

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

"ESTRUCTURACION DE FORMULAS PARA PANIFICACION A  
PARTIR DE TRIGO Y OTROS RECURSOS VEGETALES"  
(Estudio preliminar)

350

RUTH PEDROZA ISLAS

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO  
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

1976



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Tesis 1976  
Lugar: Hot.  
Fecha: \_\_\_\_\_  
Prog: 335  
0 \_\_\_\_\_



QUIMICA

A la memoria de mi Padre.

A Carlos y Mamá por todo

A mis hermanos

A mi Tío Pepe y Mamá Tere

Al Ing. Federico Castilla Chacón  
un gran maestro.

A la memoria de Carmelita por una  
gran amistad.

ARMANDO:

Un día contigo aprendí a sonreír ...

## AGRADECIMIENTOS:

A la maestra Angela Sotelo, quien a través de su cátedra nos dió tanto. Al Ing. Rubén Berra, por su apoyo y su confianza. Al Dr. Andrés Iruegas, por su amistad y sus consejos. A todos los integrantes de los Laboratorios de Farinología y Cereales, por su valiosa ayuda. A Alma Rosa, Fanny y Ma. Elena, por su cariño y estímulo.



Jurado asignado originalmente  
según el tema

PRESIDENTE Ninfa Guerrero C.

VOCAL Rubén Berra García

SECRETARIO Angela Sotelo L.

1er. SUPLENTE Alejandro Garduño

2do. SUPLENTE Miguel Hernández

Sitio donde se desarrolló el tema: Lab. de Farinología, INIA, Chapingo

Nombre completo y firma del sustentante: Ruth Pedroza Islas

Nombre completo y firma del asesor del tema: Angela Sotelo L.

Nombre completo y firma del supervisor técnico: Ing. Federico Castilla Ch.

## I. OBJETIVO

## II. GENERALIDADES

## III. PARTE EXPERIMENTAL

### a) Materiales

### b) Métodos:

- i) Determinación de proteínas.
- ii) Determinación de lisina.
- iii) Mezclas empleadas para la panificación.
- iv) Panificación.
- v) Evaluación de las formulaciones.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

## V. CONCLUSIONES

## VI. BIBLIOGRAFIA

Es conocida la disminución de la reserva nacional de cereales básicos y es muy probable que en épocas de aguda crisis, sea necesario utilizar todos los recursos agrícolas para asegurar la alimentación.

El objetivo del presente trabajo es estudiar las alternativas para incorporar a la producción de pan otros cereales además del trigo como respuesta a una deficiencia de producción del trigo, y la adición de soya en un caso especial, para elevar la calidad proteínica del pan. Se procurará definir las posibilidades actuales de utilización desde el punto de vista organoléptico.

## II. GENERALIDADES

La obtención del pan es un arte que se ha venido practicando desde los tiempos más remotos que se tiene noticia. Egipto es probablemente, el primer pueblo que comenzó a panificar el trigo, aunque muy toscamente; en una piedra con una oquedad, se ponía un poco de trigo, que se trituraba con otra piedra más pequeña; la tosca y desigual harina que así se formaba, la mezclaban con un poco de agua y un poco de masa de la víspera, la cual servía de levadura. Reducida a delgadas tortas esta masa, era cubierta con ceniza caliente. Si se recuerda que el combustible era en general estiércol, se comprenderá que el sabor de aquel pan no debía ser del todo agradable. (4)

El pan ha tenido su mayor auge en países europeos, donde el trigo es uno de los principales cultivos, extendiéndose posteriormente a países del continente americano. (3)

Desde aquel entonces hasta nuestros días, el consumo de pan se ha vuelto una práctica diaria constituyendo un alimento que no falta en la dieta de consumo humano. (8)

Como alimento es muy bien asimilado por el organismo y constituye un importante aporte calórico. En cuanto a calidad protéica se refiere, presenta la deficiencia del trigo en contenidos de lisina. (15, 31). En base a ésto, se han venido realizando diversas investigaciones en la elaboración de pan mezclando trigo con soya principalmente, que es una fuente económica de proteínas y que puede elevar el valor nutritivo de los productos panificables. (11, 27, 30, 33)

