

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería y Ciencias de los Alimentos

DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN
APTO PARA EL ADULTO MAYOR

MARÍA JOSÉ REYES AGUILAR

Guatemala

2002

DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN
APTO PARA EL ADULTO MAYOR

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería y Ciencias de los Alimentos

DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN
APTO PARA EL ADULTO MAYOR

Trabajo de investigación presentado para optar al grado académico
de Maestría en ciencia y tecnología de alimentos.

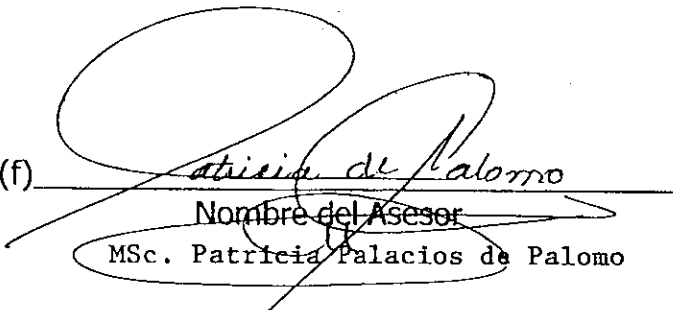
MARÍA JOSÉ REYES AGUILAR

Guatemala

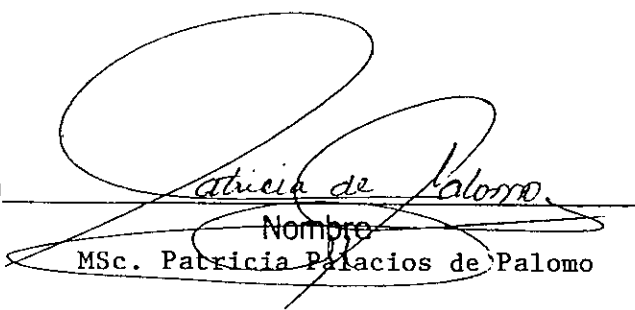
2002


BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

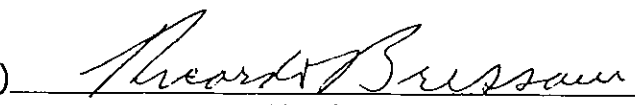
Vo. Bo.

(f) 
Nombre del Asesor
MSc. Patricia Palacios de Palomo

Tribunal:

(f) 
Nombre
MSc. Patricia Palacios de Palomo

(f) 
Nombre
MSc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

(f) 
Nombre
Dr. Ricardo Bressani

Fecha Aprobación: 21 de febrero de 2003



Santísimo Sacramento del Altar

Santísima Virgen María

Gracias.

Les amo.



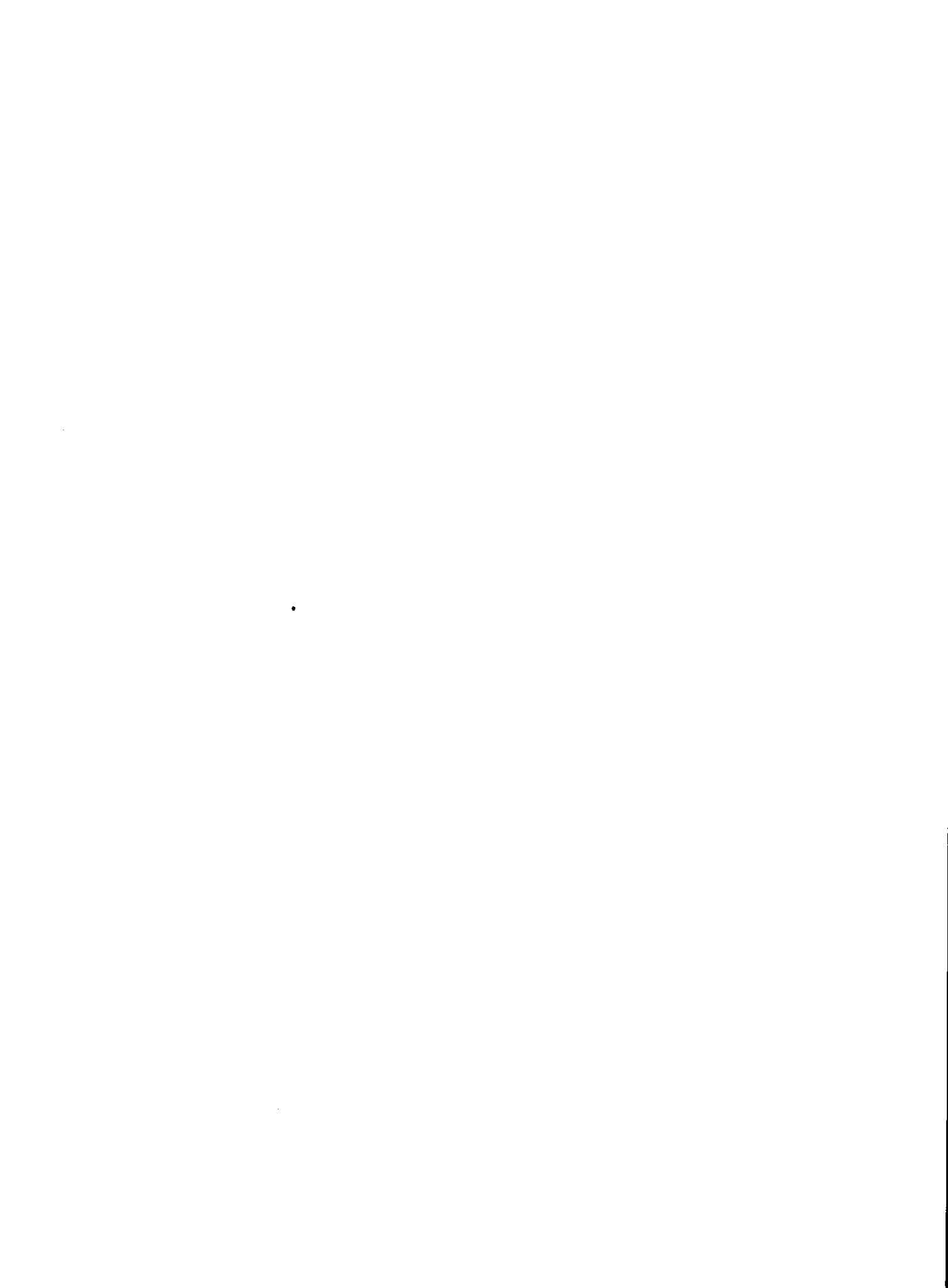
RESUMEN

En Guatemala, como en otros países de América Latina y el mundo, ha habido un aumento de la población de 65 años y más. Los problemas de salud de los adultos mayores se asocian a todos los procesos fisiológicos que experimenta el organismo, y todos estos cambios influyen sobre la calidad de vida de los ancianos y a su vez, pueden afectar su estado nutricional. Este último está asociado al proceso de ingerir alimentos y al funcionamiento del aparato digestivo, además de la pérdida de la percepción sensorial. Como un aporte a la nutrición / alimentación del adulto mayor se desarrolló el presente trabajo cuyo objetivo fue el de 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 arroz por harina de trigo. Se encontraron diferencias con el pan control (100% harina de trigo) en el proceso de preparación, en la textura y en el 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. Asimismo, 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 entre el pan de trigo y el de 60% de arroz no alcanzó significancia estadística. De acuerdo 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. Además demostró tener un buen grado de aceptabilidad dentro del panel de personas de la tercera edad que lo evaluaron sensorialmente.

Cada porción de pan tenía un peso de 80 gramos (2 rodajas) que aporta cantidades de calorías, proteína y sodio apropiados para una dieta de una persona de la tercera edad, aunque un poco menos en fibra dietética que el pan de 100% trigo.



CONTENIDO

RESUMEN	xi
LISTA DE CUADROS	xv
LISTA DE FIGURAS	xvii
LISTA DE GRÁFICAS	xvii
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
A. La tercera edad	3
1. Características fisiológicas después de los 65.	4
2. Nutrición en la tercera edad.	6
3. La alimentación saludable en la tercera edad.	13
4. Digestión del adulto mayor.	15
5. Interacciones alimentos–medicamentos.	16
B. El arroz.	18
1. Origen.	18
2. Morfología y taxonomía.	19
3. Estructura del grano de arroz.	19
4. Tipos de arroz.	20
5. Usos.	21
6. Arroz en la alimentación humana.	21
7. Composición química del arroz.	22
8. Valor nutritivo del arroz.	26
9. Propiedades.	27
C. El pan.	30
1. Valor nutritivo.	31
2. Importancia proteica del pan.	32
3. Factores a juzgar en el pan.	34
4. Endurecimiento del pan.	35
5. Harinas compuestas.	35
6. Uso del arroz en la industria de panificación.	38
7. Panes funcionales.	39

III.	JUSTIFICACIÓN	43
IV.	OBJETIVOS	45
	A. Objetivo general.	45
	B. Objetivos específicos.	45
V.	HIPÓTESIS	47
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS	49
	A. Materia prima.	49
	B. Metodología.	49
	1. Formulación del producto.	49
	2. Panificación.	49
	3. Análisis físico.	50
	4. Análisis químico.	50
	5. Evaluación sensorial.	51
VII.	RESULTADOS	53
	A. Análisis físico.	53
	B. Análisis químico	56
	C. Evaluación sensorial.	57
VIII.	DISCUSIÓN	59
IX.	CONCLUSIONES	67
X.	RECOMENDACIONES	69
XI.	BIBLIOGRAFÍA	71
XII.	APÉNDICE	77
	A. Análisis físicos.	77
	B. Métodos para análisis químicos.	81
	C. Evaluación sensorial.	94

LISTA DE CUADROS

Cuadro No. 1	Población total por área, urbana, rural y sexo por edad y edad simple.....	3
Cuadro No. 2	Estimaciones de la población total de la república, por año calendario y grupo quinquenal de edad.....	4
Cuadro No. 3	Ingestas recomendadas de energía y nutrientes para la población de 51 y más años.....	12
Cuadro No. 4	Fármacos comúnmente consumidos por adultos mayores y sus efectos.	17
Cuadro No. 5	Guatemala: consumo aparente de granos básicos, 1999.....	22
Cuadro No. 6	Composición de los productos del arroz.....	23
Cuadro No. 7	Composición química y valores energéticos del arroz por 100 g de porción comestible..	25
Cuadro No. 8	Composición química y contenido vitamínico de cuatro cereales (%).....	26
Cuadro No. 9	Contenido de aminoácidos esenciales de varios cereales (g/16 g N).....	27
Cuadro No.10	Composición de las harinas utilizadas en panificación.	30
Cuadro No.11	Consumo diario recomendado de pan por edad.....	32
Cuadro No.12	Niveles en que se puede sustituir la harina de trigo.....	37
Cuadro No.13	Análisis de varianza entre los panes con las diferentes sustituciones de harina.....	54
Cuadro No.14	Análisis de varianza entre los panes hechos con las diferentes sustituciones de harina respecto al control (100% trigo).....	56
Cuadro No.15	Evaluación de dureza del pan desarrollado comparado con un pan control.....	56
Cuadro No.16	Composición nutricional de la materia prima.....	56
Cuadro No.17	Comparación de composición nutricional entre pan control y el producto desarrollado....	56
Cuadro No.18	Contribución de una ración de pan de arroz / día a la cobertura de las IDR para adultos mayores.	57
Cuadro No.19	Análisis nutricional del pan con sustitución de harina.	57
Cuadro No.20	Resultados de análisis varios.....	57
Cuadro No.21	Prueba de preferencia por tablas de distribución binomial para 30 juicios.....	57
Cuadro No.22	Prueba hedónica de cinco puntos para la muestra con 30% de sustitución de harina.....	58

Cuadro No.23 Dimensiones promedio de los panes hechos con los diferentes porcentajes de sustitución de harinas.....	77
Cuadro No.24 Análisis de varianza: muestra 80–20 vs. 85–15, 70–30, 60–40, 50–50 y 40–60.....	77
Cuadro No.25 Análisis de varianza: muestra 80–20 vs. 85–15, 70–30, 60–40, 50–50 y 40–60	78
Cuadro No.26 Análisis de varianza: muestra 85–15 vs. 70–30, 60–40, 50–50 y 40–60.....	79
Cuadro No.27 Análisis de varianza: muestra 70–30 vs. 60–40, 50–50 y 40–60.....	79
Cuadro No.28 Análisis de varianza: muestra 60–40 vs. 50–50 y 40–60.....	80
Cuadro No.29 Análisis de varianza: muestra 50–50 vs. 40–60.....	80
Cuadro No.30 Factores de conversión para el porcentaje de nitrógeno.....	84
Cuadro No.31 Clasificación del arroz según su contenido de amilosa y temperatura de gelatinización....	90
Cuadro No.32 Tabla de significación para pruebas pareadas ($p = *$).....	94
Cuadro No.33 Análisis estadístico de la prueba hedónica de la muestra 70:30.....	95

LISTA DE FIGURAS

Figura No. 1	Pirámide de los alimentos.....	13
Figura No. 2	Estructura del grano de arroz.....	19
Figura No. 3	Composición de los aminoácidos del pan.....	33
Figura No. 4	Complementación de los aminoácidos del pan y los del queso, sobrepuestos a los de la proteína "perfecta".....	33
Figura No. 5	Complementación de proteínas. Diagrama de la "proteína perfecta" sobrepuesta a una mezcla de partes iguales de proteínas del pan y de la leche.....	34
Figura No. 6	Muestra de la boleta utilizada para la prueba de preferencia pareada.....	51
Figura No. 7	Muestra de la boleta utilizada para la prueba hedónica.....	52
Figura No. 8	Efectos de la sustitución de harina de trigo por harina de arroz a diferentes porcentajes....	53
Figura No. 9	Diferencias significativas entre los diferentes porcentajes de sustitución de harina.	54
Figura No. 10	Efectos de la sustitución de harina a diferentes porcentajes en comparación con el control (100% Trigo).....	55

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica No. 1	Comparación de promedios de las mediciones de alto, ancho y largo de las formulaciones...53
Gráfica No. 2	Comparación entre las mediciones de volumen y peso de las formulaciones.....54

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, las proyecciones para el año 2002 basadas en el censo de 1994, estimaron que habrían 317,510 adultos mayores y en el año 2005 serían 467,364 (INE, 2001:29). Este grupo creciente de la población merece un rol participativo dentro de la sociedad y una forma de lograrlo es preocuparnos por 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 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.

La demanda de salud de este grupo, en la sociedad actual, es cada vez mayor, y no existe aún personal con la calificación adecuada para atenderle. El país no cuenta con un sistema especializado en adultos mayores y éstos deben ser atendidos en el mismo sistema (IGSS) que el resto de la población.

En nuestro país existen importantes carencias en la alimentación de la población de la tercera edad. Además, este grupo de la población y los consumidores en general están cada vez más preocupados por su calidad de vida, por su salud a futuro, y tienen conocimiento de que a través de la alimentación se puede favorecer o perjudicar la prevalencia de ciertas dolencias crónicas.

Fisher y Bender (1972:124) y Esturain (1982:17) coinciden en que 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.

Preocupados ante esta realidad, se ha decidido desarrollar un pan con sustitución parcial de la harina de trigo con harina de arroz, tal que provea beneficios a la salud de la población de la tercera edad, más allá de la nutrición básica. Se evaluarán diferentes proporciones de sustitución de harina para encontrar la óptima en la elaboración del pan. Asimismo, será de vital importancia la determinación del grado de aceptación del producto fabricado. Se realizarán pruebas físicas y sensoriales con el objeto de escoger el producto con mejores preferencias, tomando en cuenta sus dimensiones (altura, volumen y peso) así como su apariencia, sabor y textura (esponjosidad y masticabilidad), propiedades determinantes para la aceptación del producto por la población de la tercera edad, a quien es orientado el producto.



II. ANTECEDENTES

A. La tercera edad

Para denominar a las personas que alcanzan edades superiores a los 65–70 años, se suelen utilizar diversos términos tales como anciano, persona o adulto mayor, persona de edad avanzada, tercera edad. El término "tercera edad" ha tenido una amplia acogida (Ansotegui *et al.*, 2002:1).







La tercera edad constituye un grupo muy heterogéneo, en donde no está bien definido el inicio de esta etapa fisiológica. Algunos autores definen en este grupo, a uno de Tercera Edad Clásico, entre los cuales se presentan mayoritariamente padecimientos degenerativos del aparato locomotor incipientes o leves; padecimientos cardiovasculares en tratamiento y, defectos en los órganos de los sentidos. Otro grupo que se incluye, es el de los "seniles", que son sujetos mayores de 60 años, principalmente mujeres, y generalmente dependientes de terceros (Llaosa, 2002:1).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) subdivide a los adultos mayores en:

- Edad media: 45–59 años
- Senectud: 60–74 años
- Vejez: mayores de 74 años
- Vejez extrema: mayores de 90 años.

Para los fines de la presente investigación se considera su comienzo en la edad de la jubilación, es decir, alrededor de los 65 años. En Guatemala, los últimos datos de población que se tienen corresponden al Censo Poblacional de 1994, el cual reportó que el 3.8% de la población estaba formado por personas de 65 años y más, de las cuales el 48.9% y el 51.1% son de sexo masculino y femenino respectivamente. A su vez el 43.2% de las personas de la tercera edad en el país, pertenecen al área urbana y el 56.8% al área rural (ver cuadro No. 1).

Cuadro No. 1 Población total por área, urbana, rural y sexo por edad y edad simple.

EDAD	TOTAL			URBANA			RURAL		
	TOTAL			TOTAL			TOTAL		
65 y más	317,510	155,314	162,196	137,070	61,131	75,939	180,440	94,183	86,256
Porcentajes	100%	48.9%	51.1%	43.2% ^a	44.6% ^b	55.4% ^b	56.8% ^a	52.2% ^b	47.8% ^b

^a = Porcentaje de la Población Urbana / Rural con Respecto al Total de Población de 65 y más.

^b = Porcentaje de la Población sexo con Respecto al Total de Población Rural / Urbana

(INE, 1996:15).

En el año 2001, el Instituto Nacional de Estadística, INE realizó estimaciones de la población total de la República para el año 2005 que demostraron el crecimiento de éste grupo de la población de 317,510 a 467,364 personas (ver cuadro No. 2). La importancia es de todo tipo en este grupo de población, y desde el punto de vista nutricional son fundamentales dado el aumento de la cantidad de individuos de la tercera edad. En países desarrollados los adultos mayores forman el 20% de la población total.

Cuadro No. 2 Estimaciones de la población total de la república, por año calendario y grupo quinquenal de edad.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
POBLACIÓN TOTAL	11,385,339	11,678,411	11,986,800	12,299,888	12,621,301	12,951,606
EDAD						
65 – 69	164,559	166,701	168,835	171,188	173,900	175,426
70 – 74	118,531	122,040	125,801	129,635	133,296	137,569
75 – 79	71,562	74,787	78,317	81,771	85,102	90,167
80 y más	49,076	51,739	54,660	57,585	60,210	64,202
TOTAL	403,728	415,267	427,613	440,179	452,508	467,364

(INE, 2001:29).

1. Características fisiológicas después de los 65. Los cambios ligados al envejecimiento comienzan cuando el crecimiento y desarrollo de un sistema ha finalizado. Se estima que la pérdida de la capacidad funcional a partir de los 30 años es de un 0.8% anual. Este envejecimiento biológico varía entre los individuos, es decir, que los distintos órganos y sistemas pueden envejecer a diferente velocidad, al ritmo propio de cada persona. Los cambios fisiológicos a partir de los 65 años o antes, están directamente relacionados con el proceso de envejecimiento celular y con la tendencia a llevar una vida más sedentaria, factores genéticos y ambientales. Es preciso señalar que la disminución de la capacidad funcional se manifiesta especialmente cuando el individuo se ve forzado o alterado por situaciones diversas (Llaosa, 2002:1).

En general, Esturain (1982), Llaosa (2002), Messina (2002) y Pacheco (1991) destacan las siguientes alteraciones producidas en el organismo por el envejecimiento:

a. Cambios en la composición corporal. Disminuye la talla (aprox. 1 cm cada 10 años a partir de la edad adulta), disminuye la masa magra (6,3% menos cada 10 años a partir de los 30) y aumenta el porcentaje de grasa, el peso aumenta entre los 40 y 50 años de edad, para estabilizarse y disminuir a partir de los 70 años (no deben aplicarse las tablas de peso convencionales para los ancianos) y disminuye la masa ósea a causa de la disminución de la actividad física, especialmente en las mujeres en los años siguientes a la menopausia.

Asimismo, disminuye el agua corporal total, por lo que se ven afectados los procesos relacionados con la dilución, como la concentración de orina, administración de medicamentos hidrosolubles, diuréticos y

regulación térmica. Además disminuye la sensación de sed, generando un riesgo de deshidratación involuntaria que puede también ser causa de estreñimiento.

b. Cambios sensoriales. Se produce una pérdida parcial de las capacidades sensoriales por los frecuentes cambios en el gusto, olfato y oído, debido fundamentalmente a la atrofia de los receptores sensoriales. Las papilas gustativas desaparecen de una forma progresiva, sobre todo en la parte anterior de la lengua. Esto lleva a modificar la sensibilidad por los sabores, disminuyendo así la capacidad de diferenciar entre los sabores dulces y salados. Este hecho también influye al escoger los alimentos y puede determinar la preferencia de comidas con fuertes aderezos y el consumo excesivo de dulce y/o de sal.

c. Envejecimiento del sistema cardiovascular. Con deterioro de la reserva funcional cardíaca y aumento progresivo de la rigidez de la aorta y sus ramas, y mayor incidencia del aumento de la presión arterial. A esto se pueden sumar otros cofactores, como la obesidad, la diabetes, etc.

d. Alteración del sistema inmune. Disminuye la inmunidad celular y humoral, y aumentan los procesos auto inmunes. Está comprobado que al inicio de estos cambios, la nutrición es decisiva para mantener un nivel adecuado de sustancias antioxidantes, elemento fundamental para conservar en buen estado la respuesta inmune.

e. Envejecimiento de las glándulas digestivas. Disminuye la actividad enzimática de las glándulas salivales, gástricas (páncreas e hígado) e intestinales responsables en alguna medida de trastornos digestivos propios del adulto mayor, que sumados a las alteraciones dentales, las modificaciones de la mucosa gástrica, la atrofia de la mucosa intestinal, la atrofia del hígado, y la disminución de la capacidad proteolítica y lipolítica del páncreas, producen graves alteraciones en la vida de los adultos mayores con malos hábitos alimenticios o con fallas tempranas en estos sistemas.

f. Envejecimiento del aparato digestivo. El aparato digestivo, que se extiende desde la boca hasta el ano, se encarga de recibir los alimentos, fraccionarlos en sus nutrientes (un proceso conocido como digestión), absorber estos nutrientes hacia el flujo sanguíneo y eliminar del organismo los restos no digeribles de los alimentos. El tracto gastrointestinal se compone de la boca, la garganta, el esófago, el estómago, el intestino delgado, el intestino grueso, el recto y el ano. El aparato digestivo también incluye órganos que se encuentran fuera del tracto gastrointestinal, como el páncreas, el hígado y la vesícula biliar.

La nutrición del anciano está directamente afectada por los cambios en la eficiencia del funcionamiento del sistema gastrointestinal, lo que modifica el aprovechamiento global de los nutrientes ingeridos. Por causa del envejecimiento los componentes del aparato digestivo sufren los siguientes deterioros:

- 1) La boca:
 - a) Disminución de la secreción de saliva (mala insalivación), de los niveles de tialina y otros jugos digestivos, lo que dificulta la absorción, y
 - b) Limitación de la trituración bucal (masticación) por la pérdida de piezas dentales, con lo que las digestiones se vuelven más difíciles y molestas.
- 2) Reducción de los procesos motores desde el esófago al intestino delgado.
- 3) El estómago: disminuye la producción de los jugos gástricos y secreciones pancreáticas tanto en cantidad como en su poder digestivo. Así el tubo digestivo pierde acidez, permitiendo el crecimiento de la flora bacteriana.
- 4) Intestinos: debido a la disminución de las vellosidades de la mucosa, se produce una reducción de la motilidad intestinal útil para la absorción y la capacidad de transporte de nutrientes desde el intestino hasta los tejidos, especialmente del calcio, hierro y vitamina B12, lo que repercute en problemas de osteoporosis y pérdida de peso. Además, la sensación de defecación disminuye por tanto cambian los hábitos de evacuación.

El envejecimiento del aparato digestivo provoca los siguientes trastornos en el organismo:

- Alteraciones digestivas por el estrés
- Anorexia nerviosa
- Apendicitis
- Diarrea
- Enfermedades hepáticas
- Estreñimiento
- Gastritis
- Hemorroides
- Hernia hiatal
- Ictericia
- Incontinencia
- Pancreatitis aguda
- Peritonitis
- Trastornos de la vesícula biliar
- Trastornos gástricos
- Úlcera

2. Nutrición en la tercera edad. La asociación entre nutrición y salud, siempre presente en nuestras vidas, se hace más evidente e importante para la salud física y emocional, en la etapa de la adultez. El envejecimiento es una de las etapas en las que la persona se muestra más vulnerable a las deficiencias nutricionales.

Existen grandes dificultades para establecer las ingestas recomendadas en este grupo de población por diversas razones. Una razón importante es la heterogeneidad del grupo en cuanto a las características fisiológicas, ya que puede existir gran diferencia entre la edad cronológica y la edad biológica en las recomendaciones nutricionales dadas (Llaosa, 2002:2).

Otra razón también importante es la ausencia de estudios suficientes que permitan conocer con mayor precisión los requerimientos nutricionales en la vejez, los cuales están afectados por factores como: estado de salud general, grado de actividad física, cambios en la capacidad masticatoria, digestión y absorción, empleo de los nutrientes por los tejidos, estado emocional y salud mental (Llaosa, 2002:2).

