

Desarrollo de un producto de panificación apto para el adulto mayor a base de harina de trigo y harina de arroz

María José Reyes Aguilar¹, Patricia de Palomo¹, Ricardo Bressani²

Departamento de Ingeniería en Ciencias de Alimentos, Universidad del Valle de Guatemala ¹,
Centro de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala ²

RESUMEN. Como un aporte a la nutrición / alimentación de la creciente población de adultos mayores en Guatemala, se desarrolló el presente trabajo cuyo objetivo fue evaluar la calidad química, nutritiva y sensorial de pan preparado de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz. Se evaluaron sustituciones de 15, 20, 30, 40, 50 y 60 % de harina de trigo por harina de arroz. Se encontraron diferencias con el pan control (100% harina de trigo) en el proceso de preparación, en la textura, volumen, altura, peso y volumen específico. Se notaron efectos importantes en el manejo de las masas en particular con los de 40, 50 y 60% de harina de arroz. Así mismo, a mayor nivel de arroz se encontró una textura harinosa. La calidad de la proteína del pan aumentó con el nivel de sustitución, sin embargo la diferencia en calidad proteínica entre el pan de trigo y el de 60% de arroz no alcanzó significancia estadística. En base a un análisis estadístico de las características físicas se seleccionó el pan con 30 y 40% de harina arroz y a través de una prueba de preferencia se seleccionó el pan con 30% de harina de arroz como el más adecuado para los fines del estudio. Este pan no fue diferente al pan de trigo en varios parámetros nutricionales y en algunos fue superior. Cada porción de pan tiene un peso de 80 gramos (2 rebanadas) que aporta cantidades adecuadas de calorías, proteína y sodio aunque un poco menos en fibra dietética que el pan de 100% trigo.

Palabras clave: Adultos, pan de trigo/arroz, características físicas, químicas, sensoriales, sustitución parcial de harinas.

SUMMARY. Development of bakery products for greater adult consumption based on wheat and rice flour. The present investigation was developed as a contribution to Guatemalan's elderly food and nutrition. Its main objective was to evaluate the chemical, nutritional and sensory quality of bread prepared from the partial substitution of wheat flour with rice flour. Wheat flour substitutions with rice flour in the order of 15, 20, 30, 40, 50 and 60 % were evaluated. Differences with the control (100% wheat bread) were found during the process of preparation, as well as texture, volume, height, weight and specific volume. Important effects in dough handling were noted specifically in the 40, 50 and 60% rice bread. Thus, a sandy texture was found in breads of higher rice levels. The bread protein quality increased with the level of substitution; however the protein quality difference between the wheat bread and the bread with 60% rice flour did not achieve statistical significance. Based on a statistical analysis of the physical properties the bread with 30 and 40% rice flour was selected, and through a preference test between these last two, the 30% rice flour bread was selected as the sample best suited to the present study's purposes. This bread was not different to wheat bread in many nutritional parameters, although in others it showed to be superior. Each serving size of bread has a weight of 80 grams (2 slices) that contributes adequate quantity of calories, protein and sodium, although a little less dietary fiber than 100% wheat bread.

Key words: Elder people, wheat / rice bread, physical, chemical and sensory properties, partial flour substitution.

INTRODUCCION

Los datos de población de América Latina (1) indican que en todos los países ha habido un aumento continuo en el número total de personas con un aumento en la población de 65 años y más que fluctúan entre 3% al 13%. Para el año 2020 más de 1000 millones de personas de 60 años y más vivirán en el mundo y alrededor de 700 millones en los países en desarrollo.

En Guatemala, las proyecciones para el año 2002 basadas en el censo de 1994, estimaron que habría 317,510 adultos mayores y en el año 2005 serían 467,364 (2,3). Este grupo creciente de la población merece un rol participativo dentro de la sociedad y una forma de lograrlo es tener ancianos sanos y bien alimentados.

Se sabe que los problemas de salud de los adultos mayores, se encuentran asociados a los procesos de cambios fisiológicos que experimenta el organismo y cuyas expresiones latentes son lentitud de reacciones, modificaciones en las funciones motoras y de los sentidos, pérdida de la energía y disminución de las defensas frente a las enfermedades. Estos cambios hacen que las personas mayores sean más vulnerables al medio y que tengan una mayor propensión a las enfermedades y accidentes, con consecuencias físicas, psicológicas y sociales. Todos estos cambios influyen sobre la calidad de vida de los ancianos y pueden afectar también su estado nutricional (4).

Las áreas que están relacionadas a nutrición son la boca y su condición para masticar; así mismo, está la percepción sensorial que por lo general se pierde con la dificultad de recono-

cer el color, olor, aroma y sabor del alimento. Además están los problemas que resultan por mal funcionamiento del aparato digestivo en lo que es la movilidad del esófago, en la menor movilidad gastrointestinal y vaciamiento gástrico disminuido. Existe también una reducción en la secreción de ácido clorhídrico. Otros factores son el sistema muscular y del esqueleto que interfieren con funcionalidad, aumento en deposición de grasa y menor densidad ósea. Finalmente están los problemas mentales y habilidades cognitivas que pueden interferir en el estado nutricional del individuo (4).