Estas investigaciones no habían tenido éxito debido a que al agregar, la soya pueden causarse efectos adversos en cuanto a la absorción, la mezcla o amasado y también en cuanto al volumen del pan, el color y el sabor. (6, 19)

Tsen C.C. (32, 33, 34, 35), Pomeranz (24, 25, 27), Finney (10, 13) reportan en los cinco últimos años, la obtención de panes fortificados de buena calidad organoléptica, hasta con un 16% de harina de soya, utilizando aditivos del tipo de glicolípidos que proporcionan volumen, buena miga y retardo en el envejecimiento en panes enriquecidos. Los glicolípidos, como su nombre lo indica son complejos de carbohidratos y lípidos. Generalmente actúan los elementos polares de los polioles junto con el comportamiento lipofílico de las largas cadenas alifáticas. La combinación de las propiedades polares y no polares hacen suponer que los glicolípidos pueden ser factores estructurales en la interfase lípido-acuosa. Los glicolípidos no cargados se considera de una unión hidrofóbica. Dentro de los glicolípidos más utilizados se reportan el estearoil 2-lactilato de sodio y el de calcio. Se reporta también el empleo de monoglicéridos que actúan como surfactantes.

La desventaja de estos aditivos es su elevado precio y su difícil incorporación en algunos casos; aunado a esto, en nuestro país su disponibilidad es escasa. (7)

Por otra parte, recientemente surge un nuevo cereal creado por el hombre, a partir del cruzamiento del trigo y del centeno. Los objetivos de esta cruce fueron combinar la productividad y resistencia del *Triticum*

(trigo), con el vigor y robustez de Secale (centeno). La proteína del centeno está mejor balanceada en aminoácidos que la proteína del trigo y esta cualidad; con un contenido ligeramente mayor en lisina, es heredada en el triticale.

Este nuevo cultivo presenta además la ventaja de ser adaptable a condiciones ambientales desfavorables más fácilmente que el trigo. (12, 14, 37, 38, 39)

Algunas evidencias obtenidas en experimentos que incluyen ganado lanar, muestran que la proteína del triticale es más digerible. Por otro lado, en un estudio realizado con adultos humanos, comparando las retenciones protéicas de granos de trigo y triticale, mostró en el caso de triticale, una mayor retención protéica. (17)

Se ha experimentado sobre los usos del triticale en la alimentación humana, para obtención de pan, pastas y galletas principalmente. También se le ha encontrado uso como sustituto de malta en masas de bajo contenido de azúcares. (10, 18, 26)

Los triticales han mostrado cualidades molineras semejantes a las del trigo, por lo que es posible la obtención de harinas blancas de este cereal. La variedad empleada en este trabajo es la YOREME, obtenida por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

El cultivo del maíz en México, data desde la época en que esta planta comenzó a ser domesticada. Se han encontrado evidencias arqueológicas que indican que desde hace varios miles de años, el maíz era ya conocido

por los pobladores de algunas áreas como las de Tehuacán, Puebla, Valle de México y otras más. Desde entonces hasta nuestros días, la planta de maíz y el nombre de México, han evolucionado biológica y culturalmente juntos, puesto que al mejorar su nivel cultural el hombre ha introducido innovaciones en el cultivo del maíz dirigiendo en cierta medida su evolución biológica. (5)

El maíz, como sabemos, es limitante en los aminoácidos esenciales lisina y triptofano, constituyendo así un alimento con baja calidad nutricional (15, 16). El mejoramiento del valor nutritivo del maíz toma vigencia con el descubrimiento de los genes mutantes opaco-2 y harinoso-2, que tienen la habilidad de mejorar la calidad de la proteína del endospermo en el grano de maíz. (28)

Mertz, Bates y Nelson en 1964, (22), reportaron el efecto modificador del gene opaco-2 sobre la calidad de la proteína de maíz. Nelson, Mertz y Bates en 1965 (23) reportaron al gene harinoso-2 como un segundo gene modificador de la calidad de la proteína del maíz favoreciendo una mayor proporción de lisina y triptofano. Sin embargo, la acción favorable de harinoso-2 ha sido reportada posteriormente como menos consistente y de menor cuantía que la de opaco-2. (2)

La principal limitación para la utilización en gran escala del maíz opaco-2 se debe primordialmente a su blandura y apariencia, así como un sabor más dulce que el normal, lo cual no es deseable para su empleo en tortillería (21, 29). Por lo tanto, se debe enfatizar el desarrollo de un maíz



cristalino de alta lisina. En este estudio se intenta conocer la posibilidad de utilización de maíz 100% endospermo opaco en la elaboración de productos panificables.

