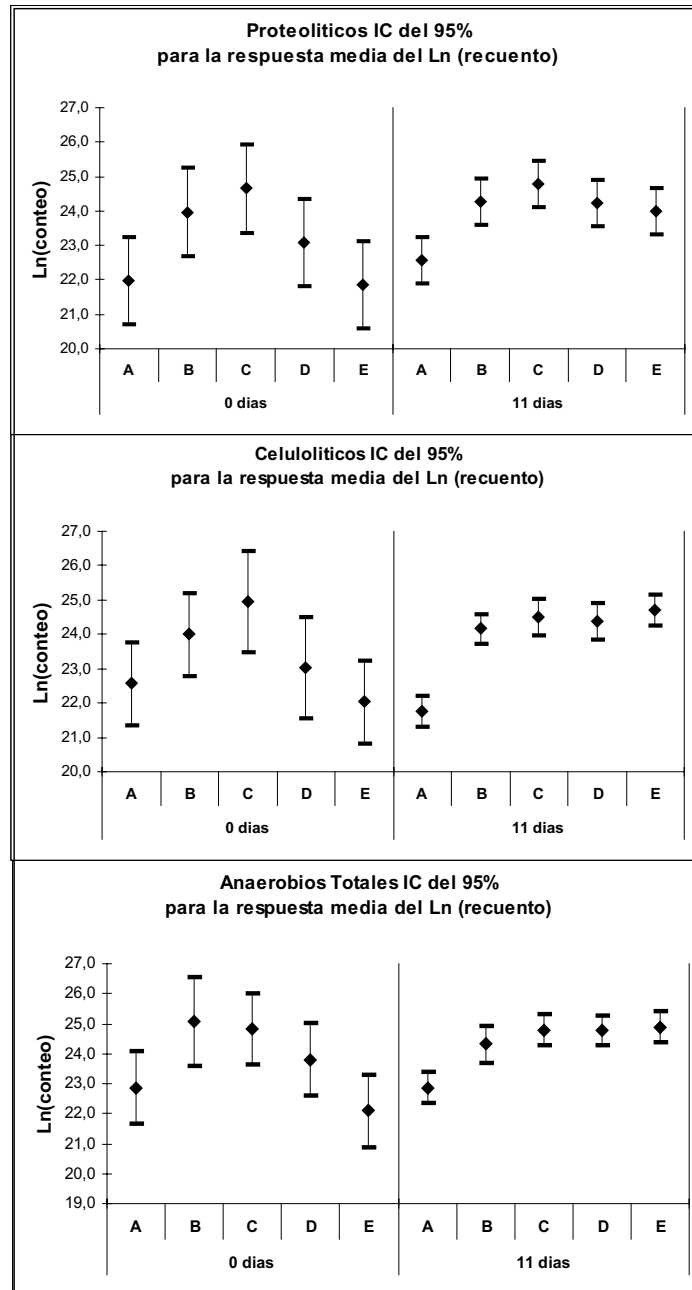
**Figura 4.** Resultados de la información diaria suministrada por las voluntarias durante los 11 días del estudio.

En la figura 5 se presentan los intervalos de confianza del 95% para la respuesta media de  $\mu$ moles/g de ácido butírico,  $\mu$ moles/g de ácido acético y  $\mu$ moles/g de ácido propiónico, y en la tabla 3 se presentan los resultados del análisis de varianza multivariado de medidas repetidas para las distintas variables de los AGV, mediante las distintas pruebas empleadas en las voluntarias los días 0 y 11 del estudio.



**Figura 5.** Respuesta media de ácido butírico, ácido acético y ácido propiónico ( $\mu\text{moles/g}$ ).

En la figura 6 se presentan los intervalos de confianza del 95% para la respuesta media del Ln de bacterias anaerobias proteolíticas (BAP), Ln de bacterias anaerobias celulolíticas (BAC) y Ln de bacterias anaerobias totales (BAT) en la materia fecal de voluntarias los días 0 y 11 del estudio.



**Figura 6.** Respuesta media del Ln de bacterias anaerobias proteolíticas, celulolíticas y totales en la materia fecal de voluntarias los días 0 y 11 del estudio.

### DISCUSIÓN

Las galletas presentaron un alto contenido de fibra dietaria (9,07%) y en el análisis sensorial fueron evaluadas como producto de calidad alta-media; tienen sabores persistentes acordes con una galleta con fibra, especialmente a harina, dulce y salvado; aunque en el perfil de textura se describieron como un producto seco y poco aceitoso. La calidad microbiológica de la galleta estuvo conforme con las especificaciones de la Resolución 11488 de 1984

del Ministerio de Salud de Colombia para galletas y colaciones (Véanse tablas 1 y 2 y figuras 1 y 2).

No se observaron cambios importantes en los valores de Colesterol total, las fracciones HDL, LDL, VLDL y triglicéridos totales en los análisis realizados los días 0 y 11. Tampoco se observó una tendencia en la disminución de los lípidos sanguíneos, debido posiblemente a que las fibras empleadas en la elaboración de las galletas son poco fermentables por su alto contenido en fibra insoluble (figura 3) (12, 13, 14).