Según Ansotegui *et al.* (2002:6), las necesidades de energía y nutrientes dependerán del sexo, el peso, la talla, la actividad física, el estado biológico y el metabolismo de base, pero también de sus hábitos alimenticios. Las necesidades son aquellas que permitan mantener al individuo en un peso corporal próximo al ideal, con una razonable actividad física y en un buen estado de salud.

Una fórmula sencilla para calcular el peso ideal (PI) en personas de más de 60 años de compleción media es:

$$PI = \text{Estatura en centímetros (sin calzado)} - 100^1$$

La buena nutrición del anciano, depende de una ingesta de nutrientes adecuada a sus necesidades vitales. Según Pacheco (1991:7), actualmente las metas de la nutrición geriátrica son:

- retardar el apareamiento de las enfermedades crónicas inducidas por la dieta,
- prevenir las deficiencias o excesos dietéticos,
- mantener el peso dentro de límites considerados normales.

Cuando se formulan recomendaciones dietéticas para los ancianos, se deben considerar condiciones frecuentes en este tipo de personas como anorexia, fatiga, debilidad, vértigo, constipación intestinal, las cuales pueden tener causas fisiológicas propias del envejecimiento o ser síntomas insidiosos de enfermedad (Pacheco, 1991:8).

Sin embargo, es necesario tomar en cuenta que las necesidades nutricionales de los ancianos no son iguales que las de los jóvenes y que los requerimientos varían si las personas tienen 60 años o ya cumplieron 80, ya que los cambios de composición corporal, función fisiológica y adaptación metabólica son diferentes (Havel *et al.*, 1989:190). Se necesitan investigaciones más amplias que precisen exactamente los requerimientos nutricionales para poder proponer las recomendaciones alimenticias adecuadas que logren mantener la óptima nutrición del anciano, especialmente para los de 75 años o más (Pacheco, 1991:13).

Las recomendaciones nutricionales utilizadas comúnmente son las cantidades de nutrientes señaladas en las Ingestas Dietéticas Recomendadas (Recommended Dietary Allowances – RDA), establecidas por la Academia Nacional de Ciencias de los Alimentos y el Consejo de Nutrición de los Estados Unidos de Norte

¹ Se debe deducir un 10% en los hombres y un 15% en las mujeres (Ansotegui, *et al.*, 2002:6).

América (National Academy of Sciences and Food and Nutrition Board), las cuales se han modificado varias veces. Actualmente están vigentes las RDA definidas para ancianos en 1989.

Antes de presentar las IDR en forma tabular cabe mencionar los aspectos principales de los aportes nutricionales:

a. Energía. Existen evidencias de que el consumo de energía disminuye con los años. Estudios realizados en Estados Unidos, demuestran que el consumo de energía de la población adulta mayor es más baja que el de la población adulta. Esta disminución puede deberse a varios factores entre los que se cuentan la disminución en el peso y/o la composición corporal, la disminución del metabolismo basal y la menor actividad física, promovidos por una vida sedentaria y/o limitaciones físicas. Es importante mantener un peso adecuado, que cada persona puede hacer de acuerdo a sus necesidades calóricas (Castillo, 2002:1, Pacheco, 1991:13).

Las necesidades calóricas vienen determinadas por el metabolismo basal y la actividad física. Dado que ambos disminuyen con la edad, también lo hacen los requerimientos energéticos. Según Pacheco (1991:13), la meta nutricional de los ancianos es la de conseguir el balance energético que mantenga su peso ideal. Llaosa (2002:3) afirma que las IDR de calorías deben disminuirse para el hombre de 2.700 Kcal/día a los 50 años a 2100 Kcal/día para más de 75 años. En la mujer, desde 2000 a 1700 Kcal/día.

Las fuentes de alimentos para cubrir esta ingesta deben ser seleccionadas con mucho cuidado, puesto que el consumo total es menor y tienen que llenar los requerimientos nutricionales de otros nutrientes que no sufren cambios. Si una persona no reduce su ingesta a medida que aumenta su edad, el exceso se acumula en el tejido en forma de grasa y eso conlleva a la obesidad que es una de las causas de mayor problema en la tercera edad (Esturain, 1982:8).

b. Proteínas. Se sabe que en el adulto mayor se produce una disminución de la masa muscular, con lo que disminuye la cantidad de proteínas totales del cuerpo. Esto nos llevaría a pensar que el adulto mayor debería consumir una mayor cantidad de proteínas, pero esto no es así. Diversos estudios realizados para determinar la cantidad recomendada de proteínas que debería consumir el adulto mayor no han sido capaces de llegar a un acuerdo (Castillo, 2002:1).

Sin embargo, la recomendación nutricional es mantener la del adulto joven, pero como hay una disminución de masa muscular, el aporte de proteína por Kg de fracción magra es mayor. Según Llaosa (2002:3), el sentido de esta recomendación es, más que perseguir un aumento de la masa muscular, que haya suficiente cantidad de proteína para que el aporte no sea deficiente, que es causa de una pérdida proteica corporal.

Las deficiencias proteicas en personas mayores no son raras y se manifiestan con sensación de fatiga, retardo en la cicatrización y disminución de la resistencia física (Llaosa, 2002:3).

Castillo (2002:1), Esturain (1982:11) y Llaosa (2002:3), coinciden que la recomendación razonable es de 0.5 –1.0 g de proteína por cada kilogramo de peso al día, que es fácilmente alcanzable en nuestra dieta. El suministro proteico pasa por la ingesta de alimentos con proteína de alto valor biológico.

La ración proteica debe cubrir las recomendaciones, estando en armonía con la función renal y manteniendo el equilibrio nitrogenado. Se recomienda especialmente disminuir la proteína de origen animal a favor de la de origen vegetal como un factor preventivo de enfermedades cardiovasculares (Pacheco, 1991:13). Ansotegui *et al.* (2002:6) dice que:

«el porcentaje respecto a la energía total diaria será del 12 al 15% (siendo el 40% del origen animal y el 60% de origen vegetal).»

c. Lípidos. Los lípidos son los nutrientes con mayor densidad energética y contribuyen grandemente a la adecuación calórica de la dieta, pero también promueven el desarrollo de ciertas enfermedades, especialmente las vasculares (Pacheco, 1991:13).

Ansotegui *et al.* (2002:6), Castillo (2002:1) y Llaosa (2002:3) coinciden que la recomendación de consumo de grasa de la dieta en el adulto mayor es la misma que para el adulto, es decir, el 30% de las calorías totales consumidas durante el día debe venir de las grasas. Sin embargo una disminución a 25% del total de las calorías es una recomendación bastante saludable, tratando de consumir de manera equilibrada grasas de todos los tipos:

- grasas saturadas (de origen animal) en menor cantidad (8%),
- mayor presencia de grasas mono-insaturadas, como el aceite de oliva (12%), y
- presencia de cantidades significativas de grasas poli-insaturadas especialmente las provenientes del pescado y el aceite de semillas (10%).

Además de moderar el consumo diario de colesterol a no más de 300 mg por día. Las grasas de origen animal deben ser reducidas, sobre todo en ancianos con antecedentes de aterosclerosis, pero no deben suprimirse totalmente (Ansotegui *et al.*, 2002:6). Hay que tomar en cuenta que una ingesta excesiva o muy restringida de grasas puede interferir en la absorción de calcio. El exceso del consumo de grasas suele ser causa de "indigestión" debido a la baja en la actividad gástrica, hepática y pancreática (Esturain, 1982:10). Por lo tanto es muy importante cumplir siempre con las recomendaciones para su consumo.

d. Hidratos de carbono y fibra (glúcidos). Según Pacheco (1991:14), el envejecimiento disminuye el metabolismo de los carbohidratos y la acción de la insulina, lo que aumenta la incidencia de diabetes mellitus. También hay una elevada intolerancia a la lactosa entre los ancianos.

La principal función de los hidratos de carbono es proporcionar energía. La glucosa es utilizada por todos los tejidos del cuerpo. El consumo de hidratos de carbono (pasta, arroz, papas) es recomendado como la

energía restante luego de recomendar las proteínas y las grasas, por ejemplo, si las proteínas aportan el 15% de la energía y las grasas el 30%, el 55% restante sería aportado por los hidratos de carbono (Castillo, 2002:2).

Se recomienda consumir sobre todo hidratos de carbono complejos y reducir al máximo los azúcares simples, los que según Pacheco «solo proveen las llamadas azúcares vacías» (1991:14). Esto se debe a que existen hiperglucemias y diabetes que aparecen sobre todo en edad senil (Llaosa, 2002:3). Para ello el consumo de azúcar refinado no debe superar el 5%, reservando la posibilidad de ingerir azúcar, glucosa o fructosa a través de frutas, vegetales y zumos, que aportan sales minerales, vitaminas y fibra dietética (Ansotegui *et al.*, 2002:6).

Según Llaosa (2002:3) existen investigaciones que sugieren que los hidratos de carbono muy refinados causan aumento de las concentraciones de colesterol y triglicéridos en sangre cuando sustituyen a los hidratos de carbono complejos. El consumo de azúcar debe reducirse a un 10% del total de Kcal. El exceso puede desplazar de la dieta a otros alimentos que contienen nutrientes esenciales, mientras que el consumo recomendado de hidratos de carbono totales de aproximadamente 55% de la energía total, puede mejorar la ingesta de vitaminas, minerales y fibra.

La fibra es definida como los componentes de origen vegetal que no son absorbidos en el intestino. Se ha relacionado al mayor consumo de fibra con una disminución de la constipación y como protección frente a algunas enfermedades crónicas, aunque es difícil definir específicamente su efecto. De todos modos es recomendable el consumo de una cantidad adecuada de fibra y esto se consigue consumiendo una alta cantidad de frutas y verduras además de cereales de grano entero. La cantidad de fibra aconsejable en la dieta es de 30 gramos / día (Ansotegui *et al.*, 2002:6; Castillo, 2002:2).

e. Vitaminas. Esturain (1982:11), indica que los requerimientos de vitaminas A y C son los mismos que para los adultos jóvenes. Las únicas vitaminas que difieren son las del complejo B que varían en relación con el valor calórico total de la dieta. Según Llaosa (2002:3) otras consideraciones a tomar en cuenta son:

- Una persona mayor es más proclive a deficiencias vitamínicas por diversas razones como:
 - Ingesta baja y caprichosa.
 - Reducción de la absorción.
 - Disminución de los depósitos corporales.
- El uso crónico de ciertos medicamentos puede provocar o agravar situaciones de déficit vitamínico.
- La sintomatología de la deficiencia vitamínica puede no quedar clara, siendo enmascarada por otras enfermedades o reacciones medicamentosas adversas.

- En ocasiones es recomendable el empleo de suplementos vitamínicos, en especial cuando la ingesta calórica es < 1.500 Kcal/día o se aprecia una dieta desequilibrada. Sin embargo, no se recomienda el uso de dosis altas de éstos suplementos, especialmente de vitaminas hidrosolubles y vitamina D, pues se han reportado efectos de toxicidad en varios órganos y tejidos y sus pretendidos efectos benéficos aún se consideran una especulación.

f. **Minerales.** En relación a los minerales tanto los macro elementos (Ca, P, S, K, Na, Cl, Mg, Si), como los oligoelementos (Mn, Fe, Co, Zn, Se, Mo, Fl y I) están siendo ampliamente investigados para determinar el papel que desempeñan en la nutrición humana. Se trata de establecer las necesidades individuales de estos elementos, así como sus interacciones con otros nutrientes como las vitaminas.

Según Pacheco (1991:16), minerales como calcio, fósforo y flúor, que participan en la formación de hueso y dientes, deben ser vigilados en cuanto a su aporte correcto para los adultos mayores, ya que ellos son proclives a presentar osteoporosis, promovida por la inactividad, disminución de la ingesta de vitamina D y otros oligoelementos, desbalance hormonal en la menopausia, que son circunstancias muy comunes entre las personas de edad avanzada.

Algunos estudios afirman que generalmente el anciano tiene deficiente ingesta de zinc o daño en su capacidad de absorción. La deficiencia de Zinc causa anorexia, cicatrización tisular deficiente y disminución en las funciones inmunitarias, lo que contribuye al deterioro del estado general y nutricional tanto del anciano sano como del enfermo (Pacheco, 1991:17).

En la nutrición del adulto mayor también se aceptan las IDR de minerales para adultos jóvenes aunque Llaosa (2002:4) recomienda tomar en cuenta lo siguiente:

- Los estudios sobre el estado nutricional mineral en edad avanzada muestran en muchos casos deficiencias minerales.
- La secreción gástrica disminuida puede afectar a la absorción de calcio y hierro, por lo cual la anemia debe ser acuciosamente investigada y no asumir que es de origen dietético.
- Debe recomendarse el uso de suplementos de minerales cuando exista constancia de una dieta desequilibrada.
- En los individuos con alta ingesta en fibra, puede darse una menor absorción de ciertos minerales como calcio, magnesio, hierro y zinc, lo que debe ser tenido en cuenta a la hora de planificar la dieta.
- Tanto en vitaminas como en minerales, puede haber deficiencias subclínicas que no manifiesten síntomas evidentes o que se achaquen al propio proceso de envejecimiento y no a un determinado déficit nutricional.

g. Agua. El anciano puede presentar problemas tanto de deshidratación como de hiperhidratación. Con respecto a esto Llaosa (2002:4) destaca los siguientes aspectos:

- El anciano debe ingerir 1500 mL de agua diarios (excepto en los casos en que se aconseje lo contrario) con el fin de mantener una hidratación adecuada. Además, una restricción hídrica puede conducir a infección, estreñimiento, disminución de la capacidad de la vejiga y desequilibrio de los balances hídrico–electrolíticos. Los factores causantes de una restricción hídrica pueden ser: menor sensación de sed, falta de motivaciones personales, miedo a incontinencia o nocturia, inaccesibilidad a fluidos, incapacidad para beber sin ayuda y estado mental alterado.
- Los problemas de exceso de líquido se relacionan generalmente con una función renal y/o vascular disminuida.
- Debe evitarse la ingesta excesiva de sal para evitar la retención hídrica, ayudando a reducir la hipertensión. Para ello, se evitarán muchos alimentos procesados y sazonados con alto contenido en sal.

A continuación se presentan en forma tabulada las ingestas diarias recomendadas para el adulto mayor:

Cuadro No. 3 Ingestas recomendadas de energía y nutrientes para la población de 51 y más años.

CATEGORÍA		Hombres		Mujeres	
		51 – 69 años	≥ 70 años	51 – 69 años	≥ 70 años
Nutrientes	Energía (Kcal.)	2400	2100	1875	1700
	Proteínas (g)	63	63	50	50
	Lípidos (g)	87	87	87	87
	Carbohidratos (g)	311	311	311	311
Minerales	Calcio (mg)	800	800	800	800
	Fósforo (mg)	800	800	800	800
	Magnesio (mg)	350	350	280	280
	Hierro (mg)	10	10	10	10
	Zinc (mg)	15	15	15	15
	Yodo (µg)	140	130	110	100
Vitaminas Hidrosolubles	Ácido Fólico (µg)	200	200	200	200
	VIT. C (mg)	70	70	70	70
	Tiamina (mg)	1.2	0.8	1.0	0.7
	VIT. B2 (mg)	1.4	1.3	1.1	1
	VIT. B6 (mg)	1.8	1.8	1.6	1.6
	VIT. B12 (µg).	2	2	2	2
	Niacina (mg)	16	14	12	11
Vitaminas Liposolubles	VIT A (EqR)	1000	1000	800	800
	VIT D (µg)	5	5	5	5
	VIT E (µg)	12	12	12	12
	VIT K (µg)	80	80	65	65

Nota: EqR = equivalentes de retinol. 1 equivalente de retinol = 1µg retinol o 6 µg β – caroteno

Nota: Agua 20–45 mL/kg peso corporal tanto para hombres como para mujeres

Nota : Éstas recomendaciones serían diarias por persona distribuidas en 5 y 6 tomas

(Ansotegui *et al.*, 2002:6; Esturain 1982:12; Havel *et al.* 1989:191)

Se necesitan más estudios para determinar los requerimientos precisos para los ancianos, especialmente para aquellos de 75 años o más, en quienes las limitaciones fisiológicas son más pronunciadas o han tenido un uso más prolongado de drogas y medicamentos o han sufrido enfermedades por más tiempo.

3. La alimentación saludable en la tercera edad. La base de una alimentación saludable es consumir una variedad de alimentos que proporcionen una cantidad de calorías que nos permitan mantener un peso adecuado, además de la cantidad de alimentos ingeridos, a esto no escapan los adultos mayores. La razón de incluir alimentos de todos los grupos es por que cada uno de estos tiene sus propias características y entrega diferentes nutrientes (proteínas, hidratos de carbono, grasas, vitaminas, minerales) en distintas cantidades (Castillo, 2002:2).

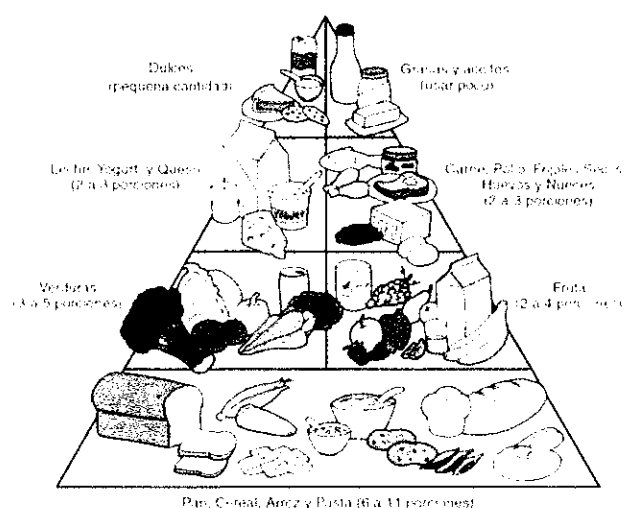


Figura No. 1 Pirámide de los alimentos.

que sólo obedecen al paso del tiempo y que tienen carácter universal, progresivo e irreversible. Por todo esto la elección de los alimentos para el adulto mayor es fundamental: debe acompañar los cambios fisiológicos (Messina, 2002:1).

¿Qué se puede hacer para combatir la desnutrición en los ancianos? Según Ansotegui *et al.*, (2002:8) y Llaosa, (2002:6), se debe actuar sobre las múltiples causas del deterioro del estado nutricional de los ancianos para conseguir evitar la desnutrición. En primer lugar, y como un tratamiento en cierto modo indirecto se debe impedir el aislamiento social de los ancianos y estimular su reintegración en la sociedad. Por otro lado se debe incidir en la cantidad y calidad de su alimentación, favoreciendo el consumo de agua y de los nutrientes necesarios, pero insistiendo de una manera especial en la educación de los familiares, cuidadores y/o personal de los centros hospitalarios y residencias, en los que puedan vivir.

La pirámide de los alimentos indica que se deben consumir alimentos de todos los grupos, dándonos además una idea de la proporción en que deben ser consumidos. Así, los alimentos que se encuentran en la parte superior de ésta (azúcares, aceites) deben ser consumidos en una cantidad moderada, mientras que los alimentos que se encuentran en la base pueden ser consumidos en una cantidad mayor.

El envejecimiento como ya se mencionó afecta los procesos de digestión, absorción, utilización y excreción de nutrientes. Hay cambios



a. Recomendaciones generales. En sus textos, Bressani, Coddou (2002:2), Llaosa (2002:4–5) y

Vázquez (2002) hacen las siguientes recomendaciones generales. Un adulto mayor necesita menos calorías que las que consume un adulto joven, pero los mismos nutrientes esenciales de los que se alimenta este último (proteínas, hidratos de carbono, lípidos, sales minerales, como magnesio, hierro, zinc, cromo, selenio, yodo, fósforo, calcio y vitaminas). Por eso se recomienda consumir alimentos con alto contenido en nutrientes, sobre todo cuando la ingesta calórica total es pequeña, para así lograr que el peso corporal se acerque lo más posible al ideal, de acuerdo a la talla, edad y estatura de la persona.

Para ello se necesita una alimentación variada, fraccionada en cuatro a cinco veces por día y se deben evitar tener ayunos prolongados. La última comida debe ingerirse entre las 19:00 y 20:00 horas y es necesario que después de ésta, la persona espere al menos dos horas antes de ir a acostarse. Asimismo, se recomienda que se coma en forma moderada pan, arroz, fideos y papas y que se aumente el consumo de verduras, frutas y legumbres (Coddou, 2002:2; Vázquez, 2002:7).

Como es sabido, las frutas y verduras contienen minerales, vitaminas y antioxidantes naturales que previenen las enfermedades cardiovasculares y el cáncer, además aportan fibra que favorece la digestión, reduce el colesterol y el azúcar en la sangre. Sobre la fibra, Llaosa (2002:3) afirma que «regula la motilidad intestinal y reduce el riesgo de padecer cáncer de colon y otras enfermedades.»

Por todo esto, los adultos mayores deben comer diariamente dos o tres platos de verduras crudas o cocidas y alrededor de tres frutas, preferiblemente frescas, sin pelar ni exprimir en la medida de lo posible para aprovechar la fibra y vitaminas que contienen. Si se tienen problemas masticatorios por falta de piezas dentales o uso de prótesis, hecho que obliga a su trituración, el producto resultante no debe ingerirse más tarde de media hora después de su preparación.

También es recomendable aumentar el consumo de leche de bajo contenido graso. Según Castillo (2002:2) y Coddou (2002:3) los productos lácteos son esenciales y se deben consumir a diario, para obtener una cantidad adecuada de calcio y porque tienen proteínas de buena calidad que mantienen y reparan los órganos y tejidos del cuerpo, además de prevenir la osteoporosis. Se debe evitar la mantequilla, crema, mayonesa, paté y quesos; y los aceites que se utilicen deben ser vegetales: maíz, girasol, y sobre todo, oliva.

Coddou (2002:3) agrega que otro punto importante es reducir la sal y el azúcar, la primera está asociada a la hipertensión arterial y la segunda al exceso de peso.

Es preferible consumir hidratos de carbono complejos, como pan, legumbres y cereales integrales. El pan y los cereales deben consumirse con moderación y en lo posible integrales por su buen aporte de fibra (Castillo, 2002:2).

Los nutricionistas recomiendan, además, consumir un 60% de proteínas de origen vegetal y un 40% de origen animal (como máximo). Las fuentes proteicas animales deberían ser: leche descremada, yogur, quesos no grasos, requesón, huevos (2/semana), carnes blancas como: pescado azul o blanco y, pollo y pavo sin piel. Estos últimos contienen menos grasas saturadas y colesterol que las carnes rojas (Castillo, 2002:3, Llaosa, 2002:4).

Los problemas para tragar debidos al envejecimiento del tubo digestivo y la disminución de las contracciones gástricas provocan estreñimiento. Para reducirlo se incentiva el consumo de alimentos ricos en fibra como las frutas y los vegetales (frijoles, arvejas, lentejas, peras, manzanas, naranjas, plátanos, zanahorias, brócolis, espinacas, etc.). Las fibras mucilaginosas del tipo pectinas, goma guar o glucomano son mejor toleradas que las que contienen mucha lignina como el salvado y el pan integral. Quienes no pueden masticar deben comer las frutas rayadas o cocidas y cereales remojados en leche (Ansotegui *et al.*, 2002:2; Llaosa, 2002:4; Vázquez, 2002:7).

Se debe disminuir el consumo de alimentos fritos. Con respecto a esto, Llaosa (2002:5) dice:

«...Se prefieren los alimentos los preparados al horno, asados, a la plancha o cocidos al vapor. En los alimentos cocidos, la persona mayor debe ingerir siempre el líquido, jugo o caldo, para aprovechar todas las vitaminas y minerales del alimento.»

Se debe ingerir dos litros de agua al día, además de la que aporten intrínsecamente los alimentos (aunque no se tenga sed). Esta ingesta de líquidos debe ser en forma de agua (sin gas y que no esté mineralizada en exceso), infusiones, zumos, jugos y caldos.

Finalmente los nutricionistas recomiendan pasear al sol para favorecer la producción de vitamina D.

4. Digestión del adulto mayor. En el adulto mayor, a causa del envejecimiento, se produce con frecuencia estreñimiento, que es el estado en que el individuo experimenta un cambio en la función intestinal normal, caracterizado por una reducción de la frecuencia y/o por la eliminación de heces secas y duras. La escasa ingesta de líquidos y de actividad física, el poco consumo de fibra, la disminución del tono muscular abdominal, contribuyen a agravar este problema (Vázquez, 2002:7).

La reducción de la superficie intestinal de absorción de nutrientes y el aumento de la flora bacteriana, producen el debilitamiento del sistema inmunológico. Las hemorroides o fisuras anales pueden producir dolor al hacer esfuerzo, causando que la persona adulta, consciente o inconscientemente, evite defecar. La inactividad prolongada, al igual que los factores ambientales de cambios de rutinas, aumentan el riesgo de estreñimiento. Una dieta balanceada y nutritiva permite fortalecer el organismo para evitar estos riesgos (Vázquez, 2002:7).

Para poder llevar un autocuidado de la digestión los nutricionistas aconsejan lo siguiente:

- Procurar crearse un hábito diario para la eliminación intestinal.

- Tratar de establecer una hora determinada para defecar. Por ejemplo, 10 a 15 minutos después del desayuno, con la ingesta de una bebida caliente, para facilitar el movimiento intestinal.
- Tratar de no esperar el último momento para ir al baño.
- Evitar, en lo posible, el uso de laxantes.
- Para una adecuada digestión se debe consumir alimentos ricos en fibras, como frutas y legumbres, y tomar unos dos litros de agua diarios.
- Es aconsejable instalar barandas en el baño para apoyarse.
- Conversar con la familia para lograr una mayor intimidad y comodidad al momento de ir al baño.
- Aprender técnicas de relajación.
- Es importante desarrollar actividad física periódica y regular (Vázquez, 2001:8).

