



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA



INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA

**VALOR NUTRITIVO Y ACEPTABILIDAD A NIVEL FAMILIAR DE PAN
FABRICADO CON HARINA COMPUESTA A BASE DE HARINA
DE TRIGO Y MAIZ**

SERGIO ROLANDO YONKER M.

**CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES EN NUTRICION Y CIENCIAS DE ALIMENTOS
(CESNA)**

Escuela de Nutrición

Guatemala, abril de 1,976

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA

VALOR NUTRITIVO Y ACEPTABILIDAD A NIVEL FAMILIAR DE
PAN FABRICADO CON HARINA COMPUESTA A BASE DE HARINA
DE TRIGO Y MAIZ

Tesis elaborada por

Sergio R. Yonker

Previo a optar al título de

NUTRICIONISTA

En el grado de Licenciado

Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos
Escuela de Nutrición

Guatemala, abril de 1976

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano	Lic. Leonel Carrillo F.
Secretario	Lic. Carlos Augusto Posadas V.
Vocal 1 ^o	Lic. Mario Dary R.
Vocal 2 ^o	Lic. Adolfo León Gross
Vocal 3 ^o	Lic. F. Javier Castellanos
Vocal 4 ^o	Br. Sergio Ortiz
Vocal 5 ^o	Br. Jorge A. Carlos

DEDICO ESTE ACTO

A DIOS

A MI MADRE

María Cristina Murga

A MI PADRE

Pedro René Yonker

A MI ABUELITA

Concepción Solís

A MIS HERMANOS

Pedro, Lucrecia, Beatriz (QEPD),

Francisco, Erick, Guillermo,

Astrid y María Cristina

A MIS PARIENTES

Tono, Angelita, Juaní, Marco, Raúl,

Roberto, Jorge, Carlota y Carolina

A MIS AMIGOS

En especial Miguel Angel Mansilla

A MIS MAESTROS

A TI VIODY

CON AMOR

DEDICO ESTA TESIS

A GUATEMALA

AL INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA (INCAP)

A LA ESCUELA DE NUTRICION

A LA DIVISION DE CIENCIAS AGRICOLAS Y DE ALIMENTOS DEL INCAP

AL INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA

AL INSTITUTO NACIONAL PARA VARONES ADRIAN ZAPATA

RECONOCIMIENTOS

Mi agradecimiento por la asesoría brindada en la realización del presente trabajo a:

Dra. Delia Navarrete

Dra. Susana Icaza

Lic. Regina de Fernández,

así como a los doctores Ricardo Bressani y Luiz G. Elías por la oportunidad que me brindaron para llevar a feliz término este estudio.

También quiero agradecer a las siguientes personas, sin cuya valiosa ayuda me hubiera sido imposible culminar esta carrera:

Sra. Olga de Grüner

Sr. Víctor Castillo

Sr. Félix Castillo

Sra. Dora Lilia de Ramos

Srita. Rosa Eugenia Chavarría

Srita. Julia Aurora Ramazzini

Lic. Guillermo Palma

y a todo el personal del INCAP que de una forma u otra colaboró a mi formación profesional.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	3
A. Consumo de Pan y Maíz y su Contribución a la Ingesta Diaria de Calorías y Proteínas en Centro América	3
B. Valor Nutritivo de las Proteínas del Maíz, Trigo y del Pan	4
C. Tipos de Harinas Usados en Panificación	6
D. Problemas en la Elaboración de Pan Empleando Harina no Tradicional	7
E. Métodos para Evaluar la Calidad de un Producto Alimenticio	10
1. Métodos sensoriales	10
III. PROPOSITOS	15
A. Propósito General	15
B. Propósito Específico	15
IV. MATERIAL Y METODOS	16
A. Materiales	16
1. Harinas utilizadas	16
2. Preparación del pan	18

	Página
B. Métodos	19
1. Análisis químicos	19
2. Prueba biológica	19
3. Aceptabilidad a nivel familiar	20
4. Cálculo y análisis contable del pan obtenido a partir de la mezcla experimental de harina de trigo y maíz	21
V. RESULTADOS	22
A. Análisis Químico	22
B. Valor Nutritivo del Pan	25
C. Aceptabilidad a Nivel Familiar	30
D. Cálculo y Análisis Contable del Pan Obtenido a Partir de la Mezcla Experimental de Harina de Trigo y Maíz	35
1. Costo de ingredientes	35
2. Fórmulas utilizadas	36
3. Cálculo de costo de ingredientes por 10,800 gramos de harina (23.75 lb)	37
4. Precio de costo por unidad de pan francés con peso de 30 gramos	38
5. Ahorro para el panificador con la venta del pan experimental y tradicional	39

	Página
VI. DISCUSION	42
VII. RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
VIII. BIBLIOGRAFIA	51
IX. APENDICE	58

I. INTRODUCCION

La fabricación de pan es un arte que se ha practicado desde tiempos antiguos. En la mayoría de los países del mundo donde se consume, se fabrica a base de harina de trigo, aunque en algunas partes del continente europeo se elabora de centeno o mezclas de trigo y centeno (4).

El cultivo del trigo se limita a unos pocos países del mundo. FAO (48) indica que de la producción mundial de este cereal en 1971 de 343.1 millones de toneladas métricas, aproximadamente las dos quintas partes, se obtuvieron de Norte América, Europa y Rusia, teniendo estas regiones un 18% de la población mundial. Refiriéndonos específicamente al Istmo Centroamericano, el mismo organismo señala que de las 34,000 toneladas métricas producidas en 1971, el 95% corresponde a Guatemala. Ramírez (56) hace notar que la disponibilidad de trigo para esta región, durante el período 1965-80, será de aproximadamente un promedio de 40%. Dicha disponibilidad incluye la producción anual más las importaciones, menos los insumos agrícolas e industriales y deberá tomarse con reserva ya que se verá influenciada adversamente por la crisis mundial de energía y otros acontecimientos de origen natural.

Realizando el mismo análisis para la producción mundial de maíz se observa, según cifras de FAO (48), que de las 307.8 millones de toneladas métricas producidas en 1971, aproximadamente las tres quintas partes fueron cosechadas en Europa y Norte América. En lo que respecta al área Centroamericana y Panamá, se ve que Guatemala cosechó un 39% de la producción de un millón novecientas mil toneladas métricas en 1971. Es de hacer notar que, contrariamente a lo que sucede con el trigo, todos los otros países producen este cereal. Ramírez (56) indica que la disponibilidad de maíz para el período 1965-80 será de un promedio de 195%, si no se toman en cuenta los factores limitantes que se mencionaron para el caso del trigo.

Si los habitantes del Istmo Centroamericano siguen consumiendo pan tendrán que seguir importando trigo para suplir la demanda nacional, acción que representa un factor económico adverso en la fabricación de este producto, y que no viene a constituir una solución real del problema. Si una mezcla de harina de trigo y de maíz asegura la calidad y costo del pan tradicional, representaría una solución del problema en base a que utiliza materias primas de la región y evita la salida de divisas al extranjero.

II. ANTECEDENTES

A. Consumo de Pan y Maíz y su Contribución a la Ingesta Diaria de Calorías y Proteínas en Centro América

Según datos de la evaluación nutricional de Centro América y Panamá (26, 27), se puede observar que en el área rural de todos estos países se consumen pequeñas cantidades de pan, siendo el promedio de 32.1 gramos/persona/día. Dicho promedio se eleva en el área urbana a 84.1 gramos. El mayor consumo se observa en Guatemala con 169 gramos en el área urbana, siendo el rango para el resto de los países de 51-80 gramos para la misma área.

La misma fuente de información revela que el consumo de maíz es mayor en el área rural que en la urbana, y a la vez demuestra, que éste va disminuyendo de Guatemala a Panamá en ambas áreas. Así pues, el promedio para el área rural es de 191 gramos/persona/día, correspondiendo a Guatemala el mayor consumo con 359 gramos y el menor a Panamá con 32 gramos. En cuanto al área urbana su promedio es de 92 gramos/persona/día, siendo el límite superior El Salvador con 164 gramos y el inferior Panamá con 6 gramos.

En cuanto a la contribución de calorías y proteínas a la dieta, la misma evaluación nos demuestra que, para el caso del maíz, va disminuyendo

de Guatemala a Panamá, tanto en el área urbana como rural. Así vemos que más del 50% de las calorías y proteínas consumidas en el área rural de Guatemala proviene del maíz, contra el 6 y 5%, respectivamente, en Panamá. En lo que respecta al pan, el aporte que hace de ambos nutrientes a la ingesta diaria es mayor en el área urbana, variando del 27% en calorías y 20% en proteínas para el caso de Guatemala, hasta un mínimo de 8 y 6% en Nicaragua.

De los análisis anteriores se puede deducir la importancia del maíz en la dieta de los habitantes del área rural de la mayoría de los países Centroamericanos, y que el pan es un producto alimenticio consumido, principalmente, en el área urbana de estos países. Además se podría afirmar que el aporte de ambos cereales a la ingesta diaria de calorías y proteínas es importante.

B. Valor Nutritivo de las Proteínas del Maíz, Trigo y del Pan

Desde el punto de vista nutricional, las proteínas del maíz y del trigo no llenan los requisitos de una proteína de buena calidad.

De las proteínas contenidas en el maíz, la zeína aporta las tres quintas partes de la proteína total del grano entero y, aproximadamente, la mitad de las contenidas en el endospermo. La zeína es deficiente en lisina y sólo contiene residuos de triptofano, dos aminoácidos esenciales (50).

Según datos del Millers' National Federation (45), el contenido de lisina de ocho variedades duras de trigo rojo de invierno, varió de 2.48 a 2.82 gramos de lisina/16 gramos de nitrógeno y de 2.50 a 2.66 gramos en cuatro variedades de trigo duro de primavera. Operando estos valores obtenemos un promedio de 2.61 gramos de lisina/16 gramos de nitrógeno para ambas variedades de trigo. Aykroyd (3) indica que el aminoácido limitante del trigo es la lisina y que cuando se produce harina con un grado de extracción de 60-70%, la proteína contiene solamente los dos tercios de la lisina existente en el grano entero, es decir, aproximadamente 1.72 gramos/16 gramos de nitrógeno. Ahora bien, cuando el trigo o productos de trigo se calientan a altas temperaturas con humedad limitada, se reduce la calidad de la proteína (32). La pérdida más importante producida durante el horneado del pan es de lisina y varía de un 10 a un 20%, de donde puede verse que, de la cantidad de lisina presente en el grano entero, sólo quedan de 1.37-1.54 gramos/16 gramos de nitrógeno. Esta última pérdida ocurre principalmente debido al empardeamiento no enzimático de la reacción de Maillard (11).