La fibras empleadas en la elaboración de las galletas tuvieron efecto significativo en la consistencia de las muestras de las voluntarias que las consumieron comparando con los controles, posiblemente por la capacidad de hinchamiento de estas fibras, lo que puede tener efecto en la evacuación de la materia fecal y se evidencia en el incremento de la frecuencia diaria de defecación que tuvieron las voluntarias que consumieron las galletas. No se observaron diferencias significativas entre la posible producción de flatos en las voluntarias durante los 11 días del experimento, aunque se presentaron en algunas voluntarias del grupo experimental. Tampoco fue significativa la aparición de dolor abdominal en las voluntarias durante los 11 días del experimento, pero se presentó una mayor incidencia en los controles (Véase figura 4).

En la tabla 3 y la figura 5 se observa que la variable tiempo no registró diferencias significativas entre los distintos vectores de medias en el cambio del día 0 al día 11; sin embargo, se observó diferencia significativa en la interacción tiempo voluntaria; tampoco se observaron diferencias significativas entre los grupos, lo que indica que no fue evidente un cambio en la producción de AGV entre los donantes (control y ensayo) ni en el pH de la MF, lo que se relaciona directamente con la poca fermentabilidad de las fibras empleadas en el desarrollo de las galletas.

En la figura 6 se observa que la variable tiempo mostró diferencias significativas, es decir, cambios entre los distintos vectores de medias en el día 0 y el día 11; también se registraron diferencias significativas en la interacción tiempo voluntaria, dentro de las voluntarias (control y ensayo) para los recuentos de BAT y BAC. Lo anterior indica que hay variación de la actividad de la flora bacteriana que puede ser alterada por diversos factores, entre ellos la dieta.

## CONCLUSIONES

La galleta presentó un alto contenido de fibra dietaria (9,07%) y en el análisis sensorial fue evaluada como un producto de calidad media alta; tiene sabores persistentes acordes con una galleta con fibra, especialmente a harina, dulce y salvado, aunque en el perfil de textura se la describió como un producto seco y poco aceitoso.

Al comparar con los controles se halló que las fibras empleadas en la elaboración de las galletas

tuvieron efecto significativo en la consistencia de las muestras de la materia fecal de las voluntarias que las consumieron posiblemente debido a la capacidad de hinchamiento de estas fibras, lo que puede tener efecto en la evacuación de la materia fecal y se evidencia en el incremento de su frecuencia diaria de defecación.

## AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Gustavo Ernesto Botero, Director Técnico, la Doctora Adriana Deossa Vélez, Coordinadora de Desarrollo de Productos y el Doctor Santiago Hoyos Sierra, Director de Gestión Tecnológica, todos de la Compañía de Galletas NOEL S.A. Igualmente al Ingeniero Luis Jaime Osorio, Ejecutivo del Programa de Gestión Tecnológica de la Universidad de Antioquia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López AP. La investigación y el diseño de los alimentos funcionales. La colaboración de las universidades y los centros de investigación con las empresas. Alimentación, equipos y tecnología 2002 Octubre; 101-2.
2. Gallagher E, O'Brien CM, Scannell AGM, Arendt EK. Use of response surface methodology to produce functional short dough biscuits. Journal of Food Engineering 2003;(56):269-71.
3. Hooda S, Jood S. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreated and treated fenugreek. Food Chemistry 2005;(90):427-35
4. Milo L. Nutraceuticals & functional foods. Food Technology 2004;58(2):71-5.
5. Lucchina LA. Improving the success of nutritional foods. Food Technology 2003;57(7):42-7.
6. Valencia FE, Román MO. La fibra dietaria como alimento funcional. Vitae 2004;11(2):12-7.
7. Valencia FE. Evaluación de la capacidad fermentativa de diferentes fuentes de fibra dietaria. Tesis de Maestría. Universidad de Antioquia 2006.
8. Association of Official Analytical Chemists A.O.A.C. 1996.
9. Rieckhoff D, Trautwein EA, Mälkki Y, Erbesdobler HF. Effects of different cereal fibers on cholesterol and bile acid metabolism in the syrian golden hamster. Cereal Chem 1999;76(5):788-95.
10. Drzikova B, Dongowski G, Gebhardt E, Habel A. The composition of dietary fibre-rich extrudates from oat affects bile acid binding and fermentation in vitro. Food Chemistry. 2005;(90):181-92.
11. Gutiérrez LA, Segura J, Menco J. Curso práctico de técnicas de microbiología anaerobia. Técnica del roll tube. Laboratorio de Biotecnología Ruminal – BIORUM. Universidad Nacional - Sede Medellín 2004.
12. Lajolo SA, Wensel DN. Temas en tecnología de alimentos. Fibra dietética. México DF: Instituto Politécnico Nacional 1998;2:29-42.
13. Khattak MM, Ali K. Physiological effects of dietary complex carbohydrates and its metabolites role in certain diseases. Pakistan Journal of Nutrition. 2002;(4):161- 68.
14. Villarroel M, Acevedo C, Yáñez E, Biolley E. Propiedades funcionales de la fibra del musgo *Sphagnum magellanicum* y su utilización en la formulación de productos de panadería. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 2003;53(4):1-15.