El sorgo ocupa, después del maíz, el segundo lugar en volumen de producción de cereales en México. Es probable que dadas las características de rusticidad y de fácil mecanización del cultivo, la producción tienda a aumentar en el futuro, sustituyendo al cultivo del maíz. Su utilización es tá circunscrita a la alimentación de los animales. Dada la escasez actual de maíz y en algunos años la de trigo, es conveniente tener un cultivo como el sorgo para amortiguar las deficiencias en producción de éstos, dándole una alternativa para su incorporación en la alimentación humana.

Se ha encontrado que el sorgo presenta problemas en cuanto a diges tibilidad, debido a la presencia de taninos. Los taninos se definen como compuestos polifenólicos de alto peso molecular que tienen la característica de combinarse con las proteínas. Como antes se mencionó, los taninos en el sorgo, han sido implicados como afectantes de la calidad del grano para la alimentación tanto humana como animal. Los taninos del sorgo causan una reducción en digestibilidad protéica. (20). Otro problema que hace indeseable la presencia de taninos, es el color que causan en los productos hechos a partir de sorgo.

La presencia de estos compuestos polifenólicos puede ser eliminada por medios genéticos, obteniéndose materiales o líneas apropiadas para la alimentación humana.

Con respecto a la cebada, recientemente en los programas de investigación agrícola, se han obtenido cebadas desnudas de alto rendimiento agrícola, adaptadas, entre otras regiones, a Los Valles Altos de México. Los principales usos de la cebada son para la producción de malta en cervecería y como alimentación para animales.(15, 16). En base a lo anterior, se motivó el estudio de la posible utilización de la cebada en la alimentación humana, incorporándola a la panificación.

Se intenta por tanto, iniciar el estudio de diferentes alternativas para incorporar a la producción de pan diferentes cereales y la soya.

### III. PARTE EXPERIMENTAL

a) MATERIALES

Los materiales empleados son los siguientes:

Trigo

La harina de trigo que se tomó como base en las mezclas con diferentes cereales y soya, tiene una calidad panadera media. En la siguiente tabla puede apreciarse ésta, al hacer una comparación con una harina de excelente aptitud panadera:

Elementos	Volumen de pan (c.c.)
Trigo	630
Trigo	700*
Trigo G.M.	830

\* con aditivo malta

Maíz

De la variedad Compuesto Bajío 100% endospermo opaco. El maíz utilizado en este estudio, es un maíz adaptado a varias regiones del país, al que se le ha introducido el gene opaco-2.

Sorgo

El sorgo utilizado es un sorgo blanco de la variedad PUREPECHA.

Triticale

Se utilizó la variedad YOREME.

Cebada

Se trata de una cebada desnuda de la variedad COQUIS.

Avena

Variedad PARAMO.

Arroz

Pulido, variedad JUCHITAN.

Soya

Variedad TROPICANA, desgrasada.

Levadura

Comprimida en pasta.

Leche

En polvo desgrasada. Mejora el aspecto y color del pan e imparte un sabor delicado a la miga.

Sal

Cloruro de sodio. Da sabor al pan.

Malta

Extracto en polvo. Obtenida de la germinación parcial de los granos de cebada con el fin de modificar las paredes celulares del endospermo y producir enzimas de manera que el almidón se convierta rápidamente en azúcar. Suministra alimento a la levadura, mejora el colorido y aspecto del pan y confiere suavidad a la miga. (4, 9)

Grasa

Vegetal. Coadyuva a la masa en su propiedad para retener gas.

Azúcar

Refinada. Para mejorar el color y aspecto del pan.

b) METODOS

i) Determinación de proteínas

Método de micro-Kjeldahl (1). El método más seguro y confiable para nitrógeno es el método de micro-Kjeldahl. Este método implica la digestión-oxidación de la muestra con ácido sulfúrico y la destilación del amoníaco formado a un pH alto.

