

Formulación y evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de galletas enriquecidas con linaza como alimento funcional

Formulation and evaluation physicochemical, microbiological and sensory of enriched cookies with linseed as functional food

Benítez Betty, MgSc, Dr.¹, Olivares Joseph, Lic.², Ortega María, Lic.², Barboza Yasmina, MgSc, Dr.³, Rangel Lisbeth, MgSc, Dr.¹, Romero Zoila Dr.¹

¹Departamento de Morfofisiopatología Escuela de Bioanálisis. Facultad de Medicina. La Universidad del Zulia. Venezuela

²Laboratorio Clínico

³Departamento de Ciencias de la Nutrición y Alimentación. Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. La Universidad del Zulia. Venezuela.

Título corto: Galletas elaboradas con linaza, avena y harina de trigo integral.

Autor correspondiente: Dra. Betty Benítez Payares. Departamento de Morfofisiopatología, Escuela de Bioanálisis. La Universidad del Zulia. bettymcbo@gmail.com

Resumen

Introducción: En los últimos años el consumo de linaza (*Linum usitatissimum* L.) ha aumentado debido a sus beneficios a la salud, atribuibles principalmente a su contenido de ácidos grasos omega-3, lignanos, y fibra dietaria. El objetivo de esta investigación fue formular y evaluar la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial un producto tipo galletas elaboradas a base de harina de linaza como principal ingrediente.

Materiales y Métodos: Para la elaboración de las galletas, se utilizó 12,5% de harina de linaza, la cual fue empleada para desarrollar dos tipos de galletas (Linaza y avena/ Linaza y harina de trigo integral). Posteriormente a estos productos se les realizaron el análisis físico-químico microbiológico y sensorial.

Resultados: Las galletas formuladas con LA y LHTI presentaron mayor contenido de proteínas, grasa, y fibra en comparación con el control (galleta comercial). Siendo la galleta elaborada con linaza y avena (LA) la que presentó los valores más alto del análisis proximal, con un contenido proteico de 12,93%, 15,32% de grasa y 12,45% de fibra. Ambas formulaciones (LA/LHTI) cumplieron todos los requerimientos microbiológicos establecidos por la normativa COVENIN. En el análisis sensorial, las galletas obtuvieron un alto grado de aceptabilidad, mostrando mayor preferencia por la galleta LA.

Conclusión: La linaza puede ser empleada para el enriquecimiento de galletas, ya que es posible sustituir un 100 % de harina de trigo por la harina de linaza obteniéndose productos nutricionalmente mejorados y aceptables al gusto del consumidor.

Palabras clave: Linaza, avena, galletas, evaluación nutricional, evaluación sensorial.

Abstract

Introduction: Introduction: In the last years the consumption of linseed (*Linum usitatissimum* L.) has increased due to his benefits to the health, attributable principally to his content of oily acids omega 3, lignanos, and dietary fiber. The aim of this investigation was formulated and to evaluate the physicochemical, microbiological and sensory quality of a product type cookies elaborated based on flour of linseed as main ingredient.

Materials and Methods: 12.5% flaxseed was used to make the biscuits, which was used to develop two types of biscuits (linseed and oats / linseed and whole wheat flour). Subsequently to these products the microbiological and sensorial physical-chemical analyzes were carried out.

Results: Cookies formulated with LA and LHTI had higher protein, fat and fiber content compared to control (commercial cookie). The biscuit made with flax and oats (LA) presented the highest values of proximal analysis, with a protein content of 12.93%, 15.32% fat and 12.45% fiber. Both formulations (LA / LHTI) met all the microbiological requirements established by the COVENIN regulation. In the sensory analysis, the cookies obtained a high degree of acceptability, showing more preference for the cookie.

Conclusion: Flaxseed can be used for the enrichment of cookies, since it is possible to substitute 100% wheat flour for linseed meal, obtaining products that are nutritionally improved and acceptable to consumers.

Key words: Flaxseed, oats, cookies, nutritional evaluation, sensory evaluation.

Introducción

Actualmente, se están desarrollando a nivel industrial y en centros de investigaciones una gama de alimentos funcionales. Productos éstos que en forma natural o procesada además de sus componentes nutritivos contienen principios activos propios o adicionados que ejercen un efecto beneficioso sobre la salud humana^{1,2}.

Últimamente uno de los alimentos funcionales que más se destaca es la linaza, (*Linum usitatissimum* L.) debido al reconocimiento de que algunos de sus componentes ofrecen beneficios para la prevención de algunas enfermedades crónicas no transmisibles³.

Históricamente la producción de linaza se orientó hacia la elaboración de aceites de uso industrial. Actualmente, dado a los atributos que ofrece existen evidencias importantes que respaldan la utilización de esta semilla como producto alimenticio. Sin embargo; muchos consumidores aún desconocen sus propiedades nutricionales y sus posibles aplicaciones en la industria de los alimentos^{3,4,5}.