El valor nutritivo de la proteína de un alimento está expresado tanto en términos cuantitativos como cualitativos. Los resultados sobre el valor de calidad proteínica llevados a cabo en animales de experimentación, indican que la proteína del trigo entero es mejor que la del maíz (5). Siendo el contenido protéico del maíz menor que el del trigo, es probable que el factor calidad esté alterado en una mezcla de estos cereales.

Diversos autores (7, 20, 21, 25, 29, 46) han demostrado, en animales de experimentación, que el valor nutritivo del pan mejora notablemente con la suplementación, empleando concentrados proteicos o aminoácidos libres. King y colaboradores (36) observaron un mejoramiento nutricional en niños escolares haitianos quienes consumieron pan fortificado con lisina. Mickelsen (44) expone que sujetos humanos adultos sometidos a una dieta de pan durante un período de 50 días, alcanzaron el equilibrio nitrogenado después de los primeros 10 días del estudio.

C. Tipos de Harinas Usados en Panificación

El tipo de harina a usar en panificación dependerá sobre todo del producto que se desee obtener.

Aykroyd (3) indica que puede hacerse pan fermentado con cualquier tipo de harina, pero si se desea que la masa suba bien y proporcione un pan poroso y ligero, la harina ha de tener fuerza o capacidad de absorber mucha agua y producir una masa elástica. Bennion (4) define el término fuerza como "la medida de la capacidad de una harina para producir una pieza de pan bien crecida y de buen volumen" e indica que es la tolerancia a la fermentación lo que decide la calidad de la harina. Así pues, deduce que cuando se trata de elegir harina, hay que considerar que la de fermentación lenta producirá masa de considerable tenacidad, estabilidad y tolerancia; mientras que las harinas de fermentación rápida darán una masa que muestre las características anteriores en menor grado.

Lo anterior fue confirmado por Kent (34) y Aguilar y Voss (1), que coinciden en señalar que para la elaboración de pan son más convenientes aquellas harinas provenientes de trigos fuertes, o sea harinas con un contenido de proteína de 10 a 14%, y que ofrecen mejores características para el empaste o mojado y para la fermentación que las harinas blandas o flojas con 7 a 10% de proteína.

Aguilar y Voss (1) indican que hay dos tipos de harinas con los cuales se trabaja en Guatemala: las harinas molidas en el país a base de trigos extranjeros y que corresponden al tipo fuerte, y las obtenidas de trigos nacionales blandos que se utilizan especialmente para la elaboración de pasteles, galletas, bizcochos, pan dulce y casi todo lo relacionado con pastelería.

D. Problemas en la Elaboración de Pan Empleando Harina no Tradicional

Cuando en la panificación se usa harina de trigo es de esperarse que se obtenga un producto con buenas características. Por el contrario, cuando se usan harinas de otros cereales, de almidón puro o de concentrados proteicos, el pan obtenido es considerablemente más rígido, su estructura celular es irregular y su volumen inferior, por que el gas no es suficientemente retenido y las células gaseosas son menos estables (9, 24, 31, 35, 55, 65).

Se sabe que las propiedades de las proteínas del trigo para formar el gluten son importantes al elaborar un buen pan (4). También se sabe

que la formación de estructuras más o menos permanentes sólo se logra en sistemas en los cuales las partículas se adhieren unas a otras. Jongh (31) estableció que en la masa hecha de almidón puro existen fuerzas repulsivas entre los gránulos de almidón, por lo que vienen a formar una suspensión estable. En dicho sistema, el aire y el gas no encuentran una estructura firme para retenerlos dando como resultado su fuga parcial. El mismo autor demostró que añadiendo pequeñas cantidades de un agente tensioactivo (monoestearato de glicerol) las fuerzas repulsivas entre los gránulos de almidón disminúan, convirtiéndose el sistema almidón-agua en uno floculado con el que se obtenía pan de buena calidad. La explicación dada al fenómeno es la siguiente: "el monoestearato de glicerol es adsorbido sobre la superficie de los gránulos de almidón, adsorción que es posible por la gran atracción entre los grupos polares de la molécula de monoestearato de glicerol y la superficie polar igual del almidón". En otras palabras, dicho agente tensioactivo actúa como un agente de enlace entre los gránulos de almidón.

Trabajos posteriores (54) sobre la importancia de lípidos polares y no polares de la harina de trigo sobre las características del pan, demostraron que el efecto mejorador se debía, principalmente, a los lípidos polares. Estos resultados fueron confirmados por el mismo autor y colaboradores (52) trabajando con harina de trigo no desgrasada. Posteriormente en 1968 Pomeranz y colaboradores (53) estudiaron los efectos de la harina desgrasada sobre el proceso de panificación, y evaluaron el efecto

de la reconstitución de esta harina con lípidos libres sobre las mismas propiedades. Así pues, establecieron que la adición de lípidos libres a la harina desgrasada, en una cantidad menor que la contenida en la harina original, daba la misma calidad en volumen y en grano de la miga que la del pan fabricado con harina no desgrasada.

Los resultados anteriores fueron comprobados plenamente por Daftary y colaboradores (10), quienes demostraron que los efectos de los lípidos sobre el pan dependen de los niveles y relaciones de los lípidos no polares a polares, atribuyendo el efecto mejorador de los lípidos polares a los glicolípidos.

Estos resultados llevaron a Pomeranz y colaboradores (53, 55) a trabajar en la fortificación de pan con varios productos ricos en proteínas, demostrando que dicho proceso era posible agregando glicolípidos sintéticos (sucroésteres) y lípidos polares, ricos en galactolípidos, provenientes de harina de trigo, ya que contrarrestaban el efecto deletéreo producido por la fortificación proteica sobre las características del pan.

Tsen y colaboradores (65) demostraron el efecto benéfico del estearoil-2-lactilato de sodio (SSL) sobre la masa y el pan fabricado con varios niveles de harina de trigo y de soya no desgrasada. También comprobaron el mismo efecto sobre el envejecimiento del pan. En otras palabras, concluyeron que es posible la fortificación del pan agregando pequeñas cantidades de SSL.

Christianson y colaboradores (9) han demostrado que es posible fabricar pan a partir de harina de trigo y almidón de maíz, con características comparables a las de muchos panes comerciales, empleando un heteropolisacárido de origen microbial, de alto peso molecular, formado por moléculas de D-glucosa, D-manosa y residuos de ácido D-glucorónico soluble en agua, como enlazador de los gránulos de almidón. El nombre comercial de este producto es el de goma Xanthan y con su uso es factible la fortificación de pan con harina de soya.

En la sección de Tecnología de Alimentos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), se ha logrado desarrollar una mezcla de harinas compuesta de 70 partes de harina de trigo y 30 partes de harina de maíz, con la que se puede fabricar pan francés con características similares a las del pan tradicional, siempre y cuando se agregue a esta mezcla 0.2% de SSL.*

E. Métodos para Evaluar la Calidad de un Producto Alimenticio

Existen dos métodos diferentes pero complementarios para evaluar la calidad de un producto alimenticio. Estos son sensoriales y objetivos (19). Los métodos que en esta ocasión nos interesan son los de naturaleza sensorial ya que los objetivos fueron empleados en estudios preliminares realizados por la sección de Tecnología de Alimentos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

* Gabriel de La Fuente y Mario Molina. (Científicos de la sección de Tecnología de Alimentos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP). Comunicación personal. Enero de 1975.

1. Métodos sensoriales

Los métodos sensoriales, como su nombre lo indica, son los que hacen uso de los sentidos del gusto, olfato, tacto y vista para evaluar las características de un alimento, y están basados en el discernimiento humano que es individual y no siempre consistente (37).

Hay dos clases de pruebas sensoriales: las de diferencia y las de preferencia o aceptación. En las primeras se les pregunta a los jueces o panelistas si existe alguna diferencia entre dos ó más muestras, debiéndose pasar por alto diferencias individuales y advirtiéndole al panelista que deberá ser objetivo en su evaluación. Las pruebas de preferencia determinan las preferencias o gustos representativos de la población, de donde es necesario integrar el pánel con una regular cantidad de catadores cuando no se dispone de personal adiestrado o entrenado (37).

Entre las pruebas de diferencia más comunes están las siguientes: triangular, duo-trío, comparación pareada, clasificación, comparación múltiple y puntaje. Las pruebas de preferencia son comparación pareada, valorización y clasificación.

Las pruebas sensoriales pueden practicarse bajo condiciones de laboratorio (panelistas entrenados o sin entrenar) y al consumidor directamente (prueba del consumidor).

Las pruebas sensoriales de laboratorio no pretenden predecir

la reacción del consumidor, sino proporcionar una guía o indicador del camino a seguir (37). Cuando no se dispone de personal entrenado para efectuar una prueba sensorial bajo condiciones de laboratorio, es necesario integrar el pánel con una cantidad regular de panelistas.

Las pruebas del consumidor, como su nombre lo indica, son usadas para medir la aceptabilidad de un producto por parte del consumidor y est n completamente separadas de las pruebas de laboratorio (37). Estudios formales al respecto son escasos, ya que de los realizados a nivel industrial no se tiene disponible ninguna publicación.

Idealmente una prueba del consumidor debería alcanzar a una gran parte o muestra de la población en la cual se desea introducir el producto así como un muestreo geográfico y de ingreso económico. Por las razones anteriores, las pruebas del consumidor son conducidas por compa n as especializadas y no aseguran que los resultados puedan ser aplicados a la población (37).

Las preguntas que se hacen en las pruebas del consumidor pueden ser funcionales y físicas. Hay cuatro tipos generales de preguntas: preferencia general, voto por chequeo, final abierto (gustos o disgustos) y escala de valores (68). El tipo de pregunta que en esta oportunidad nos interesa es el de final abierto, ya que los participantes expresan con sus propias palabras qué características del producto de prueba les gusta o disgusta. Estas preguntas se llaman de final abierto porque los atributos

no son definidos en ellas. Ejemplos de estas preguntas son: Por qué le gusta?, Por qué no le gusta?. El producto bajo estudio deberá ser probado tanto por niños como por adultos (68).

Existe un método de prueba de aceptabilidad del consumidor que se ubica entre las pruebas de laboratorio y las del consumidor. Este método es llamado prueba piloto del consumidor y con él se verifica, de manera más sencilla y de costo más bajo que las pruebas del consumidor, la aceptabilidad de un producto determinado. Hay tres tipos de prueba piloto del consumidor: exposición simple con respuestas orales, pruebas de uso con cuestionario y pruebas de uso con entrevista (8).