El amoníaco así destilado se recibe en una solución de ácido bórico, con la formación de borato de amonio, el cual es titulado con ácido clorhídrico estándar.

El porcentaje de proteína es obtenido multiplicando el % de Nitrógeno por el factor 6.25.

ii) Determinación de lisina

Método de Tsai modificado por Villegas. (36)

Reactivos

- i) Solución de papaína (4 mg de papaína por ml de solución reguladora de fosfato 0.03 M con pH 7.4).
- ii) Solución reguladora de carbonatos 0.05 M, con pH 9.0
- iii) Solución reguladora de boratos 0.05 M, con pH 9.0
- iv) Suspensión de fosfato de cobre. Solución A); pesar 2.8 de  $CuCl_2 \cdot 2H_2O$  y disolverse en 100 ml de agua destilada. Solución B): pesar 13.6 g de  $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$  y disolverlos en 200 ml de agua destilada. Mezclar A y B agitando, centrifugar a 2 000 rpm durante 5 minutos y descartar el sobrenadante. El precipitado se resuspende 3 veces

5

con 15 ml de solución reguladora de boratos, centrifugando cada sus  
pensión. Después de la tercera lavada, el precipitado se resuspende  
en 80 ml de solución reguladora de boratos . Este reactivo puede ser  
usado solamente una semana.

v) Solución HCl, 1.2 N.

vi) Mezcla de aminoácidos.

Cistina	20 mg	Fenilalanina	40 mg
Metionina	20 mg	Valina	40 mg
Histidina	30 mg	Arginina	50 mg
Alanina	30 mg	Serina	50 mg
Isoleucina	30 mg	Acido aspártico	60 mg
Treonina	30 mg	Acido glutámico	300 mg
Tirosina	30 mg	Leucina	80 mg
Glicina	40 mg	Prolina	80 mg

Pesar 100 mg de la mezcla de aminoácidos y disolverlos en 10 ml  
de solución reguladora de carbonatos.

#### Procedimiento

- i) Pesar 100 g de muestra desengrasada y pulverizada en un tubo de en-  
saye y adicionar 5 ml de solución de papaína. Asegurarse de que la  
muestra esté completamente mojada y agitar 2 veces durante la prime  
ra hora de incubación. Preparar blanco con solución de papaína.
- ii) Incubar a 65°C durante 16 horas. Agitar y enfriar a temperatura am-  
biente, cuando las muestras estén frías, el sobrenadante debe de ser  
claro, o centrifugar si está turbio (una alícuota de 1 ml de este hidro-  
lizado puede utilizarse para la determinación de triptofano).
- iii) Pipetear una alícuota de 1 ml en un tubo de centrífuga y añadir 0.5 ml  
de solución reguladora de carbonatos y 0.5 ml de suspensión de fosfato  
de cobre.

- iv) Agitar durante 5 minutos y centrifugar a 2 000 rpm.
- v) Pipetear una alícuota de 1 ml del sobrenadante en un tubo de ensaye y añadir 0.1 ml de solución de 2-cloro-3, 5 dinitropiridina. Agitar vigorosamente.
- vi) Dejar los tubos durante dos horas a temperatura ambiente agitando cada 30 minutos.
- vii) Añadir 5 ml de HCl 1.2N a cada tubo y agitar.
- viii) Añadir 5 ml de acetato de etilo. Tapar los tubos, mezclar invirtiendo los tubos 10 veces, extraer la fase superior con una jeringa que tenga adaptado un tubo de polietileno. Este paso debe repetirse 3 veces.
- ix) Transferir la fase acuosa a tubos de colorímetro calibrados y leer en el fotocolorímetro a una longitud de onda de 390 nm contra el blanco.
- x) Calcular el contenido de lisina de las muestras por comparación con la curva estándar y reportar en base a la proteína.

#### Curva estándar

Preparar una curva estándar con un rango de 0 a 200 mg de lisina por ml.

Solución stock de lisina monohidroclorhídrica y aforar a 20 ml de solución reguladora de carbonatos (2 500 mg/ml).

Preparar la curva con las siguientes concentraciones de lisina: 0, 250, 500 750, 1 000 mg/ml).