Siguiendo este contexto, actualmente se cultiva alrededor de 50 países, la mayoría de los cuales están en el hemisferio norte. Siendo Canadá el principal productor, seguido por China, Estados Unidos e India⁶. En Venezuela la producción es muy pequeña y su cultivo es climáticamente viable, siendo el Estado Mérida donde existen pequeños cultivos que generan aproximadamente 150 kg de semillas/año. Sin embargo; la mayor parte de su consumo ya sea como suplemento dietético o como ingrediente para repostería, es importada desde Canadá⁷.

De acuerdo a estas evidencias, la linaza, (*Linum usitatissimum* L.) es rica en compuestos que proporcionan beneficios a la salud humana tales como el ácido α -linolénico, lignanos y a través de su efecto anti hipercolesterolémico, anti-carcinogénico, y controlador del metabolismo de la glucosa, puede también prevenir o reducir el riesgo de varias enfermedades importantes que incluyen la diabetes, el lupus, la nefritis, la aterosclerosis entre otros⁸. Además, contiene compuestos polifenólicos, que le confieren una alta capacidad antioxidante³.

De acuerdo a su composición proximal esta semilla contiene alrededor de 40% de lípidos, 30% de fibra dietética, y 20% de proteínas, el contenido de globulina es alto llegando a tener 77% de la proteína presente, en tanto que el contenido de albumina representa al 27% de la proteína total. Dentro de su perfil de aminoácidos, es relativamente rica en arginina, ácido aspártico y ácido glutámico; a diferencia de la lisina, metionina y cisteína que son los aminoácidos limitantes son⁷⁻¹¹.

Del mismo modo, esta semilla aporta actividad antimicrobiana y fungistática en los oligosacáridos extraídos, que pueden controlar el crecimiento de ciertos patógenos para el humano como la *Cándida albicans*; y de la misma forma puede con-

trolar el deterioro de alimentos causados por ciertos hongos como el *Penicilliumchrysogenum*, *Fusarium graminearum* y *Aspergillus flavus*¹².

Cabe mencionar de todos los beneficio que ofrece esta oleaginosa, hacen de esta semilla un ingrediente alimentario muy atractivo y uno de los alimentos funcionales más importantes del siglo XXI [13]. Por lo que ha despertado el interés tanto del consumidor como en la industria de los alimentos la elaboración de panes, bebidas, barras energéticas, cereales para desayuno y galletas con formulados a base de linaza como ingrediente principal, lo que conlleva a mejorar el contenido de proteínas, fibra y perfil de ácidos grasos de los productos desarrollados^{14,15}.

Con base en la situación descrita, uno de los problemas alimentarios que presenta la población venezolana es su deficiente relación omega 6/omega 3, muy diferente a la relación recomendada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [16] por lo que una alternativa de incrementar el consumo de ácidos grasos poliinsaturados omega3 en la dieta, sin necesidad de modificar los hábitos alimenticios, sería a través del desarrollo de productos formulados con linaza. Por ello, el objetivo de esta investigación fue formular y evaluar desde la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial un producto de panificación tipo galletas elaboradas a base de harina de linaza como principal ingrediente.

Materiales y métodos

Obtención de la Materia Prima

Las semillas frescas de linaza, empacadas en bolsas de plástico transparentes, fueron adquiridas en un mercado local del Municipio Maracaibo, Estado Zulia Venezuela, al igual que el resto de los ingredientes (**Tabla 1**)

Elaboración de la Harina de Linaza y Avena

Las semillas de linaza fueron molidas y pulverizadas en una licuadora industrial y pasadas a través de un tamiz con malla de 60 μ m. La harina obtenida fue empacada en bolsas de polietileno debidamente rotulada y mantenida a temperaturas de refrigeración (4°C) hasta su utilización.

Por otro lado la harina de avena fue obtenida siguiendo el mismo procedimiento de elaboración de la harina de linaza. Una vez obtenida la harina fue colocada en bolsas de polietileno herméticamente selladas y debidamente rotulada con fecha de elaboración y almacenadas bajo las mismas condiciones de temperatura de la harina de linaza.

Formulación del Producto

Una serie de formulaciones fueron conducidas para poder estudiar la factibilidad de utilizar la harina de linaza junto con la harina de trigo integral y avena, como ingredientes principales en la formulación de un producto tipo galleta y seleccionar aquella que permitiera agregar la cantidad suficiente de

linaza sin llegar a afectar el manejo tecnológico de la mezcla, ni las características organolépticas del producto elaborado.

Como resultado de las formulaciones realizadas se obtuvo un producto tipo galleta a base de linaza y avena (12,5% de harina de linaza y 35,5 % de avena) y otro a base de linaza y harina de trigo integral (12,5% de harina de linaza y 35,5% de harina de trigo integral). (Tabla 1).

Tabla 1. Ingredientes utilizados para la formulación de las galletas elaboradas a base de linaza

Ingredientes	Linaza y avena(LA) (g/100)	Linaza y harina de trigo integral (LHTI) (g/100)
Harina de Linaza	12,5	12,5
Avena	35,5	0
Harina de trigo integral	0	35,5
Aceite de Oliva	6,25	6,25
Sacarosa	26	26
Huevo	12,5	12,5
Especies*	7,25	7,25

LA: Galleta formulada a base de linaza y avena.

LHTI: Galleta formulada a base de linaza y harina de trigo integral.