5. Interacciones alimentos–medicamentos. Como ya se mencionó el colectivo de los ancianos, es un grupo heterogéneo, bien por la propia capacidad física y por los múltiples y diferentes padecimientos que pueden sufrir. Las personas de edad avanzada, al presentar un mayor riesgo de enfermedades (mayor morbilidad), constituyen un grupo de población que consume medicamentos en gran cantidad. Según datos de la OMS entre el 65% al 90% de los ancianos consumen diariamente alguno o varios medicamentos a la vez (Valenzuela, 2002:108).

Los alimentos, la dieta o el estado nutricional pueden influir o condicionar la respuesta terapéutica y tóxica a los medicamentos (Ansotegui *et al.*, 2002:14). La respuesta terapéutica o absorción de los fármacos puede cambiar con la edad, debido a los cambios fisiológicos del aparato digestivo antes mencionados (menor acidez gástrica, disminución de la superficie de absorción, retardo en el vaciamiento gástrico, movilidad intestinal disminuida, cambio de la composición corporal, falta de piezas dentales, entre otros).

El uso prolongado de fármacos puede alterar el proceso de nutrición y la absorción, metabolismo y excreción de los nutrientes y como consecuencia pueden llegar a modificar el estado nutricional. Ansotegui (2002:14) indica que estas reacciones han sido poco estudiadas, pero en la actualidad han suscitado mayor interés y se han realizado numerosas investigaciones al respecto.

Por todo esto, autores como Ansotegui *et al.* (2002:14) y Pacheco (1991:12) afirman que el cuidado nutricional correcto del anciano debe ser individualizado y se deben tener en cuenta las posibles interacciones que pueden darse entre los alimentos y los medicamentos.

Se sabe que el 25% de los adultos mayores sufren estas interacciones conocidas como reacciones adversas a medicamentos (RAM), que según la literatura, se pueden agrupar en tres áreas fundamentales:

- Interacción alimento – medicamento. La influencia de los alimentos y la dieta sobre los fármacos pueden tener lugar sobre la *farmacocinética*, es decir, sobre la absorción, metabolismo, o excreción del fármaco, así como sobre la *farmacodinámica*, es decir la acción propia del medicamento.

- Interacción medicamento – alimento. La influencia de los fármacos sobre el aprovechamiento de los nutrientes y sobre el estado nutricional puede tener lugar también sobre la absorción, el metabolismo, la excreción y la utilización de los nutrientes, pudiendo llevar a largo plazo a alteraciones en la composición nutricional.
- La influencia del estado nutricional sobre la disposición de los fármacos. La desnutrición y la malnutrición (obesidad) interfiere en los procesos de absorción, distribución y acción de los medicamentos.

Para poder reconocer la existencia de RAM en los ancianos, Valenzuela (2002:110) dice:

«...es preciso considerar que a diferencia de los adultos más jóvenes, en quienes los síntomas frecuentemente se manifiestan en piel y alteraciones digestivas, los ancianos exhiben respuestas diferentes, atípicas e inespecíficas. Entre ellas caben destacarse:

- Incontinencia urinaria
- Pérdida de memoria
- Depresión
- Síntomas extrapiramidales
- Intranquilidad
- Constipación
- Confusión
- Caídas»

Como principio general, se debe considerar siempre como posible RAM la aparición de síntomas o cambios en el curso de una enfermedad que no son claramente atribuibles al teóricamente previsto. Sin embargo siempre se debe tener presente que existe una gran variabilidad personal en la respuesta a los medicamentos, por lo que resulta prudente considerar la respuesta en cada individuo y evitar generalizaciones (Valenzuela, 2002:110).

A continuación se presentan los efectos de los fármacos más comunes consumidos en la tercera edad:

Cuadro No. 4 Fármacos comúnmente consumidos por adultos mayores y sus efectos.

FÁRMACOS	EFFECTO/ INTERACCIÓN
Antiácidos	Reduce la absorción de calcio, cobre, fósforo, ácido fólico y vitamina B12. Favorece la destrucción de tiamina o B1.
Anticonvulsiantes	Ácido Fólico, vitamina D, K y carnitina
Antibióticos	Alteran la absorción intestinal del calcio, potasio, magnesio, grasas, nitrógeno, ácido Fólico, vitamina B6, D y Niacina
Analgésicos y Antiinflamatorios	Grasas, vitamina B12, calcio, Vitamina D, ácido Ascórbico y producen gastritis y úlceras. Disminuyen niveles de ácido fólico.
Diuréticos	Eliminación aumentada de Potasio en la orina, magnesio, calcio, ácido fólico. Se asocian a deshidratación y disminución de sales.
Antihipertensivos	Vitamina B6
Laxantes	Vitaminas liposolubles. Se asocian a deshidratación y disminución de sales. Afecta la absorción de nutrientes.
Anticoagulantes	Vitamina K
Tranquilizantes	Producen estreñimiento y dificultad en la absorción intestinal.
Glucocorticoides	Favorecen la gastritis, osteoporosis y diabetes

(Laosa, 2002:6).

En una sociedad cada vez más anciana no podemos pasar por alto, las posibles interacciones entre los alimentos y los medicamentos, que hacen que tanto la terapia farmacológica como la propia nutrición y en definitiva el estado nutricional y la salud, no sean tan óptimas como aplicando exclusivamente la teoría (Ansotegui *et al.*, 2002:4). Es preciso tener en cuenta todos estos factores y aplicarlos a los adultos mayores.

De este tema, se podría hablar largo y tendido, especialmente bajo un enfoque médico, pero para fines del presente trabajo se prefiere tratarlo como una llamada de atención, para que se pueda lograr la prevención y solución de los problemas que estas interacciones pueden llevar consigo.

B. El arroz.

El arroz es una planta gramínea. Su nombre genérico latino es *Oryza sativa*. Es cultivado generalmente en climas cálidos y en terrenos muy húmedos. Su fruto es una cariósipide que contiene un grano blanco y oval muy harinoso. Existen dos grupos de variedades de este cereal: uno apropiado a suelos más secos y altos y otro adecuado a suelos muy húmedos y bajos (Ortuño, 1978:9).

En la China, Japón, Corea, las Filipinas, India y otros países de Asia, el arroz es mucho más importante que el trigo como fuente principal de proteínas y energía (Lapedes, 1977:540). Según Silva (1992:12), en India, cerca de 200 millones de personas dependen casi por completo del arroz y probablemente pasa de los 400 millones en la China Continental. En Centro América y Panamá su consumo es considerable (Bressani, 1958:1). En muchas partes de África, América Latina y el cercano Oriente se está haciendo cada día más popular el uso de arroz como alimento.

1. Origen. El arroz es una de las especies cultivadas más antigua; no se sabe cuándo el hombre comenzó a cultivarla. Sin embargo, en la literatura china se hace mención que su cultivo comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Ortuño (1978:9) dice:

«Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que en ella abundaban los arrozales silvestres: Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arrozales de Asia a otras partes del mundo.»

Hay investigadores que afirman que la especie *Oryza Sativa* procede del sudeste asiático, específicamente de la India y quizás de la Península Indochina, concretamente en la región de los Grandes Lagos de Camboya. A partir de esta área de cultivo, el arroz asiático se propagó muy rápidamente y muy lejos; así como a África Tropical, América Latina y Australia; siendo los europeos los propagandistas de este cultivo.

Lapedes (1977:541) añade:

«El arroz fue introducido a Norte América en 1609, y se estableció en Carolina del Sur hasta 1690. Hasta 1890, el arroz fue cultivado en los estados del sureste. Louisiana se convirtió en un estado productor de arroz en el siglo XIX. A principios del siglo XX la producción del arroz se extendió al sureste de Texas, Arkansas y la parte norte-central de California.»

2. Morfología y taxonomía. Según Ortuño (1978:10), el arroz (*Oryza sativa*) es una monocotiledónea perteneciente a la familia *Poaceae*.

a. Raíces. Las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales.

b. Tallo. El tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso y de 60–120 cm. de longitud.

c. Hojas. Las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos.

d. Flores. Son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración.

e. Inflorescencia. Es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemmas estériles, la raquilla y el flósculo.

f. Grano. El grano de arroz es el ovario maduro. El grano descascarado de arroz (cariópside) con el pericarpio parduzco se conoce como arroz café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el arroz rojo.

3. Estructura del grano de arroz.

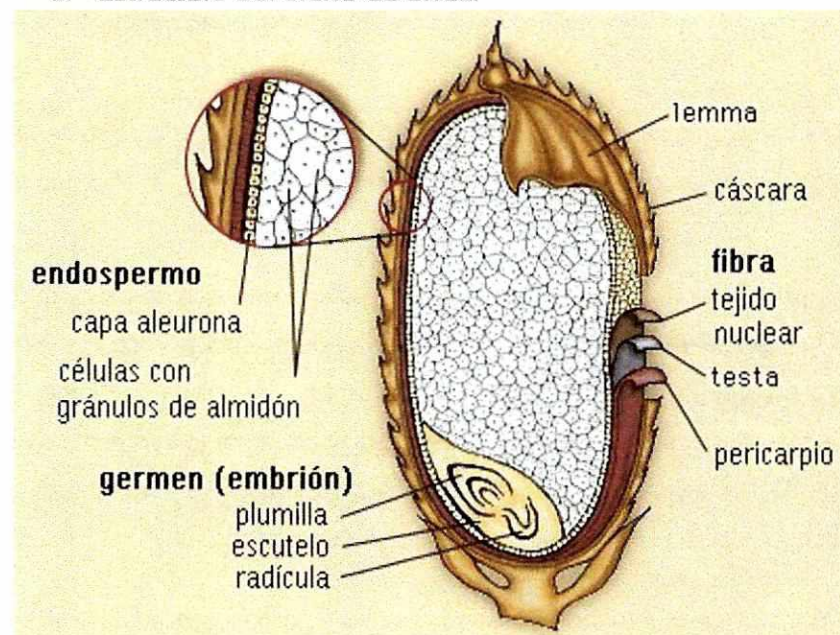


Figura No. 2 Estructura del grano de arroz.

La estructura del grano natural está formada por una cáscara externa resistente, rica en silicio; por el pericarpio, por el embrión (gemen) y por el endospermo harinoso. El pericarpio consta de seis capas de células diferenciadas y las más cercanas al endospermo forman la capa aleurona que es rica en proteínas, lípidos, minerales y vitaminas del complejo B. Es importante conocer la estructura del grano de arroz para entender

sus propiedades físicas y químicas, ya que las partes difieren grandemente en composición química y función (Silva, 1992:12).

4. Tipos de arroz. Según Lapedes (1977:541), el Instituto Internacional de Investigación del Arroz en las Filipinas ha recolectado más de 30,000 variedades de arroz, de las cuales muy pocas son cultivadas aún. En la búsqueda permanente de la calidad y de la productividad, en los centros de investigación de todo el mundo, surgen continuamente nuevas variedades, que se diferencian entre sí por su tamaño, alto rendimiento, vigor y resistencia a plagas, sus características culinarias, etc. y su denominación se refiere al país de origen o al nombre del centro de investigación donde fueron creadas. La Asociación de Cultivadores de Arroz de Uruguay (2002:1) las agrupa por tipo de arroz, en tres grandes categorías: grano largo, grano medio y grano corto. Luego, de acuerdo al proceso industrial al que son sometidas, surgen al mercado según su grado de elaboración.

a. Blanco de grano largo. Es el tipo de arroz reconocido en el mercado internacional por su altísima calidad. Es un grano largo y delgado, es al menos 3 veces más largo que ancho. La cáscara, el afrechillo y el germen se eliminan durante el proceso de molinado. Cuando se cocina, los granos tienden a permanecer separados. Si durante la cocción se le añade una o dos cucharaditas de zumo de limón al agua, se potenciará la blancura del arroz.

b. Blanco de grano medio. Es un grano más corto y grueso que el arroz de grano largo y tiene una textura suave y tierna al ser cocido. Es de forma ligeramente redondeado y tiende a pegarse cuando se le cocina. Tiene el mismo procedimiento de molinado que el anterior (sin cáscara, sin afrechillo y sin germen).

c. Blanco de grano corto. Es prácticamente redondo en su forma. Tiende a pegarse cuando se le cocina. Tiene el mismo procedimiento de molinado que los anteriores (sin cáscara, sin afrechillo y sin germen).

d. Arroz integral o cargo. Es todo grano de arroz desprovisto de su cubierta exterior o cáscara y que se mantiene cubierto por su capa de afrechillo. Su color marrón proviene del afrechillo que es rico en minerales y especialmente en vitaminas del complejo B. Tiene, al ser degustado, una textura masticable y un sabor parecido a la nuez. Su importancia crece día a día, debido a la preocupación por una alimentación más saludable y nutritiva. Pérez (2001:10) agrega que existen numerosas variedades de arroz integral, siendo las más comunes de grano corto, mediano, largo, medio cocido al vapor y precocido.

e. Arroz parboiled. El arroz con cáscara es remojado, pasado por vapor y presión y secado antes de la molienda. Este procedimiento gelatiniza el almidón del grano y asegura que los granos se

separen en la cocción. Este tipo de arroz es preferido por los consumidores que requieren arroces livianos y de fácil separación. También contiene muchos nutrientes que el arroz blanco pierde. En cambio se requieren unos minutos más para su cocción.

f. **Arroz aromático.** Tiene un aroma especial que lo hace muy apetecible. Se utiliza para preparar platos típicos del sudeste asiático. En muchas recetas se le agrega azafrán para que el plato gane en color y sabor. Si se utiliza para acompañamiento de platos indios o tailandeses es conveniente agregarle una hoja de laurel al agua de cocción para potenciar aún más el sabor del arroz.

5. Usos. Casi el 95% de la producción mundial de arroz es utilizada como alimento humano. A pesar que la mayor parte del arroz es cocida, una suma considerable es consumida como cereal de desayuno. El almidón de arroz tiene muchos usos. El arroz quebrado es usado como alimento para ganado y para la producción de bebidas alcohólicas. El salvado o afrecho del arroz pulido se usa también como alimento para ganado (Lapedes, 1977:541).

Bressani (1958:5) dice:

«La cáscara no es usada como alimento debido a que es pobre en la mayoría de los nutrimentos, con la posible excepción de niacina. Además contiene excesivas cantidades de materia indigerible (fibra cruda). Sin embargo tiene otros usos como material de relleno en el empaque de vidrio, combustible y celulosa, y ciertos usos químicos industriales.»

La paja se usa para techar en el Oriente y para hacer papel, sombreros, canastas y alfombras. La paja del arroz también se usa para tejer lazos y se usa para cordones de bolsas. Este cultivo sirve para una multitud de propósitos en los países donde la agricultura depende del arroz.

6. Arroz en la alimentación humana. El arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha. En el ámbito mundial, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechada, pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales (Ortuño, 1978:5).

En Guatemala, según los últimos estudios realizados por el Banco de Guatemala, se determinó un consumo de 68.7 mil toneladas de arroz anual (ver cuadro No.5), ocupando el tercer lugar de consumo entre granos como maíz, frijol y maicillo. De esto y de los datos del censo poblacional se puede decir que cada guatemalteco consume al año 5 kilos (11 libras) de arroz, cuya magnitud es similar al consumo de frijol de 6 kg anuales. El consumo aparente de arroz en el país es superior a la producción del mismo, hecho que

llama la atención y sirve como una señal que indica que se necesita aumentar el área de producción de dicho grano en Guatemala.

Cuadro No. 5 Guatemala: consumo aparente de granos básicos, 1999.

En miles de toneladas métricas

	MAIZ	FRIJOL	ARROZ	MAICILLO
Producción	1027.0	87.7	45.0	51.7
Importación	271.1	0.0	24.7	0.1
Exportación	44.7	0.0	1.0	0.2
Consumo Aparente	1253.4	87.7	68.7	51.6

(SIECA, 2001:1).

El arroz es uno de los principales productos de la canasta familiar y es un importante generador de empleos directos e indirectos, no sólo para los productores sino para los comercializadores. Durante miles de años ha sido el sustento principal para los hogares del mundo. Hoy por hoy se considera que es el grano más importante dentro de la alimentación del 70% de la población global.

Con respecto a su consumo, Bressani (1972:3) dice que:

«En América Latina el arroz se consume principalmente cocido, aunque también con leche, como postre o combinado con otros alimentos como pollo, camarón y carne. Sin embargo estos usos son más comunes entre los grupos de población de alto nivel económico y en los sectores urbanos. A pesar de ello, un plato que se sirve en toda América Latina con frecuencia variable, es el de arroz con frijoles, especialmente en Brasil y Costa Rica.»

Existen otras formas de preparar el arroz para consumo de la población humana en América Latina. Bressani (1972:3) cita entre estas, las "coladas", que consisten en harina de arroz o arroz molido, el cual se cuece en agua hasta lograr un atole ralo o potaje, y también una bebida fría sazónada conocida como "horchata". En Ecuador se consume un producto de arroz fermentado.

El arroz también es usado como componente de alimentos de alto contenido proteínico para la alimentación infantil. Sin embargo, las cantidades utilizadas en estas preparaciones son bajas, por lo cual al no considerarse nuevos usos que impulsen el consumo de arroz en América Latina, es dudoso que sus niveles de consumo aumenten o superen los actuales (Bressani, 1972:3).

7. Composición química del arroz. Desde el punto de vista de su composición química, se sabe que los cereales tienen un bajo contenido proteínico y son ricos en carbohidratos. Son pues, alimentos calóricos. La composición del arroz es influenciada por la variedad, por las condiciones ambientales y por la variabilidad del procesamiento. Silva dice que el grano de arroz contiene en promedio «70% de

almidón y entre 6–8% de proteína total» (1992:13). La composición proximal de muestras típicas de arroz y sus productos se muestra en el cuadro No. 6.

Cuadro No. 6 Composición de los productos del arroz.

COMPONENTE (UNIDAD)	ARROZ INTEGRAL	ARROZ MOLIDO	ARROZ PULIDO	SALVADO DE ARROZ
Carbohidratos (%)	87.2	91.5	66.8	46.6
Proteína (%)	8.3	7.6	13.2	14.6
Ceniza (%)	1.7	0.5	7.1	10.6
Grasa (%)	2.0	0.3	10.7	13.4
Fibra cruda (%)	1.1	0.4	3.3	12.7
Extracto libre de nitrógeno	82.4	88.8	62.5	45.0

(Matz, 1992:522).

En este cuadro se aprecia que el arroz es relativamente alto en valor calórico y en extracto libre de nitrógeno, pero bajo en proteína. Sin embargo, según Silva (1992:13), se ha encontrado que entre los cereales, el arroz presenta la mejor calidad de proteína debido a su relativamente alto contenido de lisina (4%). Los cambios que ocurren al molerse el grano reflejan la distribución no uniforme de sus componentes relativo a la distancia de la superficie del grano. Conforme se van removiendo las capas, la proporción de proteína, grasas y vitaminas en lo que queda del grano disminuye, mientras que la proporción de carbohidratos aumenta (Matz, 1992:522).

La proporción de constituyentes diferentes al almidón (proteína, grasa, fibra, cenizas, pentosanos y lignina) es mayor en el grano moreno que en el grano pulido. El contenido de fibra varía con el método de análisis, la variedad y las condiciones de crecimiento. Matz (1992:523) indica que se han reportado valores de fibra para arroz integral, molido y parboiled de 0.9%, 0.3% y 0.2% respectivamente. El contenido de fibra y cenizas se concentran más en la cáscara. La distribución de proteína en el arroz integral es de 14% en el salvado, 6% en el germen, 3% en las puliduras y 83% en el arroz pulido. Los azúcares libres, aminoácidos libres y las sustancias responsables del aroma también están más concentrados en las puliduras y en el salvado del arroz (Silva, 1992:14).

a. Proteínas. Según Ruibola (1973:3), la composición y distribución de la proteína en el grano de arroz no es uniforme, y se sabe que las capas externas contienen mayor concentración que las internas. Entre sus proteínas, las glutelinas se encuentran en mayor proporción que las globulinas, albúminas y prolaminas. Estas se encuentran en una proporción de 80:12:5:3, respectivamente (Chauvin, 1981:11; Ju, 1996:229).

Las glutelinas forman la fracción soluble proteica predominante en el arroz integral, en el producto pulido y en las puliduras del arroz. Las albúminas y globulinas (fracción hidrosoluble y soluble en sales respectivamente) son las principales proteínas del salvado de arroz, mientras que las prolaminas (fracción

soluble en alcohol) aunque en menor cantidad están más uniformemente distribuidas en el grano (Silva, 1992:15).

Diferentes estudios han comprobado que la lisina es el primer aminoácido limitante del arroz seguido de la treonina. Sin embargo se ha reportado que el triptofano y los aminoácidos azufrados pueden también ser considerados limitantes en algunas variedades de arroz. Se ha informado que el arroz pulido es marcadamente mejorado con la adición de lisina y treonina, y un valor complementario adicional es encontrado con la adición de metionina (Ruibola, 1973:3; Silva, 1992:15).

b. Almidón. Según Matz (1992:524), el arroz molido contiene 84 – 90% de almidón (base seca). El almidón está presente en forma de gránulos angulares, de forma y tamaño parecida al de los gránulos de almidón de avena, pero diferentes en que no son redondeados.

c. Lípidos: El arroz molido prácticamente carece de material lipídico (0.3–0.4%), mientras que el salvado de arroz contiene un mayor porcentaje del mismo (21%). Casi todos los estudios sobre los lípidos en el arroz se concentran en los materiales grasos extraídos del aceite de salvado de arroz (Matz, 1992:524).

d. Vitaminas y minerales. El arroz natural (como todo cereal no procesado) es buena fuente de tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina y ácido pantoténico (Ruibola, 1973:3). En comparación con el maíz, tiene la ventaja de contener cantidades más abundantes de niacina. Sin embargo, Silva dice que se observa en el arroz insuficiencia de «...vitaminas del complejo B, vitamina A, vitamina D, calcio y ácido ascórbico» (1992:13). El proceso del beneficiado resulta en una pérdida de 76% de tiamina, 57% de riboflavina y 64% de niacina del arroz integral, debido a que en el proceso de pulido se elimina el germen y otras fracciones anatómicas del grano las cuales son ricas en éstas vitaminas (Bressani, 1958:6).

Según Silva (1992:14) la composición mineral del arroz depende grandemente del tipo de suelo y la duración de crecimiento. Fósforo, hierro, calcio, potasio, magnesio, ácido nicotínico y silicio son los minerales encontrados en mayor cantidad en el grano de arroz. La cáscara del arroz es la principal fuente de sílica. El grano es bajo en zinc (1.6 – 1.4mg/100g base seca) y hierro (1.8 – 0.9mg /100g base seca). En un estudio se encontró que el contenido de sílica, así como de tiamina, riboflavina y aceite crudo varían grandemente con la variedad de arroz y la estación del año (ACA, 2002:1; Matz, 1992:525).

e. Otros constituyentes. En el arroz se han encontrado en cantidades bajas azúcares, hemicelulosa, ácidos nucleicos, pigmentos, fósforo y numerosas otras sustancias. El fósforo constituye aproximadamente el 8% del salvado de arroz. El arroz integral contiene una cantidad importante de azúcares (0.8 – 1.4%) mientras que el arroz parboiled puede contener de 0.7 – 1.1% del total de azúcares

y aproximadamente 0.16% de azúcares reductores. El arroz molido contiene niveles mucho más bajos de azúcares totales y reductoras (0.4% y 0.06% respectivamente) (Matz, 1992:525).

La composición química – proximal del arroz se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 7 Composición química y valores energéticos del arroz por 100 g de porción comestible.

NUTRIENTE	TIPO DE PRODUCTO DE ARROZ		
	BLANCO	INTEGRAL	HARINA DE ARROZ BLANCO
ENERGÍA Kcal.	360	357	364
HUMEDAD %	12.9	13	12.0
PROTEINAS g	6.6	7.2	7.2
GRASA g	0.6	1.5	0.6
CARBOHIDRATOS g	79.3	77.6	79.7
FIBRA g	0.3	0.8	0.3
CENIZAS g	0.6	0.7	0.5
MINERALES			
CALCIO mg	9	14	9
FÓSFORO mg	108	231	104
HIERRO mg	0.8	2.6	1.3
VITAMINAS			
TIAMINA mg	0.07	0.22	0.08
RIBOFLAVINA mg	0.05	0.05	0.03
NIACINA mg	1.6	4.0	1.6

(INCAP, 1996:30–31).

El cuadro No. 8 muestra la composición química – proximal y el contenido vitamínico del arroz en comparación con el maíz, harina de trigo y avena. Según se observa, existen algunas diferencias entre ellos, aunque también muestran ciertas similitudes. Las diferencias de interés atañen a su contenido de proteína y grasa. De todos los cereales, el arroz acusa la concentración proteínica más baja. Sin embargo, según Bressani (1972:4), estudios del Instituto Internacional para la Investigación de Arroz (IRRI) indican que por selección y cruzamiento genético es factible aumentar el contenido total de proteína de los granos de arroz.

Por otra parte, entre los cereales del cuadro No. 8, el arroz contiene los valores más altos de carbohidratos. Con respecto al contenido vitamínico, las cifras demuestran que el arroz contiene bajos niveles de tiamina y riboflavina. Esto no constituye un problema en la actualidad puesto que la tecnología de alimentos permite que hoy en día la concentración de estos nutrientes en el arroz y en otros alimentos pueda incrementarse a través de la fortificación (Bressani, 1972:4).

Cuadro No. 8 Composición química y contenido vitamínico de cuatro cereales (%).

Componente	Arroz	Maíz	Trigo	Avena
Humedad	12.0	10.6	12.0	8.3
Proteína	7.2	9.4	11.8	14.2
Grasa	0.6	4.3	1.2	7.4
Ceniza	0.5	1.3	0.5	1.9
Fibra cruda	0.6	1.8	0.4	1.2
Carbohidratos solubles	79.7	74.4	74.5	68.2
Calorías	364	361	365	390
Tiamina mg	0.08	0.43	0.12	0.60
Riboflavina, mg	0.03	0.10	0.07	0.14
Niacina, mg	1.6	1.9	1.4	1.0

8. Valor nutritivo del arroz. El valor nutritivo del grano está evidentemente determinado por la composición química. Además, hay que tener presente que las diversas partes del grano poseen valores nutritivos muy diferentes.