Las pruebas de exposición simple con respuestas orales son empleadas cuando la cantidad de muestra a ser probada es limitada, cuando el contacto con el consumidor es limitado y cuando sólo tres o cuatro respuestas son requeridas para alcanzar los objetivos de la prueba (8).

Las pruebas de uso han sido empleadas en unidades estudiantiles, organizaciones religiosas, clínicas de hospitales y con empleados y familias de la compañía productora. Cuando se emplean pánenes, los hallazgos de la prueba están basados en respuestas de más o menos 50 personas; en cambio, cuando se emplean familias, los hallazgos están basados en la reacción de alrededor de 150-200 personas (8).

La parte más importante del diseño de una prueba de uso es el

medio por el que se obtiene la información. Hay dos maneras de solicitar la respuesta al consumidor: por cuestionario y por entrevista. La primera de ellas se recomienda cuando se emplean familias en vez de consumidores individuales.

Una vez seleccionado el pánel familiar se envía una carta o invitación personal a la esposa y/o jefe de familia. En dicha carta se proporciona información general respecto a la prueba, así como instrucciones en caso de aceptar participar en la misma.

Por último nos parece importante hacer constar que el uso eficiente de datos obtenidos a partir de un pequeño número de muestras, nos proporciona una experiencia o guía que es necesaria en la investigación de la aceptabilidad de un producto.

III. PROPOSITOS

A. General

Investigar si la mezcla 70-30 de harina de trigo y maíz desarrollado en la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá para fabricar pan francés, podría sustituir al pan hecho con 100% de harina de trigo.

B. Específicos

1. Determinar la composición química del pan y de la mezcla de harinas empleada en su elaboración.
2. Determinar el valor nutritivo del pan obtenido a partir de la mezcla de harina de trigo y maíz.
3. Determinar la aceptabilidad del producto final a nivel familiar.
4. Determinar la utilidad económica del producto final (pan).

IVº MATERIAL Y METODOS

A. Materiales

1. Harinas utilizadas

Para realizar el presente estudio se utilizó harina de trigo semiduro, harina de maíz y harina de soya.

La harina de trigo semiduro, degerminada, con un porcentaje de extracción de 70-72% procedía de "Molinos Modernos" de Guatemala, la harina de maíz, degerminada, con un porcentaje de extracción de 70% de molinos "Segovia" y la harina de soya desgrasada fue obtenida en la "Central Soya" de Guatemala.

Con las harinas antes mencionadas se prepararon las siguientes mezclas que fueron utilizadas para la fabricación del pan francés usado en la prueba biológica:

MEZCLAS DE HARINAS EMPLEADAS PARA LA FABRICACION
DE PAN FRANCES USADO EN LA PRUEBA BIOLOGICA

Mezclas	Harina de trigo (g)	Harina de maíz (g)	Otros ingredientes (g)
1	70	30	---
2*	70	30	0.2 de SSL
3	70	30	0.2 de L-lisina
4	70	22	8 de harina de soya
5	65	35	---
6**	100	0	---

* Mezcla experimental.

** Pan fabricado bajo condiciones controladas.

La composición por cada 100 gramos de harina de la mezcla 1, 2, 3, 4 y 5 respecto a los ingredientes sal, levadura, manteca, azúcar y agua fue la siguiente:

Sal	1.5 gramos
Levadura	1.5 gramos
Azúcar	4.0 gramos
Manteca	3.0 gramos
Agua	60.0 gramos

La composición de la mezcla número seis ("fórmula tradicional del pan francés guatemalteco") varió de las anteriores en el contenido de azúcar (2 gramos), manteca (2 gramos) y agua (65 gramos). La proporción de sal

y levadura permanecieron igual.

2. Preparación del pan

a) Para la prueba biológica se hizo pan francés utilizando cuatro kilogramos de cada una de las mezclas, agregando las cantidades necesarias del resto de los ingredientes.

Las condiciones de fabricación del pan francés fueron las siguientes: una fermentación inicial de la masa por 1 3/4 hora; una segunda fermentación de la masa por 2 horas y un tiempo de horneado de 15 minutos en horno de barro cocido con piso del mismo material, usando leña como combustible. La temperatura de horneado fue de 218°C (425°F) tomada al inicio y al final de la horneada. La elaboración de la masa fue manual. Se usó el horno de barro cocido por estar disponible para preparar un lote grande de pan suficiente para la prueba biológica.

Una vez obtenido el producto se sometió a secado en un horno de bandeja con corriente de aire a una temperatura no mayor de 50°C por un período de cinco horas. Ya seco el pan, se molió utilizando un molino de martillos (Raymond No. 82, Screen Mill) con el propósito de obtener las harinas que se utilizaron en la prueba biológica.

b) Para la prueba de aceptabilidad a nivel familiar, y para la determinación de la factibilidad económica del producto se utilizó la mezcla número dos o sea 70% de harina de trigo, 30% de harina de maíz más

0.2% de SSL. Las condiciones de elaboración del pan fueron: una fermentación inicial de la masa por 1 3/4 horas; una segunda fermentación de la masa por 1 1/2 hora y un tiempo de horneado por 30 minutos en un horno eléctrico Westinghouse con termostato. La temperatura de horneado fue de 176.6°C (350°F). La fermentación se llevó a cabo en un cuarto con humedad relativa de 65% y temperatura de 28°C. Todas las etapas previas al horneado fueron realizadas en forma manual.

B. Métodos

1. Análisis químicos

Se determinó la composición química proximal de las mezclas de harinas, del pan obtenido a partir de ellas y de las harinas de trigo y maíz utilizadas, siguiendo para ello los métodos de la AOAC (2). La determinación de lisina total se realizó usando el método de Gómez-Brenes y Bressani (18).

2. Prueba biológica

En este trabajo se determinó el valor nutritivo del pan obtenido a partir de la mezcla experimental de harina de trigo y maíz, mediante el Índice de Eficiencia Proteica (IEP), obtenido de acuerdo al método descrito por la AOAC (2).

Se utilizaron 64 ratas albinas de la raza Wistar, recién destetadas, de 21 días de edad, provenientes de la colonia animal del INCAP,

cuyo peso oscilaba entre 46 y 56 gramos. Estos animales fueron distribuidos al azar en grupos de ocho ratas, cuatro hembras y cuatro machos, por grupo.

Para este ensayo biológico se preparó un total de ocho dietas, las que fueron asignadas aleatoriamente a los ocho grupos de ratas. Se incluyeron pan francés comercial obtenido localmente y otra de caseína como controles. Las seis dietas restantes provenían del pan obtenido a partir de las mezclas de harinas mencionadas en el numeral uno de la parte de materiales.

A todas las dietas se agregó 4% de sales minerales (39), 1% de aceite de hígado de bacalao, 5% de aceite de soya y almidón de maíz para completar 100 gramos; además, a cada 100 gramos de ración se agregó 5 mililitros de una solución de vitaminas (22).

3. Aceptabilidad a nivel familiar

Se seleccionó un total de 60 familias utilizando un listado del personal del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, clasificado en cuatro niveles de ingreso según GAFICA*: muy alto, alto, intermedio y bajo. En cada uno de estos niveles de ingreso se seleccionaron 15 familias escogidas aleatoriamente. El formulario para la recolección de los datos aparece en el Apéndice 1, lo mismo que las instrucciones para llenarlo; además de estas instrucciones se brindó información

* GAFICA: Grupo Asesor de FAO para la Integración Centroamericana.

oral y se resolvieron dudas a las personas que lo solicitaron. Las familias escogidas aplicaron el formulario a sus respectivas familias.

4. Cálculo y análisis contable del pan obtenido a partir de la mezcla experimental de harina de trigo y maíz

Se realizó un cálculo de costo del pan obtenido a partir de la mezcla experimental y del pan francés fabricado con 100% de harina de trigo semiduro. En base a este cálculo se analizaron contablemente los ingredientes que pudieran estar incidiendo negativa o positivamente en el costo de la mezcla experimental al compararlo con el de la mezcla tradicional.

Se determinó el precio por libra de masa y por unidad horneada con peso aproximado de 30 gramos. Los precios en que se basó el cálculo fueron los que estaban vigentes en junio de 1975.

V. RESULTADOS

A. Análisis Químico

El análisis químico proximal de las mezclas de harina de trigo y maíz, de pan obtenido a partir de ellas y de las harinas empleadas en su elaboración aparecen en el Cuadro No. 1

Las diferencias observadas entre el pan experimental 70-30 y el pan fabricado bajo condiciones controladas con 100% de harina de trigo semiduro, señalan que el contenido de ceniza, grasa y fibra cruda fue mayor en el pan de la mezcla experimental que en el de 100% de harina de trigo, siendo el doble en el caso de la grasa, un tercio en el de ceniza y un cuarto en el de fibra cruda. Lo anterior se podría explicar por la fórmula empleada, ya que se usa casi el doble de grasa en la fabricación del pan experimental que en la del tradicional y que la harina de maíz contiene mayor cantidad de ceniza, grasa y fibra cruda. La cantidad de proteína del pan experimental fue menor que la del pan fabricado sólo con harina de trigo semiduro. Lo anterior se debe a que la harina de maíz contiene menor cantidad de proteína. Diferencias similares a las anteriores se observan entre el pan francés experimental y el pan francés comprado en una panadería de la capital y fabricado, supuestamente, con 100% de harina de trigo semiduro.

El pan suplementado con 8% de harina de soya contiene mayor cantidad de fibra cruda, proteína y ceniza que todos los otros panes, incluyendo al experimental. Por otra parte, su contenido de grasa es un poco menor que el del pan experimental.

El contenido de lisina total de los panes (Cuadro No. 1) varió de 106.86 miligramos por gramo de nitrógeno (mg/gN) para el pan fabricado con la mezcla 65-35, a 181.56 mg/gN para el pan que contenía 8% de harina de soya. Así mismo, se observa que no hubo mayor diferencia entre el contenido de lisina total del pan experimental (110.11 mg/gN) y el del pan elaborado bajo condiciones controladas con 100% de harina de trigo semiduro (la misma harina que se empleó en la fabricación del pan experimental)) que fue de 113.50 mg/gN; sin embargo, dicha diferencia aumenta al compararlo con el pan fabricado en una panadería de la capital (148.80 mg/gN).

Una pérdida de lisina total se observó al comparar el contenido de lisina de los panes con las mezclas crudas de donde provenían. Esta pérdida fue equivalente a un 2.78% para el pan suplementado con soya y a un 22.9% para el pan suplementado con L-lisina. La pérdida de lisina total del pan experimental y la del pan fabricado bajo condiciones controladas con 100% de harina de trigo semiduro, fue prácticamente la misma (17%).