*Especies: Cacao, vainilla, ralladura de naranja, nueces, esencia de almendra, esencia de coco y jugo de naranja.

El proceso de elaboración de las galletas comenzó pesando la materia prima e insumos de acuerdo a la formulación obtenida en ambos productos. Posteriormente, en un bol fueron mezclados todos los ingredientes líquidos (jugo de naranja, aceite, huevos, edulcorante) con un batidor manual Marca Oster; a los cuales les fueron añadidos los ingredientes sólidos, comenzando con la harina de linaza con su harina complementaria (harina de avena o harina de trigo integral, dependiendo de la formulación aplicada). Finalmente, a la mezcla fueron adicionadas las especies. Una vez incorporando todos los ingredientes, éstos fueron mezclados adecuadamente hasta obtener una masa homogénea la cual fue laminada con ayuda de un rodillo hasta obtener un espesor de 0,5 cm, sobre una placa de repostería antiadherente. A continuación se procedió a troquelar la masa con cortadores para galletas en diferentes formas. Éstas fueron colocadas en una bandeja previamente engrasada y horneadas en un horno casero a una temperatura controlada de 180 °C durante 20 minutos. Por último, las galletas fueron enfriadas y se empacaron en bolsas de plástico Ziploc con cierre hermético para la realización de sus análisis posteriores.

Análisis Físico-Químico

El contenido de proteínas fue determinado a través del método macro-Kjeldahl¹⁷ porcentaje de grasas fue obtenido por el método Soxhlet-Sistema HT 1043¹⁸, las cenizas fueron analizadas por el método gravimétrico de incineración en mufla a 600 °C por 24 horas¹⁹, la humedad se midió por el método de evaporación en estufa a 103°C bajo condiciones prefijadas²⁰. La determinación de fibra se realizó por digestión de la muestra desgrasada²¹. Asimismo, el contenido de carbohidratos totales se calculó por diferencia utilizando la siguiente

ecuación: %CHO= 100-(% grasa + % proteína + % humedad +% cenizas), mientras que la energía metabolizable se determinó utilizando el método empírico propuesto por Liversey²².

Análisis Microbiológico

Para garantizar la calidad microbiológica de los productos formulados, según lo establecido por COVENIN²³ para galletas, se realizó el recuento de aerobios mesófilos, coliformes, *Escherichia coli*, mohos y levaduras.

Para ello, se pesaron 11,0 g de la muestra (galleta), y se colocaron en un frasco homogeneizador conteniendo 99 mL de agua peptonada alcalina al 0,1%, luego fue mezclada en una licuadora a medias revoluciones por 2 minutos²⁴. A partir de esta dilución (10⁻¹) se prepararon 5 diluciones seriadas en tubos de 9 mL de agua peptonada alcalina estéril para su respectiva siembra. El recuento de aerobios mesófilos, coliformes totales, *E. coli*; fue realizado utilizando placas específicas Petrifilm™ (placas con películas secas rehidratables)^{25,26}.

Al mismo tiempo se realizó el recuento de mohos y levaduras según COVENIN²⁷. Los resultados de los recuentos bacterianos fueron expresados en unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (UFC/g).

Prueba de Evaluación Sensorial.

El análisis sensorial de las galletas, estuvo dirigido a 123 personas, de las cuales 25 correspondían a personal del Hospital Universitario de Maracaibo, 53 estudiantes del tercer semestre de la Escuela de Bioanálisis de la Universidad del Zulia, 25 correspondían a profesores de la Unidad Educativa Nacional Ing. Aurelio Beroes, y los 20 restantes incluían estudiantes de residencias estudiantiles de la Universidad del Zulia. El análisis se realizó a esta población debido a que el producto se perfila para un mercado masivo. Los dos tipos de galletas fueron preparadas con 24 horas de anticipación para garantizar la frescura del producto, almacenadas en bolsitas transparentes selladas a temperatura ambiente para preservar las características organolépticas.

A cada panelista se le entregó una muestra de los productos seleccionados clasificándolos como muestras A para la galleta formulada con linaza y avena y B para la galleta elaborada con linaza y harina de trigo integral, cada una de las muestras con un peso de 50g.

Una vez ofrecido el producto a los panelistas, se permitió evaluar en las galletas realizadas a través de un instrumento de recolección de datos, los siguientes aspectos: apariencia, color, olor, sabor y textura de las formulaciones desarrolladas. A tal fin, se empleó una escala hedónica de 5 puntos para la medición de la posible aceptación de la galleta, así como el nivel de agrado o desagrado, cuyas alternativas fueron: 5: Me gusta mucho; 4: Me gusta; 3: Me es indiferente; 2: Me gusta poco; 1: No me gusta.