El arroz entero es como otros cereales, una fuente rica en calorías, siendo su contenido proteico comparable al de otros cereales y el de tiamina y riboflavina más alto que la mayor parte de cereales. Debido a la cáscara que rodea al grano, su contenido de fibra cruda es relativamente alto. El arroz al igual que el maíz blanco, maicillo y otros cereales no contienen carotenos (Bressani, 1958:5).

Como ya se mencionó, el beneficio del arroz produce una pérdida de tiamina, riboflavina y niacina en el grano. Otra parte de proteína, grasas, vitaminas y minerales se pierde en el lavado, blanqueo y cocinado por lo que su valor nutritivo se reduce entre su recolección y consumo; por eso, su relación con Beri-Beri y ceguera infantil (Silva, 1992:13). Debido a esto, en las regiones donde se consume mucho arroz pulido, se aumenta su valor nutritivo enriqueciendo el producto con estas vitaminas. Se puede evitar la pérdida de estas sustancias nutritivas con el método comúnmente denominado "parboiling", o sea el cocimiento del grano entero antes de descascararlo. Este tratamiento hace que las vitaminas pasen del germen y otras secciones del grano al endospermo, enriqueciendo así el grano destinado al consumo humano (Bressani, 1958:6).

Según Silva (1992:15), el arroz es un importante cereal debido a su alta digestibilidad (similar a la del maíz), valor biológico e índice de eficiencia proteica (PER) entre todos los cereales.

Con respecto al contenido de proteínas del arroz Bressani dice que «si bien es limitado, es superior al de otros cereales» (1972:4). En el cuadro No. 9 se da a conocer la concentración de aminoácidos esenciales de la proteína del arroz en comparación con la de otros cereales y la proteína de la leche usada como proteína de referencia.

Cuadro No. 9 Contenido de aminoácidos esenciales de varios cereales (g/16 g N).

Aminoácido	Arroz	Maíz	Harina de trigo	Avena	Proteína de leche
Isoleucina	4.89	4.62	4.19	4.82	6.51
Leucina	7.84	12.96	7.02	6.99	10.02
Lisina	4.27	2.88	2.08	3.42	7.94
Aminoácidos azufrados totales	3.45	3.15	3.02	3.41	3.41
Fenilalanina	5.55	4.54	5.01	4.98	4.94
Treonina	4.10	3.98	2.62	3.09	4.70
Triptofano	1.35	0.61	1.12	1.20	1.44
Valina	6.24	5.10	3.94	5.55	7.01

En este cuadro se observa que la isoleucina, los aminoácidos azufrados y la fenilalanina presentan valores similares, en cambio hay una notoria diferencia en el contenido de lisina, treonina y triptofano.

En comparación con el maíz, el contenido de aminoácidos esenciales es un poco más bajo excepto según Bressani (1958:6) en la lisina, metionina y triptofano que son los aminoácidos deficientes en el maíz lo cual hace que las proteínas del arroz sean biológicamente mejores que las del maíz. Por otro lado, se ve que el patrón de aminoácidos del arroz se aproxima más al de la leche que el de los otros cereales. La proteína de arroz contiene niveles de treonina más altos que aquellos determinados en otros cereales, y en cantidades similares a las que se encuentran en las proteínas de origen animal como la leche. Asimismo, los valores más altos de lisina, en el arroz, sugieren que de todos los cereales esta proteína es la de mayor valor biológico (Bressani, 1972:4).

Los factores que determinan la calidad de las proteínas son su contenido de aminoácidos esenciales y la eficiencia de utilización de los mismos por el organismo. Estos factores se relacionan ya que para obtener una mayor eficiencia de utilización, estos aminoácidos deben estar presentes en cantidades apropiadas y en una debida proporción entre sí. En un estudio con ratas alimentadas con dietas de diferentes cereales (arroz, maíz, trigo, avena, sorgo y caseína) en cantidades equivalentes al 7.5% de proteína, la dieta a base de arroz indujo las mayores tasas de crecimiento así como una mayor eficiencia de utilización de la proteína (PER) (Bressani, 1972:5). Por su parte Bolaños (1999:45) reportó que el valor de la utilización neta de la proteína para el arroz es de 63, comparada con 49 para el trigo y 36 para el maíz.

Estos resultados demostraron que la calidad de la proteína del arroz es bastante buena, mejor que la de la harina de trigo o del maíz, aunque su valor nutritivo es bajo debido a la baja concentración proteínica del grano. Según Bressani (1972:6) se obtiene la misma conclusión usando diferentes animales de experimentación, humanos (adultos y niños), y distintos métodos.

9. Propiedades. La calidad y el aumento de las expectativas de vida pueden mejorar considerablemente prestando mayor atención a la dieta. El arroz es de los alimentos que, al presentarse con regularidad en la dieta del anciano, puede ser de gran ayuda para promover o recuperar un

buen estado psicofísico. El arroz es una buena fuente de almidón. Tiene un valor nutritivo igual al trigo y tres veces mas alto que las papas (ACA,2002:1).

El arroz es un hidrato de carbono complejo; es energético. Los hidratos de carbono suministran al cuerpo la energía y los hidratos de carbono complejos mantienen dicho nivel de energía por periodos de tiempo mayores. Además, los carbohidratos del arroz son fácilmente digeridos. Según Bolaños (1999:16), existe evidencia de que los carbohidratos que son fácilmente digeridos mejoran la eficiencia de la proteína. Los hidratos de carbono del arroz tienen acción de ahorrar proteínas. El cuerpo no usa la proteína de la dieta o de las reservas del cuerpo para abastecer sus necesidades de energía, cuando hay un hidrato de carbono disponible.

Es recomendado en cualquier dieta. El arroz no contiene colesterol ni gluten y su contenido de sodio es tan bajo que lo hace excelente para las dietas restrictivas de estos factores (pacientes con enfermedad celíaca, colesterol alto o hipertensión). En pacientes diabéticos, ayuda a mantener los niveles de glucosa. En un estudio realizado con pacientes diabéticos en Guatemala (Pérez, 2001:1), se demostró que el consumo de arroz blanco o integral, frito o cocido, no aumenta a niveles significativos las glicemias de dichos pacientes.

El arroz no provoca alergia, lo que significa que los casos de hipersensitividad al mismo son raros (Bolaños, 1999:18).

El arroz blanco es pobre en vitamina B1, razón por la cual es preferible el consumo de arroz integral. El arroz integral mejora la hipertensión, la hepatopatía y las diarreas moderadas, siendo muy adecuado para dietas libres de colesterol y ácido úrico.

El arroz es un agente metabolizador (FEDEARROZ, 2002:2). Se ha demostrado que el consumo de arroz presenta grandes ventajas en el buen funcionamiento del aparato digestivo. El componente glúcido del arroz produce un efecto regulador sobre la flora intestinal y aumenta la presencia de bacterias benéficas que contrarrestan la colonización intestinal por parte de patógenos. Por tanto, disminuye la irritabilidad del intestino y tiene efecto sobre las diarreas comunes.

De otra parte, la característica de los almidones del arroz en su bajo contenido de grasas, lo hace un alimento de alta digestibilidad sin que ello implique aumento de peso.

La Federación de Arroz de Colombia, FEDEARROZ (2002:2) hace referencia a cuatro estudios diferentes realizados en los Estados Unidos y Australia de cuyos resultados se puede concluir que el consumo de salvado de arroz reduce el colesterol en los seres humanos.

En los resultados del primer estudio clínico, realizado en California, para determinar los efectos producidos por el salvado de arroz se reveló que reduce significativamente los niveles de colesterol debido a

una disminución del 14% de los niveles de LDL (partícula de colesterol no deseable), lo mismo que la disminución de la "Poli protefna B", sustancia relacionada con la incidencia de la enfermedad coronaria. Igualmente se comprobó que el salvado de arroz contiene fibra, lo cual ayuda a solucionar problemas de estreñimiento y para prevenir el cáncer de colón.

Estudios de Australia indicaron que el salvado de arroz incrementa el HDL (colesterol bueno), en una proporción del 6%. El salvado de arroz es considerado significativamente superior al salvado de trigo y al salvado de avena en el aumento de HDL.

En Italia, se han publicado estudios que determinaron que una alimentación caracterizada por un elevado consumo de arroz presenta un beneficio efectivo para la salud del intestino y colabora eficazmente en la mejoría de una enfermedad que aflige a un porcentaje importante de la población anciana también en Italia. El mal de Parkinson es una enfermedad neurológica progresiva que afecta una pequeña parte del cerebro y se caracteriza por temblores, rigidez y lentitud en los movimientos, las causas de esta patología todavía son desconocidas, pero es notorio que los síntomas son debidos al hecho de que un pequeño grupo de células cerebrales no desempeñan más su función normal. Este fenómeno se produce por la falta de dopamina, una de las sustancias químicas que transmiten los mensajes nerviosos a nivel cerebral, los llamados neurotransmisores cerebrales.

Se aconseja una dieta caracterizada por la presencia en cada comida de una suficiente cantidad de carbohidratos complejos conteniendo fibras; entre estos está el arroz integral, que también puede ser utilizado para ayudar a combatir el estreñimiento, un síntoma de los pacientes con la enfermedad de Parkinson.

Una modificación dietética caracterizada por la presencia en cada comida de un suficiente aporte de carbohidratos complejos conteniendo fibras (como el arroz integral, la verdura, la fruta y las legumbres), podrían ser útiles para tener éxito en suavizar las heces y aumentar la masa fecal.

La Federación de Arroz de Colombia (2002:2) recomienda el consumo de arroz frecuente, al menos 4 ó 5 veces a la semana. Es importante leer con atención las informaciones nutricionales presentes en los alimentos y poner atención particularmente a los ingredientes que puedan contener gluten, como la harina utilizada como agente condensador y almidón modificado.

Para dar consistencia a las salsas se puede utilizar la harina de arroz, un alimento poco utilizado pero que debe ser revalorado. En efecto, quien no quiera renunciar al clásico plato de pasta de la tradición mediterránea, puede comerla hecha con harina de arroz en vez de la de trigo, existen varias clases (tallarines, macarrones, etc.) el sabor es comparable a la pasta de trigo comúnmente utilizada.

c. El pan.

La panadería o panificación es una de las ocupaciones más antiguas, pero su desarrollo como industria moderna data de fines del siglo pasado. El pan se hace con una masa fermentada de harina, levadura, sal y agua. La harina es el ingrediente más importante en la panadería y se denomina el "cuerpo del pan", sin ésta es imposible elaborarlo, por lo que este es su componente más importante (Kirk y Othmer, 1962:635).

Según Prera (2001:27) se prefiere la harina de trigo para la obtención de un pan esponjoso, ya que al ser mezclada con agua, y bajo condiciones apropiadas, origina una masa elástica, cohesiva, semejante al chicle, que retiene el gas formado en la masa por la acción del calor en el horno.

Las harinas que se utilizan para panificación están compuestas de varios elementos importantes que se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro No.10 Composición de las harinas utilizadas en panificación.

Componente	Composición
Almidón	69%
Proteína de gluten (insolubles)	11%
Proteína soluble	1%
Grasa	1%
Azúcares	2.5%
Sales minerales (cenizas)	0.5%
Humedad	15%

(Prera, 2001:29).

Uno de los más importantes componentes de la harina, por su cantidad y función es el almidón. Respecto a esto, Prera (2001:29) afirma que el almidón es un factor determinante en la blandura de la miga, ya que al entrar en contacto con el agua, hidrata la masa para el amasado, provee un sustrato para la fermentación y mientras más empaquetados los gránulos de almidón hay más unión entre ellos (adhesión) y mayor será la solidez de la miga. El contenido de almidón varía inversamente con el de la proteína en la harina, es decir, mientras más almidón haya, menos proteína habrá en la harina, por lo que en panificación se buscan valores intermedios de almidón y proteína.

Las proteínas de la harina son la fuente de gluten de la masa. Esto se debe a que entre las proteínas de la harina están la gliadina y la glutenina, las cuales al hidratarse forman el gluten. Este complejo tiene propiedades elásticas y de esponjamiento de gran valor, para la fabricación de pan. La gliadina le da al gluten plasticidad y elasticidad, mientras que la glutenina le da solidez y estructura. La cantidad de gluten que se obtiene de la harina depende de la naturaleza de los trigos, de la finura de la harina: cuanto más fina menor el porcentaje de gluten y cuanto mayor es la cantidad de gliadina (proteína insoluble) más blando es el gluten (Prera, 2001:29).

Fisher y Bender (1972:85) explican que el gluten de la masa se infla formando burbujas por la expansión del gas que provienen de la fermentación de la levadura; luego se endurece con el calor dando una textura ligera y esponjosa. Para hacer un pan ligero y esponjado, es indispensable usar un cereal que contenga gluten como el trigo o el centeno.

Entre la grasa que está presente en la harina se encuentran los carotenos que dan color a la harina. Los azúcares presentes en la harina tienen la composición y propiedades del azúcar de caña y maltosa. Las sales minerales de la harina tienen su papel en la fermentación, contribuyendo a la alimentación de la levadura, pero también influyen en la formación del gluten (Prera, 2001:30).

Se puede elaborar harina a partir de otros cereales y leguminosas, pero la composición específica del tipo de proteína del trigo es responsable de la estructura del pan. Estas harinas se utilizan generalmente, en conjunto con la harina de trigo, ya que ésta es más apta para la formación del gluten. Entre los tipos de harina se pueden mencionar: harinas integrales, de centeno, de soya, de avena, de arroz, de maíz (Prera, 2001:31).

Se pueden hacer gran variedad de panes, mezclando otros cereales con la harina de trigo. Fisher y Bender (1972:85) dicen que:

«se puede hacer pan negro con harina de trigo entero, harina morena (85 a 95%) o harinas preparadas, que son mezclas de harinas blancas con cantidades adicionales de germen de trigo.»

En Guatemala existe una amplia variedad de panes que se producen en forma regular en el mercado. Existen harinas suaves y duras de las cuales se producen diferentes tipos de pan. De los panes provenientes de harinas suaves en Guatemala, Morales (1994:12) indica que se conocen aproximadamente, doce formas de pan dulce que van desde los panecillos más simples conocidos como "panes de manteca", panes tostados y champurradas hasta las tortas que no son más que panes dulces grandes preparadas con mayor adición de azúcar y mejoras en el proceso de elaboración.

Por otro lado, existen los panes provenientes de harinas duras que son usualmente lo que se acompañan en las comidas. La variedad de este tipo de panes es mayor, ya que dentro de las distintas formulaciones existentes hay diversas formas que los han caracterizado en el tiempo. Dentro de esta variación en las formulaciones está el pan de rodaja (comúnmente llamado pan sándwich), pan de leche (denominado pan hot-dog y/o de hamburguesa), panes desabridos y otros no muy conocidos. Morales (1994:12) aclara que el pan "francés" es únicamente «un tipo de pan desabrido» dentro de su amplia variedad de formas (doce aproximadamente).

1. **Valor nutritivo.** Todos los panes, blancos y negros, son valiosas fuentes de calorías y proteínas, el pan negro además, proporciona hierro y vitaminas B. Según Fisher y Bender (1972:84), en muchos

países la harina blanca (y de ahí el pan blanco) se enriquece con vitaminas B1, B2 y con ácido nicotínico (en Inglaterra no se usa vitamina B2) junto con hierro, de manera que su valor nutritivo equivale al del pan con un 85% de extracción (y es un poco inferior en vitaminas B y hierro al pan integral). Se agrega calcio para proporcionar mayores cantidades que las que se hallan en el pan integral.

Como el pan contiene 37% de agua, en comparación con el 10% de la harina, su contenido nutritivo corresponde aproximadamente al 75% del de la harina empleada. En la Gran Bretaña el pan, la harina y los cereales proporcionan casi la tercera parte de la ingestión promedio de calorías y de proteínas, la cuarta parte de la de calcio y la tercera parte de la de vitamina B, y ácido nicotínico (Fisher y Bender, 1972:84).

La Asociación de Especialistas en Nutrición de Guatemala, recomienda el siguiente consumo de pan diario:

Cuadro No.11 Consumo diario recomendado de pan por edad.

PERSONAS	CANTIDAD RECOMENDADA
Niños	150 – 250 g pan
Adolescentes	250 – 400 g pan
Adultos	250 – 400 g pan
Ancianos	200 – 250 g pan

(Prera, 2001:24).

A los ancianos les gusta el pan y los sandwiches, porque son fáciles de comer. Los ancianos necesitan alimentos de valor nutritivo concentrado y les gustan los alimentos fáciles de preparar y comer, especialmente si tienen un buen sabor. Por ejemplo, a los niños les atraen los sabores suaves y delicados como el queso crema, pero las personas mayores prefieren quesos más fuertes (Fisher y Bender, 1972:124).

2. Importancia proteica del pan. Las proteínas se complementan de manera similar. Fisher y Bender (1972:95) explican que si una proteína tiene deficiencia de lisina pero tiene exceso de metionina y otra tiene exceso de lisina pero le falta metionina, la mezcla de las dos tiene un VB más elevado que lo que se podría esperar del promedio de los dos VB por separado. Por ejemplo, el pan tiene un VB de 50 y el queso de 75, una mezcla de 3.5 partes de pan y una parte de queso tiene un VB de 75 (se esperaría un valor de 55). La deficiencia de lisina en el pan se compensa con el sobrante que hay en el queso (ver figuras 3, 4 y 5).

Las dos proteínas se deben ingerir al mismo tiempo, ya que el cuerpo tiene poca capacidad de almacenar mezclas de aminoácidos. Por lo general, las proteínas de los cereales tienen poca lisina, mientras que las de procedencia animal tienen deficiencia de metionina, por lo que la mezcla de estos dos tipos de alimentos es

de calidad elevada. Las proteínas no sólo son de alta calidad por sí mismas, sino que mejoran la calidad de las proteínas de los cereales (Fisher y Bender, 1972:95).

Figura No. 3 Composición de los aminoácidos del pan.

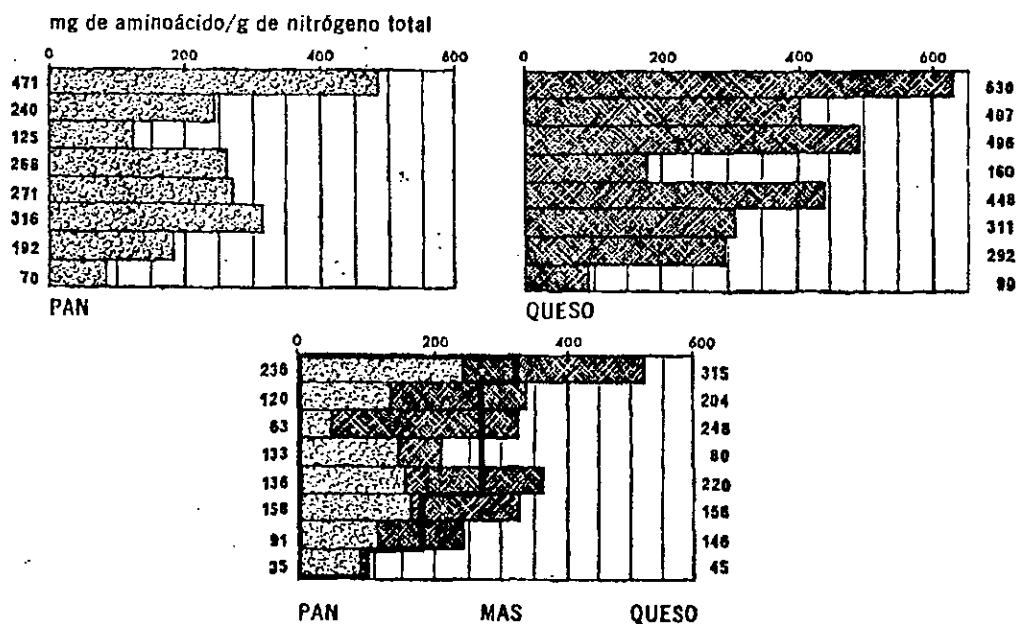


Figura No. 4 Complementación de los aminoácidos del pan y los del queso, sobrepuestos a los de la proteína "perfecta".

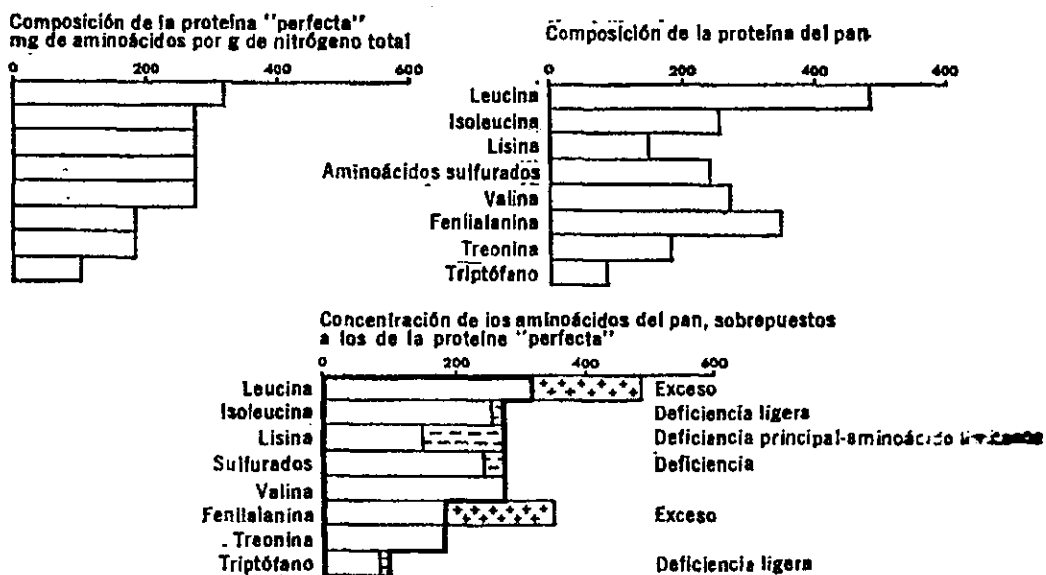
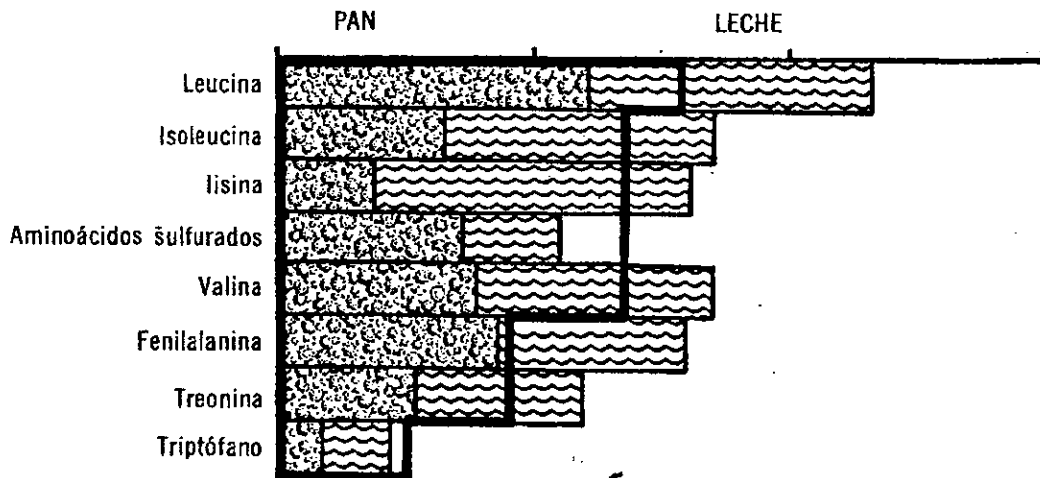


Figura No. 5 Complementación de proteínas: Diagrama de la "proteína perfecta" sobrepuesta a una mezcla de partes iguales de proteínas del pan y de la leche.



3. **Factores a juzgar en el pan.** Los más importantes son las cualidades que se aprecian al comer el producto, aunque no siempre se llaman por el mismo nombre. Estas propiedades suelen dividirse en dos grupos: uno comprende el sabor y el aroma (la miga poseerá un agradable olor y su sabor recordará brevemente el de la avellana); el otro se relaciona con la facilidad de masticación. La propiedad de conservar la frescura se califica a veces por separado, si bien se relaciona con otros factores que influyen en que el producto sea más o menos apetecible. Los caracteres de la corteza se juzgan a menudo por separado (Kirk & Othmer, 1962:649).

Otros factores se juzgan por la vista o el tacto. Entre ellos figuran un buen aspecto y un bonito color amarillo dorado, combinado eventualmente con un ligero enharinado; la corteza ha de ser crujiente y estar correctamente cocida y la simetría o la uniformidad en la forma de la hogaza. La sedosidad y la suavidad de la rebanada cortada de la hogaza se juzgan por la sensación producida al tacto y se registra como una calificación de textura. La miga tendrá un tono blanco cremoso y en presencia de masa madre natural, ligeramente grisácea (Calvel, 2002:6; Kirk & Othmer, 1962:649).

Calvel (2002:6), dice que la obtención de un pan de sabor original, de un pan de buen sabor, es el fruto de una correcta interacción de los siguientes factores:

- Una buena harina.
- Un amasado correcto durante el cual se evitará toda oxidación excesiva y además perjudicial.
- Una primera fermentación adecuada.

- Una cuidadosa división y formado de las piezas.
- Una segunda fermentación con un buen nivel medio.
- Una cocción conveniente con una coloración de la corteza adecuada, que deberá seguirse con atención.