CUADRO No. 1

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE MEZCLAS DE HARINA DE TRIGO Y MAÍZ Y DE PAN OBTENIDO A PARTIR DE ELLAS

Análisis %	M E Z C L A S											
	1 ^a		2 ^b		3 ^c		4 ^d		5 ^e		6 ^f	7 ^g
	O ^h	P ⁱ	O	P	O	P	O	P	O	P	P	O
Humedad	13.75	11.84	13.61	11.94	13.77	8.15	13.51	10.36	13.81	10.48	10.98	12.07
Grasa	1.89	3.14	1.89	2.82	2.26	2.93	1.98	2.83	1.57	1.47	2.04	3.41
Fibra cruda	0.48	0.46	0.50	0.44	0.48	0.73	0.46	0.48	0.34	0.35	0.33	0.70
Nitrógeno	1.971	1.860	1.884	1.767	2.388	2.320	1.846	1.877	2.146	2.096	2.036	1.339
Proteína	12.32	11.60	11.77	11.04	14.93	14.47	11.54	11.73	13.41	13.10	12.70	8.30
Ceniza	0.92	1.09	0.97	1.06	1.08	1.52	0.74	0.98	0.72	0.69	0.94	1.22
Lisina ^j	133.14	110.11	113.25	106.86	186.74	181.56	232.31	179.03	137.20	113.50	148.80	-

^a 70% harina de trigo semiduro + 30% harina de maíz + 0.2 gramos de SSL.

^b 65% harina de trigo semiduro + 35% harina de maíz.

^c 70% harina de trigo semiduro + 22% harina de maíz + 8% harina de soya.

^d 70% harina de trigo semiduro + 30% harina de maíz + 0.20 gramos de L-lisina.

^e 100% harina de trigo semiduro (pan fabricado bajo condiciones controladas).

^f 100% harina de trigo semiduro (pan comprado localmente).

^g 100% harina de maíz.

^h Mezcla cruda.

ⁱ Pan.

^j Miligramos de lisina total/gramo de nitrógeno.

B. Valor Nutritivo del Pan

El contenido de lisina total y proteína en las dietas, el promedio de ganancia en peso, los IEP y algunos otros datos concernientes a la prueba biológica para determinar el valor nutritivo de pan francés fabricado a base de harina de trigo semiduro y maíz, aparecen en el Cuadro No. 2.

El contenido de pan en la dieta varió de 69.1% para la que contenía soya a 90.6% para la dieta que contenía pan elaborado con 35% de harina de maíz. En cuanto a la cantidad de lisina total en las dietas, estuvo comprendida entre 0.170% para la de 35% de harina de maíz y 0.293% para la que contenía 8% de harina de soya. El contenido de lisina total de la dieta de pan francés fabricado con 100% de harina de trigo semiduro, pero comprado en una panadería, fue de 0.232% y el de la dieta conteniendo pan francés elaborado con 100% de harina de trigo semiduro, pero fabricado bajo condiciones controladas, fue de 0.181%.

Los IEP obtenidos en los ocho tratamientos, ya descritos en el capítulo de material y métodos, variaron, en promedio, de 0.26 para la dieta con pan fabricado con 65% de harina de trigo y 35% de harina de maíz, a 2.48 para la dieta de caseína. Al realizar un análisis de varianza (64) se observó que existían diferencias significativas entre tratamientos ($F = 3.00$, $P \leq 0.01$). De acuerdo a lo mostrado por el análisis de varianza se procedió a averiguar qué tratamientos o

dietas diferían de cuáles. Para lograr lo anterior se utilizó el procedimiento de Duncan (16). Así pues, se encontró que la dieta de caseína difería de todas las demás ($P \leq 0.01$), y que la dieta 70-30 suplementada con 0.2 gramos de L-lisina fue diferente del resto de las dietas ($P \leq 0.01$). La dieta de pan en cuya composición intervenía 8% de harina de soya fue diferente, al mismo nivel anterior, a todas las otras dietas, con excepción de aquélla constituida por pan francés comprado en una panadería de la capital. Entre el resto de las dietas no se detectaron diferencias significativas. Si atendemos diferencias absolutas entre los IEP calculados del resto de las dietas, podemos afirmar que el del pan experimental sin agregado de L-lisina tiene el mismo valor que el IEP del pan fabricado, bajo condiciones controladas, con 100% de harina de trigo semiduro. Si establecemos la misma comparación con el pan fabricado con 65% de harina de trigo semiduro y 35% de harina de maíz, observamos que hay una diferencia de 0.18 favorable al IEP del pan experimental, diferencia que se puede atribuir al mayor contenido de lisina de este último.

Durante el transcurso del estudio murieron tres animales experimentales, dos de los cuales pertenecían a la dieta de pan en cuya composición intervenía 8% de harina de soya, y el restante a la dieta de pan francés comprado en una panadería de la capital. La causa o causas de dichas muertes no pudieron establecerse, ya que a pesar de que el consumo de alimento por estos animales fue similar al observado en los otros

animales de sus respectivos grupos, no aumentaron de peso, sino que disminuyeron constantemente.

En el grupo de animales que consumió la dieta constituida por pan francés fabricado a partir de 65% de harina de trigo semiduro y 35% de harina de maíz, se observó un IEP negativo; sin embargo, y a pesar de que la misma definición del IEP no admite valores negativos, se incluye éste en los cálculos correspondientes, ya que estaba incluido en la muestra bajo estudio. Así vemos que el promedio del IEP de este grupo, tomando en cuenta este valor negativo es de 0.26, aumentando a 0.34 si se excluye, lo que da una diferencia de ocho centésimas.

Se investigó la asociación entre el contenido de lisina total por gramo de nitrógeno de seis de las dietas y los IEP obtenidos usando el análisis de correlación y regresión simple (64). Este análisis permitió establecer que existe relación entre el contenido de lisina total de las dietas y los IEP obtenidos ($r = 0.712$; $P \leq 0.01$). Este análisis también permite afirmar que, aproximadamente, el 50% de la variabilidad observada en los IEP de los seis tratamientos se debe al contenido de lisina total de las dietas. La relación entre el IEP y el contenido de lisina se presenta en la Gráfica No. 1.

CUADRO No. 2

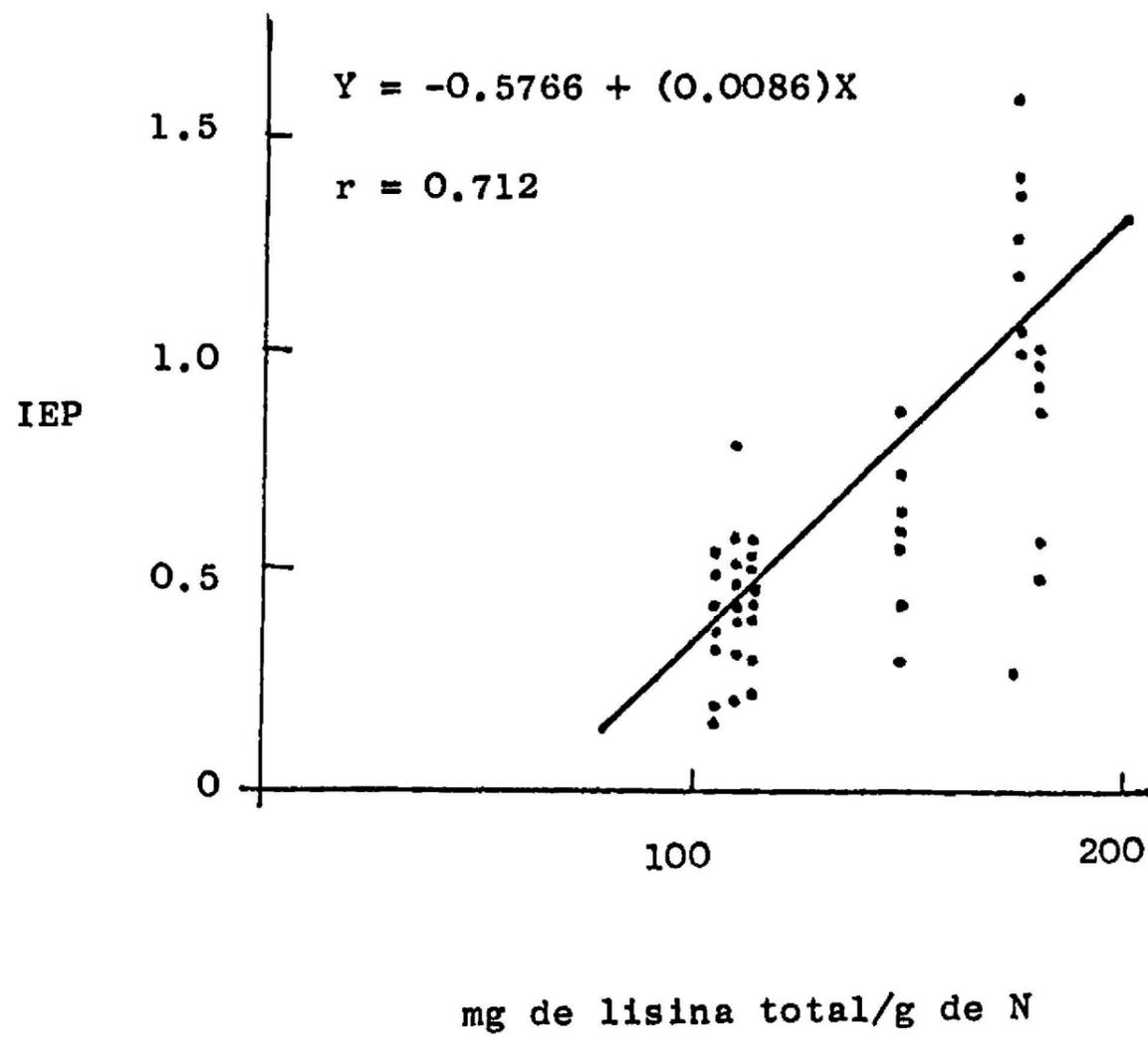
VALOR NUTRITIVO DE PAN FABRICADO A BASE DE HARINA DE TRIGO Y MAIZ

Dietas	Proteína ¹ en pan (N x 6.25) %	Lisina ² en pan %	Pan en la dieta %	Proteína en la dieta %	Lisina en ³ la dieta %	Promedio de ganancia en peso g	IEP
70 ^a -30 ^b	11.60	0.204	86.2	9.98	0.176	12.5	0.45 ± 0.064 ^f
70-30 + 0.2 g SSL	-	-	-	9.98	-	11.8	0.46 ± 0.079
70-30 + 0.2 g L-lis	11.73	0.336	85.2	9.82	0.281	36.1	1.27 ± 0.147
70-22-8 ^c	14.47	0.421	69.1	10.08	0.293	22.0	0.80 ± 0.090
100% harina trigo ^d	13.10	0.237	76.3	10.04	0.181	11.0	0.42 ± 0.041
100% harina trigo ^e	12.70	0.302	78.7	9.79	0.232	17.0	0.58 ± 0.072
65-35	11.04	0.189	90.6	9.94	0.170	7.8	0.26 ± 0.094
Caseína	-	-	-	-	-	107.7	2.48 ± 0.103

- 1 Pan con un promedio de humedad de 10.6%.
- 2 Determinada como lisina total.
- 3 Calculada en base a porcentaje de lisina en pan.
- a Porcentaje de harina de trigo semiduro.
- b Porcentaje de harina de maíz.
- c Porcentaje de harina de soya.
- d Pan fabricado bajo condiciones controladas.
- e Pan comprado en una panadería de la capital.
- f Error estándar.