De cada una de estas soluciones, tomar 1 ml y añadir 4 ml de solución de papaína (5 mg de papaína/ml de solución reguladora de fosfatos).



Pipetear 1 ml de cada solución en un tubo de centrífuga, añadir 0.5 ml de mezcla de aminoácidos y 0.5 ml de suspensión de fosfato de cobre. Continuar el procedimiento a partir del inciso iv).

Cálculos

mg de Lis = (D. O x m) + b

donde m = pendiente y b = ordenada al origen (De la curva estándar)

% Lis en muestra = mg Lis / mg muestra x 5 x 100

% Lis en proteína = % Lis en muestra / % proteína x 100

iii) Mezclas empleadas para panificación *1160 I*

Las proporciones de las mezclas fueron establecidas en base a una prueba preliminar, por medio de la cual se determinaron los posibles intervalos en que se pudieran obtener productos aceptables.

Trigo - Soya (%)

95	5
90	10
85	15
80	20

Trigo - Triticale (%)

80	20
60	40
20	80
0	100

Trigo - Sorgo (%)

90	10
80	20
70	30

Trigo - Cebada (%)

90	10
80	20
70	30
60	40

Trigo - Avena (%)

90	10
80	20
70	30
50	50

Trigo - Arroz (%)

90	10
80	20
70	30
50	50

### Trigo - Maíz opaco

90	10
80	20
70	30
50	50

#### iv) Panificación

Este procedimiento de panificación está basado en el método oficial de la AACC (Asociación Americana de Químicos Cerealistas). (1)

Ingredientes	Peso
Harina	100 g
Levadura comprimida	2 g
Sal	1.5 g
Azúcar	5 g
Grasa	3 g
Sólidos de leche no grasos	4 g
Malta	0.25 g
Agua	óptimo para cada variedad

Tiempo de amasado: óptimo

Tiempo de fermentación: 180 minutos

Temperatura de fermentación: 30°C

Manejo de masa: primer fresado después de 105 minutos, y segundo después de 50 minutos adicionales. Reposar 55 minutos a 30°C.

Panificar 25 minutos a 232°C.

#### Procedimiento

1. Llevar los siguientes ingredientes a la cámara de fermentación: harina, sólidos de leche no grasos, grasa vegetal y malta.
2. Adicionar 20 cc. de solución de levadura y 10 cc. de solución de sal-azucar antes de mezclar.

3. Amasar los ingredientes anteriores durante el tiempo óptimo.
4. Una vez amasado, se redondea en las manos y se coloca en una vasija dentro de la cámara de fermentación.
5. El fresado se hará en los tiempos indicados anteriormente, estrechando o doblando la masa entre las manos durante 9 ó 10 veces.
6. Al finalizar el período de fermentación se procederá a moldear la masa en rodillos o en su caso, manualmente.
7. Se coloca la masa moldeada en moldes para pan.
8. Se deja reposar 55 minutos a 30°C y entonces se hornea a 232°C durante 25 minutos.
9. Se pesa el pan y anotar el dato.
10. Después de 3 ó 4 horas se mide su volumen en un volúmetro especial para pan.
11. Se guarda el pan durante toda la noche con el objeto de que se enfríe. Una vez frío se corta en dos piezas y se determina el color y textura de la miga de la siguiente manera:

v) Evaluación de las formulaciones

Se hace notar que la evaluación es llevada a cabo subjetivamente. La forma en que se desarrolló fué la siguiente:

Color:

100 crema - blanco - Excelente (E)

90 crema - amarillo pálido - Muy bueno (MB)

80 crema - amarillo fuerte - Bueno (B)

60 - 20 amarillo - Pobre (P)

Textura:

100 Excelente

99-90 Muy bueno

89-80 Bueno

79-70 Regular

69-60 Pobre

menos de 60 Muy pobre

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

### Prueba de panificación

El comportamiento reológico de las masas varió tanto para cada mezcla como para cada proporción.

Las mezclas con soya, cebada, avena, arroz y maíz, aumentan su tiempo de amasado al incrementarse la proporción de los mismos. (Cuadros 4, 5, 6, 7 y 8). A diferencia de las anteriores, las mezclas con harina de Triticale, presentan una disminución en tiempo de amasado, al aumentar la proporción de éste en la mezcla. (Cuadro 2).