Los ancianos necesitan alimentos de valor nutritivo concentrado y prefieren alimentos fáciles de preparar y comer. Les gustan los productos de panadería, especialmente de buen sabor, ya que son los más accesibles, no requieren de mayor preparación y son fáciles de comer. Los requerimientos de proteína son relativamente altos entre 0.8 - 1.0 g/kg de peso, y preferiblemente proteína de alta calidad. Los de fibra se recomiendan entre 20 - 35 g/día y de carbohidratos alrededor del 50% - 55% de las calorías totales. Otro nutriente importante es la ingestión de sodio que debe ser reducida (250 a 2000 mg diarios), con ingestión adecuada de vitaminas, minerales y de agua (5,6). El desarrollo de alimentos para la población de la tercera edad se ha venido ejecutando en el tiempo. Morales de León y col. (8) desarrollaron y evaluaron una pasta para sopa a base amaranto, trigo y frijol que resultó ser apropiada para la alimentación de personas adultas. Otros estudios corresponden a pan fortificado (9), alimentos de repostería (10,11), pastas enriquecidas (12) y alimentos de humedad intermedia (13,14).

Como un aporte a la nutrición/alimentación del adulto, se decidió desarrollar un pan con sustitución parcial de la harina de trigo con harina de arroz. Se evaluaron diferentes proporciones de sustitución de harina de trigo por la de arroz para encontrar la óptima en la elaboración del pan. Así mismo, se considero de vital importancia la determinación del grado de aceptación del producto fabricado. Se realizaron pruebas físicas y sensoriales con el objeto de seleccionar el producto con mejores preferencias, tomando en cuenta sus dimensiones así como su apariencia, sabor y textura; propiedades determinantes para la aceptación del producto por la población de la tercera edad, a quien es orientado el producto. Finalmente los panes de los diversos mercados de harina de trigo y de arroz fueron evaluados por su calidad proteínica.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima

Para la elaboración del pan se utilizó harina de trigo duro enriquecida con tiamina, riboflavina, niacina y hierro, adquirida en el mercado. El arroz fue de una marca comercial que fue molido a 80 mesh en un molino de martillos. Además, se utilizó levadura de panadería (5%), sal (2%), aceite (2%) y agua (la cantidad necesaria).

Metodología

Formulación del producto

Se elaboraron muestras de pan blanco con las composiciones porcentuales de harina de trigo: harina de arroz siguientes: 100:0, 85:15, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 y 40:60.

Panificación

Se elaboraron las muestras siguiendo los pasos esenciales que se siguen en la fabricación de pan blanco por método de masa directa (15), que consiste en el pesado de los ingredientes y seguido del mezclado manual como se describe a continuación.

Se disolvió la levadura en agua tibia con azúcar hasta obtener una pasta espesa que se dejó reposar a una temperatura de 35°C durante 10 minutos. Luego se colocó sobre la mesa la mezcla de las harinas formando una corona. En el centro se distribuyó la sal, la grasa y la levadura disuelta. Se trabajó con las manos de manera que se integraran los ingredientes. Luego se procedió al amasado por 20 minutos hasta formar una masa lisa, la cual se dejó reposar para su maduración aproximadamente por una hora a 35°C hasta que aumentó el doble de su volumen.

La masa, se volvió a trabajar con las manos durante 10 minutos para quitar el aire. Luego se distribuyó en moldes rectangulares para pan, engrasados y enharinados, dejándolos reposar nuevamente por 10 minutos. El pan permaneció en el horno de 20 a 25 minutos a una temperatura de 227 - 246°C (hasta que la masa estaba dorada y cocida). Al salir del horno, el pan se sacó de los moldes (18x8x5cm) y se dejó enfriar antes de empacarlo.

Análisis físicos

Se realizó una evaluación de las características físicas del pan control y de los sustituidos por harina de arroz, midiendo con una regla graduada las dimensiones de altura, ancho y largo de las hogazas, y con una balanza su peso. Los datos de dichas mediciones, consideradas como las más importantes en un pan a base de harinas compuestas, fueron analizados estadísticamente por análisis de varianza.

Se determinó la firmeza o dureza del pan usando el método estándar de la AACC 74-09 utilizando el texturómetro TA-XT2 marca Stable Micro Systems (16).

Análisis químico

Se realizó un análisis proximal tanto de las harinas de arroz y trigo, así como de las muestras de pan 100% trigo y las que fueron seleccionadas por la prueba sensorial de preferencia, cuantificando con los siguientes métodos de la AOAC (17):

- Humedad, Método No. 14.004, horno de aire
- Cenizas, Método No. 14.006, método directo
- Grasa, Método No. 14.018, extracto etéreo

- d. Proteína, Método No. 14.026, Kjeldahl
- e. Fibra dietética, Método No. 45.4.07
- f. Carbohidratos por diferencia
- g. Calorías por calorimetría, usando el equipo marca Parr No. 1901
- h. Sodio por fotometría de llama

Los panes de trigo y trigo/arroz se analizaron también por:

- a. Lisina disponible, Método de Hurrell y col (18)
- b. Contenido de amilosa, Método de Juliano (19)
- c. Digestibilidad de la proteína in vitro, Método de Mertz y col (20)

Los análisis fueron hechos en triplicado para cada muestra.