El respeto de todo este proceso es lo que permite obtener, en suma, un pan de sabor ejemplar, seductor y apetitoso para el consumidor.

4. Endurecimiento del pan. Según Fisher y Bender (1972:200) el pan se endurece cuando el agua pasa del gluten a las partículas de almidón; esto sucede más rápidamente a temperaturas de 2 a 18°C, por ejemplo, en una despensa fría o un refrigerador. Después de hornearlo, el pan se debe enfriar lentamente. Se conservará bastante fresco durante 3 ó 4 días a la temperatura ambiente si se guarda en una bolsa de polietileno perforada o una panera con tapa que no sea hermética.

El pan se conserva indefinidamente congelado a bajas temperaturas. Se debe descongelar a la temperatura ambiente durante media hora o en un horno caliente durante cinco minutos.

El endurecimiento se puede remediar parcialmente, por ejemplo, el pan se vuelve fresco de nuevo, calentándolo en un recipiente cerrado en horno caliente durante diez minutos, y dejándolo enfriar sin abrir el recipiente.

5. Harinas compuestas. Son aquellas harinas que son mezclas de harina de trigo con harinas que la substituyen parcialmente, por motivos económicos principalmente (Chauvin 1981:7). En el presente trabajo al referirnos a harinas compuestas, nos referimos a cualquier mezcla de harinas.

La historia de las harinas compuestas se inició en 1964, a través de la FAO (Food and Agriculture Organization) y su "Programa de Harinas Compuestas" con el objeto de sustituir parcialmente las harinas de trigo por cereales producidos en las localidades, y así reducir las importaciones de aquel cereal a los países en vías de desarrollo (Morales, 1994:26).

Además de reducir las importaciones del trigo, y consecuentemente dejar de ser en parte un país trigo--dependiente, esto ha servido como un vehículo nutricional, ya que las deficiencias nutricionales en las harinas de trigo pueden ser reemplazadas por cereales que no posean las mismas deficiencias (Morales, 1994:26).

Fellers y Bean (1988:220) afirman que los incentivos o razones que han hecho de las harinas compuestas un punto de interés en los países donde estos programas ya están bien implementados son:

- Agregar variaciones a las dietas de la población.

- Mejorar la nutrición.
- Extender el uso de los suplementos del trigo.
- Reducir costos en los ingredientes de fabricación.
- Estimular a los agricultores a cultivar nuevos productos que generan nuevos empleos en las áreas rurales.
- Implementar la utilización de harinas que no sean de trigo en las plantas productoras.

Otro factor de importancia que es deseable en productos de harinas compuestas es sustituir la harina de trigo por una que sea producida localmente y, por lo tanto, más barata.

Según Morales (1994:24) esto se ha visto que ocurre sin que haya un mandato de los gobiernos de los países en vías de desarrollo. Según investigaciones que se han hecho en países latinoamericanos se suele observar que los molineros de arroz venden este producto a los molineros de trigo a un precio más bajo que el del trigo, siendo este último fijado por el gobierno. Esta situación es aprovechada por los productores de harinas compuestas.

A pesar de todas estas razones no debe dejarse de mencionar que el trigo posee características únicas por el gluten en la proteína que forma una masa cohesiva y elástica. Estas propiedades visco elásticas son la base para muchas cualidades deseables en los productos del trigo, especialmente del pan. Cuando la estructura del gluten es dañada o diluida, el invariable resultado es un desarrollo pobre de las masas, dando como resultado productos no aceptados por los consumidores (Fellers y Bean, 1988:221).

Finalmente, Fellers y Bean (1988:221) sugieren que debe hacerse una pregunta importante: ¿Cuánta harina de trigo puede ser reemplazada sin que el producto sufra un cambio significativo en las características tradicionales que sea aceptado por el consumidor? La respuesta depende de varios factores, el producto específico de trigo que se desea producir, el proceso elegido para su manufactura, la calidad del trigo, el tipo y la calidad de la harina que sustituirá a la de trigo, el uso de aditivos especiales y la aceptabilidad del producto por la población consumidora.

Entre los productos del trigo, los panes fermentados son los más afectados por las mencionadas sustituciones. Las masas hechas con harinas compuestas reducen la cohesividad y la propiedad de retener el CO₂ producido en las masas, dando como resultado productos menos apetecibles, panes muy densos y pesados. La miga de estos productos pierde cohesividad y los panes tienden a ser más quebradizos.

La gomosidad durante la masticación suele ser otro problema. Todos estos efectos físicos son más notables que cualquier cambio de sabor o coloración que pueda ser rechazado por los consumidores y pueden ser reducidos con el uso de aditivos como antioxidantes (bromatos, ácido ascórbico), surfactantes (estearoil 2-lactilato de sodio), o grasas; y mediante la modificación en las técnicas de producción de las

masas, como adicionar agua en las formulaciones debido al incremento de la absorción de agua, o la variación de los niveles de levadura y/o reduciendo los tiempos de amasado y fermentación. Esta reducción en el tiempo de amasado puede hacerse por medio de un sistema mecánico a alta velocidad, y ha dado resultados satisfactorios en panes fermentados a base de harinas compuestas. El Cuadro No.12 muestra una generalización de los niveles prácticos en que se puede sustituir la harina de trigo en la producción de pan. Cada harina o combinación de harinas que sustituyen la harina de trigo poseen sus propias limitaciones en cuanto a color, sabor, palatabilidad, procesamiento y en manejo de las masas (Fellers y Bean, 1988:221).

Cuadro No.12 Niveles en que se puede sustituir la harina de trigo.

TIPO DE HARINA	RANGO DE SUSTITUCIÓN (%)
Almidones modificados	20 – 40
Arroz	10 – 30
Raíces	5 – 20
De alto valor proteico	3 – 15

(Fellers y Bean, 1988:222; Morales, 1994)

Los almidones purificados permiten la mayor sustitución, pero tienen la desventaja de que diluyen la calidad nutricional al reducir el contenido de proteínas. Los productos gelatinizados y las harinas con alto valor proteínico, requieren un incremento en el uso del agua en las formulaciones, y se ha observado que esta agua extra diluye más el gluten de trigo. Además, el incremento del agua en las formulaciones y la naturaleza de la soya y productos similares, incrementa lo pegajoso dando problemas en el manejo de las masas por lo que su uso en las sustituciones debe ser en forma limitada.

a. Composición química de las harinas compuestas. Desde el punto de vista nutricional,

Chauvin (1981:8) señala que las harinas compuestas deben proporcionar proteínas y calorías principalmente además de vitaminas y minerales; de acuerdo a este criterio se les clasifica con distintos nombres, por ejemplo, se les llama alimentos calóricos, calórico–proteínicos, altamente calóricos, ricos en proteínas, etc. Existe entonces una variabilidad muy alta en cuanto a su composición.

b. Procesos de fabricación de harinas compuestas. Chauvin (1981:9) afirma que existen muchas alternativas tecnológicas para la producción de los diferentes tipos de harinas compuestas, que pueden ser muy simples o muy sofisticados. Los procesos más comúnmente utilizados:

- a) Mezcla de harinas
- b) Harinas precocidas y secadas en rodillos en hojuelas o en gránulos
- c) Harinas precocidas y secadas en spray dryer (polvo)
- d) Harinas precocidas mediante extrusión (varios tipos)
- e) Harinas precocidas por extrusión con posterior tratamiento enzimático

- f) Harinas granuladas
- g) Harinas malteadas.

6. Uso del arroz en la industria de panificación. Según Matz, (1992:323) el uso de los granos de arroz enteros o quebrados en productos horneados no ha sido de gran importancia. La harina de arroz hecha por molienda por impacto de los granos quebrados tiene algunas aplicaciones. No hay una razón teórica del por qué la molienda por rodos no puede ser aplicada al arroz, pero esto no sería un uso eficiente del sistema de molienda por rodos. El método de perlado es más simple que la molienda por impacto y funciona muy bien para el arroz.

La harina de arroz no es ideal para ser el componente estructural de panes leudados; no contiene las proteínas del gluten que le dan al trigo su habilidad única para formar masas elásticas y productos suaves, blancos, y sabrosos por fermentación química o con levadura. Sin embargo, mucho se ha estudiado para preparar sustitutos del pan a partir de harina de arroz. Parte de este interés ha sido resultado de la demanda de personas que son alérgicas a la harina de trigo. Solo las harinas de granos cortos y medianos tienen las propiedades fisicoquímicas necesarias para dar una miga de pan suave y texturizada (Matz, 1992:323).

Matz (1992:335) indica que se han evaluado muchas gomas como reemplazos de gluten; en 1976, Nishita y sus colaboradores desarrollaron un pan de arroz fermentado con levadura usando hidroxipropil metilcelulosa como sustituto del gluten durante el reposo de la masa (Kadan *et al.*, 2001:940)

La disponibilidad de máquinas para hacer pan en los hogares ha hecho posible la elaboración de pan de arroz. Según Kadan (2001:940) el producto que se obtiene puede compararse con el pan integral; sin embargo, es un pan seco, que se desmorona fácilmente y tiene poco sabor. Además, tiende a retrogradarse en unos días durante su almacenamiento bajo refrigeración a 4°C.

En otro estudio realizado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (Kadan *et al.*, 2001:940) se evaluaron muestras de panes experimentales de arroz por medios fisicoquímicos y los compararon con el pan integral local. Sus resultados demostraron que el pan de arroz tiene menos volumen específico, textura más dura y era más propenso a la retrogradación durante el almacenaje que el pan integral. Sin embargo, esta retrogradación no se puede tomar como un factor completamente negativo, puesto que aunque no se logran cumplir los estándares de textura y sabor, le imparte propiedades hipoglucémicas deseables al pan.

Así, los investigadores concluyeron que el pan de arroz no tiene que ser necesariamente igual al pan integral; sin embargo, no se ha encontrado una formulación del pan de arroz que cumpla completamente con las expectativas de los consumidores (Kadan *et al.*, 2001:944).

7. Panes funcionales. El Consejo Internacional de Información sobre Alimentos (International Food Information Council, IFIC) define como alimentos funcionales a todos aquellos productos alimenticios que proveen beneficios a la salud más allá de la nutrición básica. La ingeniería de alimentos fue la encargada de llevar a los alimentos tradicionales nutrientes nuevos, o bien crear alimentos nuevos que posean un perfil nutricional más completo. El alimento funcional es un ahorro, ya que todo lo que invertimos hoy en alimentos no van a ser para medicamentos en el futuro. El alimento funcional es una obligación de la alimentación para los próximos cincuenta años y debemos tratar de ubicarlos en el momento que el consumidor lo necesita (Pigani, 2001:1).

El consumidor de hoy está preocupado por su calidad de vida, por su salud a futuro, y tiene conocimiento de que a través de la alimentación se puede favorecer o perjudicar la prevalencia de ciertas dolencias crónicas. Los hábitos de una vida "más sana", de una "alimentación más natural", se están instalando con mucha fuerza en las familias modernas (Pigani, 2001:2). Por este motivo los denominados alimentos funcionales poseen un creciente número de adeptos.

Pigani asegura que el éxito de los alimentos funcionales depende, principalmente, «de un buen equilibrio entre los ingredientes funcionales y su aplicación última» (2001:6). Un producto "más sano" tiene que ser sabroso y apetitoso para los consumidores, la importancia de su consumo regular asegura que el ingrediente tenga un efecto fisiológico importante.

Los productos de panadería y pastelería no son ajenos a esta corriente y paulatinamente van introduciéndose en este mercado alimenticio que permite, además, una mayor diversificación de la oferta. La pregunta obvia ante la idea de realizar pan funcional es **¿por qué el pan?** Porque el pan representa una parte importante de nuestra dieta diaria, y ocupa un lugar preferente en cualquier dieta preocupada por la salud, es decir es uno de los alimentos básicos que los consumidores relacionan con la buena salud y bienestar y se le aprecia por sus nutrientes básicos como la fibra, las vitaminas y los minerales (Pigani, 2001:6).

La panadería funcional es aquella que emplea productos naturales con unos determinados aditivos de funcionalidad fisiológica destinados a la alimentación diaria. Su beneficio para la salud procede de los microorganismos (bacterias probióticas en los productos fermentados) o de las combinaciones activas biológicas que poseen (los denominados nutracéuticos o prebióticos).

Quiere decirse que este tipo de productos no sólo alimentan sino que aportan un valor añadido que estimula la salud del organismo humano. Sin embargo, para conseguir un verdadero éxito con estos alimentos es necesario que el consumidor esté perfectamente informado de las ventajas de estos productos y que la información nutricional al respecto sea fiable y con una base científica. Para ello, es preciso realizar campañas de promoción y, de este modo, crear una mayor aceptación de la panadería funcional para

convencer a los consumidores de que están no sólo ante un alimento básico, sino ante un producto que aporta una serie de beneficios y donde el sabor también es muy importante.

El pan corriente es sustituido cada vez más por un amplio abanico de panes especiales. Cada uno tiene su propio mensaje que puede dirigirse a grupos concretos de consumidores (Pigani, 2001:6). Panes ecológicos (cuyos ingredientes como la harina proceden de cultivos ecológicos reconocidos como tales), panes con selenio (fortalece las defensas) o el pan rico en sustancias minerales y en fibras (proporciona energía al cuerpo y las fibras ayudan a la digestión, previenen el cáncer de colon y eliminan el colesterol) son algunos de los productos que pueden englobarse dentro de esta nueva corriente.

También existe el pan multivitaminas, con una adición controlada de vitaminas que cubre la necesidad diaria recomendada. En este sentido hay que recordar que las vitaminas son sustancias nutritivas de vital importancia que sólo pueden administrarse a través de la alimentación. Este tipo de pan incluye los denominados "crispies" con varias vitaminas que contienen germen de maíz, vitaminas y zumo de frutas concentrado (puede reconocerse por los puntos amarillos en la miga del pan). Pero además, están alcanzando un gran auge los concentrados que aportan otro tipo de sustancias beneficiosas para el organismo. Es el caso de los ácidos grasos Omega-3 o de los concentrados prebióticos que se añaden a cualquier tipo de pan con el fin de aportar un valor añadido a estos productos.

En cuanto a los panes prebióticos, éstos se encuentran enriquecidos con bacterias especiales del ácido láctico, que estimulan el crecimiento de los cultivos sanos de bifidos en el intestino (al adherirse a las células intestinales crean una barrera contra los microorganismos no deseados). Al igual que el yogur, este tipo de pan estimula la actividad intestinal y facilita la digestión, además de luchar contra las bacterias no deseadas y de apoyar las defensas del propio cuerpo, fortaleciendo el sistema inmunológico del individuo.

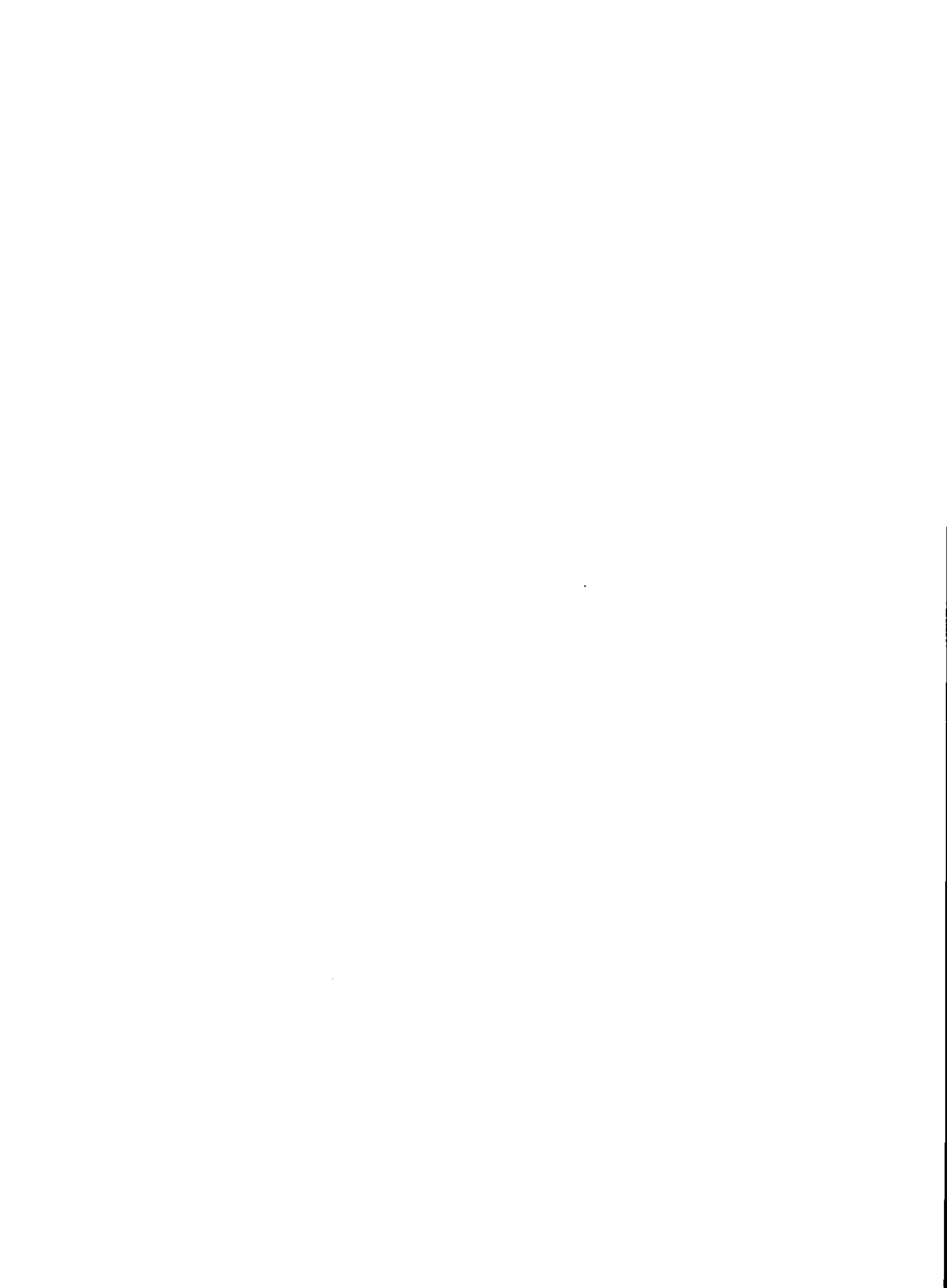
En Europa, ya están en los mercados diferentes tipos de panes fortalecidos con vitaminas, Selenio, Calcio, y ácidos grasos "Omega 3".

Esta nueva corriente del mercado de panadería, y de todos en general, tampoco olvida el sabor del producto. De nada serviría elaborar panes con sustancias beneficiosas si el resultado final no fuera agradable al paladar. Por ello, es preciso conseguir un amplio surtido de panes funcionales que, con una buena campaña de promoción, se den a conocer a nuestros clientes tanto por sus efectos saludables como por su sabor.

Pigani (2001:6) dice:

«Los principales mensajes hacia el consumidor con los panes funcionales son: Un aparato digestivo más sano, una flora intestinal más equilibrada, una mejor función digestiva, estimulación de las bifido bacterias.»

Es muy importante que la industria alimentaria incluya alimentos funcionales dentro de sus líneas; si en lugar de pensar sólo en alimentos "aportadores" de nutrientes básicos, el enfoque se vuelca hacia el "alimento--medicamento", es este un segmento que tiene asegurado un éxito total, siempre y cuando se eduque a la comunidad (Pigani, 2001:6).



III. JUSTIFICACIÓN

En la dieta de los guatemaltecos existe una marcada abundancia en carbohidratos. Es común observar, especialmente en las áreas rurales, que sus pobladores a parte de alimentarse de legumbres y hortalizas acompañados con tortilla, consumen en un alto porcentaje pan dulce y café para complementar sus comidas (Morales, 1974:12).

Sin embargo, por recomendación general, la población de la tercera edad debe reducir su consumo de azúcar para evitar padecimientos que afecten su estado de salud, y por tanto deben consumir carbohidratos, sobre todo complejos (Castillo, 2002:2; Coddou, 2001:2; Llaosa, 2002:2).

Por otra parte, según datos de la OMS entre el 65% al 90% de los ancianos consumen algún o varios medicamentos a la vez (Valenzuela, 2002:108), los cuales pueden alterar el proceso de nutrición y absorción, metabolismo y excreción de los nutrientes y como consecuencia pueden llegar a modificar su estado nutricional (Ansotegui *et al.*, 2002:3).

El arroz es un importante cereal que se caracteriza por:

1. Alta digestibilidad (similar a la del maíz), valor biológico e Índice de eficiencia proteica (PER) (Silva, 1992:15) por lo que se dice que de todos los cereales esta proteína es de mejor calidad (Bressani, 1972:5).
2. Es un hidrato de carbono complejo con propiedades tanto energéticas como funcionales (ACA, 2002:1):
 - a. En el aparato digestivo disminuye la irritabilidad del intestino y tiene efecto sobre las diarreas comunes. Además contiene fibra, especialmente el arroz integral, la cual puede ser útil para suavizar las heces y aumentar la masa fecal (FEDEARROZ, 2002:2).
 - b. El bajo contenido de grasa de los almidones del arroz, lo hace un alimento de alta digestibilidad, sin que ello implique aumento de peso.
 - c. Los carbohidratos del arroz son fácilmente digeridos lo que mejora la eficiencia de la proteína (Bolaños, 1999:16).
 - d. Es recomendado en cualquier dieta y no provoca alergia (ACA, 2002:1; Bolaños, 1999:18).
 - e. No causa hiperglucemias, obesidad, diabetes y otros padecimientos causados por azúcares simples (Llaosa, 2002:2).
3. Es considerado por la población de la tercera edad como uno de los alimentos que ayudan a que los años de vida sean muchos (Esturain, 1982:104).

Estas características indican el valor de la aplicación de la harina de arroz en productos de panificación. La realización de un pan blanco con sustitución parcial de la harina de trigo por harina de arroz presenta un aporte en la industria alimenticia ya que permitiría un nuevo uso para este alimento con beneficios tanto nutritivos como funcionales para la población de la tercera edad. Finalmente, este estudio abre las puertas futuras investigaciones relacionadas con el aprovechamiento de la harina de arroz en otras aplicaciones de panificación y de la industria alimenticia guatemalteca en general.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general.

Desarrollar un producto de panificación con propiedades funcionales para el adulto mayor, por medio de la sustitución parcial de harina de trigo con harina de arroz.

B. Objetivos específicos.

1. Analizar las propiedades físicas y químicas del producto obtenido.
2. Determinar la aceptación del producto por el consumidor.
3. Obtener un nuevo producto de panificación de gran aceptación en el colectivo de los adultos mayores.



V. HIPÓTESIS

Es posible formular un producto de panificación sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de arroz, con propiedades funcionales y características organolépticas agradables para la población de la tercera edad.



VI. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materia prima.

1. Harina de Trigo Enriquecida.
2. Harina de Arroz Blanco.
3. Levadura.
4. Sal.
5. Aceite.
6. Agua.

B. Metodología.

1. **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.
2. **Panificación.** Se elaboraron las muestras siguiendo los pasos esenciales que se siguen en la fabricación de pan blanco por método de masa directa:
 - a. **Pesado de los ingredientes.**
 - b. **Mezcla de los ingredientes.** Primero se disuelve la levadura en el agua tibia con azúcar hasta obtener una pasta espesa y se deja reposar en un lugar tibio durante 10 minutos. Luego se coloca sobre la mesa la mezcla de las harinas formando una corona. En el centro se distribuye la sal, la grasa y la levadura disuelta. Se trabaja con las manos de manera que se integren los ingredientes.
 - c. **Amasado hasta formar una masa lisa (20 minutos).**
 - d. **Reposo de la masa completa (maduración).** Se coloca la masa en un bol tapado con un lienzo, y este a su vez se deja reposar en un lugar tibio hasta que la masa aumente el doble de su volumen (aproximadamente una hora).

e. **División de la masa y segunda fermentación.** Se vuelca la masa sobre la mesa, se vuelve a trabajar con las manos durante 10 minutos para quitar el aire. Se distribuye la masa en moldes para pan rectangulares, engrasados y enharinados. Se dejan reposar nuevamente por 10 minutos.

f. **Horneado.** El pan permanece en el horno de 20 a 25 minutos a una temperatura es de 227 – 246°C (hasta que la masa esté dorada y cocida). Al salir del horno, el pan es vaciado de los moldes y se deja enfriar antes de empacarlo.

3. Análisis físico. Se realizó una evaluación de las características físicas del pan control y de los sustituidos por harina de arroz tomando en cuenta las dimensiones de altura, ancho, volumen, y peso. Dichas mediciones fueron realizadas con una regla graduada en cm y mm.

Se determinó la firmeza o dureza del pan usando el método estándar de la AACC 74–09 utilizando el texturómetro TA–XT2 marca Stable Microsystems (ver apéndice).

4. Análisis químico. Se realizó un análisis proximal tanto de las harinas de arroz y trigo, así como de las muestras de pan elaboradas, cuantificado con los siguientes métodos:

- a. **Método oficial de la AOAC para pan y harinas para la determinación del porcentaje de humedad (No. 14.004, horno de Aire).**
- b. **Método oficial de la AOAC para pan y harinas para la determinación del porcentaje de cenizas (No.14.006, método directo).**
- c. **Método oficial de la AOAC para pan y harinas para la determinación del porcentaje de grasa (No.14.018, extracto etéreo).**
- d. **Método oficial de la AOAC para pan y harinas para la determinación del porcentaje de proteína (No.14.026, Kjeldahl).**
- e. **Método oficial de la AOAC para pan y harinas para la determinación de fibra dietética (No. 45.4.07).**
- f. **Método para la determinación del porcentaje de carbohidratos totales (método de diferencia).**
- g. **Método para la determinación del valor calórico de las muestras (calorimetría).**
- h. **Método para la determinación de sodio (Fotometría de Llama).**

- i. Método oficial de la AOAC para pan para la determinación de colesterol (No. 14.105, Digitonina).
- j. Método para la determinación de lisina disponible (método de Hurrel, 1979).
- k. Método para la determinación de digestibilidad de pepsina (método Mertz, 1984).
- l. Método para la determinación del contenido de amilosa (método Juliano, 1971).