Las mezclas con soya, cebada y maíz (Cuadros 8, 4, y 7 respectivamente), aumentaron su porcentaje de absorción de agua al incrementarse la proporción de éstos en las mezclas. De manera inversa a estas observaciones, es el comportamiento de las mezclas con Triticale (Cuadro 2).

Las mezclas con arroz, sorgo y avena, requieren en general, una cantidad de agua constante para todas las proporciones (Cuadros 6, 3, 5).

Contenido protéico de las harinas empleadas en la panificación.

Cuadro No. 1

Material	% Proteína
Trigo	12.0
Triticale	11.68
Cebada	15.72
Avena	15.68
Arroz	9.88
Maíz opaco-2	9.73
Sorgo	9.75
Soya	41.73

MEZCLA TRIGO-TRITICALE

Las fórmulas de panificación son aceptables hasta con un 80% de Triticale. Los óptimos se encuentran en la fórmula 40-60. (Fig. 1)

Los contenidos protéicos de estas formulaciones no varían considerablemente. (Cuadro 2)

Es importante hacer notar que las características organolépticas derivadas de esta mezcla son prácticamente iguales a las del testigo de trigo.

MEZCLA TRIGO-SORGO

La fórmula 90-10 es en panificación, la más prometedora de esta mezcla trigo-sorgo (Fig. 2), la malta como aditivo produce en esta fórmula un aumento de volumen y una mejora en grano y textura del pan, pero al mismo tiempo, aparece una coloración debida a la liberación de fenoles y formación de polifenoles.

La formulación 80-20 produce pan en los límites de aceptabilidad (Fig. 2). Se señala el incremento en coloración rosa en los productos, lo que limitaría la aceptabilidad.

Los contenidos protéicos no se modifican prácticamente. (Cuadro 3)

MEZCLA TRIGO-CEBADA

La fórmula 90-10, con malta como aditivo, produce un pan aceptable (Fig. 3). Al aumentarse las cantidades de cebada en la fórmula, decrece la calidad de panificación, como es el caso de las demás mezclas a excepción de las de Triticale.

Los contenidos protéicos no se modifican (Cuadro 4)



Cuadro No. 2

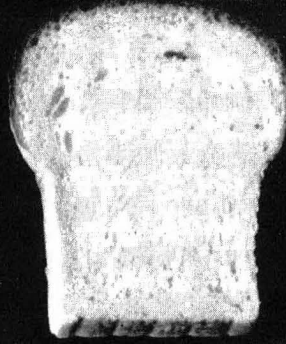
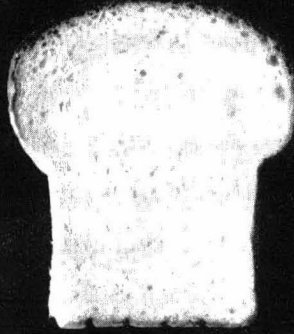
Fórmula	Amasado min.	Abs. agua %	Aditivo malta	Vol. pan cc.	Color miga	Grano y Textura	Aptitud Panadera	Proteína %	Lis/Prot. %
<u>Trigo-Triticale</u>									
80	20	4.35	0	675	100 Cr	85 B	Buena	11.9	3.6
80	20	3.42	M	720	100 Cr	95 MB	Muy buena	11.3	4.8
60	40	3.40	0	670	100 Cr	95 MB	Muy buena	11.6	3.7
60	40	3.00	M	735	100 Cr	95 MB	Muy buena	10.7	4.6
40	60	3.55	0	685	100 Cr	90 MB	Muy buena	10.7	3.7
40	60	2.31	M	705	100 Cr	95 MB	Muy buena	11.1	4.3
20	180	2.31	0	595	100 Cr	70 R	Regular	10.6	4.0
20	180	2.30	M	660	100 Cr	70 R	Regular	10.8	3.8
0	100	2.25	0	580	100 Cr	60 P	Pobre	10.4	4.1
0	100	2.22	M	585	95 Cr	60 P	Pobre	10.5	4.0