Evaluación sensorial

Las formulaciones que no fueron significativamente diferentes de acuerdo al análisis de varianza fueron evaluadas con un panel de treinta personas de la tercera edad con un rango de edad entre 65 y 78 años y de ambos sexos. Era importante que las personas que evaluaran este producto fueran mayores de 65 años pues hacia ellas está dirigido el producto específicamente. Para este ensayo se utilizó el test discriminatorio pareado de preferencia. En ésta prueba los panelistas seleccionaron entre las muestras, indicando si preferían una muestra sobre otra. El uso de la opción de «no prefiero ninguna» o «las dos me desagradan igual» no se utilizó ya que reduciría el poder estadístico de la prueba pues se haría necesaria una mayor diferencia en las preferencias para poder obtener significancia estadística.

Las muestras (A) y (B) se presentaron en recipientes idénticos codificados con números aleatorios de 3 dígitos, en dos posibles órdenes de presentación: A y B ó B y A. Las muestras se presentaron en ambos órdenes el mismo número de veces.

El pan blanco preferido según la prueba de preferencia realizada se evaluó por medio de una prueba hedónica (21). En ésta prueba se le pidió al mismo panel que aplicó el test de preferencia que evaluara la aceptabilidad del pan que resultó seleccionado. En éste ensayo se le pidió al panel que luego de su primera impresión respondiera cuánto le gustó o disgustó el producto, de acuerdo a la escala verbal - numérica presentada en la boleta de evaluación. Para esta prueba se utilizó una escala hedónica de 5 puntos, en la cual cada panelista eligió entre las siguientes opciones:

- Me gusta mucho
- Me gusta
- No me gusta ni me disgusta
- Me disgusta
- Me disgusta mucho

Cada panelista recibió una muestra codificada del producto junto con la hoja de respuestas. A cada uno de los incisos (me gusta, no me gusta, etc.) que describen cada característica (sabor, textura, etc.) se le asignó un valor en escala de peor a mejor (0 para la peor y 4 para la mejor). La suma de todos los valores, de todos los incisos divididos en el número total de personas entrevistadas, nos dió la cantidad que mejor describe cada cualidad.

Los panes para los paneles sensoriales fueron almacenados en bolsas de plástico durante una noche a temperatura ambiente. La hogaza de pan fue cortada en rebanadas de 1 cm de grosor. Para prevenir que se secaran las muestras fueron cubiertas con un material plástico antes de servir las.

Con ésta prueba se midió agrado o desagradado del pan blanco desarrollado en la población de la tercera edad.

Evaluación biológica

Muestras de panes de todas las formulaciones se rebanaron y se pusieron a secar a una temperatura no mayor de 60°C. Luego se molieron. Esto se repitió dos veces. Las harinas resultantes se analizaron por humedad y proteína como ya fuera indicado.

Las harinas se incorporaron en la siguiente dieta basal: harina de pan 90%, minerales 4% AIN 93M (22), aceite vegetal 5%, vitaminas 1% AIN 76A (22). Además de estas dietas experimentales se preparó una dieta de caseína para dar 10% de proteína y una dieta aptoteica para ser utilizada en el método de NPR. Se utilizaron 72 ratas (36 hembras y 36 machos) de 22 - 24 días de edad y se distribuyeron por peso entre 9 grupos, con 8 ratas/grupo. La alimentación fue ad libitum por un período de 21 días. Las ratas disponían de agua todo el tiempo y la T° del laboratorio se mantuvo a 25°C con 12 horas de luz y 12 de oscuridad. Se pesaron cada 7 días.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis químico proximal de ingredientes

La Tabla 1 resume los datos de composición química de las harinas utilizadas en el estudio.

TABLA 1
Composición química proximal (%) de la materia prima
(base natural)

Componente	Harina de trigo	Harina de arroz
Carbohidratos	77.32 ± 0.26	85.96 ± 0.39
Proteína	10.62 ± 0.06	5.91 ± 0.58
Grasa	1.38 ± 0.11	0.65 ± 0.05
Humedad	10.09 ± 0.20	7.63 ± 0.56
Cenizas	0.59 ± 0.02	0.36 ± 0.03
Energía cal/100 g	362	373

Como se puede observar, la harina de trigo es superior a la harina de arroz en su contenido de proteína, grasa y cenizas, mientras que la harina de arroz contenía cantidades similares de carbohidratos y energía en base seca. Los valores son similares a los indicados en las Tablas de Composición de Alimentos (23).