Análisis Estadístico de los Datos

Los resultados se presentan como el valor promedio de 5 determinaciones ± la desviación estándar. Los resultados

de las características físicas y químicas de las galletas fueron sometidas a un análisis de varianza 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 $\alpha = 0,05$. Utilizando un paquete estadístico SPSS para Windows, versión 12.²⁸

Resultados

Análisis Fisicoquímico

La **Tabla 2** muestra la composición proximal, y el contenido calórico de las galletas formuladas con harina de linaza-avena (LA) y linaza- harina de trigo integral (LHTI) comparada con una galleta comercial utilizada como control (C). En cuanto al porcentaje de humedad, los resultados arrojados, señalan que no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en los productos desarrollados. Asimismo, se aprecian diferencias estadísticamente significativas entre las galletas LA (8,92 g/100g) y LHTI (9,06 g/100g) con respecto al producto comercial (6,86%). Cumpliendo ambas galletas con los requisitos establecido en la Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN²³ quienes establecen un máximo del 10% para este tipo de producto.

Tabla 2. Composición proximal de las galletas formuladas a base de linaza

Parámetros	Linaza Avena* (LA)	Linaza harina de trigo Integral (LHTI)	Control (C)
Humedad*	8,92 ± 0,15 ^a	9,06 ± 0,24 ^a	6,86 ± 0,65 ^b
Proteínas*	12,93 ± 0,08 ^a	12,10 ± 0,02 ^a	8,77 ± 0,07 ^b
Grasas*	15,32 ± 0,03 ^a	12,64 ± 0,20 ^b	8,47 ± 0,14 ^c
Cenizas*	2,02 ± 0,21 ^a	2,66 ± 0,18 ^a	2,08 ± 0,67 ^a
Fibra Dietética*	12,45 ± 0,34 ^a	8,00 ± 0,89 ^b	2,25 ± 0,4 ^c
Carbohidratos*	48,36 ± 0,17 ^a	55,54 ± 1,67 ^b	71,57 ± 1,75 ^c
Energía Metabolizable **	383,04 ± 0,44 ^a	384,32 ± 0,48 ^a	397,59 ± 0,73 ^b

* Unidad de medida g/100g ± DE (Desviación Estándar).

** Unidad de medida Kcal/100g.

^{a, b, c} medias con diferente superíndice difieren significativamente. ($P < 0,05$).

El mismo comportamiento se observa en el contenido de proteínas. Las galletas formuladas con linaza (LA/LHTI) arrojaron el mayor porcentaje con valores de 12,93g/100g y 12,10g/100g respectivamente. Mostrando diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los productos formulados con linaza con respecto al tratamiento control (8,77g/100g).

Cabe resaltar que los resultados obtenidos en el presente ensayo, se encuentran por encima de los valores establecidos para una galleta de acuerdo a las normas COVENIN²³, la cual establece que las galletas deben de tener mínimo un 3% de proteínas.

Igualmente, se puede apreciar que el contenido graso es mayor en las galletas elaboradas con linaza. Se observa diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos estudiados (LA, LHTI) con respecto al control. La galleta formulada con avena (LA) fue la que arrojó la mayor concentración de grasa, (15,32%), seguida de la del producto formulado con LHTI que contiene un aporte de 12,64%, a diferencia del producto comercial que obtuvo el menor valor (8,47%). El hecho de que la galleta control tenga el menor contenido de grasa puede ser atribuido a la ausencia de linaza en su formulación

Por otro lado, el contenido de cenizas y por ende de minerales, fue similar en todas las formulaciones realizadas, sin embargo, la galleta LHTI obtuvo el mayor porcentaje (2,66%) siendo este aporte conveniente para la salud del consumidor. Los resultados de la galleta formulada revelan un importante aporte de fibra para la formulación donde se utilizó harina de linaza y avena (12,45%). Asimismo, se puede observar que existen diferencias significativas en las galletas formuladas y con respecto al control.

Por otro lado, los resultados muestran un importante aporte de carbohidratos y energía metabolizable por parte de las diferentes formulaciones desarrolladas. Asimismo, el análisis estadístico arrojó diferencias significativas en cada uno de los tratamientos estudiados.

La caloría se refiere a la cantidad de energía que aportan los alimentos al organismo humano, en el cálculo realizado para determinar la energía metabolizable de las galletas elaboradas, se obtuvo diferencias significativas en la formulación LA con respecto a la galleta LHTI y control. El mayor contenido de energía metabolizable fue aportado por la galleta control (397,59%), mientras que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las galletas formuladas.

Según el INN el requerimiento calórico para niños venezolanos en edad escolar se va incrementando desde 1255 Kcal/día en niños de 1-3 años hasta 2091 Kcal/día en niños de 10-12 años²⁹, un consumo de 100g de las galletas elaboradas a base de linaza y avena aportan 351,64 Kcal/día representando aproximadamente por lo menos un 16% del requerimiento calórico diario, mientras que las galletas de linaza-harina de trigo integral aporta aproximadamente el 17%. Considerando que este producto es generalmente bien aceptado por la población, éste puede representar una excelente fuente calórica para los individuos.

La **Tabla 3** muestra los resultados del análisis microbiológico realizado a las galletas formuladas. Ambos tratamientos cumplieron todos los requerimientos microbiológicos establecidos por la normativa COVENIN [23]. La galleta LA, presentó los valores más alto de recuento de aerobios mesófilos (3,84). En lo que respecta al crecimiento de coliformes totales y *E. coli* ambos productos tuvieron un recuento microbiano < 1 UFC/g, valores inferiores al establecido por la normativa venezolana²³. Estos resultados reflejan la calidad higiénica sanitaria de su consumo. Asimismo; el crecimiento de mohos

y levaduras en ambas formulaciones fue <1 UFC/g, resultando por debajo de los requerimientos de la normativa²³.