GRAFICA No. 1

RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE LISINA TOTAL DE SEIS DIETAS
A BASE DE PAN FABRICADO CON HARINA DE TRIGO Y MAIZ Y EL
INDICE DE EFICIENCIA PROTEICA DE LAS MISMAS



C. Aceptabilidad a Nivel Familiar

En el Cuadro No. 3 se presenta la distribución de los participantes en la encuesta de aceptabilidad de pan francés a nivel familiar. Los participantes fueron distribuidos según el nivel de ingreso, la edad y sexo.

En las pruebas de aceptabilidad participaron un total de 323 personas pertenecientes a 57 familias, correspondiendo el 54% al sexo femenino y el resto al masculino. De este total, 193 personas o sea el 59% eran adultos (18 años y más), 56 (17%) estaban comprendidos entre 7 y 12 años y el resto de las personas, o sea 74 (24%), se dividió en partes iguales entre el grupo de 1 a 6 años y el de 13 a 18 años.

El grupo de personas pertenecientes al nivel de ingreso bajo fue el más numeroso con 104 participantes o sea el 31.8% del total. No se observó mayor diferencia entre el número de participantes en el resto de niveles de ingreso: muy alto, alto e intermedio.

Si comparamos la distribución por sexo entre los diferentes niveles de ingreso, observamos que no existe prácticamente diferencia en el número de participantes del sexo masculino, pero sí en el femenino. Esta diferencia dada por el número de mujeres pertenecientes al nivel de ingreso bajo y que representa la quinta parte del total de participantes.

Las respuestas obtenidas en la encuesta de aceptabilidad a nivel familiar del pan francés fabricado a partir de harina de trigo y de maíz, según el nivel de ingreso, aparecen en el Cuadro No. 4. Del total de personas participantes sólo a tres del grupo alto no les gustó el producto. Dos de estas personas eran niños de seis y ocho años de edad, de la misma familia, y que manifestaron sentir seco el pan; la restante fue una mujer adulta que le atribuyó un sabor amargo. A diez personas distribuidas entre los tres primeros niveles de ingreso les dió lo mismo consumir el pan experimental que el pan francés corriente, es decir, que no detectaron alguna diferencia entre éstos y si lo hicieron no fue muy grande.

La mayoría de las familias dieron más de una razón para justificar la aceptabilidad del producto de prueba. Así, el 48.9% de las 96 respuestas dadas por las 57 familias participantes corresponde al sabor, siguiéndole la suavidad del producto con el 27% o sea 26 respuestas. Hubo otra serie de respuestas tal como el olor, apariencia, color y tamaño que se agruparon bajo el rubro "otras respuestas" y que constituyen casi el 24% del total de éstas. Exceptuando al nivel de ingreso alto, en todos los otros niveles aparece como primera justificación para la aceptabilidad del producto el sabor, siguiendo, como es de esperarse, la suavidad que, junto con otras respuestas, ocupa el primer lugar del nivel antes mencionado.

Del total de familias participantes sólo dos, pertenecientes al nivel de ingreso muy alto, contestaron negativamente al preguntarles si preferían el pan de la prueba al que actualmente consumían si tuviera el mismo precio. Seis familias distribuidas en los tres primeros niveles de ingreso al formularles la pregunta anterior contestaron que les daría lo mismo. El resto de las familias o sea 49 contestaron afirmativamente a la misma pregunta.

CUADRO No. 3

DISTRIBUCION DE LAS PERSONAS, SEGUN EL INGRESO, EDAD Y SEXO, PARTICIPANTES EN LA ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD A NIVEL FAMILIAR DE PAN FRANCÉS FABRICADO CON HARINA DE TRIGO Y MAIZ

Edad (años)	Nivel de Ingreso ¹								Total		
	Muy alto ²		Alto ³		Intermedio ⁴		Bajo ⁵				
	F ⁶	M ⁷	F	M	F	M	F	M	F	M	Ambos
1 - 6	0	1	4	6	5	7	6	7	15	21	36
7 - 12	3	11	8	8	8	7	8	3	27	29	56
13 - 18	7	10	3	7	2	2	5	2	17	21	38
18 y más	21	13	15	18	25	18	48	25	119	74	193
Sub-total	31	35	30	39	40	34	67	37	178	145	323
TOTAL	66		69		74		104		323		323

- 1 Según GAFICA (Grupo Asesor de FAO para la Integración Centroamericana).
- 2 Ingreso de \$C.A. 544-2023.
- 3 Ingreso de \$C.A. 229-543.
- 4 Ingreso de \$C.A. 74-228.
- 5 Ingreso de \$C.A. 0-73.
- 6 Femenino.
- 7 Masculino.

RESPUESTAS OBTENIDAS EN LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

Preguntas	Nivel de ingreso									
	Muy alto		Alto		Intermedio		Bajo		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1. De los miembros de su familia que comieron pan:										
- A quiénes les gustó?	62	19.19	73	22.60	71	21.98	104	32.19	310	95.97
- A quiénes no les gustó?	0	0.00	3	0.92	0	0.00	0	0.00	3	0.92
- A cuántos les dio lo mismo?	4	1.23	3	0.92	3	0.92	0	0.00	10	3.09
TOTAL PERSONAS	66	20.42	79	24.44	74	22.90	104	32.19	323	99.98
2. Por qué les gustó? ^a										
- Sabor	11	11.45	8	8.33	14	14.58	14	14.58	47	48.95
- Suavidad	7	7.29	10	10.41	7	7.29	2	2.08	26	27.08
- Otras respuestas	7	7.29	10	10.41	2	2.08	4	4.16	23	23.95
TOTAL RESPUESTAS	25	26.03	28	29.15	23	23.95	20	20.82	96	99.98
3. Por qué no les gustó?										
4. Sra. ama de casa: preferiría este pan al que actualmente consume su familia, si tuviera el mismo precio?										
- Sí	8	14.03	13	22.81	13	22.81	15	26.31	49	85.96
- No	2	3.50	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	3.50
- Me da lo mismo	3	5.36	2	3.50	1	1.75	0	0.00	6	10.52
TOTAL FAMILIAS	13	22.79	15	26.31	14	24.56	15	26.31	57	99.98

^a Respuestas dadas por la familia en general.

^b Dos niños de una misma familia con edades de 6 y 8 años.

^c Mujer adulta.

D. Cálculo y Análisis Contable del Pan Obtenido a Partir de la Mezcla Experimental de Harina de Trigo y Maíz

A continuación se muestra el cálculo de costo tanto para el pan experimental como para el pan fabricado con 100% de harina de trigo semiduro, en base a las 23.75 libras de harina que se utilizaron para fabricar el pan de la prueba de aceptabilidad a nivel familiar. También se incluye el costo de los ingredientes empleados y fórmulas utilizadas.

1. Costo de ingredientes

<u>Ingrediente</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Costo (\$C.A.)</u>
a. Harina de trigo semiduro	100 libras	20.50
b. Harina de maíz	100 libras	12.00
c. Levadura	1 libra	0.40
d. Sal	100 libras	4.50
e. Azúcar	100 libras	7.50
f. Grasa	1 libra	0.28
g. Estearoil-2-lactilato de sodio (SSL)	1 libra	0.75*

* Precio en USA

2. Fórmulas utilizadas

<u>Ingrediente</u>	Mezclas	
	Experimental (gramos)	Tradicional (gramos)
a. Harina de trigo semiduro	70.0	100.0
b. Harina de maíz	30.0	0.0
c. Levadura	1.5	1.5
d. Sal	1.5	1.5
e. Azúcar	4.0	2.0
f. Grasa	3.0	2.0
g. Agua	60.0	65.0
h. SSL	0.2	0.0

3. Cálculo de costo de ingredientes por 10,800 gramos de harina(23.75 libras)

Ingredientes	Pan experimental (70-30)		Pan tradicional (100%)		Diferencia en costo (\$C. A.)
	Cantidad (g)	Costo (\$C.A.)	Cantidad (g)	Costo (\$C.A.)	
1. <u>HARINAS</u>					
a. De trigo	7,560	3.41	10,800	4.87	1.46(+)*
b. De maíz	<u>3,240</u>	<u>0.85</u>	<u>0</u>	<u>0.00</u>	<u>0.85(-)**</u>
Sub-total	10,800	4.26	10,800	4.87	0.61(+)
2. <u>OTROS INGREDIENTES</u>					
a. Levadura	162	0.14	162	0.14	0.00
b. Sal	162	0.01	162	0.14	0.00
c. Azúcar	432	0.06	216	0.03	0.03(-)
d. Grasa	324	0.20	216	0.13	0.07(-)
e. SSL	<u>21.6</u>	<u>0.03</u>	<u>0</u>	<u>0.00</u>	<u>0.03(-)</u>
Sub-total	1,101.6	0.44	756	0.31	0.13(-)
TOTAL	11,901.6	4.70	11,394	5.18	0.48(+)

* Indica diferencia favorable al pan experimental.