Análisis físico del pan

Se inició el presente trabajo con un diseño experimental en el que la variable independiente para el desarrollo del producto final fue el nivel de sustitución de harina de trigo por harina de arroz en porcentajes de 0, 15, 20, 30, 40, 50 y 60% por peso.

En la evaluación de la preparación del pan vale la pena indicar que hubo diferencias muy notables en el manejo de las masas, principalmente las de los panes hechos con mayor sustitución de harina de trigo (40, 50 y 60% de sustitución).

Estas diferencias fueron básicamente: la textura de la masa, un tanto arenosa, así como una notable absorción del agua de dichas formulaciones que dieron como resultado masas pegajosas y un poco difíciles de manejar. Esto se pudo evitar en buena medida al realizar la mezcla de ingredientes con un 90% de la mezcla de harinas y luego en la fase de amasado se agregó el 10% restante en la mesa de trabajo y a las manos para evitar lo pegajoso. Con los panes hechos con sustitución de 15, 20 y 30% casi no hubo problemas de este tipo por la menor cantidad de harina de arroz añadida a la harina de trigo.

En el análisis físico cada uno de los 18 panes resultantes (6 niveles x 3 repeticiones) fueron evaluados por su volumen, textura y apariencia en general y luego comparados contra un pan control de 100% de trigo (ver Figura 1 y Tabla 2).

FIGURA 1
Efectos de la sustitución de la harina de trigo por harina de arroz a diferentes porcentajes

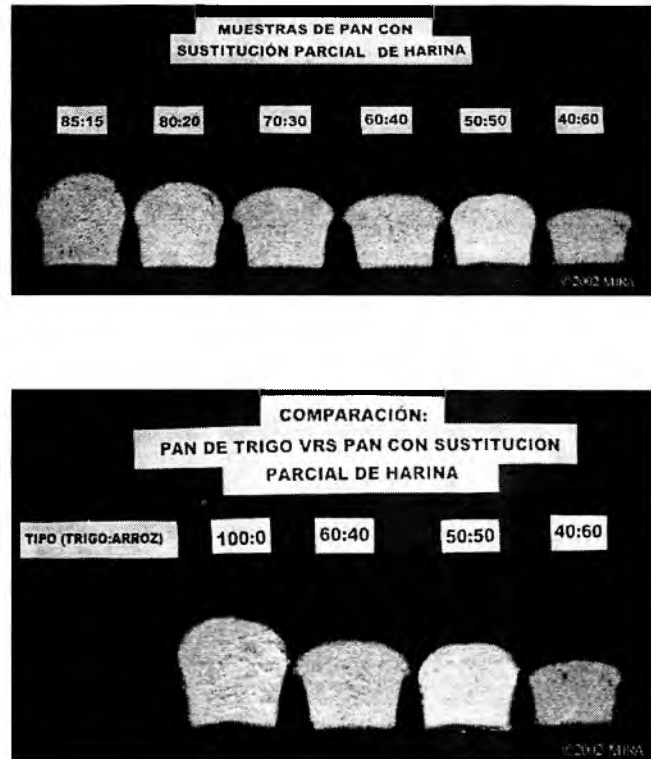


TABLA 2

Dimensiones de los panes con diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de arroz

% Sustitución		Altura (cm)	Volumen (cm ³)	Volumen específico (cm ³ /g)	Peso (g)
Trigo	Arroz				
100	0	9.23 ± 1.17	1126.84 ± 94.58	2.46 ± 0.19	458.3 ± 10.4
85	15	8.95 ± 0.37	1110.15 ± 63.28	2.43 ± 0.16	458.7 ± 8.5
80	20	8.60 ± 0.18	1053.30 ± 11.76	2.33 ± 0.02	451.0 ± 2.9
70	30	8.63 ± 0.39	1079.42 ± 58.31	2.33 ± 0.10	467.5 ± 10.4
60	40	7.65 ± 0.97	916.39 ± 139.65	1.89 ± 0.27	461.2 ± 13.8
50	50	7.45 ± 0.13	914.10 ± 19.10	2.01 ± 0.04	455.0 ± 4.1
40	60	5.93 ± 0.67	702.30 ± 89.54	1.58 ± 0.20	445.0 ± 5.0

La evaluación visual de los panes con sustitución de más de 50% de harina detectó un menor tamaño de poros y hogazas más compactas. El pan con 60% de sustitución produjo hogazas con casi el mismo tamaño que la masa original que se colocó en el molde, lo que indica que no se produjo una retención de gas durante la maduración. Por lo que se puede afirmar que a mayor porcentaje de sustitución de harina se obtiene un menor tamaño de hogaza de pan.

Con respecto a la evaluación de las características físicas del pan, las medidas de ancho y largo de los diferentes tratamientos de sustitución permanecieron más o menos constantes, se presentan en la Figura 2a y 2b.

Por otra parte las medidas de altura, volumen y peso que se resumen en la Tabla 2 presentaron mayor diferencia entre sí, notándose un decremento en magnitud de las mismas al aumentar el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de arroz.