Tabla 3. Análisis microbiológico de las galletas realizadas a base de linaza

Microorganismos	Galleta LA	Galleta LHTI	COVENIN	Límite	
				m*	M**
Aerobios Mesófilos	3,84	3,30	3338-97	4,69	5
Coliformes Totales	<1	<1	3276-97	1	2
<i>Escherichia coli</i>	<1	<1	3276-97	1	2
Mohos y Levaduras	<1	<1	1337-90	2	3

Resultados expresados en log UFC/g de muestra.

Galleta LA: Linaza/Avena

Galleta LHTI: Linaza/Harina de Trigo Integral.

*m= mínimo.

*M=máximo.

En la **Tabla 4** se presentan los resultados de la evaluación sensorial de la galletas formuladas con harina linaza/avena (LA) y Linaza /harina de trigo Integral (LHTI). En términos generales los penalistas manifestaron mayor aceptabilidad por la galleta formulada con linaza y avena. Donde obtuvo el mejor grado de aceptabilidad en cuanto a los atributos de sabor (79,64%), olor (71,68%) y textura (42,48%) con respecto a la galleta formulada con linaza y harina de trigo integral (LHTI), quien a su vez ésta mostró un porcentaje superior (71,68%) en cuanto al color comparado al obtenido en la galleta LA

Tabla 4. Evaluación sensorial de las galletas formuladas a base de linaza

CATEGORÍA	Sabor		Color		Olor		Textura	
	LA	LHTI	LA	LHTI	LA	LHTI	LA	LHTI
Me gusta mucho	79,64	56,64	46,90	53,10	71,68	69,91	42,48	28,32
Me gusta	14,16	30,97	42,48	35,40	19,47	24,78	37,17	36,28
Me es indiferente	1,77	3,54	4,42	5,31	4,42	2,65	5,31	10,62
Me gusta poco	2,65	5,31	4,2	4,42	2,65	1,77	8,85	15,93
No me gusta	1,77	3,53	1,77	1,77	1,77	0,88	6,19	8,85
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

(n=)123

LA: Linaza y Avena

LHTI: Linaza y harina de trigo integral

Discusión

Los resultados obtenidos con relación al contenido de humedad en las diferentes formulaciones de la galleta elaborada con harina de LA/ LHTI, muestran que el porcentaje de humedad fue mayor con respecto al tratamiento control, el cual pudo haber sido atribuido al gran aporte de fibra que contienen la linaza y avena, lo que permite absorber mayor cantidad de agua³⁰.

Se han reportado valores de humedad (8,03 g/100) en un producto tipo galleta formulado con avena, linaza y pseudo-fruto del cauñil como alternativa de un alimento funcional¹⁴, hallazgos éstos que se correlacionan a los del presente estudio. Por otro lado, fueron superiores a otras investigaciones realizadas, arrojando valores de humedad que oscilaron entre 5,97; 6,07; 6,30 y 6,63% en bizcochos fortificados a diferentes niveles con linaza¹⁰.

El nivel de harina de linaza que se puede incorporar en la elaboración de alimentos está determinado por los cambios organolépticos y tecnológicos que ocurran en ellos. En el presente estudio la utilización de un 12,5% de harina de linaza en productos de panadería tipo galleta aumentó significativamente su valor nutricional, lo cual fue reflejado en el contenido proteico mostrando una concentración superior con respecto al producto comercial.

De acuerdo a estas evidencias, a partir del resultado obtenido se puede inferir que al enriquecer la harina de trigo y de avena con harina de linaza en la elaboración de la galletas mejora el contenido proteico; este aumento es debido a que las semillas de linaza contienen aproximadamente 21 a 23% de proteínas, que no solo se refleja en el valor del contenido proteico sino también, posiblemente en la calidad de la misma⁷.

Es importante mencionar, que los hallazgos obtenidos en relación al contenido de proteína, es similar al arrojado en otras investigaciones. Entre los trabajos encontrados en la literatura se cita el de un pan enriquecido con harina integral de linaza. Los panes formulados con 10% de linaza tuvieron un contenido proteico de 13,73 g/100g³¹. Igualmente estos resultados se correlacionan con los valores de proteínas hallados en bizcochos elaborados con harina de linaza¹⁰.

Por otra parte, un estudio fisicoquímico realizado en tortas formuladas con linaza, mostraron un contenido proteico por el orden (27,78%) superior al obtenido en el presente ensayo³².

De acuerdo a las recomendaciones de consumo de energía y nutrientes para la población venezolana, las proteínas deben aportar entre 12% y 14% del total de las calorías de la dieta²⁹. Los requerimientos proteicos para adultos ve-

nezolanos son de 82g por día; por lo tanto, una ración de 100g de galleta formulada con harina de linaza proporciona 12,93g de proteínas lo que representa alrededor del 15,7% de los requerimientos proteicos diarios para un adulto, de allí que su incorporación en la dieta del venezolano sería de gran beneficio.