** Indica diferencia favorable al pan tradicional.

4. Precio de costo por unidad de pan francés con peso de 30 gramos

a. Pan experimental

i. Cantidad de ingredientes = cantidad de masa

$$11,901.6 \text{ g} + 6,060 \text{ g de agua} = 17,961.6 \text{ g de masa}$$

$$(39.56 \text{ lb})$$

ii. Precio/lb de masa = \$C.A. $4.70/39.56 \text{ lb} = \$C.A. 0.1188$

iii. Número de panes obtenidos de 30 gramos = 447

iv. Precio/unidad = \$C.A. $4.70/447 = \$C. A. 0.0105$

b. Pan tradicional

i. Cantidad de ingredientes = cantidad de masa

$$11,394 \text{ g} + 7,020 \text{ g de agua} = 18,414 \text{ g de masa}$$

$$(40.51 \text{ lb})$$

ii. Precio/lb de masa = \$C.A. $5.18/40.51 \text{ lb} = \$C.A. 0.1276$

iii. (No. de panes) (gramos de masa/pan) = cantidad de masa

$$\text{No. de panes} = 18,414/40 = 460 \text{ panes de 30 gramos cada}$$

uno

iv. Precio/unidad = \$C.A. $5.18/460 = \$C. A. 0.0112$

5. Ahorro para el panificador con la venta del pan experimental y tradicional

	Tipo de pan	
	Experimental	Tradicional
a. Número de panes	447 X	460 X
b. Precio de venta	\$C.A. <u>0.02</u>	<u>0.02</u>
c. Ingreso total	\$C.A. 8.94 -	9.20 -
d. Precio de costo	\$C.A. <u>4.70</u>	<u>5.18</u>
e. Ahorro para el panificador	\$C.A. 4.24	4.02
f. Diferencia entre ahorros	\$C.A. 0.22 (+)*	
g. Ahorro diario para el panificador por 100 libras de harina trabajada	\$C.A. 0.92 (+)	
h. Ahorro mensual para el panificador	\$C.A. 27.60 (+)	

Los cálculos anteriores demuestran que se obtiene una reducción de 0.61 pesos centroamericanos (\$C.A.) por 23.75 libras de harina trabajada, favorable a la mezcla experimental en lo que respecta al costo de harinas utilizadas; sin embargo, al observar el costo de los otros ingredientes, vemos que el de la mezcla experimental es superior en \$C.A. 0.13. Esta cantidad se reparte entre azúcar, grasa y SSL en los siguientes

* Indica ahorro para el panificador favorable al pan experimental.

porcentajes: 23.1, 53.8 y 23.1%, respectivamente. De lo anterior se concluye que la reducción real viene a ser de \$C.A. 0.48 favorable al pan experimental por cada 23.75 libras de harina trabajada.

Si analizamos el costo por libra de masa, tanto para la mezcla experimental como para la de 100% de harina de trigo semiduro, observamos que el de la primera es menor en 0.88 centavos centroamericanos con respecto al de la segunda. Este valor es inferior al que se esperaba, ya que a la mezcla con 100% de harina de trigo se le agrega más agua que a la experimental, obteniéndose, como consecuencia lógica, mayor cantidad de masa. También por esta razón es que se obtiene un mayor número de panes (13 unidades) con la masa en cuya composición interviene sólo harina de trigo, además de los otros ingredientes necesarios para la elaboración del pan. Así pues, se observa que el costo por unidad de pan francés con peso de 30 gramos, correspondiente a la mezcla experimental, es de 1.05 centavos centroamericanos, mientras que el obtenido a partir de la mezcla tradicional es de 1.12 centavos centroamericanos, es decir, que se obtuvo una reducción en el costo, favorable a la mezcla experimental, de 0.07 centavos centroamericanos por pan francés de 30 gramos.

Por último, si el número de panes obtenidos de ambas mezclas se vendiera a dos centavos cada unidad, vemos que el panificador lograría un ahorro de \$C.A. 0.22 por cada 23.75 libras de harina de la mezcla experimental. Si transformamos esta cantidad a 100 libras de harina

trabajada, el ahorro para el panificador sería de 0.92 pesos centroamericanos por día, lo que equivale a \$C.A. 27.60 por mes.

VI. DISCUSION

Los resultados de composición química de los diferentes panes utilizados en el presente estudio muestran diferencias en su contenido de nutrientes en general. El pan de la mezcla experimental 70-30 contiene mayor cantidad de ceniza, grasa y fibra cruda que el pan fabricado con 100% de harina de trigo semiduro. Lo anterior se debe a la proporción de maíz utilizado y a la cantidad de grasa empleada en la fabricación de dicho pan. En lo que respecta al contenido de fibra, es ventajoso desde el punto de vista nutricional y de prevención de ciertas enfermedades, ya que por una parte la fibra acelera el tránsito intestinal disminuyendo el estreñimiento (44) y por otra se ha sugerido que juega papel importante en la prevención de aterosclerosis, enfermedades diverticulares y cáncer del intestino grueso (63). La desventaja del mayor contenido de fibra en el pan, es que puede jugar un papel importante en lo que a la textura de éste se refiere (12); sin embargo, en este trabajo se observó, según la prueba de aceptabilidad, que el mayor contenido de fibra del pan experimental no fue detectado por las personas que lo consumieron.

El pan experimental 70-30 demostró contener menor cantidad de proteína (11.6%), mientras que los panes fabricados con 100% de harina

de trigo semiduro mostraron un valor más alto. Esto es debido a que la harina de maíz contiene menor cantidad de proteína que la harina de trigo. Indudablemente, la suplementación con harina de soya a expensas de la harina de maíz (70-22-8) produjo pan francés con mayor contenido de proteína que todos los otros panes.

El contenido de lisina, que según se ha demostrado es el aminoácido más limitante en cereales como maíz y trigo (6, 7) arrojó valores muy similares entre el pan experimental y el pan elaborado bajo condiciones controladas con 100% de harina de trigo semiduro. Cuando el pan experimental es suplementado con 8% de harina de soya ó 0.2% de L-lisina, el contenido de ésta mejora notablemente pasando de 110.11 miligramos por gramo de nitrógeno (mg/gN) a 181.56 mg/gN y 179.03 mg/gN, respectivamente. Resultados similares han sido informados por diversos autores (13, 20, 21, 25, 46, 57, 59) cuando suplementaron pan con harina de soya, proteína de soya o lisina.

El contenido de lisina del pan francés comprado localmente fue superior al del pan experimental. Esta diferencia podría deberse al tipo de harina de trigo utilizada, a la proporción de levadura empleada y al posible agregado de otras fuentes proteicas (leche por ejemplo) en la fabricación del pan.

El proceso de cocción de la masa produjo una pérdida de lisina que varió de 2.7% a 23%. Se sabe que la lisina contenida en la proteína del

trigo, como en otras proteínas, es muy sensitiva al calor (23, 33, 42, 47, 49, 61), y varios autores han informado pérdidas de este aminoácido de 5-30% producidas durante el horneado (14, 28, 30, 41, 59). Estas pérdidas ocurren principalmente a expensas de la lisina que al reaccionar con azúcares reductores (empareamiento no enzimático de Maillard) producen pigmentos o melanoidinas que dan el color característico a la corteza del pan (38, 58, 62, 66, 67). Lento y colaboradores (38) demostraron que el diamino ácido lisina en forma libre participa en mayor magnitud en la reacción de Maillard que la lisina enlazada (monoamino ácido).

Lo anterior se refleja en los resultados biológicos donde se obtuvo un IEP similar para el pan experimental y el pan fabricado con 100% de harina de trigo semiduro (0.46 y 0.42, respectivamente). Estos IEP fueron inferiores al obtenido con el pan comprado localmente (0.58) ya que éste contenía mayor cantidad de lisina total. Lo expuesto permite afirmar que cuando se emplea 30% de harina de maíz en la elaboración de pan francés, empleando la misma clase de harina de trigo semiduro para fabricar pan de 100% de harina de trigo, los panes obtenidos tienen el mismo valor nutritivo.

Cuando a la mezcla experimental se adiciona 8% de harina de soya a expensas de la harina de maíz (70-22-8) ó 0.2% de L-lisina el IEP mejora significativamente. El máximo valor de IEP se obtuvo con la adición de L-lisina (1.27). Hallazgos parecidos han sido informados por

varios autores (7, 13, 20, 28, 29, 30, 40, 43, 46, 60, 61) cuando suplementaron pan con leche descremada, productos proteicos derivados de la soya o lisina. Esto demuestra que el IEP asciende conforme el contenido de lisina aumenta, tal como se encontró en el presente estudio. Lo anterior sugiere la posibilidad de realizar la suplementación de pan con lisina o harina de soya en los programas de refacción escolar, reforzada por el conocimiento de que esta suplementación produce mejoramiento nutricional en niños escolares (36).

Los resultados del estudio de aceptabilidad del pan experimental a nivel familiar, demostraron una buena aceptación de éste entre los diferentes grupos familiares participantes. Esta aceptación se debió, principalmente, al sabor y suavidad del pan. Siendo la población guatemalteca gran consumidora de maíz, se puede suponer que un pan fabricado con parte de harina de maíz tenga la aceptación que se observó para el producto objeto de este estudio. Sin embargo, si se decidiera emplear este pan como vehículo en programas de suplementación con harina de soya, sería necesario e imprescindible realizar un estudio de aceptación de pan suplementado con varios niveles de harina de soya. Diversos autores han demostrado que con bajos niveles de suplementación (4 a 12%) con harina de soya y empleando SSL como aditivo, se logra un pan de buena calidad y alta aceptabilidad (13, 16, 18, 21, 40, 65).

El análisis de costo de la mezcla experimental 70-30 demostró que

se obtiene un ahorro para el panificador de \$C.A. 0.92 por cada 100 libras diarias de harina trabajada, comparado con la misma cantidad de harina preparada en la forma tradicional. Este análisis también demostró que si las proporciones de azúcar y grasa utilizadas en la mezcla experimental fueran las mismas que se emplean en la elaboración del pan tradicional, el ahorro para el panificador aumentaría a \$C.A. 2.00 por cada 100 libras de harina. Actualmente la cantidad de azúcar y grasa usada en la mezcla experimental es el 200% y 50% mayor, respectivamente, que la empleada en la mezcla tradicional. Sabiendo, que el azúcar se suele utilizar para aumentar la producción de gas y para mejorar el color y aspecto del pan, que en la harina hay suficiente cantidad de azúcar para la producción de gas (4), y que la cantidad de levadura empleada en la mezcla experimental es la misma que se usa para la mezcla tradicional, qué propósito tiene agregar doble cantidad de azúcar si la proporción de levadura no varía en ambas mezclas?

La grasa añadida a la masa contribuye a retener el gas producido y, por lo tanto, a obtener piezas de pan con características deseables (4, 11, 54). Se puede añadir hasta un 4% de grasa sin producir efectos deletéreos en el pan (19); sin embargo, con el uso de aditivos (monoestearato de glicerol) se recomienda emplear 0.5% de grasa (4) y, como se mencionó anteriormente, en la mezcla experimental se emplea 50% más de grasa que en la tradicional, más aditivo. En ésta última se usa 2% de grasa.