TRIGO-TRITICALE

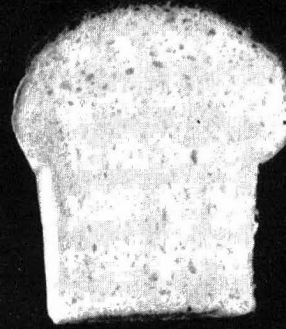
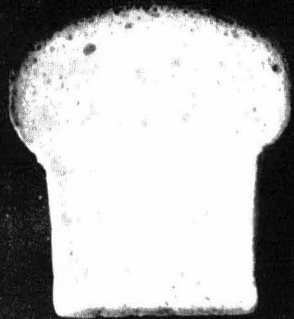
SIN MALTA

2 mg % MALTA

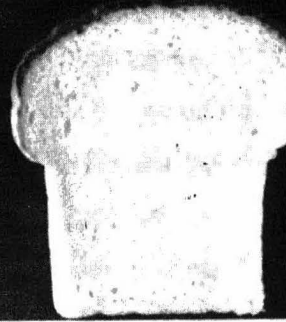
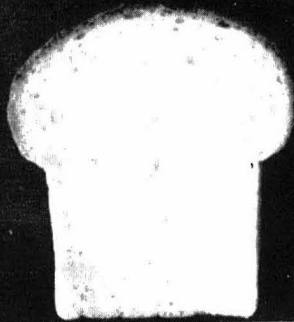
80-20



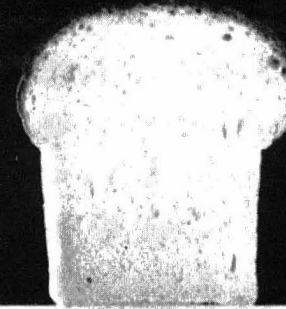
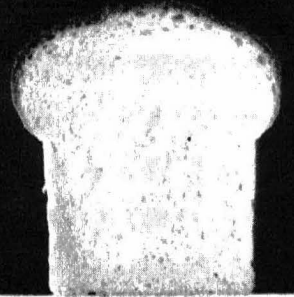
60-40



40-60



20-80



0-100

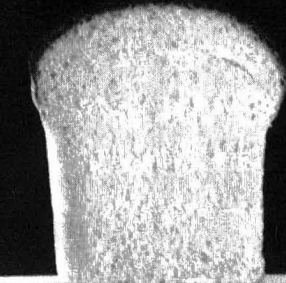
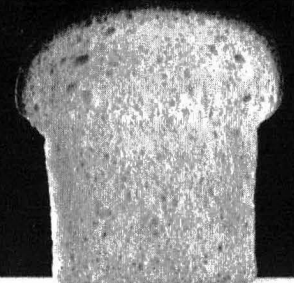


Figura 1

Cuadro No. 3

Fórmula		Amasado min	Abs. agua %	Aditivo malta	Vol. pan cc	Color miga	Grano y Textura	Aptitud panadera	Proteína %	Lis/Prot %
<u>Trigo-Sorgo</u>										
90	10	3.00	69	0	630	95Cr	70R	Regular	11.4	3.7
90	10 *	3.00	70	M	690	85Rosa	80B	Buena	11.4	3.8
80	20 *	3.36	69	0	625	80Rosa	70R	Regular	11.4	3.6
80	20	3.04	71	M	580	75Rosa	80B	Buena	11.3	3.7
70	30	2.59	70	0	540	70Rosa	60P	Pobre	11.6	3.3
70	30	3.30	67	M	585	65Rosa	50MP	Muy pobre	11.4	3.5