Los análisis fueron hechos en triplicado para cada muestra. En el apéndice se describen estos métodos.

5. Evaluación sensorial.

a. Materiales y Equipo para las pruebas de Análisis Sensorial

- * platos desechables
- * vasos desechables
- * servilletas
- * boletas de evaluación

b. Prueba de Preferencia. Las formulaciones obtenidas por el análisis estadístico de varianza que no fueron significativamente diferentes entre sí fueron sometidas a una prueba de preferencia. En esta 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 tres 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.

Figura No. 6 Muestra de la boleta utilizada para la prueba de preferencia pareada.

Nombre: _____	Edad: _____	Fecha: _____
<p>INSTRUCCIONES: Sírvase degustar las dos muestras de pan que se le presentan, empezando con la muestra de la izquierda. Marque con una cruz o con un círculo el número de la muestra que usted prefiere. Debe escoger una muestra aunque no esté seguro.</p>		
<p>Indique sus respuestas a continuación:</p>		
135	153	
<p>Comentarios: _____</p>		
<p>¡¡MUCHAS GRACIAS!!</p>		

c. **Prueba Hedónica.** El pan blanco preferido según la prueba de preferencia realizada se evaluó por medio de una prueba hedónica. En esta prueba se le pidió al juez 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 juez eligió entre las siguientes opciones:

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

Cada juez recibió una muestra codificada del producto junto con la hoja de respuestas como la que se presenta en la figura No. 7.

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 rodajas de 1 cm de grosor. Para prevenir que se secan las muestras fueron cubiertas con un material plástico antes de servir las

Con esta prueba se midió cuánto agradó o desagradó el pan blanco desarrollado a nivel de la población de la tercera edad.

Figura No. 7 Muestra de la boleta utilizada para la prueba hedónica

Nombre: _____		Edad: _____		Fecha: _____	
<p>INSTRUCCIONES: Sírvase degustar la muestra de pan que se le presenta. Marque con una cruz (X) la casilla que corresponda a su opinión acerca de cada una de las características del producto. Por favor, marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.</p> <p>Indique sus respuestas a continuación:</p>					
Opinión	Me disgusta mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho
Característica					
Apariencia					
Sabor					
Textura					
Aceptabilidad General					
Comentarios: _____					
¡¡MUCHAS GRACIAS!!					

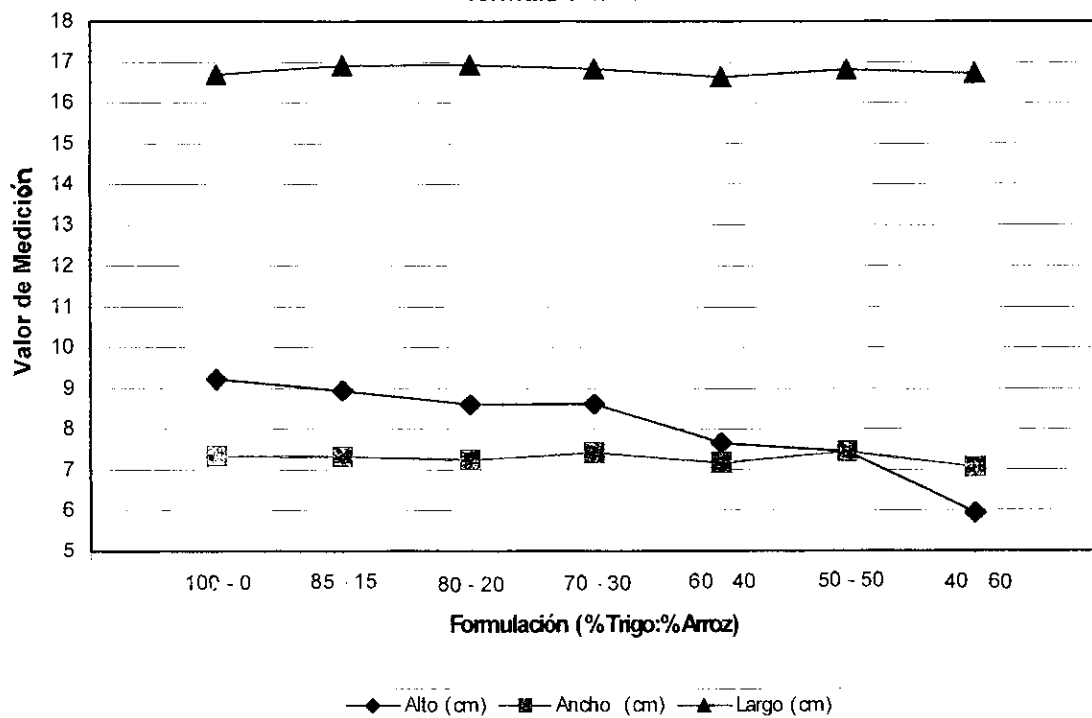
VII. RESULTADOS

A. Análisis físico.

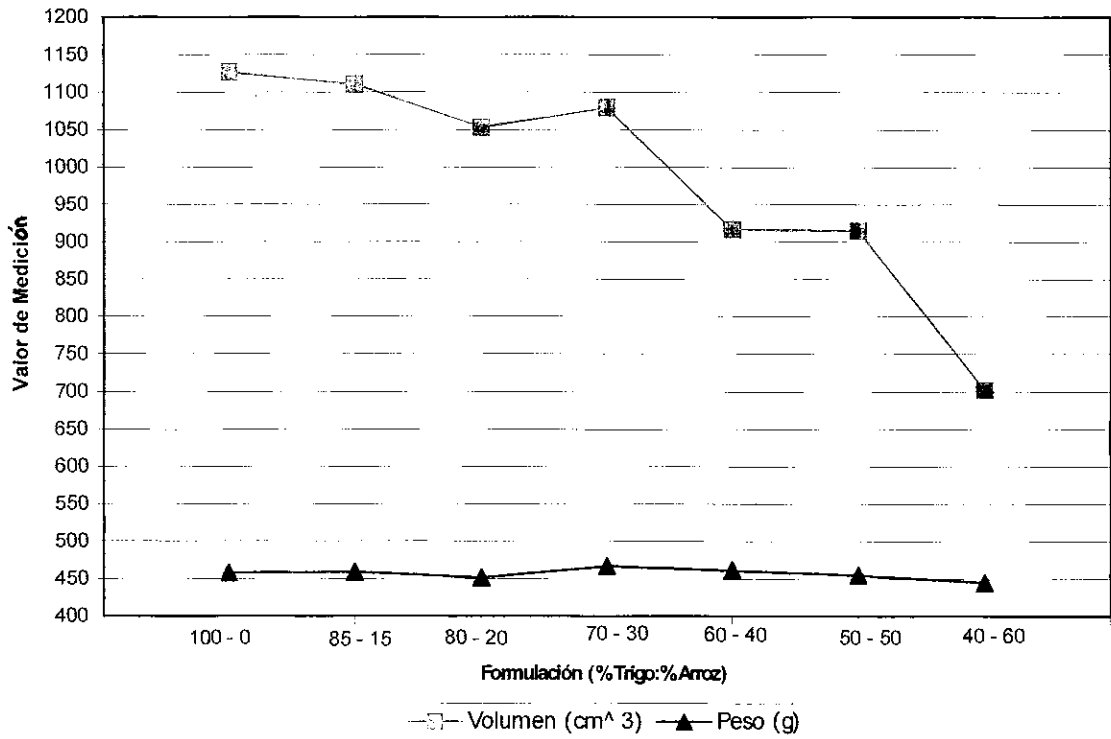
Figura No. 8 Efectos de la sustitución de la harina de trigo por harina de arroz a diferentes porcentajes.



Gráfica No. 1 Comparación de promedios de las mediciones de alto, ancho y largo de las formulaciones.



Gráfica No. 2 Comparación entre las mediciones de volumen y peso de las formulaciones.



Cuadro No.13 Análisis de varianza entre los panes con las diferentes sustituciones de harina.

DIMENSIÓN	F experimental	F crítica	RESULTADO
ALTURA	15.7682243	> 3.1058747	Si hay diferencia significativa
VOLUMEN	14.7375199	> 3.1058747	Si hay diferencia significativa
PESO	5.6631579	> 3.1058747	Si hay diferencia significativa

Figura No. 9 Diferencias significativas entre los diferentes porcentajes de sustitución de harina.

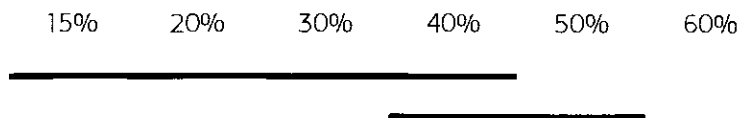


Figura No. 10 Efectos de la sustitución de harina a diferentes porcentajes en comparación con el control (100% Trigo).

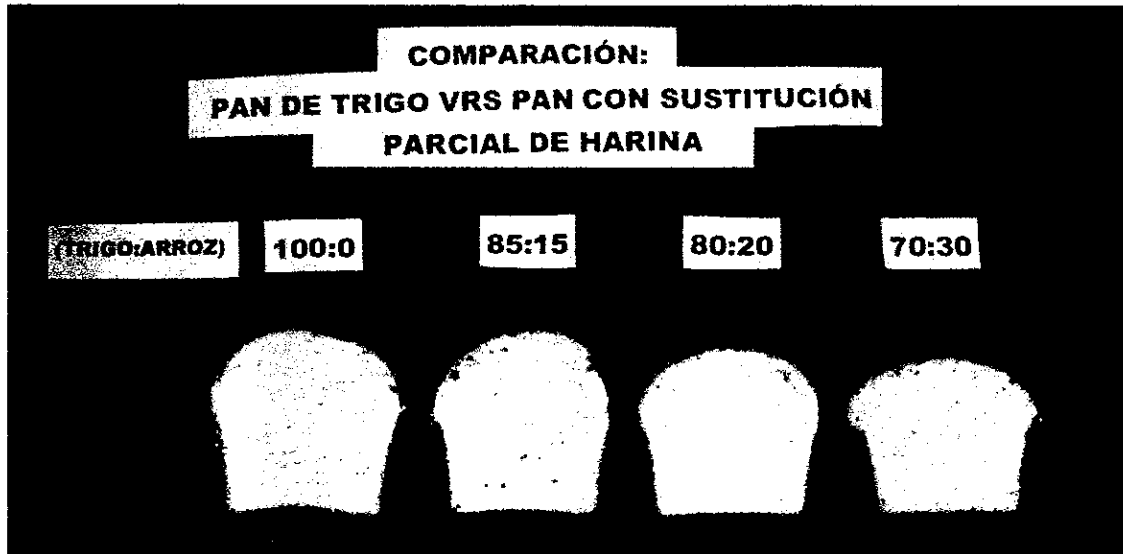


Figura No. 10a

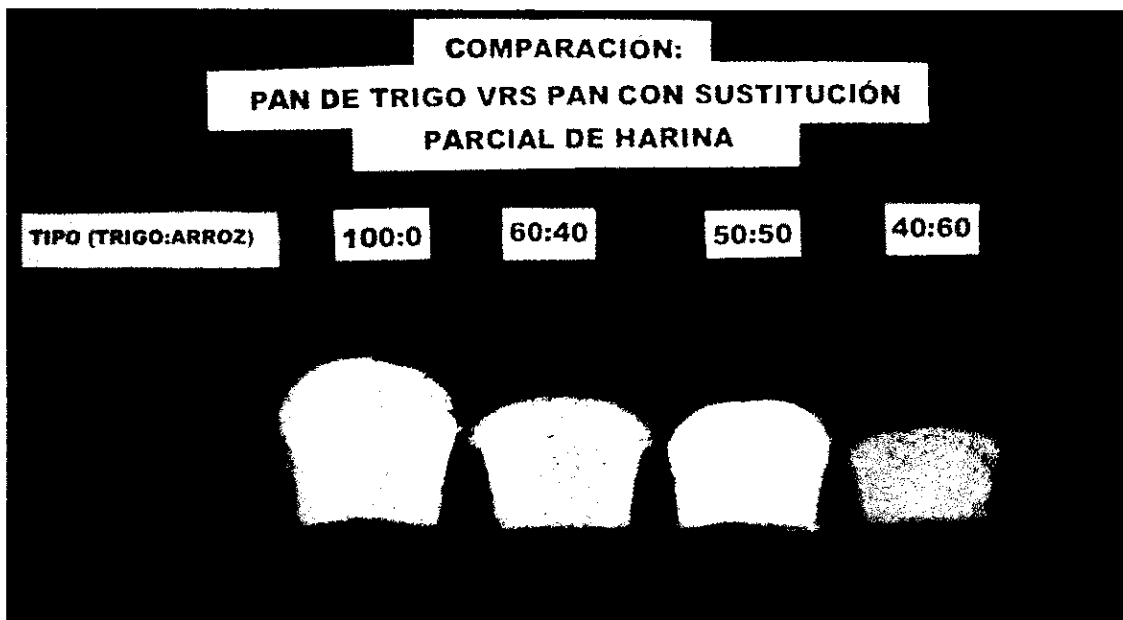


Figura No. 10b

Cuadro No.14 Análisis de varianza entre los panes hechos con las diferentes sustituciones de harina respecto al control (100% trigo).

DIMENSIÓN	F experimental	F crítica	RESULTADO
ALTURA	10.0643	> 2.847727	Si hay diferencia significativa
VOLUMEN	12.97619	> 2.847727	Si hay diferencia significativa
PESO	4.137255	> 2.847727	Si hay diferencia significativa

Cuadro No.15 Evaluación de dureza del pan desarrollado comparado con un pan control.

TIEMPO (días)	FUERZA DE COMPRESIÓN (kg)	
	PAN TRIGO (CTRL)	PAN TRIGO-ARROZ
1	3.56	7.67
3	3.46	16.43
6	29.65	19.82
9	12.86	13.19
FUERZA MEDIA	12.38	14.28

B. Análisis químico

Cuadro No.16 Composición nutricional de la materia prima.

COMPONENTE	HARINA DE TRIGO	HARINA DE ARROZ
Carbohidratos (g /100 g muestra)	77.32 ± 0.26	85.96 ± 0.39
Proteínas (g /100 g muestra)	10.62 ± 0.06	5.91 ± 0.58
Grasa (g /100 g muestra)	1.38 ± 0.11	0.65 ± 0.05
Humedad (g /100 g muestra)	10.09 ± 0.20	7.63 ± 0.56
Cenizas (g /100 g muestra)	0.59 ± 0.02	0.36 ± 0.03
Energía (Kcal /100 g muestra)	289	377

Cuadro No.17 Comparación de composición nutricional entre el pan control y el producto desarrollado.

COMPONENTE	PAN TRIGO-ARROZ	PAN TRIGO (CTRL)
Carbohidratos (g /100 g pan)	51.65 ± 0.39	49.40 ± 0.01
Proteínas (g /100 g pan)	11.36 ± 0.36	13.22 ± 0.01
Grasa (g /100 g pan)	4.48 ± 0.11	3.85 ± 0.06
Humedad (g /100 g pan)	31.03 ± 0.32	32.44 ± 0.17
Cenizas (g /100 g pan)	1.48 ± 0.03	1.09 ± 0.01
Energía (Kcal /100 g pan)	445	443

Cuadro No.18 Contribución de una ración de pan de arroz / día a la cobertura de las idr para adultos mayores.

Nutriente	Hombres		Mujeres	
	51 – 69 años	≥ 70 años	51 – 69 años	≥ 70 años
Energía (Kcal)	14.83 %	16.95 %	18.99 %	20.94 %
Proteínas (g)	14.43 %	14.43 %	18.18 %	18.18 %
Lípidos (g)	4.12 %	4.12 %	4.12 %	4.12 %
Carbohidratos (g)	13.29 %	13.29 %	13.29 %	13.29 %

Cuadro No.19 Análisis nutricional del pan con sustitución de harina.

Tamaño por porción: 2 Rodajas (80 g)	
Porciones por envase: Aprox. 8	
CANTIDADES POR PORCIÓN	
Calorías	356 kcal
	% Valor Diario*
Grasa total 3.58g	4.12%
Sodio 138.4 mg	6.92%
Carbohidratos 41.32g	13.29%
Proteínas 9.09g	14.43%

* Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 2400 calorías.

Cuadro No.20 Resultados de análisis varios.

COMPONENTE	PAN TRIGO—ARROZ	PAN TRIGO (CTRL)
Fibra Dietética Total (g / 100 g pan)	2.90	3.28
Lisina disponible (mg /100 g pan)	35.10	24.29
Sodio (mg /100 g pan)	173	184
Proteína digerible (%)	5.837	5.289

C. Evaluación sensorial.

Cuadro No.21 Prueba de preferencia por tablas de distribución binomial para 30 juicios.

MUESTRA	Número de Preferencias	Porcentaje de Preferencia
30% de Sustitución	22	73.33
40% de Sustitución	8	26.67

Cuadro No.22 Prueba hedónica de cinco puntos para la muestra con 30% de sustitución de harina.

APARIENCIA			
CARACTERÍSTICA	No. PERSONAS	VALOR	TOTAL
Me gusta mucho	7	4	28
Me gusta	19	3	57
No me gusta ni me disgusta	4	2	8
Me disgusta	0	1	0
Me disgusta mucho	0	0	0
SUMA TOTAL			93
3.10 ± 0.22 = ME GUSTA			

SABOR			
CARACTERÍSTICA	No. PERSONAS	VALOR	TOTAL
Me gusta mucho	8	4	32
Me gusta	16	3	48
No me gusta ni me disgusta	3	2	6
Me disgusta	3	1	3
Me disgusta mucho	0	0	0
SUMA TOTAL			89
2.97 ± 0.25 = ME GUSTA			

TEXTURA			
CARACTERÍSTICA	No. PERSONAS	VALOR	TOTAL
Me gusta mucho	7	4	28
Me gusta	20	3	60
No me gusta ni me disgusta	3	2	6
Me disgusta	0	1	0
Me disgusta mucho	0	0	0
SUMA TOTAL			122
3.13 ± 0.21 = ME GUSTA			

ACEPTABILIDAD GENERAL			
CARACTERÍSTICA	No. PERSONAS	VALOR	TOTAL
Me gusta mucho	7	4	28
Me gusta	17	3	51
No me gusta ni me disgusta	6	2	12
Me disgusta	0	1	0
Me disgusta mucho	0	0	0
SUMA TOTAL			91
3.03 ± 0.24 = ME GUSTA			

VIII. DISCUSIÓN

Se inició el presente trabajo con un diseño experimental en el que la variable para el desarrollo del producto final fue el nivel de sustitución de harina de trigo por harina de arroz en porcentajes de 15, 20, 30, 40, 50, y 60%. Como control se utilizó un pan elaborado con 100% de harina de trigo.

Se realizaron los cálculos necesarios sobre las cantidades de harina de trigo y de arroz a adicionarse, para pasar a la etapa de fabricación del pan, haciéndose cuatro evaluaciones generales:

- A. Observaciones hechas durante la elaboración de los panes experimentales respecto del pan control.
- B. Evaluaciones físicas del pan, tanto visuales como tomando en cuenta sus dimensiones, así como la compresión del pan en el tiempo.
- C. Evaluación sensorial para seleccionar el tipo de pan más aceptable, según la preferencia de los panelistas.
- D. Evaluaciones químicas.

En la primera evaluación vale la pena indicar que sí 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.

Respecto a la segunda actividad, se puede decir que la calidad de cada uno de los 18 panes resultantes fue evaluada primero visualmente por sus características como son: comportamiento de la masa, sabor, grosor y tamaño de los panes (volumen), textura y apariencia en general y luego comparada contra un pan control de 100% de trigo (ver figuras 8, 10a y 10b).

La mayor diferencia encontrada entre el pan 100% de trigo (control) y los otros con sustitución parcial de harina fue en el crecimiento de la masa. Se notó que cuanto mayor era el porcentaje de sustitución de harina trigo con harina de arroz, menor era el crecimiento de la masa que se podía observar a través del volumen de los mismos. Dicho de otro modo el volumen de las hogazas de pan aumentó al disminuir el porcentaje de sustitución de harina.

La evaluación visual de los panes con sustitución de más de 50% de harina detectó un menor tamaño de la miga y hogazas más compactas (volúmenes bajos). El pan con 60% de sustitución produjo hogazas con casi el mismo volumen que la masa original que se colocó en el molde. Este menor crecimiento indica que no se produjo una retención de gas durante la maduración, por la menor proporción de gluten de los panes con mayor sustitución de harinas.

Los panes con sustitución parcial de harinas presentaron un color de corteza y miga similar al pan control. Con respecto al sabor, se pudo observar que los panes con sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz presentaban diferencias en sabor con relación al control de trigo, pero estas diferencias no los hacían desagradables, y por tanto no indican que las formulaciones con sustitución parcial podrían ser bien aceptadas por los consumidores. Se observó que aunque el pan con mayor grado de sustitución de harina se endureció más rápidamente y su textura fuera seca, su sabor no era desagradable. Incluso se notó que este pan podía ser tostado y aun tener propiedades organolépticas agradables.

La evaluación tangible de las características físicas del pan consistió en la medición de la altura, ancho, largo, peso y el volumen de las hogazas, consideradas como las más importantes en un pan a base de harinas compuestas. En las gráficas No. 1 y 2 se nota que las medidas de ancho y largo de los diferentes tratamientos de sustitución permanecieron más o menos constantes. Por otra parte las medidas de altura, volumen y peso fueron las más variables, notándose un decremento en magnitud de las mismas al aumentar el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de arroz.

Los anteriores resultados fueron tabulados y analizados estadísticamente con la prueba de análisis de varianza para determinar si había diferencia significativa entre las muestras. Como se puede observar en el cuadro de resultado No. 14, sí hubo diferencias significativas en todas las características entre los panes con harina de arroz y el pan control. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se puede decir que 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.

El análisis de varianza de las mediciones físicas, entre los panes con sustitución parcial de arroz (ver Cuadro No. 13) 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 sí, encontrándose lo siguiente (ver figura No. 8 y Cuadros No. 23 – 28):

1. 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.
2. La formulación con 50% de sustitución no difiere significativamente de la formulación con 40% de sustitución, pero si del resto de las muestras en cuanto a sus dimensiones de altura y volumen.
3. La formulación con 60% de sustitución difiere significativamente de todas las muestras.

A partir de estos 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.

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. Esta evaluación se llevó a cabo con un panel de 30 personas de la tercera edad. Era importante que las personas que evaluaran este producto fueran mayores de 65 años pues hacia ellas está dirigido el producto específicamente. Los panelistas estaban comprendidos entre los 65 a 78 años de edad y eran de ambos sexos para tener una muestra representativa de la población. La boleta que se empleó en la evaluación sensorial de ambas muestras se presenta en la figura No. 6. Los resultados se presentan en el cuadro No. 21.

El total de preferencias obtenidas se analizó por tablas de distribución binomial del mínimo de juicios (ver Cuadro No. 32 en Apéndice) 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 significación del 5%. Estos resultados nos permiten afirmar con certeza que: la muestra con 30% de sustitución 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 el cuadro No. 22. 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 dio la cantidad que mejor describe cada cualidad.

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 al tacto y en boca, apariencia (color de la corteza y tamaño) y aceptabilidad 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 sí 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 encuestados se encontró un comentario en común, el cual indicaba 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.

La cuarta fase del presente trabajo de investigación consistió en realizar una evaluación química tanto de la materia prima y el pan control como del producto final desarrollado, con el objeto de conocer la base nutricional del producto a desarrollar.

Con respecto a la harina de arroz se determinó su contenido en amilosa a 620 nm por el método descrito por Juliano en 1971 (ver apéndice), ya que el contenido de amilosa del almidón es uno de los criterios más importantes para la valoración de la calidad de un arroz. En función de su porcentaje de amilosa las variedades de arroz pueden clasificarse como de amilosa baja (7 – 20 %), intermedia (20 – 25 %) o alta (> 25 %) (ver Cuadro No. 31).

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 del análisis proximal se presentan en los cuadros No. 16 y 17. El porcentaje de cada uno de los componentes (humedad, cenizas, grasa, proteínas y carbohidratos totales) es el esperado para cada producto, sin embargo, es probable una variación debido a las características de los métodos empleados.

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 rodajas), cada porción aporta 9.09 g de proteína. Esto a su vez nos da un total de 27.26 g de proteína al ingerir 3 porciones diarias que es el consumo máximo diario de pan recomendado para personas de la tercera edad (ver Cuadro No.11). Esta cantidad de proteínas obtenidas en el pan aportan 43.28% y 54.53% 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. 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 (ver Cuadro No. 9), 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.

Esto último se pudo comprobar, 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; cuyos resultados confirman que el pan con 30% de sustitución del harina de trigo con harina de arroz tiene más lisina disponible por gramo de proteína (3.09 mg lisina/g CHON), que el pan elaborado solamente con harina de trigo (1.84mg lisina/g CHON).

De los resultados del cuadro No. 20 podemos afirmar que una porción de nuestro producto aporta 28.08 mg lisina en comparación de 19.43 mg de lisina que aporta una porción del pan control. Estos resultados nos demuestran que el arroz es una excelente fuente de lisina para los productos de panificación, aminoácido que se encuentra en niveles deficientes en la proteína de trigo. Por consiguiente al combinar las dos harinas se da un efecto complementario nutricional que incrementa la calidad de la proteína del producto final aún cuando su cantidad disminuya.

Se determinó la calidad de la proteína del producto desarrollado, no solo por su composición en el aminoácido lisina, 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 (5.8372%) es mayor que el del pan control (5.2885%). 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 del harina de trigo con harina de arroz en productos de panificación.