La importación de grano de trigo durante el período 1971-75 para suplir la demanda nacional fue de 353,292.72 toneladas métricas con un

valor de \$C.A. 43,241,174.98.* De este total, aproximadamente el 58% corresponde a tipo duro** (no incluye el Amber durum que se usa para la fabricación de semolina) que se emplea para la fabricación de pan francés, cuyo monto de importación vendría a ser de \$C.A. 25,089,881.38. Si se empleara la mezcla experimental 70-30 en la elaboración de pan francés, se hubiera logrado evitar una fuga de divisas por valor de \$C. A. 7,526,964.41, cantidad que se podría invertir en programas de suplementación de pan.

Según proyecciones realizadas,** la importación de trigo tiende a aumentar, lo que vendría a incrementar la fuga de divisas en los años futuros. El empleo de la mezcla experimental 70-30 contribuiría, en gran manera, a evitar parte de esa fuga.

* Datos obtenidos de la Oficina Reguladora de la Importación de Trigo, Guatemala (ciudad). Marzo de 1976. (Oficio No. 165/76).

** Marco Antonio Ramírez. (Asesor Economista del Departamento Agrícola de la Secretaría Permanente del Tratado de Integración Centroamericana). Comunicación personal. Marzo de 1976.

VII. RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo tuvo por objeto determinar la composición química, el valor nutritivo, la aceptabilidad y costo del pan francés, fabricado a partir de una mezcla de harina de trigo y de maíz.

Para cumplir con los objetivos propuestos se realizó un análisis químico proximal del pan francés, se llevó a cabo una prueba biológica en animales de experimentación por medio del Índice de Eficiencia Proteica, se determinó la aceptabilidad del pan experimental a nivel familiar en 60 familias de diferente nivel de ingreso y, por último, se analizó el costo del pan experimental comparándolo con el del pan tradicional.

Se encontró que el contenido de ceniza, grasa y fibra cruda del pan experimental 70-30 era superior al del pan tradicional fabricado con 100% de harina de trigo semiduro; que el contenido de lisina entre ambos panes era prácticamente el mismo y que éste aumentaba con la suplementación del pan experimental con 8% de harina de soya ó 0.2% de L-lisina; además se observó una pérdida de lisina de 17%, tanto para el pan experimental como tradicional, debida al proceso de horneado.

El valor nutritivo del pan francés experimental, expresado como

Índice de Eficiencia Proteica, fue prácticamente el mismo que el del pan tradicional. La suplementación del pan experimental con 8% de harina de soya ó 0.2% de L-lisina mejoró significativamente el valor nutritivo de éste. Se encontró una relación significativa entre el contenido de lisina de los panes usados en la prueba biológica y el valor nutritivo.

El pan francés experimental 70-30 tuvo una alta aceptabilidad debida, principalmente, a su sabor y suavidad.

El costo del pan a partir de la mezcla experimental 70-30 es más favorable que el del pan tradicional, tanto a nivel de panadería como del consumidor, en términos de importación de grano de trigo, lo cual permitiría implementar económicamente la suplementación proteica del pan experimental.

En base a los resultados encontrados podemos concluir que el pan francés fabricado con la mezcla experimental 70-30:

1. No difiere en su valor nutritivo y en aceptabilidad, del pan tradicional.
2. Que el valor nutritivo puede mejorarse con la suplementación con harina de soya o con L-lisina y
3. Que el uso de 30% de harina de maíz contribuye al ahorro de costo para el panificador y, además, evita una considerable fuga de

divisas en términos de importación de grano de trigo.

Las conclusiones anteriores permiten recomendar que se continúen los estudios con la fórmula experimental 70-30 en lo que al empleo de azúcar y grasa se refiere, con el propósito de aumentar el ahorro para el panificador, y que se emplee el pan experimental suplementado con harina de soya en programas de suplementación alimentaria dirigidos a la población materno-infantil, principalmente en refacciones escolares, así como en hospitales e instituciones de asistencia.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Aguilar, Marta J. de y M. R. Voss. Programa y desarrollo del curso de panificación. Guatemala, Centro Editorial José De Pineda Ibarra, 1963. 71 p.
2. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 11th ed. Washington, D.C., 1970. 532 p.
3. Aykroyd, W. R. y J. Doughty. El trigo en la alimentación humana. Roma, FAO, 1970. 185 p. (FAO, Estudios sobre nutrición, No. 23).
4. Bennion, E. B. Fabricación de pan. [Trad. del inglés por Mariano González Alonso] Zaragoza, Editorial Acribia, 1970. 404 p.
5. Bressani, R. "La importancia del maíz en la nutrición humana en América Latina y otros países". En: Conferencia [sobre] Mejoramiento Nutricional del Maíz. INCAP, Guatemala, 6-8 de marzo de 1972. Editores: R. Bressani, J. E. Braham [y] M. Béhar. [Guatemala, INCAP, 1972] pp. 5-13. (INCAP L-3).
6. _____; Sonia V. Castillo y M. A. Guzmán. "The nutritional evaluation of processed whole corn flours". J. Agr. Food Chem., 10:308-312. 1962.
7. Brown, J. W.; N. W. Flodin, E. H. Gray y O. E. Paynter. "The effect of lysine supplementation on the protein efficiency of high-protein breads". Cereal Chem., 36(6):545-553. 1959.
8. Caul, J. F. "Pilot consumer product testing". In: Flavor research and food acceptance. A survey of the scope of flavor and associated research, compiled from papers presented in a series of symposia given in 1956-1957. Sponsored by Arthur D. Little, Inc. New York, Reinhold Publishing Corporation [1958] pp. 150-161.

9. Christianson, D. D.; H. W. Gardner, K. Warner, B. K. Boundy y G. E. Inglett. "Xanthan gum in protein-fortified starch bread". Food Technol., 28(6):23-29. 1974.
10. Daftary, R. D.; Y. Pomeranz, M. D. Shogren y K. F. Finney. Functional breadmaking properties of lipids. II. The role of flour lipids fractions in breadmaking". Food Technol., 22(3):79-82. 1968.
11. D'Appolonia, B. L. y K. A. Gilles. "Carbohydrates". In: Pomeranz, Y. ed. Wheat; chemistry and technology. St. Paul, Minnesota, American Association of Cereal Chemists. [1971] pp. 301-392.
12. Díaz, D. D. "Enriquecimiento de cereales con proteínas". En: Béhar, M. y R. Bressani. eds. Recursos proteínicos en América Latina. [Memorias de una conferencia latinoamericana de nutrición celebrada en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Ciudad de Guatemala, 24-27 de febrero de 1970] Guatemala, INCAP, 1970. pp. 353-365. (INCAP-L-1).
13. Ehle, Sharon R. y G. R. Jansen. "Studies on bread supplemented with soy, nonfat dry milk and lysine. I. Physical and organoleptic properties". Food Technol., 19:1435-1439. 1965.
14. Ericson, L. E.; S. Larson y G. Lid. "The loss of added lysine and threonine during the baking of wheat bread". Acta Physiol. Scand., 53:85-98. 1965.
15. Federer, W. T. Experimental design. New York, Macmillan Company, 1955. 544 p.
16. Finney, K. F.; C. E. Bode, W. T. Yamazaki, Mary T. Swickard y Ruth B. Anderson. "Baking properties and palatability studies of soy flour in blends with hard winter wheat flour". Cereal Chem., 27(4):312-321. 1950.
17. _____; G. Rubenthaler e Y. Pomeranz. "Soy-product variables affecting bread-baking". Cereal Sci. Today, 8(5):166-168, 183. 1963.
18. Gómez, R. A. y R. Bressani. "Un método para la determinación de aminoácidos aplicable a problemas de suplementación, fitomejoramiento y bioquímica nutricional". Arch. Latinoamer. Nutr., 23(4):445-464. 1973.

19. Griswold, Ruth M. The experimental study of foods. Boston, Houghton Mifflin Company, 1962. 577 p.
20. Guggenheim, K. y Naomi Friedmann. "Effect of extraction rate of flour and supplementation with soya meal on the nutritive value of bread proteins". Food Technol., 14:298-300. 1960.
21. Hallab, A. H.; H. A. Khatchdourian y I. Jabr. "The nutritive value and organoleptic properties of white arabic bread supplemented with soybean and chickpea". Cereal Chem., 51(1): 106-112. 1974.
22. Hegsted, D.M.; R. C. Mills, C. A. Elvehjem y E. B. Hart. "Choline in the nutrition of chicks". J. Biol. Chem., 138:459-466. 1941.
23. Hepburn, F. N.; E. W. Lewis, Jr., y C. A. Elvehjem. "The amino acid content of wheat flour and bread". Cereal Chem., 34(5): 312-322. 1957.
24. Hosney, R. C.; K. F. Finney, Y. Pomeranz y M. D. Shogren. "Functional-breadmaking-and biochemical properties of wheat flour components. VIII. Starch". Cereal Chem., 48:191-201. 1971.
25. Hutchinson, J. B.; T. Moran y J. Pace. "The nutritive value of bread protein as influenced by the level of protein intake; the level of supplementation with L-lysine and L-threonine and the addition of egg and milk proteins". Brit. J. Nutr., 13:151-158. 1959.
26. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Evaluación nutricional de la población de Centro América y Panamá. [editado por el] INCAP, Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud, EE.UU. [y Ministerios de Salud Pública de Centro América y Panamá] Guatemala, 1969. 6 v. (INCAP, v. 25-30).
27. _____ . Nutritional evaluation of population of Central America and Panama, 1965-1967. [Regional summary] [Washington, D.C., INCAP-ICNND, 1972] 165 p. (DHEW publication No. -HSM-72-8120).