FIGURA 2a

Comparación de promedios de las mediciones de alto, ancho y largo de las formulaciones

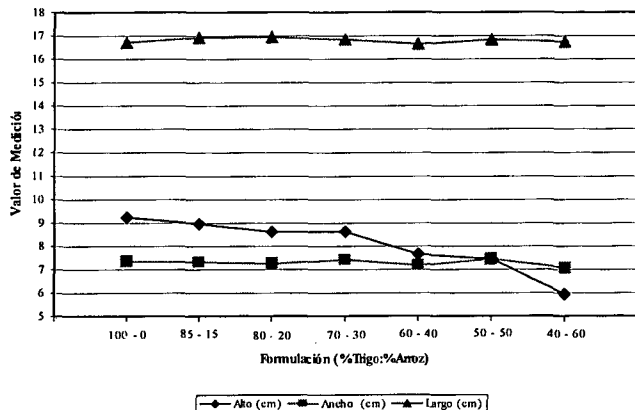
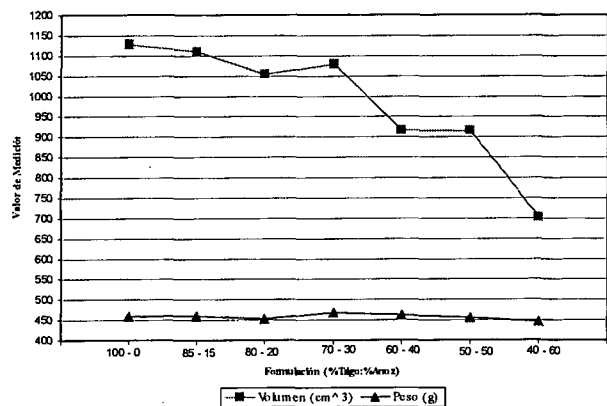


FIGURA 2b

Comparación entre las mediciones de volumen y peso de las formulaciones



Los anteriores resultados fueron analizados estadísticamente con la prueba de análisis de varianza para determinar si había diferencia significativa entre las muestras como se muestra a continuación.

TABLA 3

Análisis de varianza ($\alpha \leq 0.05$) entre los panes con diferentes porcentajes de sustitución de harina respecto al control (100% trigo)

Dimensión	F experimental	F crítica	Resultado
Altura	10.06	> 2.85	Si hay diferencia significativa
Volumen	12.98	> 2.85	Si hay diferencia significativa
Peso	4.14	> 2.85	Si hay diferencia significativa

En la Tabla 3 se puede observar que sí hubo diferencias significativas en todas las características entre los panes con harina de arroz y el pan control. Por consiguiente el pan control es significativamente diferente a los panes con sustitución de harina de trigo con harina de arroz.

Esta diferencia significativa fue debida a que durante la fabricación de las masas, la sustitución de harina de trigo por harina de arroz redujo la cohesividad y la propiedad de retener el dióxido de carbono producido durante la fermentación dando como resultados panes más compactos.

TABLA 4

Análisis de varianza ($\alpha \leq 0.05$) entre los panes con diferentes porcentajes de sustitución de harina

Dimensión	F experimental	F crítica	Resultado
Altura	15.77	> 3.11	Si hay diferencia significativa
Volumen	14.74	> 3.11	Si hay diferencia significativa
Peso	5.66	> 3.11	Si hay diferencia significativa

El análisis de varianza de las mediciones físicas entre los panes con sustitución parcial de arroz que se presenta en la tabla 4, demostró que si existe una diferencia significativa en cuanto a las tres variables medidas entre los panes con sustitución de harina de trigo con harina de arroz.

De estos resultados se hizo necesario realizar un análisis de varianza por factor para cada pan a manera de compararlos entre si, encontrándose lo siguiente:

- Las formulaciones con 15, 20, 30 y 40% de sustitución de harina de trigo por harina de arroz presentan diferencia significativa sobre el resto de muestras pero no entre si.
- La formulación con 50% de sustitución no difiere significativamente de la formulación con 60% de sustitución, pero si del resto de las muestras en cuanto a sus dimensiones de altura y volumen.
- La formulación con 60% de sustitución difiere significativamente de todas las muestras.

A partir de éstos resultados y de la evaluación visual de las muestras se descartaron las formulaciones con 60 y 50%. También fueron descartadas las formulaciones con 15 y 20% de sustitución puesto que para los fines del trabajo se consideró que no era una sustitución significativa.

Evaluación sensorial

Con las dos formulaciones restantes (30% y 40% de sustitución), se procedió a realizar una evaluación sensorial para detectar la preferencia de los panelistas entre las dos muestras. El total de preferencias obtenidas que fue 22 de 30 se analizó por tablas de distribución binomial del mínimo de juicios para establecer preferencias significativas.