Cabe señalar que el constituyente principal de la linaza es la grasa la cual contiene aproximadamente de 40 a 46 g/100g^{7,33}. Los resultados permiten inferir que el enriquecimiento de galletas de avena/harina de trigo integral con linaza, en las formulaciones realizadas, aumentó significativamente el contenido de grasas en los productos alimenticios. Es importante mencionar, que el tipo de grasas contenidas en las galletas en estudio está representada por ácidos grasos poliinsaturados alfa-linolénico (omega-3) aportados principalmente por las semillas de linaza. [34,35]. Por lo que al adicionar esta oleaginosa no solo se incrementa el aporte de fibra y minerales, sino también su aporte en ácidos grasos poliinsaturados contribuye en la disminución de factores de riesgo en enfermedades cardiovasculares, dislipidemias³⁴.

Al comparar estos resultados con otro estudio similar¹⁴ en una galleta formulada con 8% de harina de trigo, 19% de avena; 8 % de linaza y 12% de aceite de canola, el contenido de grasa hallada estuvo por debajo (14,23%) al porcentaje obtenido en las galletas formuladas con LA.

Siguiendo este orden de ideas, el Instituto Nacional de Nutrición²⁹ recomienda que en menores de 16 años entre el 25 y 30% de la energía consumida debe provenir de las grasas, lo cual significa que para un requerimiento de aproximadamente 2000Kcal/día, la ingestión de 60-65g de grasa sería suficiente. Por otro lado, analizando las galletas, 100g de éstas contienen 15,32g de grasa para la galleta LA y 12,64g para la galleta LHTI, por lo que 100 g de éstas representaría aproximadamente el 25,09% y 20,70% respectivamente, del total de grasa requerida en el día.

La fuente más común de fibra alimentaria son los cereales³⁶, lo cual se puede demostrar en el alto contenido de fibra arrojado en la galleta de Linaza y avena, componentes importantes en la elaboración de un alimento funcional^{7,37}. Hallazgos éstos que guardan relación con los valores encontrados en una galleta con linaza como fuente de Fibra dietética, ellos realizaron tres formulaciones donde los mejores resultados obtenidos fueron los productos que presentaron entre el 10 y 11% de fibra³⁸. Por otra parte, difieren a otras investigaciones donde desarrollaron una barra con harina de amaranto, harina de plátano verde y harina de trigo. El porcentaje de fibra dietética obtenido fue de 6,6%, hallazgos por debajo a los encontrados en el presente estudio³⁹.

Por otro lado, el contenido de cenizas y por ende de minerales, fue similar en todas las formulaciones realizadas, siendo este aporte conveniente para la salud del consumidor. El contenido de cenizas proporciona una idea aproximada del contenido en minerales presente en el alimento⁴⁰. Por lo que

se puede inferir, que el uso de linaza y otros cereales como la avena y el trigo aumentan el aporte de minerales debido a que son fuente de minerales como calcio, fósforo, potasio, magnesio, entre otros⁴¹.

De acuerdo con los valores de referencia de energía y nutriente para la población Venezolana²⁹, los hidratos de carbonos o carbohidratos (CHO), constituye la principal fuente de energía alimentaria de la mayor parte de la población mundial.

En relación al análisis Microbiológico, los bajos valores de crecimiento bacteriano que se obtuvieron en la presente investigación, se explican debido al tratamiento térmico que reciben las galletas cuando son horneadas (180°C), y los microorganismos estudiados son altamente sensibles a altas temperaturas, aunado a lo anterior, los componentes de linaza ejercen un efecto bacteriostático y fungistático¹¹. Estos resultados fueron similares a los obtenidos en otro estudio¹⁴, cuyo recuento microbiológico se encontraron dentro de los límites permisibles por las Normas COVENIN²³.

En lo que concierne a los resultados obtenido en la evaluación Sensorial, se puede inferir, que el enriquecimiento de la linaza con avena y harina de trigo integral en la formulación de productos de panadería, no afectan las características organolépticas lo cual se evidencia en el nivel de agrado por parte del encuestado al evaluar los productos desarrollados. Aun cuando durante la elaboración de la harina de linaza, se liberan compuestos fenólicos que le confieren un amargor a los productos alimenticios⁶, este amargor en los tratamientos realizados pudo ser neutralizado con la utilización de ingredientes aromáticos como el cacao, nueces, esencias, ralladura de naranja, entre otros.

Los resultados en la presente investigación están en correspondencia con los obtenidos en una galleta elaborada con linaza, avena y cauñil presentando un alto índice de aceptabilidad en relación con el sabor, olor comparado con una galleta comercial¹⁴. Igualmente coinciden con el nivel de agrado por parte de los panelistas a unos ponqués formulados con un 5, 15, 30 y 45% de harina de linaza⁴².