Los carbohidratos del pan se calcularon por diferencia (ver método en el apéndice). Se determinó que éstos constituyen el 51.65% del pan, lo cual se traduce en 41.32 g en una porción de 80 g. Esta proporción cumple con los objetivos del trabajo, ya que se deseaba obtener un pan que tuviera como componente principal los carbohidratos, seguidos de la proteína y una mínima parte de grasa.

Este contenido de carbohidratos es suficiente para aportar una buena cantidad de calorías para un anciano, que es necesaria para un buen rendimiento físico. Esta cantidad es suficiente sin ser excesiva, para evitar el problema de ingerir muchos carbohidratos que pueden causar dolores abdominales y náusea.

Se determinó el porcentaje de fibra dietética total del pan desarrollado y se comparó con el porcentaje de un pan control. A partir de los datos del cuadro No. 20 se puede decir que una porción de nuestro producto aporta 2.32 g de fibra dietética, mientras que una porción de pan 100% trigo aporta 2.62 g de fibra dietética total. La ingesta de las tres porciones diarias permitidas de nuestro pan aporta el 23.2% de la ingesta diaria recomendada de fibra dietética, mientras que el pan control proporciona el 26.2%.

Es claro que la adición de arroz a la harina de trigo en la elaboración de pan disminuye el porcentaje de fibra dietética total en el pan un 11.45%. Esta pequeña disminución en fibra se debe a que el contenido de fibra y cenizas se concentran más en la cáscara del arroz y no en el grano pulido utilizado como materia prima en este estudio. Sin embargo, esta disminución en el contenido de fibra no le resta importancia al producto desarrollado debido a que la carencia de fibra le proporciona al pan una suave acción astringente que junto con su excelente digestibilidad hacen a este producto útil para recuperar la mucosa intestinal en el adulto mayor.

Además, en la dieta de las personas de la tercera edad se recomienda un alto consumo de frutas y verduras además de cereales de grano entero para poder cumplir con la ingesta de fibra diaria recomendada de 30 gramos /día, por lo que el producto desarrollado no puede ser considerado como la única fuente de fibra en la dieta de las personas de la tercera edad.

El porcentaje de grasa en el producto elaborado (4.48 %), indica que una porción de nuestro pan (80 g) aportaría aproximadamente 3.58 g de grasa. Este porcentaje de grasa era el esperado ya que el arroz aporta aproximadamente 1% de su contenido. Por falta de disponibilidad del reactivo (digitonina) no fue posible la determinación del porcentaje de colesterol en las muestras elaboradas. Sin embargo, se observa que el contenido de grasa es bajo, por lo que se puede considerar el pan como bajo en grasa y de alto contenido nutritivo.

También se analizaron las calorías por 100 gramos de muestra (ver Cuadro No. 17). Se puede observar que el resultado del análisis de calorías del pan fue de 455 kcal /100 g de pan. Esto significa que una porción del pan desarrollado nos proporciona 356 kcal, es decir el 14.83% y 16.95% de la IDR de energía para un anciano del sexo masculino y femenino respectivamente.

Al comparar este valor con el valor calórico del pan control se puede decir que nuestro producto aporta más calorías que el pan control, lo que nos permite afirmar que la sustitución parcial del harina de trigo con harina de arroz contribuye a aumentar la energía que se obtiene del producto.

Visto de otra forma, la sustitución parcial del harina de trigo con harina de arroz en la elaboración de pan convierte al producto en un alimento energético, que corrobora las creencias de la población de la tercera edad en que el arroz es uno de los alimentos que "dan fuerza y energía" y por tanto se puede sugerir el producto desarrollado como un alimento de primera elección en situaciones de desgaste físico.

Por medio de fotometría de llama se encontró que el contenido de sodio del pan control y de la formulación final con 30% sustitución de harina fue de 184 y 173 mg Na/100 g muestra respectivamente. Esto claramente nos muestra que la sustitución parcial de harina de trigo con harina de arroz en la elaboración de pan blanco contribuye a una disminución del sodio total en el pan, lo cual se convierte en una ventaja para el consumidor al cual se dirige el producto.

La ingesta diaria de sodio recomendada para ancianos es de 250 a 2000 mg diarios. Como se puede observar de nuestros resultados, el contenido de sodio en el pan con 30% de sustitución de harina proporciona un 6.92% de la ingesta diaria máxima permitida por porción, lo cual nos permite afirmar que es un producto apto para pacientes con dietas bajas en sodio, puesto que se requerirían consumir aproximadamente 15 porciones del producto para que el anciano esté en riesgo de sobrepasar las IDR de sodio, y la probabilidad de que esto ocurra es muy baja.

La otra ventaja del producto desarrollado, es que su bajo contenido de sodio permite a las personas consumir otros alimentos sin riesgo de sobrepasar su IDR de sodio. Finalmente, se sabe que por su bajo contenido de sodio el consumo habitual de arroz se aconseja a toda la población, y especialmente a personas de la tercera edad con hipertensión. De esta cuenta se puede afirmar que el pan desarrollado es una excelente opción para aumentar el consumo de arroz en las personas de la tercera edad, especialmente en aquellos que padecen de hipertensión.

Para la determinación de la vida de anaquel, se evaluaron cada día, desde su elaboración, 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 7 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. Esto debido a que la dureza o firmeza del pan se relaciona bien con la edad del pan. Los valores de dureza, expresados en kilogramos de fuerza de compresión del pan con 30% de sustitución de harina y del pan control se ven en el cuadro No. 15.

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 14.28 y 12.38 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 de fuerzas medidos demostró que la dureza del pan con sustitución de harina no es significativamente diferente que la dureza del pan de trigo ($F_{\text{experimental}} < F_{\text{crítico}}$: $0.06565 < 7.70865$).



IX. CONCLUSIONES

1. Sí es posible desarrollar un pan blanco (tipo sándwich) con sustitución parcial de la harina de trigo por harina de arroz, apto para ser consumido por personas de la tercera edad.
2. Los porcentajes de composición del pan son los 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. Se desarrolló un nuevo producto de panadería común en la dieta guatemalteca, dirigido a personas de la tercera edad.
5. 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.
6. El producto desarrollado es ideal para pacientes en dietas bajas en sodio y bajas en proteínas.
7. 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.



X. RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio de factibilidad para la fabricación de este producto.
2. Evaluar las características de absorción de agua del producto terminado.
3. Elaborar el producto con diferentes variedades de arroz para evaluar la variación de sus propiedades funcionales y químicas
4. Probar la utilización de otros tipos de proteínas de diferentes fuentes naturales, o de cualquier otro ingrediente natural que enriquezca el pan pero que tenga propiedades funcionales para la población de la tercera edad.
5. Evaluar en vivo los efectos del aumento en la calidad de la proteína en el pan.



XI. BIBLIOGRAFÍA

- (1) ACA. 2002. **El Arroz en la Alimentación**. Boletín de la Asociación de Cultivadores de Arroz. Uruguay. Recuperado del Internet el 8 de Mayo del 2002. <http://www.aca.com.uy/alimentación/index.htm>
- (2) Anónimo. 2002. **Panes Funcionales. Un Estímulo para la Salud**. Recuperado del Internet el 18 de Agosto del 2002. <http://www.panaderia.com/informes.php>
- (3) Ansotegui, L. et al. 2002. **Nutrición en la Tercera Edad**. Revista Digital: Dietanet. España. Recuperado del Internet el 10 de Agosto del 2002. <http://www.dietanet.com/html/gtemas/tema05/tema508.asp>
- (4) Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 1984. **Official Methods of Analysis**. 14ª Edición. Arlington, Virginia. EEUU. 1141 pp.
- (5) Bolaños, P. 1999. **Desarrollo de una Bebida Hidratante y Nutritiva para Deportistas, a Base de Arroz, Plátano y Aislado de Soya**. (Tesis) Universidad del Valle de Guatemala, UVG. Guatemala. 104pp.
- (6) Bressani, R. 1958. **Composición y Valor Nutritivo del Arroz y sus Productos**. Temas Nutricionales para el Agricultor, 5. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. Guatemala. 8 pp.
- (7) _____. 1972. **El Valor Nutricional del Arroz en Comparación con el de Otros Cereales en la Dieta Humana de América Latina**. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia. 20 pp.
- (8) _____. **Nutrición y la Población de la Tercera Edad**. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. Guatemala. [9–11]
- (9) Calvel, R. 2002. **El Sabor del Pan**. Revista Molinería y Panadería Digital. Montagud Editores, S.A. España. Recuperado del Internet el 18 de Agosto del 2002. <http://www.molineriaypanaderia.com/tecnica/amasado/indice.html>

- (10) Castillo, O. 2002. **La Nutrición del Adulto Mayor (2)**. Extraído de "Alimentación, antioxidantes y envejecimiento", editado por Federico Leighton e Inés Urquiaga. Colección Adulto Mayor. Departamento de Nutrición, Diabetes y Metabolismo. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile, 2000. Recuperado del Internet el 2 de Agosto del 2002. http://www.geocities.com/depnutricion/adultomayor_dos.htm
- (11) Chauvin, J. 1981. **Desarrollo experimental de un proceso combinado de extensión e hidrólisis enzimática para la elaboración de un suplemento alimenticio a base de arroz y soya**. (Tesis) Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC. / Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. Guatemala. 107 pp.
- (12) Coddou, C. 2001. **La Tercera Edad: Aprende a Envejecer**. Boletín Informativo de la Facultad de Medicina. Vol. 2. No. 17. Septiembre. Universidad de Chile. Chile. Recuperado de Internet el 10 de Agosto del 2002. <http://www.uchile.cl/facultades/medicina/boletin/boletin37/arti8.html>
- (13) de Penna, E. 1981. **EVALUACIÓN SENSORIAL Una metodología actual para tecnología de alimentos**. Talleres Gráficos USACH. Chile. 134 pp.
- (14) Esturain, M. 1982. **Estudio Nutricional, Hábitos Alimenticios y Patrones Dietéticos de Grupos de la Tercer Edad en la Ciudad de Panamá, República de Panamá**. (Tesis) Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC. / Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. Guatemala. 153 pp.
- (15) FEDEARROZ. 2002. **Arroz: Bondades y Beneficios**. Federación del Arroz. Colombia. Recuperado de Internet el 16 de Agosto del 2002. <http://www.fedearroz.com.co/index.shtml>
- (16) Fellers, D & M. Bean. 1988. **Composite Flours**. Food Reviews International 4(2). USA. Pp. 213 – 235.
- (17) Fisher, P. & A. Bender. 1972. **Valor Nutritivo de los Alimentos**. Editorial Limusa–Wiley, S.A. México. 205 pp.
- (18) Havel, R. et. al. 1989. **Recommended Dietary Allowances**. 10a edición. Food and Nutrition Board Commission on Life Sciences, National Research Council. National Academy Press. EEUU. 285 pp.

- (19) Hurrell, R., Lerman, P. y K., Carpenter. 1979. **Reactive Lysine in Foodstuffs as Measured By a Rapid Dye–Binding Procedure.** Journal of Food Science. Institute of Food Technologists. Volumen 44. [1221 – 1231] pp.
- (20) INE. 1996. **República de Guatemala: Características de Población y Habitación, Cifras Definitivas.** Instituto Nacional de Estadística, INE / Sistema Estadístico Nacional, SEN. Guatemala. 162 pp.
- (21) _____. 2001. **Guatemala: Proyecciones de Población a Nivel Departamental y Municipal por año Calendario – Período 2000 – 2005.** Instituto Nacional de Estadística, INE 194 pp.
- (22) INCAP. 1996. **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.
- (23) Ju, Z., Hettiarachchy, N. y N. Rath. 2001. **Extraction, Denaturation and Hydrophobic Properties of Rice Flour Proteins.** Journal of Food Science. Vol. 66. No. 2. [229 – 232]
- (24) Juliano, B.O. 1971. **A Simplified Assay for Milled–Rice Amylose.** Cereal Science Today. Vol. 16, No. 10 [334 – 340] pp.
- (25) Kadan, R. Et Al. 2001. **Texture and Other Physicochemical Properties of Whole Rice Bread.** Journal of Food Science. Vol. 66, No. 7 [940 – 944]
- (26) Kirk, R. y D. Othmer. 1962. **Enciclopedia de Tecnología Química.** Tomo XI. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. México. 995 pp.
- (27) _____. 1978. **Encyclopedia of Chemical Technology.** Volumen 3. John Wiley & Sons. EEUU. 958 pp.
- (28) Lapedes, D. 1977. **McGraw–Hill Encyclopedia of Food, Agriculture and Nutrition.** McGraw–Hill. EEUU. 732 pp
- (29) Llaosa, A. 2002. **La Nutrición en la Tercera Edad.** FENACO Madrid, España. Actualizado el 02/05/2002. Recuperado del Internet el 10 de Agosto de 2002. <http://www.fenacomadrid.com/profesionales/001.asp>

- (30) McLaughlin, J., et al. 1987. **Pepsin Digestibility**. Sorghum Quality Laboratory Manual for the Use in West Africa. Purdue University. Indiana, EEUU. 101 pp.
- (31) Matz, S. 1992. **Bakery Technology and Engineering**. 3era. Edición. Van Nostrand Reinhold/AVI. EEUU. 853 pp.
- (32) Messina, A. 2002. **La Alimentación en los Ancianos**. Revista: La Gaceta Verde. Volumen 8. Página 2. Recuperado del Internet el 10 de Agosto del 2002. <http://salud.ciudadfutura.com/gacetaverde/index.cfm?vol=8&page=2>
- (33) Morales, R. 1994. **Desarrollo de un Pan Dulce Portador de Calorías, Proteínas, Vitamina A, Hierro y otros micro nutrientes**. (Tesis) Universidad del Valle de Guatemala, UVG. Guatemala. 90pp.
- (34) Nishita, K. & M. Bean. 1979. **Physicochemical Properties of Rice in Relation to Rice Bread**. Cereal Chemistry. Vol. 56. No.3 [185 – 189] pp.
- (35) Ortuño, A. 1978. **Evaluación de Cuatro Variedades de arroz (Orizae sativa) y su comportamiento a nivel industrial en Guatemala**. (Tesis) Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC. Guatemala. 114 pp.
- (36) Pacheco, L. 1991. **Reservas Hepáticas de Vitamina A y Estado Nutricional en Ancianos**. (Tesis) Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC. / Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. Guatemala. 135 pp.
- (37) Penfield, M.P. & A.M. Campbell. 1990. **Experimental Food Science**. 3ª. edición. Academic Press. New York, EEUU. 541 pp.
- (38) Pérez, M.G. 2001. **Índice glicémico de Diferentes Preparaciones de Arroz**. (Tesis) Universidad Francisco Marroquín, UFM. Guatemala. 42 pp.
- (39) Píganí, J. 2001. **¿Qué es un alimento funcional?** Investigación. Revista Ambiente Ecológico Edición 81. Octubre–Diciembre. Recuperado del Internet el 18 de Agosto del 2002. http://www.ambiente-cologico.com/ediciones/2001/081_12.2001/081_Sumario_Investigacion.php3

- (40) Prera, Z. 2001. **Elaboración de Productos de Panadería y Repostería**. Módulo 1. Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, INTECAP. Guatemala. 121 pp.
- (41) Ruibola, M. 1973. **Fortificación del Arroz con Granos Enriquecidos con L-lisina y L-treonina por Medio de Infusión**. (Tesis) Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC. /Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. Guatemala. 39 pp.
- (42) SIECA. 2001. **Guatemala: Consumo Aparente de Maíz, Frijol, Arroz y Maicillo, 1991–1999**. Series Estadísticas Seleccionadas de Centro América, No. 30. Agricultura. Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. Recuperado del Internet el 3 de Agosto del 2002. http://www.sieca.org.gt/publico/CA_en_cifras/serie30/Agricultura/AGR07.htm
- (43) Silva, M. 1992. **Utilización del Frijol–arroz (*Phaseolus calcaratus*) para la Elaboración de un Producto con Arroz (*Oryza sativa*) de Mejor Calidad Proteica**. (Tesis) Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. Guatemala. 102 pp.
- (44) Valenzuela, E. 2002. **MANUAL DE GERIATRIA: Capítulo V. Conceptos Básicos para el Uso Racional de Fármacos en el Anciano** Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Medicina Departamento de Medicina Interna. Programa de Geriatría y Gerontología. Chile. Recuperado del Internet el 10 de Agosto del 2002. http://escuela.med.puc.cl/paginas/udas/Geriatria/Geriatria_Manual/Geriat_M_07.html
- (45) Vázquez, A. 2002. **Manual de Auto Cuidado de la Salud del Adulto Mayor**. Ministerio de Salud. División de Servicios Sociales. Instituto de Normalización Provisional. Gobierno de Chile. Chile. Recuperado del Internet el 2 de Agosto del 2002. <http://www.serviciosociales.cl/pag/autocuid.htm#comeradecuadamente>

XII. APÉNDICE

A. Análisis físicos

Cuadro No.23 Dimensiones promedio de los panes hechos con los diferentes porcentajes de sustitución de harinas.

SUSTITUCIÓN	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm ³)	VOL ESPECÍFICO (cm ³ /g)	PESO (g)
100 - 0	9.23 ± 1.17	1126.84 ± 94.58	2.46 ± 0.19	458.33 ± 10.41
85 - 15	8.95 ± 0.37	1110.15 ± 63.28	2.43 ± 0.16	458.75 ± 8.54
80 - 20	8.60 ± 0.18	1053.30 ± 11.76	2.33 ± 0.02	451.00 ± 2.89
70 - 30	8.63 ± 0.39	1079.42 ± 58.31	2.33 ± 0.10	467.50 ± 10.41
60 - 40	7.65 ± 0.97	916.39 ± 139.65	1.89 ± 0.27	461.25 ± 13.77
50 - 50	7.45 ± 0.13	914.10 ± 19.10	2.01 ± 0.04	455.00 ± 4.08
40 - 60	5.93 ± 0.67	702.30 ± 89.54	1.58 ± 0.20	445.00 ± 5.00

Cuadro No.24 Análisis de varianza: muestra 80-20 vs. 85-15, 70-30, 60-40, 50-50 y 40-60

80: 20 vs. 85:15				
DIMENSIÓN	F experimental	F crítica	RESULTADO	
ALTURA	1.635135	< 7.70865	No hay diferencia significativa	
VOLUMEN	1.429992	< 7.70865	No hay diferencia significativa	
PESO	1	< 7.70865	No hay diferencia significativa	
80: 20 vs. 70:30				
DIMENSIÓN	F experimental	F crítica	RESULTADO	
ALTURA	0.228571429	< 7.70865	No hay diferencia significativa	
VOLUMEN	0.941339476	< 7.70865	No hay diferencia significativa	
PESO	5	< 7.70865	No hay diferencia significativa	
80: 20 vs. 60:40				
DIMENSIÓN	F experimental	F crítica	RESULTADO	
ALTURA	1.505882	< 7.70865	No hay diferencia significativa	
VOLUMEN	2.0055274	< 7.70865	No hay diferencia significativa	
PESO	5.785714	< 7.70865	No hay diferencia significativa	
80: 20 vs. 50:50				
DIMENSIÓN	F experimental	F crítica	RESULTADO	
ALTURA	57.8	> 7.70865	Sí hay diferencia significativa	
VOLUMEN	79.84576	> 7.70865	Sí hay diferencia significativa	
PESO	0.5	< 7.70865	No hay diferencia significativa	
80: 20 vs. 40:60				
DIMENSIÓN	F experimental	F crítica	RESULTADO	
ALTURA	42.74658	> 7.70865	Sí hay diferencia significativa	
VOLUMEN	49.88996	> 7.70865	Sí hay diferencia significativa	
PESO	18	> 7.70865	Sí hay diferencia significativa	

Cuadro No.25 Análisis de varianza: muestra 80–20 vs. 85–15, 70–30, 60–40, 50–50 y 40–60 .

80: 20 vs. 85:15				
DIMENSIÓN	F experimental		F crítica	RESULTADO
ALTURA	1.635135	<	7.70865	No hay diferencia significativa
VOLUMEN	1.429992	<	7.70865	No hay diferencia significativa
PESO	1	<	7.70865	No hay diferencia significativa
80: 20 vs. 70:30				
DIMENSIÓN	F experimental		F crítica	RESULTADO
ALTURA	0.228571429	<	7.70865	No hay diferencia significativa
VOLUMEN	0.941339476	<	7.70865	No hay diferencia significativa
PESO	5	<	7.70865	No hay diferencia significativa
80: 20 vs. 60:40				
DIMENSIÓN	F experimental		F crítica	RESULTADO
ALTURA	1.505882	<	7.70865	No hay diferencia significativa
VOLUMEN	2.0055274	<	7.70865	No hay diferencia significativa
PESO	5.785714	<	7.70865	No hay diferencia significativa
80: 20 vs. 50:50				
DIMENSIÓN	F experimental		F crítica	RESULTADO
ALTURA	57.8	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa
VOLUMEN	79.84576	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa
PESO	0.5	<	7.70865	No hay diferencia significativa
80: 20 vs. 40:60				
DIMENSIÓN	F experimental		F crítica	RESULTADO
ALTURA	42.74658	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa
VOLUMEN	49.88996	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa
PESO	18	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa

Cuadro No.26 Análisis de varianza: muestra 85–15 vs. 70–30, 60–40, 50–50 y 40–60

85: 15 vs. 70:30				
DIMENSIÓN	F experimental		F crítica	RESULTADO
ALTURA	0.415254	<	7.70865	No hay diferencia significativa
VOLUMEN	0.082389	<	7.70865	No hay diferencia significativa
PESO	2.909091	<	7.70865	No hay diferencia significativa
85: 15 vs. 60:40				
DIMENSIÓN	F experimental		F crítica	RESULTADO
ALTURA	3.344037	<	7.70865	No hay diferencia significativa
VOLUMEN	3.58211	<	7.70865	No hay diferencia significativa
PESO	3.0625	<	7.70865	No hay diferencia significativa
85: 15 vs. 50:50				
DIMENSIÓN	F experimental		F crítica	RESULTADO
ALTURA	29.77941	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa
VOLUMEN	17.43942	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa
PESO	0.25	<	7.70865	No hay diferencia significativa
85: 15 vs. 40:60				
DIMENSIÓN	F experimental		F crítica	RESULTADO
ALTURA	41.75258	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa
VOLUMEN	36.58481	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa
PESO	16	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa

Cuadro No.27 Análisis de varianza: muestra 70–30 vs. 60–40, 50–50 y 40–60

70: 30 vs. 60:40				
DIMENSIÓN	F experimental		F crítica	RESULTADO
ALTURA	3.69822	<	7.70865	No hay diferencia significativa
VOLUMEN	4.048	<	7.70865	No hay diferencia significativa
PESO	0.03125	<	7.70865	No hay diferencia significativa
70: 30 vs. 50:50				
DIMENSIÓN	F experimental		F crítica	RESULTADO
ALTURA	22.5625	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa
VOLUMEN	19.7059	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa
PESO	4.05	<	7.70865	No hay diferencia significativa
70: 30 vs. 40:60				
DIMENSIÓN	F experimental		F crítica	RESULTADO
ALTURA	36.2579	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa
VOLUMEN	38.7206	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa
PESO	12.8	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa

Cuadro No.28 Análisis de varianza: muestra 60–40 vs. 50–50 y 40–60

60: 40 vs. 50:50				
DIMENSIÓN	F experimental		F crítica	RESULTADO
ALTURA	1.97561	<	7.70865	No hay diferencia significativa
VOLUMEN	1.193372	<	7.70865	No hay diferencia significativa
PESO	4.71429	<	7.70865	No hay diferencia significativa
60: 40 vs. 40:60				
DIMENSIÓN	F experimental		F crítica	RESULTADO
ALTURA	13.68621	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa
VOLUMEN	12.99168	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa
PESO	16.07143	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa

Cuadro No.29 Análisis de varianza: muestra 50–50 vs. 40–60

DIMENSIÓN	F experimental		F crítica	RESULTADO
ALTURA	14.46429	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa
VOLUMEN	16.3725	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa
PESO	24.5	>	7.70865	Sí hay diferencia significativa

1. Determinación de Firmeza en Pan (Método Estándar AACC 74 – 09)

a. Equipo

Medidor de Textura TA–XT2

Sonda cilíndrica de 25 mm

b. Procedimiento

- Colocar los siguientes parámetros para el analizador de textura:

Modo: Fuerza en Compresión.	Velocidad Post–ensayo: 10 mm/s
Velocidad Pre–ensayo: 1 mm/s	Fuerza: 5 g
Velocidad de Ensayo: 1.7 mm/s	
- Calibrar el equipo.
- Cortar 2 rodajas de pan de 12.5mm de grosor.
- Colocar las muestras de forma centrada bajo la sonda cilíndrica.
- Realizar la prueba de compresión.