Se determinó que existe una preferencia con un nivel de

5% de significancia entre los resultados obtenidos para la formulación con 30% de sustitución de harina de trigo con harina de arroz. En otras palabras, el panel señaló como producto preferido el elaborado con un 30% de sustitución de harina, con un nivel de significancia del 5%. Estos resultados nos permiten afirmar con certeza que la muestra con 30% de sus-

titución es la preferida, y que solamente 5 de cada 100 preferencias por dicha formulación podría deberse al azar.

La aceptabilidad de la formulación preferida se determinó por el mismo panel sensorial de personas de la tercera edad por medio de una escala hedónica de 5 puntos. Los resultados de la evaluación se presentan en la Tabla 5.

TABLA 5
Prueba hedónica de 5 puntos para la muestra con 30% de harina de arroz

Característica	Apariencia			Sabor			Textura			Aceptabilidad general		
	# Personas	Valor	Total	# Personas	Valor	Total	# Personas	Valor	Total	# Personas	Valor	Total
Me gusta mucho	7	4	28	8	4	32	7	4	28	7	4	28
Me gusta	19	3	57	16	3	48	20	3	60	17	3	51
No me gusta ni me disgusta	4	2	8	3	2	6	3	2	6	6	2	12
Me disgusta	0	1	0	3	1	3	0	1	0	0	1	0
Me disgusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			93			89			94			91
Me gusta	3.10 ± 0.22			2.97 ± 0.25			3.13 ± 0.21			3.03 ± 0.24		

Los resultados de la evaluación sensorial indican que la muestra de pan con sustitución parcial de harina de trigo con un 30% de harina de arroz fue calificada en cuanto a su sabor, textura, color y apariencia general como «Me gusta» por la población de la tercera edad. El análisis estadístico de la evaluación sensorial nos confirma con un 95% de confianza que las características calificadas si tienen el valor encontrado con un error menor a 0.25. Esto nos indica que el valor encontrado es ese ± 0.25.

En algunas observaciones anotadas por los encuestadores se encontró un comentario en común, el cual era que el pan era fácil de ensalivar al masticar, comentario positivo puesto que consideran que el pan sándwich que actualmente está en el mercado se apelmaza en el paladar durante la masticación, lo cual dificulta tragarlo.

Análisis químicos

La muestra de harina de arroz analizada presentó un contenido de amilosa de 7.55%, lo que indica que el arroz utilizado para la realización de este trabajo de investigación es de bajo contenido de amilosa, característica que hace a la harina de arroz utilizada, ideal para la producción de pan con una buena textura de miga. Esta afirmación se basa en que el contenido de amilosa es un factor que afecta la textura de los panes leudados, es decir, solo el arroz con bajo contenido de amilosa y baja temperatura de gelatinización resulta en panes suaves sin importar el tamaño del grano. Si alguno de los dos factores es alto la textura del pan se vuelve arenosa.

Los resultados de análisis proximal del pan de trigo vrs. el pan con 30% de arroz se presentan en la Tabla 6.

TABLA 6
Composición química proximal del pan de 100% de trigo y el pan trigo : arroz (70:30)

	Trigo (100%)	Trigo: Arroz (70:30)
Humedad, g/100g	32.44 ± 0.17	31.03 ± 0.32
Proteína, g/100g	13.22 ± 0.17	11.36 ± 0.36
Grasa, g/100g	3.85 ± 0.17	4.48 ± 0.11
Cenizas, g/100g	1.09 ± 0.17	1.98 ± 0.03
Carbohidratos g/100g	49.40 ± 0.17	51.65 ± 0.39
Fibra Dietética Total g/100g	3.28	2.89
Lisina Disponible mg/g	23.32	35.10
Sodio mg/100 g	184	173
Proteína Digerible g/100g	5.29 ± 0.001	5.84 ± 0.004

En el análisis de proteínas se obtuvo un resultado de 11.36% de proteína en el pan desarrollado. Dado que cada porción de pan tiene un peso de 80 g (2 rebanadas), cada porción aporta 9.09 g de proteína. Esto a su vez nos da un contenido de 27.27 g de proteína al ingerir 3 porciones diarias que es el consumo máximo de pan recomendado para personas de tercera edad. Esta cantidad de proteínas obtenidas en el pan aporta 43.25% y 54.54% de la ingesta diaria recomendada de proteínas para un adulto mayor de sexo masculino y femenino respectivamente.

Es de interés discutir el efecto complementario nutricional del arroz como fuente de proteína a las proteínas en la harina de trigo. Esto se detalla en la Tabla 7, en donde se ve que conforme aumenta el nivel de arroz en la formula aumenta la calidad de la proteína de 1.33 a 1.61, aunque la diferencia no

es estadísticamente significativa. A pesar que se ha indicado que el contenido de proteínas del arroz es limitado, su calidad es mejor a la de otros cereales. En comparación con la harina de trigo, el contenido de aminoácidos del arroz (especialmente lisina) es más alto que los aminoácidos del trigo, lo cual hace que las proteínas del arroz sean biológicamente mejores que las del trigo.