Conclusiones

Los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran la factibilidad técnica de utilizar harina de linaza como ingrediente funcional para elaborar un alimento nutritivo Galletas, obteniéndose un producto enriquecido, sin afectar la calidad sensorial del mismo

Las galletas de avena y de harina de trigo integral enriquecidas con harina de linaza presentaron características físico-químicas, nutricionales y sensoriales similares entre sí. La buena aceptación de estas galletas, el alto valor nutritivo, su sabor, la posicionan como una opción novedosa, que podrían ser empleadas en los programas de merienda escolar

Agradecimiento

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de La Universidad del Zulia (CONDES-LUZ) por el financiamiento de este trabajo.

Referencias

1. Martirosyand D, Jaishree S. A new definition of functional food by FFC: what makes a new definition unique?. *Functional Foods in Health and Disease*. 2015; 5(6):209-223.
2. Shahidi, E. Nutraceutical and functional foods: Research addresses bioactive components. *Food Technol*. 2002; 56: 23.
3. Daun K, Barthet J, Chornick L, Duguid S. Structure, composition, and variety development of flaxseed. In: Thompson, L.U.; Cunanne, S.C. *Flaxseed in Human Nutrition*. 2nd ed. Champaign, Illinois. AOCS Press. 2003; pp. 1-40.
4. Morris H, Vaisey-Genserb M. Availability and Labeling of Flaxseed Food, Products and Supplements. In: Thompson, L. U.; Cunane S. C. *Flaxseed in Human Nutrition*. 2nd ed, Champaign, Illinois. AOCS Press. 2003; pp. 404-422.
5. Goyal A, Sharma V, Upadhyay N, Gill S, Sihag M.J. Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *Food Sci Technol*. 2014; 51(9):1633-1653.
6. Figuerola F, Muñoz O, Estévez A. La linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos. *Agro sur*. 2008; 36(2):49-58.
7. Ostojich Z, Sangronis, E. Caracterización de semillas de linaza (*Linum usitatissimum* L.) cultivadas en Venezuela. *Arch Latinoamer Nutr*. 2012; 62(2):192-200.
8. Babu S, Wiesenfeld W. Nutritional and Hematological Effects of Flaxseed. In: Thompson, L.U.; Cunanne, S.C.(ed.). *Flaxseed in Human Nutrition*. 2nd edn, Champaign, Illinois AOCS Press. 2003; pp. 150-173.
9. Barbary M, Al-Sohaimy S, El-Saadani M, Zeitun A. Extration, composition and physicochemical properties of flaxseed mucilage. *Journal. Adv Agric Res*. 2009; 133(3):605-622.
10. Masoodi L, Khalid Bashir V. Fortification of Biscuit with Flaxseed: Biscuit Production and Quality Evaluation. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology And Food Technology*. 2012; 1(5): 06-09.
11. Manthey F, Sinha S, Wolf-Hall Ch, Hall C. Effect of Flaxseed flour and packaging on shelf life of refrigerated pasta. *Journal of Food Processing and Preservation* 2008; 32(1):75-87
12. Jensen B. *Semillas y Germinados*, Décima Edición, Traducción de Blanco Rosa, México DF, México, Editorial YUG SA. 1994; pp. 14-15. 33-34.
13. Shearer A, Davies C. Physicochemical properties of freshly baked and stored whole-wheat muffins with and without flaxseed meal. *J. Food Qual*. 2005; 28:137-153.
14. Ortega M, Barboza Y, Piñero M P, Parra K. Formulación y evaluación de una galleta elaborada con avena, linaza y pseudofruto del caujiil como alternativa de un alimento funcional. *Multiciencias*. 2016;16 (1):76-86.
15. Hyvärinen H, Pihlava J, Hiidenhovi J, Hietaniemi V, Korhonen H, Ryhänen, A. Effect of processing and storage on the stability of flaxseed lignan added to bakery products. *Journal. Agric. Food Chem*. 2006; 54: 48-53.
16. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura Alimentaria FAO. 2005 Roma. *Anuario de Producción*.
17. *Official Methods of Analysis of the AOAC International*, 17th edition. Ed. Dr. W. Horwitz. Maryland. USA. 2000.
18. Thiex N, Anderson S, Gildemeister B.. Crude fat, diethyl ester extraction, in feed, cereal grain, and forage (Randall/Soxtec/submersion method): Collaborative study. *Journal AOAC Int*. 2003;86:888-898.
19. Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. (1979) Norma 1155. Alimentos para animales. Determinación de Cenizas. Comisión Venezolana de Normas industriales. Ministerio de Fomento. Publicación de FONDONORMA. Caracas, Venezuela.
20. Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. (1979) Norma 1156. Alimentos para animales. Determinación de Humedad. Comisión Venezolana de Normas industriales. Ministerio de Fomento. Publicación de FONDONORMA. Caracas, Venezuela.
21. Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. (1981) Norma 1789 Productos de cereales y leguminosas. Determinación de fibra cruda. Ministerio de Fomento. Comisión Venezolana de Normas industriales. Publicación de FONDONORMA. Caracas, Venezuela.
22. Livesey G. (1995). Metabolizable energy of macronutrients. *Am. J. Clin. Nutr*. 1995; 62: 1135-1142
23. Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. (2001) Norma 1483. Galletas. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ministerio de Fomento. Publicación de FONDONORMA. Caracas, Venezuela.
24. Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. (1989) Norma 1126. Alimentos. Identificación y preparación de muestras para el análisis microbiológico. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ministerio de Fomento. Publicación de FONDONORMA. Caracas, Venezuela.
25. Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. (1997) Norma 3338. Alimentos. Recuento de Aerobios. Método en placas con películas secas rehidratables (Petrifilm). Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, Venezuela
26. Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. (1997) Norma 3276. Alimentos. Recuento de Coliformes y *Escherichia coli*. Método en placa con películas secas deshidratadas. Petrifilm. Ministerio de Fomento. Comisión Venezolana de Normas industriales. Publicación de FONDONORMA. Caracas, Venezuela.
27. Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. (1990) Norma 1337. Alimentos. Método para recuento de mohos y levaduras (1era Revisión). Comisión Venezolana de Normas Industriales. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
28. SPSS Inc. M. J. Norusis (1999): *SPSS/PC+ Professional Statistics* (v. 12). Chicago: SPSS INC., p 276.
29. INN (2001) Necesidades de energías y nutrientes. Recomendación para la población venezolana. Instituto Nacional de Nutricion-Fundacion Cavendes. *Serie cuadernos azules 48: 25-28*.
30. Uysal, H.; N. Bilgiçli; A. Elgün; S. Ibanoglu; E. Herken and D. Kürşat. 2007. Effect of dietary fibre and xylanase enzyme addition on the selected properties of wire-cut cookies. *Journal. Food Engineering*. 78: 1074-1078.
31. Da Silva J, Ribeiro M, De Paula C, Leite D, Paes J. Caracterização físico-química e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha integral de linhaça. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 2011; 29(1): 83-96.