28. Jansen, G. R. "Studies of the nutritive loss of supplemental lysine in baking. I. Loss in standard white bread containing 4% nonfat dry milk". Food Technol., 18:367-371. 1964.
29. _____ y Sharon R. Ehle. "Studies on breads supplemented with soy, nonfat dry milk and lysine. II. Nutritive value". Food Technol., 19:1439-1442. 1965.
30. _____; Sharon R. Ehle y N. L. Hause. "Studies on the nutritive loss of supplemental lysine in baking. II. Loss in water bread and in breads supplemented with moderate amounts of nonfat dry milk". Food Technol., 18:372-375. 1964.
31. Jongh, G. "The formation of dough and bread structure. I. The ability of starch to form structures and the improving effect of glyceril-monoestearate". Cereal Chem., 38:140-152. 1961.
32. Kasarda, D. D.; C. C. Nimmo y G. O. Kohler. "Proteins and the aminoacids composition of wheat fractions". In: Pomeranz, Y. ed. Wheat; chemistry and technology. St. Paul, Minnesota, American Association of Cereal Chemists [1971] pp. 227-229.
33. Kennedy, B. M. y A. R. Sabiston. "Quality of the protein in selected baked wheat products". Cereal Chem., 37(4):535-543. 1960.
34. Kent, N. L. Tecnología de los cereales. [Trad. del inglés por Manuel Catalán Calvo] Zaragoza, Editorial Acribia, 1971. pp. 95-175.
35. Kim, J. C. y D. de Ruiter. "Bread from nonwheat flours". Food Technol., 22:867-878. 1968.
36. King, K. W.; W. H. Sebrell, Jr., E. L. Severinghaus y W. O. Storvick. "Lysine fortification of wheat bread fed to Haitian school children". Am. J. Clin. Nutr., 12:36-48. 1963.
37. Larmond, Elizabeth. Methods for sensory evaluation of food. [Ottawa] Canada, Department of Agriculture, 1967. 57 p. (CDA, publication 1284).
38. Lento, H. G., Jr.; J. C. Underwood y C. O. Willits. "Browning of sugar solutions. II. Effect of the position of amino group in the acid molecule in dilute glucose solutions". Food Research, 23:68-71. 1958.

39. Manna, L. y S. M. Hauge. "A possible relationship of vitamin B13 to orotic acid". J. Biol. Chem., 202:91-96. 1953.
40. Marnett, L. F.; R. J. Tenney y V. D. Barry. "Methods of producing soy-fortified breads". Cereal Sci. Today, 18(2):38-43, 50. 1973.
41. Matthews, Ruth H.; G. Richardson y H. Lichtenstein. "Effect of lysine fortification on quality of chapatties and yeast bread". Cereal Chem., 46(1):14-21. 1969.
42. Mcdermott, E. E. y J. Pace. "The content of amino-acids in white flour and bread". Brit. J. Nutr., 11:446-452. 1957.
43. Mclaughlan, J. M. y A. B. Morrison. "Evaluation of protein quality in mixed foods". Can. J. Biochem. Physiol., 38:1378-1380. 1960.
44. Mickelson, O. "The nutritional value of bread". Cereal Foods World, 20(7):308-310. 1975.
45. Millers' National Federation, Chicago. Millfeed manual; a compendium of wheat millfeed technology. Chicago, Illinois, 1972. 87 p.
46. Mizrahi, Sylvia; G. Zimmermann, Z. Berk y U. Cogan. "The use of isolated soybean proteins in bread". Cereal Chem., 44(2):193-203. 1967.
47. Morgan, A. F. "The effect of heat upon the biological value of cereal proteins and casein". J. Biol. Chem., 90:771-792. 1931.
48. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Anuario de producción, 1971. Roma [1972] v. 25.
49. Patton, A. R. "Present status of heat processing damage to protein foods". Nutr. Rev., 8(7):193-196. 1950.
50. Poey, F. "Desarrollo y utilización del maíz con los genes opaco-2 y harinoso-2". En: Conferencia sobre Recursos Proteínicos en América Latina". INCAP, Guatemala, 24-27 de febrero de 1970. Memoria. Editores: M. Béhar y R. Bressani. [Guatemala, INCAP, 1971] p. 260. (INCAP-L-1).

51. Pomeranz, Y.; G. L. Rubenthaler y K. F. Finney. "Polar vs non-polar wheat flour lipids in breadmaking". Food Technol., 19(10):120-121. 1965.
52. _____; G. L. Rubenthaler, R. D. Daftary y K. F. Finney. "Effect of lipids on bread baked from flours varying widely in breadmaking potentialities". Food Technol., 20(9):131-134. 1966.
53. _____; M. D. Shogren y K. F. Finney. "Functional breadmaking properties of deffated flours". Food Technol., 22(3):324-330. 1968.
54. _____; M. D. Shogren y K. F. Finney. "Functional breadmaking properties with glycolipids. II. Improving various protein-enriched products". Cereal Chem., 46:512-518. 1969.
55. _____; M. D. Shogren y K. F. Finney. "Improving breadmaking properties with glycolipids. I. Improving soy products with sucroesters". Cereal Chem., 46(5):503-511. 1969.
56. Ramírez, M. A. Los alimentos en Centroamérica. San Salvador, Organización de Estados Centroamericanos, 1968. 124 p. (ODECA, serie de monografías técnicas, 3).
57. Ranhotra, G. S. y R. J. Loewe. "Breadmaking characteristics of wheat flour fortified with various commercial soy protein products". Cereal Chem., 51(1):629-634. 1974.
58. Rooney, L.W.; A. Salem y J. A. Johnson. "Studies of the carbonyl compounds produced by sugar-amino acid reactions. I. Model systems". Cereal Chem., 44(5):539-550. 1967.
59. Rosenberg, H. R. y E. L. Rohdenberg. "The fortification of bread with lysine. I. The loss of lysine during baking". J. Nutr., 45:593-598. 1951.
60. _____ y E. L. Rohdenberg. "The fortification of bread with lysine. II. The nutritional value of fortified bread". Arch. Biochem. Biophys., 37:461-468. 1952.

61. Sabiston, Adelia R. y Barbara M. Kennedy. "Effect of baking on the nutritive value of proteins in wheat bread with and without supplements of nonfat dry milk and of lysine". Cereal Chem., 34:94-110. 1957.
62. Salem, A.; L. W. Rooney y J. A. Johnson. "Studies of the carbonyl compounds produced by sugar amino acid reaction. II. In bread systems". Cereal Chem., 44(5):576-583. 1967.
63. Scala, J. "Fiber-the forgotten nutrient". Food Technol., 28(1): 34-36. 1974.
64. Snedecor, G. W. y W. G. Cochran. Statistical methods. 6th ed., third printing. Ames, Iowa, The Iowa State University Press, 1969. 593 p.
65. Tsen, C. C. y W. J. Hoover. "High-protein bread from wheat flour fortified with full-fat soy flour". Cereal Chem., 50(1):7-16. 1973.
66. Underwood, J. C.; H. G. Lento, Jr. y C. O. Willets. "Browning of sugar solutions. III. Effect of pH on the color produced in dilute glucose solutions containing amino acids with the amino group in different positions in the molecule". Food Research, 24:181-190. 1959.
67. Willets, C. O.; H. G. Lento, Jr.; J. C. Underwood y C. Ricciuti. "Browning of sugar solutions. I. Effect of pH and type of amino acid". Food Research, 23:61-67. 1958.
68. Wolfe, H. D. "Consumer product testing". In: Flavor research and food acceptance. A survey of the scope of flavor and associated research, compiled from papers presented in a series of symposia given in 1956-1957. Sponsored by Arthur D. Little, Inc. New York, Reinhold Publishing Corporation [1958] pp. 135-149.

IX. APENDICE

FORMULARIO PARA LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD DE PAN FRANCES A NIVEL FAMILIAR

Fecha _____

Grupo _____

Nombre del ama de casa _____

Nombre del esposo _____

Miembros de la familia y edad:

	<u>Miembro</u>	<u>Edad</u>
1.	_____	_____
2.	_____	_____
3.	_____	_____
4.	_____	_____
5.	_____	_____
6.	_____	_____
7.	_____	_____
8.	_____	_____
9.	_____	_____

Estimada señora:

Agradeceríamos su cooperación contestando las siguientes preguntas después de que su familia haya consumido el pan francés que le proporcionamos.

1. De los miembros de su familia que comieron pan:

- A quiénes les gustó? _____

- A quiénes no les gustó? _____

- A quiénes les dio lo mismo? _____

2. Por qué les gustó? _____

3. Por qué no les gustó? _____

4. Señora ama de casa: preferiría este pan al que actualmente consume su familia si tuviera el mismo precio?

Sí _____ No _____ Me da lo mismo _____

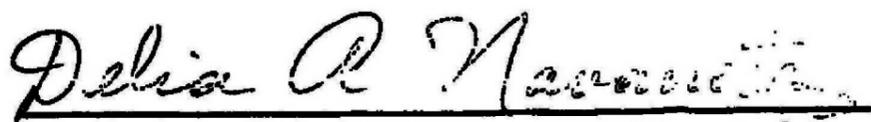
Muchas gracias por la desinteresada ayuda que nos ha brindado para la realización de este trabajo.

INSTRUCCIONES PARA LLENAR EL FORMULARIO DE ACEPTABILIDAD DE PAN FRANCES**Instrucciones para el ama de casa y/o el esposo:**

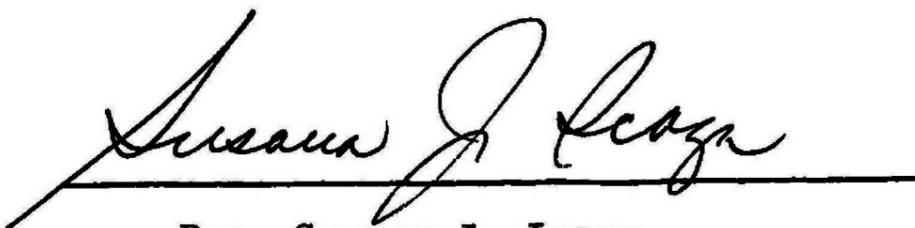
1. Este pan está elaborado a base de una mezcla de harina de trigo y de maíz.
2. No comunicar lo anterior a los demás miembros de su familia.
3. El pan deberá ser distribuido durante la cena y estar incluido junto con el pan dulce.
4. En el día de la prueba no comprar pan francés para la cena.
5. Consumir el pan como mejor les parezca.
6. Si los demás miembros de la familia preguntaran sobre el pan, indicarles que se ha comprado en la tienda o panadería del barrio o cualquier otra explicación que no sea la verdadera.
7. Llenar el formulario adjunto después de que se haya consumido el pan proporcionado.
8. Después de llenado el formulario puede explicarle a sus familiares de lo que se trata.
9. Anotar el nombre de los miembros de su familia que por costumbre no comen pan francés.


Sergio Bolando Yonker M.

Vo. Bo. Comité de Tesis



Dra. Delia A. Navarrete
Asesor

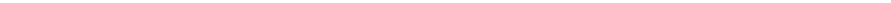


Dra. Susana J. Icaza
Revisor



Lic. Regina de Fernández
Representante de la Dirección de
la Escuela de Nutrición

Imprímase:


Lic. Leonel Carrillo R.
Decano de la Facultad de Ciencias
Químicas y Farmacia