TABLA 7
Calidad proteínica de panes elaborados con diferentes proporciones de harina de trigo y de harina de arroz

Dieta		Aumento en peso promedio, g	Alimento ingerido promedio, g	NPR
Trigo	Arroz			
100	0	9 c	120	1.33 ± 0.20 b
85	15	13 bc	141	1.38 ± 0.34 b
80	20	11 bc	125	1.55 ± 0.36 b
70	30	16 bc	141	1.61 ± 0.38 b
60	40	16 bc	141	1.65 ± 0.24 b
50	50	15 bc	124	1.72 ± 0.48 b
40	60	23 b	143	1.97 ± 0.40 b
Caseína		97 b	277	3.59 ± 0.31 a

Esto último se pudo comprobar no solo por la respuesta biológica sino con un análisis de la lisina disponible en el producto con sustitución de harina de trigo con harina de arroz comparado con un pan control. Los resultados de la Tabla 6 confirman que el pan con 30% de sustitución de la harina de trigo con harina de arroz tiene más lisina disponible por gramo de proteína (3.09 mg lisina/g proteína), que el pan elaborado solamente con harina de trigo (1.84 mg lisina/g proteína).

De estos resultados podemos afirmar que una porción de nuestro producto aporta 28.08 mg lisina en comparación de 19.46 mg de lisina que aporta una porción del pan control. Estos resultados demuestran que el arroz es una fuente aceptable de lisina para los productos de panificación ejerciendo un efecto complementario.

Se determinó la calidad de la proteína del producto desarrollado, no solo por su composición en el aminoácido lisina y la respuesta biológica, sino que también por su digestibilidad. Se determinó que el porcentaje de proteína que puede ser absorbido en forma de aminoácidos del pan con sustitución parcial de harina de trigo con harina de arroz (5.84%) es mayor que el del pan control (5.29%). El análisis de éstos hallazgos confirma que las proteínas del producto desarrollado son de mejor calidad que las del pan control así como la ventaja nutricional que tiene la sustitución parcial de la harina de trigo con harina de arroz en productos de panificación.

Como se indica en la Tabla 8, referente al análisis nutricional del pan 70:30 trigo arroz, su consumo aportaría cantidades atractivas de los diferentes nutrientes que fueron analizados.

TABLA 8
Análisis nutricional del pan con 30% de sustitución con harina de arroz

Tamaño por porción		2 rodajas - 80 g	
Porciones por envase		Aproximadamente 6	
Cantidad / Porción			
Calorías		356	
		% del Valor Diario*	
Grasa total	3.58 g	4.11	
Sodio	138.4 mg	6.92	
Carbohidratos	41.32 g	13.24	
Proteínas	9.09 g	14.43	
Fibra dietética	2.31 g	7.70	

* Basados en una dieta de 2,400 calorías

Para la determinación de la vida de anaquel, se evaluaron cada día, desde su elaboración hasta 5 días de almacenamiento, las características de sabor, textura y crecimiento de hongos en rodajas de pan. En el cuarto día se sintieron variaciones leves en la textura por la retrogradación de los almidones y para el día siete se presentó crecimiento de mohos. Para retardar la aparición de hongos, se utilizó un preservante antifúngico, con el cual se logró aumentar la vida de anaquel del producto a tres semanas.

Finalmente, se hizo un análisis de compresibilidad del producto desarrollado comparándolo con el control (Tabla 9). Esto debido a que la dureza o firmeza del pan se relaciona bien con su envejecimiento. Los valores de dureza, expresados en kilogramos de fuerza de compresión del pan con 30% de sustitución de harina y del pan control están en la tabla.

TABLA 9
Evaluación de dureza del pan trigo: arroz (70:30) comparado con el pan de trigo (100%)

Tiempo días	Fuerza de compresión (kg)	
	Pan de trigo (100%)	Pan de trigo/arroz (70:30)
0	3.56	7.67
2	3.46	16.43
5	29.65	19.82

Es claro que la velocidad de endurecimiento del pan con sustitución de harina es mayor que el pan control. El aumento de dureza en el pan con sustitución de harina durante el segundo día a temperatura ambiente sugiere el inicio de la retrogradación del almidón. Además, si se calcula la fuerza media de compresión de ambas muestras, se obtienen 14.64 y 12.22 kg de fuerza para el pan con sustitución parcial de harina y para el pan de trigo respectivamente.

De estas fuerzas medias se puede decir que el producto desarrollado es más firme que el pan control. Sin embargo, el análisis de varianza de todos los valores demostró que la dureza del pan con sustitución de harina no es significativamente diferente que la dureza del pan de trigo ($F_{\text{experimental}} < F_{\text{crítico}}$: $0.07 < 7.71$).