32. Gutiérrez C, Rubilar M, Jara C, Verdugo M. Flaxseed and flaxseed cake as a source of compounds for food industry. *Journal. Soil Sci. Plant Nutr.* 2010; 10(4): 454–463.
33. Rendon R, Agama E, Osorio P, Tovar J, Bello L. Proximal composition and in vitro starch digestibility in flaxseed-added corn tortilla. *J Sci Food Agric.* 2009;89(3): 537–541.
34. Gomes D; Ferreira H; De souza M, Rocha S; Duarte H. Characterization of cereal bars enriched with dietary fiber and omega 3. *Caracterizacáo de barras de cereal enriquecidas com fibra dietética e omega 3. Rev Chil Nutr.*2013; 40(33):2269-273-
35. Jiménez P, Masson L, Quitral V. Composición química de semillas de chíá, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Rev Chil Nutr* 40(2): 155-160.
36. Piere M, Garrido E, González H, Pérez H. Estudio comparativo del aporte de fibra alimentaria en cuatro tipos de frutas de consumo común en Venezuela. *Interciencia.* 2010; 35(12):939-944.
37. Barboz Y, Márquez E, Parra K, Piñeiro M, Medina L. Development of a potential functional food prepared with pigeon pea (*Cajanuscajan*), oat and *Lactobacillus reuteri* ATCC 55730. *International Journal of Food Sciences and Nutrition.* 2012; 63(7): 813-820.
38. Pacheco, E. (2005). Comunicación Personal. Esquema tecnológico para la elaboración de Galletas de trigo y linaza.
39. Osorio P, Hernández I, Aguirre C, Carmona R. Elaboración de una barra de trigo con harina de plátano y amaranto. *Ciencia y Tecnología de Alimentos.* 2016; 1(2):7344-738.
40. Fennema, O. R., & Sanz Pérez, B. (2000). *Química de los alimentos* (2a ed.). Zaragoza: Acribia.
41. Vaisey-Genser M, Morris DH. (1997). Flaxseed. Health, nutrition and functionality. Winnipeg, Canada: Flax Council of Canada. p. 95.
42. Aguiar E, de Souza M, De Castro D, Oliveira C, Aparecida F, Duarte H, Machado S. Avaliação sensorial e valor nutricional de bolos preparados com farinha integral de linhaça. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas,* 2010; 30(4): 974-979

Manuel Velasco (Venezuela) **Editor en Jefe** - Felipe Alberto Espino Comercialización y Producción
Reg Registrada en los siguientes índices y bases de datos:

SCOPUS, EMBASE, Compendex, GEOBASE, EMBiology, Elsevier BIOBASE, FLUIDEX, World Textiles,

OPEN JOURNAL SYSTEMS (OJS), REDALYC (Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal),

Google Scholar

LATINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal)

LIVECS (Literatura Venezolana para la Ciencias de la Salud), LILACS (Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud)

PERIÓDICA (Índices de Revistas Latinoamericanas en Ciencias), REVENCYT (Índice y Biblioteca Electrónica de Revistas Venezolanas de Ciencias y Tecnología)

SABER UCV, DRJI (Directory of Research Journal Indexing)

CLaCaLIA (Conocimiento Latinoamericano y Caribeño de Libre Acceso), EBSCO Publishing, PROQUEST



Esta Revista se publica bajo el auspicio del
Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico
Universidad Central de Venezuela.



cdch-ucv.net



publicaciones@cdch-ucv.net

www.revistahipertension.com.ve

www.revistadiabetes.com.ve

www.revistasindrome.com.ve

www.revistaavft.com.ve