B. Métodos para análisis químicos.

1. Determinación del porcentaje de humedad (AOAC No. 14.004, horno de Aire): Una muestra de peso conocido se seca a masa constante en un horno. Se asume que la pérdida de peso se debe o equivale a la pérdida del contenido de humedad del alimento.

a. Equipo

Crisoles	Desecadora
Horno de Aire (101 – 105°C)	Balanza Analítica

b. Procedimiento

1. Lavar y secar los crisoles en horno o mechero por 30 min. a 100°C, enfriar en desecadora y tararlos cuando lleguen a temperatura ambiente.
2. Pesar 1 g de muestra en el crisol previamente tarado.
3. Secar el crisol con la muestra en horno a $130 \pm 3^\circ\text{C}$ un mínimo de 2 h ó hasta llegar a masa constante (aprox. 5h).
4. Remover del horno y colocar en desecadora hasta que alcance temperatura ambiente.
5. Pesar crisoles en balanza y calcule el porcentaje de humedad. Reporte el residuo de harina como sólidos totales y la pérdida de peso como humedad:

$$\% H = (\text{pérdida de peso} / \text{peso de muestra}) * 100$$

$$\% \text{ sólidos} = 100 - \% H$$

2. Determinación del porcentaje de cenizas (AOAC No.14.006, método directo): Método para determinar el contenido de minerales por el residuo inorgánico que queda después de la incineración de la materia orgánica.

a. Equipo

Crisoles	Desecadora	Pinzas
Mufla (550°C)	Balanza Analítica	Estufa

b. Procedimiento

1. Secar crisol por 2 horas a 100°C en horno y luego pasar a desecadora hasta que llegue a temperatura ambiente. Tararlo.
2. Pesar 1 g de muestra en el crisol previamente tarado.
3. Calentar crisoles en estufa o mechero hasta que la muestra se carbonice y no saque humo, y luego colocarlos en la mufla a 550°C hasta que se obtengan cenizas grises claras o peso constante.
4. Remover de la mufla y colocar en desecadora hasta que alcance temperatura ambiente.
5. Pesar crisoles en balanza y calcule el porcentaje de cenizas:

$$\% \text{ Cenizas} = [(\text{peso de cenizas} / \text{peso de muestra}) * 100]$$

3. Determinación del porcentaje de grasa (AOAC No.14.018, extracto etéreo)**a. Equipo y Reactivos**

Extractor y frascos Soxhlet	Horno	Éter de petróleo
Baño de Agua	Balanza	HCl concentrado
Condensador de Reflujo	Papel Filtro	Muestra de determinación de %H

b. Procedimiento

1. Armar el extractor Soxhlet con condensador de reflujo y frasco de destilación que ha sido previamente tarado y secado.
2. Pesar 2 – 3 g de la muestra y colocarla en el tubo de extracción. Agregar éter hasta la marca en el frasco de extracción.
3. Verificar que todo esté apretado y colocar en el calentador eléctrico ajustando el calor para que el solvente ebulle suavemente. El período de extracción es de 4 – 16 horas.
4. Secar el extracto por 30 minutos a 100°C, enfriar y pesar.

$$\% \text{ Grasa} = [(\text{pérdida peso} / \text{peso de muestra}) * 100]$$

4. Determinación del Porcentaje de Proteína (AOAC No.14.026, Kjeldahl)

a. Equipo y Reactivos

Balones Kjeldahl (100 mL)	Probetas	NaOH 10 N o al 40%
Unidad destiladora Labconco	Agitadores magnéticos	Tiosulfato de Sodio al 8%
Digestor Labconco	Sulfato de Sodio, anhídrido	HCl (0.1N)
Vitrina de gases	Óxido de Hg	Rojo de metilo
Balanza analítica	H ₂ SO ₄	
Bureta	Ácido Bórico al 4%	

b. Procedimiento

DIGESTIÓN

1. Pesar 0.2 g de muestra y verterlos en balón de digestión.
2. Agregar al balón: 1.5 g NaSO₄, anhídrido, 0.1 óxido de Hg y 3 mL H₂SO₄.
3. Colocar balón de digestión en digestor por aprox. 30 min. Hasta obtener una solución clara.
4. Dejar enfriar y trasvasar la muestra al matraz de destilación diluyéndola con agua destilada.

DESTILACIÓN

1. Colocar un beaker con 10 mL ácido bórico y 3 gotas de indicador rojo de metilo en la salida del condensador de la unidad destiladora.
2. Agregar al matraz destilador 13 mL NaOH y 5 mL de tiosulfato de sodio.
3. Conectar el reflujo y destilar hasta obtener un volumen aprox. 80 mL de destilado.
4. Remover beaker receptor de la unidad de destilación.

TITULACIÓN

1. Titular la solución del beaker receptor con HCl (0.1N) hasta que haya un cambio de color
2. Calcular el contenido de N y de proteínas de la siguiente forma:

$$\% N = \frac{[(\text{vol. Std. HCl} * \text{Normalidad HCl} * .014)]}{\text{peso de muestra}} * 100$$

$$\% \text{ Proteínas} = \% N * \text{Factor de Conversión para cada muestra}$$

Cuadro No.30 Factores de conversión para el porcentaje de nitrógeno.

Alimento	% N en la proteína (X)	Factor de Conversión F (100/X)
Mezcla	16.00	6.25
Harina de Trigo	17.54	5.70
Arroz	16.81	5.95

5. Determinación de Fibra Dietética (Sigma--Aldrich basado en AOAC No. 45.4.07, 16 Ed.)

Ed.): Este método determina la fibra dietética total en un alimento combinando métodos gravimétricos y enzimáticos. Las muestras son gelatinizadas con α -amilasa y luego digeridas enzimáticamente con proteasa y amiloglucosidasa para remover la proteína y almidón presente en la muestra. Se agrega etanol para precipitar la fibra dietética soluble. El residuo es filtrado y lavado con etanol y acetona. Luego de secado, el residuo es pesado. La mitad de las muestras se analiza para proteína y las otras para cenizas. La fibra dietética es el peso del residuo menos el peso de la proteína y ceniza.

a. Equipo y Reactivos

Crisol de porosidad #2	pH metro	Etanol 98% y 78%
Vacío	Beakers	Acetona
Horno de aire o vacío	Papel aluminio	NaOH, 0.275 N
Desecadora	α - amilasa	HCl 0.325 M
Mufla	Proteasa	Fosfato de Sodio dibásico, anhídrido
Baño de agua	Amiloglucosidasa	Fosfato de Sodio monobásico, anhídrido
Termómetro	Celite	
Balanza analítica	Éter de petróleo	

b. Procedimiento

1. Lavar los crisoles, secarlos a 525°C y enfriar. Agregar 0.5 g de Celite y secar a 130°C hasta masa constante (aprox. 1 hora). Anotar el peso del crisol + Celite como Peso 1.
2. Pesar 4 muestras de 1 g y colocarlos en beakers altos.
3. Agregar 50 mL de buffer fosfato pH 6 y 0.1 mL de α -amilasa a cada beaker.

4. Cubrir cada beaker con papel aluminio y colocarlos en baño de agua hirviendo. Agitar los beakers a intervalos de 5 minutos. Incubar por 15 minutos después que la temperatura interna llegue a 95°C.
5. Dejar enfriar las soluciones a temperatura ambiente.
6. Ajustar el pH de las soluciones a 7.5 ± 0.2 agregando 10 mL de NaOH 0.275 N a cada beaker.
7. Preparar una solución 50 mg/mL de Proteasa y agregar 0.1 mL de la misma a cada beaker.
8. Cubrir cada beaker con papel aluminio y colocarlos en baño de agua hirviendo. Agitar los beakers continuamente. Incubar por 30 minutos después que la temperatura interna llegue a 60°C.
9. Dejar enfriar las soluciones a temperatura ambiente.
10. Ajustar el pH de las soluciones a 4 – 4.6 agregando 10 mL de HCl 0.325 M a cada beaker.
11. Agregar 0.1 mL de amiloglucosidasa a cada beaker.
12. Cubrir cada beaker con papel aluminio y colocarlos en baño de agua hirviendo. Agitar los beakers continuamente. Incubar por 30 minutos después que la temperatura interna llegue a 60°C.
13. Agregar 4 volúmenes de etanol al 95% a cada beaker y dejarlos reposar durante la noche para permitir la precipitación completa.
14. Armar aparato de filtración con los crisoles previamente tarados. Transfiera el precipitado y la suspensión de cada beaker a su crisol respectivo. Lavando el residuo con 3 porciones de 20 mL de etanol al 78%, dos porciones de 10 mL etanol al 95% y dos porciones de 10 mL de acetona.
15. Secar los crisoles durante la noche en horno de aire a 105°C o en horno de vacío a 70°C.
16. Enfriar crisoles en desecadora y pesarlos, anotar este dato como Peso 2.
17. Analice los residuos de dos muestras y dos blancos para proteínas utilizando el método Kjeldahl.
18. Analice los residuos de dos muestras y dos blancos para cenizas, anotar la masa de los crisoles como Peso 3.
19. Realizar los cálculos:

$$\text{Residuo} = R = \text{Peso 2} - \text{Peso 1}$$

$$\text{Cenizas} = C = \text{Peso 3} - \text{Peso 1}$$

$$\text{Blanco} = B = R \text{ Blanco} - \text{Proteínas Blanco} - C \text{ Blanco}$$

$$\% \text{ Fibra Dietética Total} = \% \text{ FDT} = \frac{[R \text{ muestra} - \text{Proteínas muestra} - C \text{ muestra} - B]}{\text{Promedio peso de muestra}} * 100$$

6. Determinación del porcentaje de carbohidratos totales (método de diferencia)

- a. **Procedimiento.** Con éste método se calcula el porcentaje de carbohidratos a partir de las otras fracciones del análisis proximal:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ Humedad} + \% \text{ Cenizas} + \% \text{ Grasa} + \% \text{ Proteína})$$

7. **Determinación del valor calórico de las muestras (método calorimétrico).** Utilizando una muestra de ácido benzoico, cuyo calor de combustión es conocido, se calcula el calor producido dentro del calorímetro, es decir por el cambio de temperatura causado por este calor, se determina la capacidad calorífica de la bomba. Con éste valor se puede obtener el calor de combustión de una muestra que se toma como el valor energético de la misma.

a. Equipo y Reactivos

Bomba calorimétrica

Balanza analítica

Cronómetro

Termómetro

Alambre de Fe

Ácido Benzoico

Oxígeno (g)

Agua

b. Procedimiento

1. Pesar 0.8 g de A. Benzoico, comprimirlo y colocarlo en cápsula.
2. Cortar y pesar 10 cm de alambre de Fe y colocarlo en los electrodos a manera que toque la superficie de la muestra.
3. Cerrar bien la cápsula.
4. Llenar la bomba con oxígeno gaseoso y presurizar a 25 atm.
5. Colocar la bomba en el calorímetro previamente lleno con 2 L de Agua.
6. Tapar el calorímetro, colocar el agitador y termómetro y tomar la temperatura del agua a intervalos de 15 segundos hasta que llegue a constante.
7. Hacer pasar corriente eléctrica en el sistema para ignitar la muestra.
8. Anotar la temperatura del agua cada 15 segundos hasta que llegue a temperatura constante.
9. Quitar presión de la bomba y verificar que no hayan residuos de muestra, alambre y hollín.
10. Repetir procedimiento con la muestra a analizar.

8. Determinación de Sodio (Fotometría de llama)

a. Equipo y Reactivos

Fotómetro de llama marca Coleman Modelo 51.

b. Procedimiento

1. Pesar la muestra finamente molida.
2. Hacer una dilución de acuerdo a la concentración esperada de Sodio.
3. Analizar la muestra en un fotómetro de llama, para analizar la cantidad de sodio en la muestra en mg/L.

9. Determinación del porcentaje de Colesterol (AOAC No. 14.105, Digitonina)

a. Equipo y Reactivos

Balanza Analítica.	KOH
Erlenmeyer 300 mL	Éter de petróleo
Baño de agua.	Alcohol
Separadores 250 y 500 mL	Acetona
Tubos de ensayo.	Digitonina
Crisoles.	Horno.
Termómetro.	
HCl	

b. Procedimiento

1. Pesar 5 g de muestra finamente molida y colocarla en erlenmeyer de 300. Agregar 15 mL HCl (1+1).
2. Calentar en baño de vapor por 30 minutos con agitación continua para asegurar la hidrólisis completa.
3. Retirar del baño y agregar 15 g KOH de forma que el líquido ebulle, pero no de forma violenta.
4. Enfriar y agregar 20 mL de alcohol y caliente en baño de vapor por 45 min. con un condensador de aire y agitación frecuente.
5. Agregar 25 mL de H₂O, mezcle bien y enfríe.

6. .Agregar 50 mL de éter, mezcle vigorosamente por un minuto y transfiera a un separador de 500 mL. Lave el frasco con porciones de 25 y 10 ML de éter y con 50 mL de solución de KOH al 1%.
7. Dejar que los líquidos se separen y decante la solución de jabón a un separador de 250 mL, teniendo cuidado de no decantar parte de la emulsión o materia insoluble en la interfase. Lavar las paredes del separador de 500 mL con 5 mL de KOH al 1% y transfiera este lavado al separador pequeño.
8. Agregar 25 mL de éter al separador pequeño, agitar vigorosamente por un minuto y luego que los líquidos se separen, descartar la capa inferior.
9. Agregar la capa de éter a la solución en el separador grande lavando con 10 mL de éter.
10. Lavar la solución de éter con tres porciones de 50 mL KOH al 1% adicionales, y luego con 50 mL de agua.
11. Decantar la mayor parte posible de la capa acuosa sin perder la solución de éter.
12. Transferir la solución de éter a un erlenmeyer de 300 mL, colocar una perla de ebullición y evaporar en un baño de vapor.
13. Disolver el residuo en 5 mL de acetona, filtrar con succión hacia un tubo de ensayo.
14. Agregar 5 mL de solución de digitonina en 80% alcohol recién preparada y rote para mezclar.
15. Suspende el tubo en el baño de vapor y evaporar hasta que esté casi seco.
16. Agregar 50 mL de agua caliente y agitar para dispersar precipitado y disolver la digitonina en exceso.
17. Colocar el tubo en el baño de agua hirviendo por unos minutos con agitación continua.
18. Enfriar a 60°C y agregar 25 mL de acetona y enfriar el tubo en agua fría.
19. Después de 15 minutos, decantar a un crisol de manera que no se pierda el precipitado. Lavar el crisol con acetona y con 5 mL de éter.
20. Secar crisol por 30 minutos a 100°C y pesar. Secar otros 30 minutos y volver a pesar.
21. Realizar los cálculos (Reportar como % colesterol en base seca):

$$\text{Peso Colesterol} = \text{Peso Residuo} * 0.243$$

10. Determinación de Lisina Disponible (método Hurrell, 1979). Método basado en la adición de un colorante como el anaranjado 12 al alimento, de manera que se una específicamente a los grupos básicos de las cadenas laterales de los amino ácidos lisina, histidina y arginina. La intensidad del color se reduce y el grado de esta reducción se relaciona con el contenido de proteína en el alimento. Se prepara

una solución del colorante de una concentración específica. Se prepara una curva de calibración. Un extracto del alimento a analizarse se prepara y se mezcla con el colorante. La intensidad de la solución de colorante se mide y se correlaciona con el contenido de proteína de la curva de calibración (Hurrell y colaboradores, 1979:1221).

a. Equipo y Reactivos

Balanza Analítica.	Agua destilada.
Erlenmeyer 150 mL	Ácido naranja 12
Estufa con agitación	Ácido oxálico di-hidratado
Agitador magnético	Fosfato de Potasio di-hidrogenado
Pipetas	Ácido acético glacial
Centrifuga 5000 rpm	Acetato de Sodio
Espectrofotómetro Spectronic 21 (475 nm)	Anhídrido propiónico
Cuvette de cuarzo	

b. Procedimiento

MEDICIÓN A

1. Pesar 0.5 g de muestra finamente molida y colocarla en erlenmeyer.
2. Agregar 40 mL solución de colorante y 2 mL solución de acetato de sodio al 16.4%.
3. Agitar vigorosamente por un hora para que la reacción alcance el punto de equilibrio.
4. Centrifugar 25 mL de la mezcla de reacción por 10 minutos a 5000 rpm y del sobrenadante tomar 10 mL.
5. Hacer dilución 1 mL sobrenadante /100 mL solución acetato de sodio.
6. Medir la absorbancia en una cuvette de 1 cm a 475 nm.
7. Hacer una curva de calibración para determinar la cantidad de colorante por diferencia. Para ello hacer las siguientes diluciones de la solución de colorante 5/50, 1/100, 2/100, 3/100 y 2/50 y medir su absorbancia.

MEDICIÓN B

1. Pesar la misma cantidad de muestra que pesó en el paso 1 de la medición A y colocarla en erlenmeyer.
2. Agregar 0.2 mL de anhídrido propiónico y 2 mL de la solución de acetato de sodio.

3. Agitar por 15 minutos para que se lleve a cabo la protonación.
4. Agregar 40 mL de la solución de colorante y agitar por una hora vigorosamente.
5. Centrifugar 25 mL de la mezcla de reacción por 10 minutos a 5000 rpm y del sobrenadante tomar 10 mL.
6. Hacer dilución 1 mL sobrenadante /100 mL solución acetato de sodio.
7. Medir la absorbancia en una cuvette de 1 cm a 475 nm.

La concentración de colorante se determina de la curva de calibración y la cantidad de colorante enlazado se calcula por diferencia de las mediciones A y B.

11. Determinación del Contenido de Amilosa (método Juliano,1971). El contenido en amilosa del almidón es uno de los criterios más importantes para la valoración de la calidad de un arroz. Su valor nos da una medida indirecta de la textura del grano cocido dada su elevada correlación con el valor de adhesividad (a mayor amilosa, menor adhesividad) y el de consistencia (a mayor amilosa, mayor consistencia), y condiciona algunas de las propiedades de cocción del grano. El contenido de amilosa en el arroz no se correlaciona con el tamaño y la forma del grano (Juliano, 1971:334, Nishita y Bean, 1979:186). Así las variedades de arroz pueden clasificarse como lo muestra la siguiente tabla:

Cuadro No.31 Clasificación del arroz según su contenido de amilosa y temperatura de gelatinización.

Porcentaje de amilosa / T° de Gelatinización	Clasificación	Descripción después de la Cocción
< 22 % / < 65°C	Bajo	Granos húmedos, pegajosos, blandos, brillantes.
22 – 27% / 65 – 70°C	Intermedio	Granos sueltos, secos, textura suave.
> 27% / > 65°C	Alto	Granos sueltos, secos duros.

(Juliano, 1971:337, Nishita y Bean, 1979:186)

El presente método, es un método colorimétrico para amilosa basado en el método estándar desarrollado por Instituto Internacional para la investigación del Arroz (IRRI). Consiste en gelatinizar la harina de arroz con una solución de NaOH a 100°C por 10 minutos sin desgrasar previamente la muestra y neutralizar la dispersión de almidón con ácido acético para proveer un pH de 4.5 a 4.7 luego de la adición de yodo. Las lecturas de absorbancia a 620 nm de este método se comparan con los datos de amilosa de métodos estándares (Juliano, 1971:337).

a. Equipo y Reactivos

Balanza Analítica.	Agua destilada.
Erlenmeyer (50 mL)	Etanol 95%
Estufa eléctrica.	NaOH
Agitador magnético	Ácido acético glacial
Pipetas volumétricas (1, 2, 5, 10 mL)	Yodo
Balones aforados (100 mL)	Yoduro de Potasio
Espectrofotómetro Spectronic 21 (620 nm)	Amilosa de papa.

b. Procedimiento

1. Pesar 0.1 g de muestra finamente molida y colocarlos en un erlenmeyer de 50 mL. Trabajar en duplicado.
2. Agregar 1 mL etanol 95% y 9mL NaOH 1N.
3. Calentar la muestra por 10 minutos en baño con agua hirviendo y transferir con varios lavados a un balón volumétrico de 100 mL, aforar y mezclar bien.
4. Extraiga 5 mL de la solución de almidón a un balón volumétrico de 100 mL, agregar 1 mL de ácido acético 1N y 2 mL de solución de yodo. Aforar con agua destilada y dejar reposar 20 minutos.
5. Leer la absorbancia de la solución a 620 nm con un espectrofotómetro.
6. Para la curva de calibración, colocar 40 mg de amilosa de papa en un beaker con 1 mL etanol y 9 mL NaOH 1N. Calentar la mezcla en baño de agua hirviendo de 5 a 10 minutos.
7. Con una pipeta sacar porciones de 1, 2, 3, 4 y 5 mL y colocarlas en balones de 100 mL. Agregar 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1 mL respectivamente de ácido acético 1 N, 2 mL de solución de yodo. Aforar cada balón y dejar reposar 20 minutos.
8. Leer la absorbancia de las soluciones a 620 nm. Graficar dichos valores con la concentración de amilosa anhidrida (mg) para determinar el factor de conversión.

12. Determinación de Digestibilidad de Pepsina (método Mertz,1984). Método para determinar la digestibilidad de proteínas como porcentaje de proteína que puede ser absorbido en forma de amino ácidos. Este método es menos caro y consume menos tiempo que los estudios con ratas. Ha sido utilizado para comparar diferencias en digestibilidades entre sorgo y otros granos (McLaughlin, 1987:60).

a. Equipo y Reactivos

Molino de Ciclón.	Balanza Analítica
Tubos de centrifuga de polietileno	pHímetro
Baño de agua con agitación.	Embudo Buchner
Beaker (600 mL, 1000 mL, 2000 mL)	Papel Filtro Whatman No. 3
Erlenmeyer (125 mL)	Agitador magnético y de vidrio.
Balón Volumétrico (1000 mL)	Pepsina
Probeta (10 mL)	Fosfato de Potasio Dihidrogenado
Estufa con agitación	HCl concentrado.

b. Procedimiento

1. Pesar 0.2 g de muestra finamente molida y colocarla en tubo de centrifuga. Incluir un tubo sin muestra como blanco.
2. Agregar 2 mL de agua destilada y agitar a mano.
3. Colocar el tubo en un baño de agua hirviendo por 20 minutos. Remover los tubos.
4. Agregar 25 mL de solución de KH_2PO_4 /Pepsina a cada tubo. Primero agregar 15 mL de la solución, romper la mezcla con varilla de agitación y luego agregar los 10 mL restantes.
5. Colocar los tubos en un baño de agua (37°C) con agitación por 2 horas o colocarlos en un baño de agua (37°C) y agitar a mano cada 15 minutos.
6. Luego de 2 horas colocar los tubos en una centrifuga refrigerada (4°C). Si la centrifuga refrigerada no se tiene al alcance, colocar los tubos en un baño de hielo por 30 minutos. Enfríe los tubos de metal de la centrifuga en un baño de hielo.
7. Centrifugar los tubos a 4800 rpm por 15 minutos.
8. Remover el sobrenadante con una pipeta de pasteur y descartar.
9. Agregar 5 mL de solución buffer a cada tubo. Romper el residuo con una varilla y lavar la varilla con 5 mL de solución buffer.
10. Re-centrifugar por 15 minutos a 4800 rpm.
11. Remover el sobrenadante con una pipeta pasteur y descartar.
12. Filtrar el residuo y lavar los tubos con porciones de buffer en el papel filtro.

13. Colocar el papel filtro y el residuo en un balón de digestión Kjeldahl y secar en horno a 100°C.
14. Agregar 10mL de ácido sulfúrico y 0.5 g de catalizador al balón y dejar reposar 30 minutos.
15. Continuar con la digestión, destilación y titulación como lo indica el procedimiento No. 4, pero agregar 40 mL NaOH (10N) antes de la destilación en vez de 13 mL.
16. Correr un blanco conteniendo solamente un papel filtro vacío, H₂SO₄, catalizador y titular y anotar el volumen usado como (V₀).
17. El porcentaje de proteína contenida en la muestra después del tratamiento con pepsina es la proteína no digerible. Así:

$$\% \text{ N no digerido} = \frac{(V - V_0) * N * 14 * 100}{\text{Peso muestra} * 1000}$$

$$\% \text{ N digerible} = \frac{\% \text{N total de muestra sin tratar} - \% \text{N no digerido}}{\% \text{N total de muestra sin tratar}}$$

$$\% \text{ P digerible} = \% \text{N digerible} * 6.25$$

C. Evaluación sensorial.

Cuadro No.32 Tabla de significación para pruebas pareadas ($p = \frac{1}{2}$).

Número de juicios (jueces x set)	Mínimo de juicios correctos para es- tablecer diferencias (una cola)			Mínimo de juicios correctos para es- tablecer preferen- cias (dos colas)		
	Nivel de Probabilidad					
	.05	.01	.001	.05	.01	.001
7	7	7	—	7	—	—
8	7	8	—	8	8	—
9	8	9	—	8	9	—
10	9	10	10	9	10	—
11	9	10	11	10	11	11
12	10	11	12	10	11	12
13	10	12	13	11	12	13
14	11	12	13	12	13	14
15	12	13	14	12	13	14
16	12	14	15	13	14	15
17	13	14	16	13	15	16
18	13	15	16	14	15	17
19	14	15	17	15	16	17
20	15	16	18	15	17	18
21	15	17	18	16	17	19
22	16	17	19	17	18	19
23	16	18	20	17	19	20
24	17	19	20	18	19	21
25	18	19	21	18	20	21
30	20	22	24	21	23	25
35	23	25	27	24	26	28
40	26	28	31	27	29	31
45	29	31	34	30	32	34
50	32	34	37	33	35	37
60	37	40	43	39	41	44
70	43	46	49	44	47	50
80	48	51	55	50	52	56
90	54	57	61	55	58	61
100	59	63	66	61	64	67

Cuadro No.33 Análisis estadístico de la prueba hedónica de la muestra 70:30.

PANELISTA	EDAD	APARIENCIA	SABOR	TEXTURA	ACEP. GRAL
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
1	68	4	4	4	4
2	75	4	4	4	4
3	80	4	4	4	4
4	67	4	4	4	4
5	73	4	4	3	3
6	68	4	4	3	4
7	68	4	2	3	3
8	74	3	3	4	4
9	78	3	3	4	4
10	73	3	3	3	3
11	73	3	3	3	3
12	71	3	3	3	3
13	70	3	3	3	3
14	72	3	3	3	3
15	72	3	3	3	3
16	68	3	3	3	3
17	69	3	3	3	3
18	70	3	3	3	3
19	73	3	3	3	3
20	70	3	3	3	3
21	68	3	3	3	2
22	74	3	3	3	3
23	72	3	2	2	2
24	67	3	2	2	2
25	77	3	1	3	2
26	69	3	1	3	3
27	70	2	3	3	2
28	69	2	4	4	3
29	71	2	4	3	3
30	71	2	1	2	2
SUMA		93	89	94	91
MEDIA		3.10	2.97	3.13	3.03
DESV. STD.		0.61	0.89	0.57	0.67
VARIANZA		0.37	0.79	0.33	0.45

ERROR	0.22	0.25	0.21	0.24
No. PERSONAS MÍN	11.07	23.76	9.79	13.41