CONCLUSIONES

1. Sí fue posible desarrollar un pan blanco (tipo sándwich) con sustitución parcial de la harina de trigo (70%) por harina de arroz (30%), apto para ser consumido por personas de la tercera edad.
2. Los porcentajes de composición química del pan son apropiados para una dieta de una persona de la tercera edad.
3. El producto final demostró tener un buen grado de aceptabilidad dentro del panel de personas de la tercera edad que lo evaluaron sensorialmente.
4. El pan con 30% de sustitución parcial de harina de trigo con harina de arroz comparado con un pan de trigo tiene menor contenido de proteínas pero de mejor calidad por su digestibilidad y contenido del aminoácido lisina.
5. El producto desarrollado es ideal para pacientes en dietas bajas en sodio y bajas en proteínas.
6. El consumo habitual de arroz se aconseja a toda la población, y especialmente a personas de la tercera edad con hipertensión ya que una característica de este alimento es su bajo contenido en sodio. El pan desarrollado es una excelente opción para aumentar el consumo de arroz en las personas de la tercera edad con efectos positivos en su salud.

REFERENCIAS

1. OPS. Las Condiciones de Salud en las Américas. Vol. 1 Ed. 1990, OPS, Washington, DC Pub. Cient. 524.
2. INE. 1996. República de Guatemala: Características de Población y Habitación, Cifras Definitivas. Instituto Nacional de Estadística, INE, Sistema Estadístico Nacional, SEN. Guatemala. 162 pp.
3. INE. 2001. Guatemala: Proyecciones de Población a Nivel Departamental y Municipal por año Calendario - Período 2000-2005. Instituto Nacional de Estadística 194 pp.
4. BJ Anthony. Nutritional assessment of the Elderly, *Cajanus* 1999;32(4) 201-216.
5. Havel R. et. Al. Recommended dietary allowances. 10ª edición. Food and Nutrition Board Commission on Life Sciences, National Research Council. National Academy Press. EEUU. 1989;285 pp.
6. Buzinci K. Drug therapy in the Elderly. *Cajanus* 1999;32(4) 194-200.
7. Horwitz, A. Guías alimentarias y metas nutricionales en el envejecimiento. *Arch Latinoamer Nutr.* 1988;38:723-749.
8. Morales de León J, M del Pilar Mercado Godínez y P Cecin Salomon. Desarrollo de una pasta para sopa diseñada de acuerdo a los gustos y recomendaciones nutricias para los ancianos. *Arch. Latinoamer Nutr.* 1997;47:152-156.
9. Topp O, E Wittig de Penna, A Bunger, D Soto, L Cariaga, E Cornejo, R Fuenzalida. Desarrollo de alimentos para el adulto mayor pan fortificado. *Alimentos* 1994;19(2):18-27.
10. Wittig de PE, A Bunger, S Acevedo, D Soto, L Cariaga, R Fuenzalida, E Cornejo. Desarrollo y control de un alimento de repostería para el adulto mayor. *Arch Latinoamer Nutr.* 1994;44:95-5.
11. Vera MS, Wittig de Penna E, A Bunger, D Soto, L Cariaga, R Fuenzalida, E Cornejo, L López. Desarrollo de productos para el adulto mayor: Budín enriquecido con vitaminas. *Arch. Latinoamer Nutr.* 1995;41:63-66.
12. Wittig de Penna, EL Serrano, A Bunger, D Soto, L López, N Hernández & J Ruales. Optimización de una formulación de espaguetis enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el adulto mayor. *Arch Latinoamer Nutr.* 2002;52:91-100.
13. Morales de León J, PC Salmón, ML Crail Chávez. Desarrollo de un picadillo de humedad intermedia para ancianos con base en soya texturizada. *Arch Latinoamer. Nutr.* 1995;45(4):329-335.
14. Del Catillo VC, MA de Román & JC Gotifredi. Alimentos de humedad intermedia para ancianos en base a extrusado de maíz: soya, adicionado con calcio. *Arch Latinoamer Nutr.* 2000;50(3) 296-300.
15. Matz, S. 1992. *Bakery Technology and Engineering*. 3ª Edición. EEUU. 853 pp.
16. AACC 74-09.
17. Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 1984. *Official Methods of Analysis*. 14ª Edición. Arlington, Virginia. EEUU. 1141 pp.
18. Hurrell, R., P. Lerman & K. Carpenter. Reactive lysine in food stuffs as measured by a rapid dye-binding procedure. *J Food Sci.* 1979;44:1221-1231, 1979.
19. Juliano BO. A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Sci Today*. 1971;Vol. 16, No. 10 [334-340] pp.
20. Mertz, E.T., M.M. Hassen, C.C. Whiltern, A. Kirleis, L. Tu and J. Actell. Pepsin digestibility of proteins in sorghum and major cereals. *Pric. Nat. Acid. Sci. U.S.* 81:72, 1984.
21. Wittig de Penna, E. 1981. Evaluación Sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Talleres Gráficos USACH. Chile. 134 pp.
22. Dyets Inc. Products Catalog 1999. 2508 Easton Ave. Bethlehem, Pa. 18017. INCAP. 1993. Valor Nutritivo de los Alimentos de Centro América. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP/Organización Panamericana de Salud, OPS. Guatemala. 98 pp.

Recibido:17-12-2003

Aceptado:23-08-2004