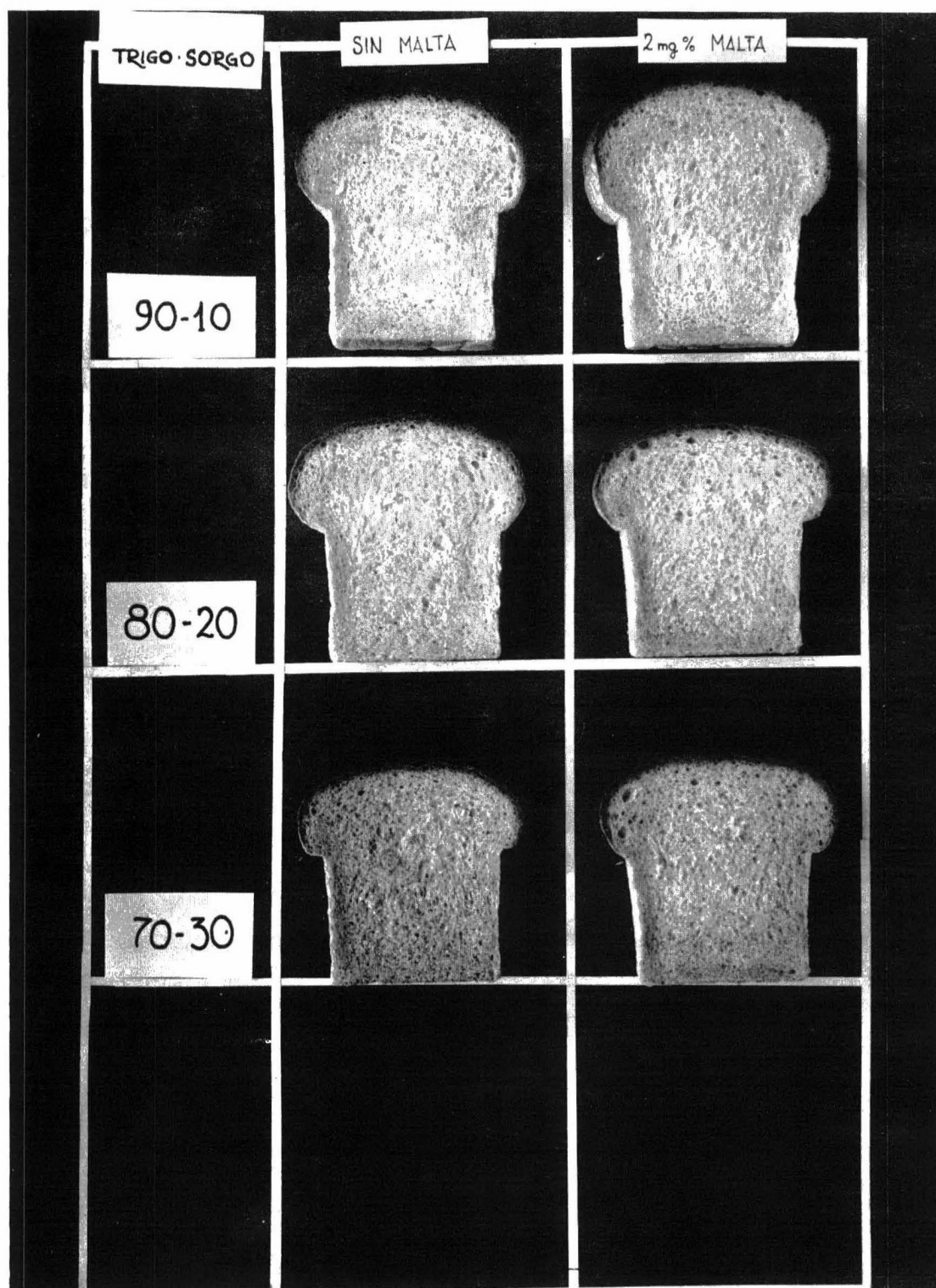


Figura 2

Cuadro No. 4

Fórmula		Amasado min.	Abs. agua %	Aditivo malta	Vol. pan cc	Color miga	Grano y Textura	Aptitud panadera	Proteína %	Lis/Prot %
<u>Trigo-Cebada</u>										
90	10 ✓	3.30	69	0	615	90 Acr	70R	Regular	12.1	3.6
90	10 ✓	3.30	73	M	685	90Acr	90MB	Muy Buena	12.6	3.7
80	20 ✓	3.42	71	0	590	85Acr	70R	Regular	12.5	3.3
80	20 ✓	3.42	76	M	635	85Acr	70R	Regular	12.5	3.7
70	30	4.10	72	0	465	80Acr	60P	Pobre	12.6	4.3
70	30	4.25	74	M	525	80Acr	60P	Pobre	12.7	3.5
60	40	4.24	73	0	315	75Acr	40MP	Muy Pobre	12.7	3.2
60	40	4.24	74	M	395	75Acr	40MP	Muy Pobre	12.7	3.3

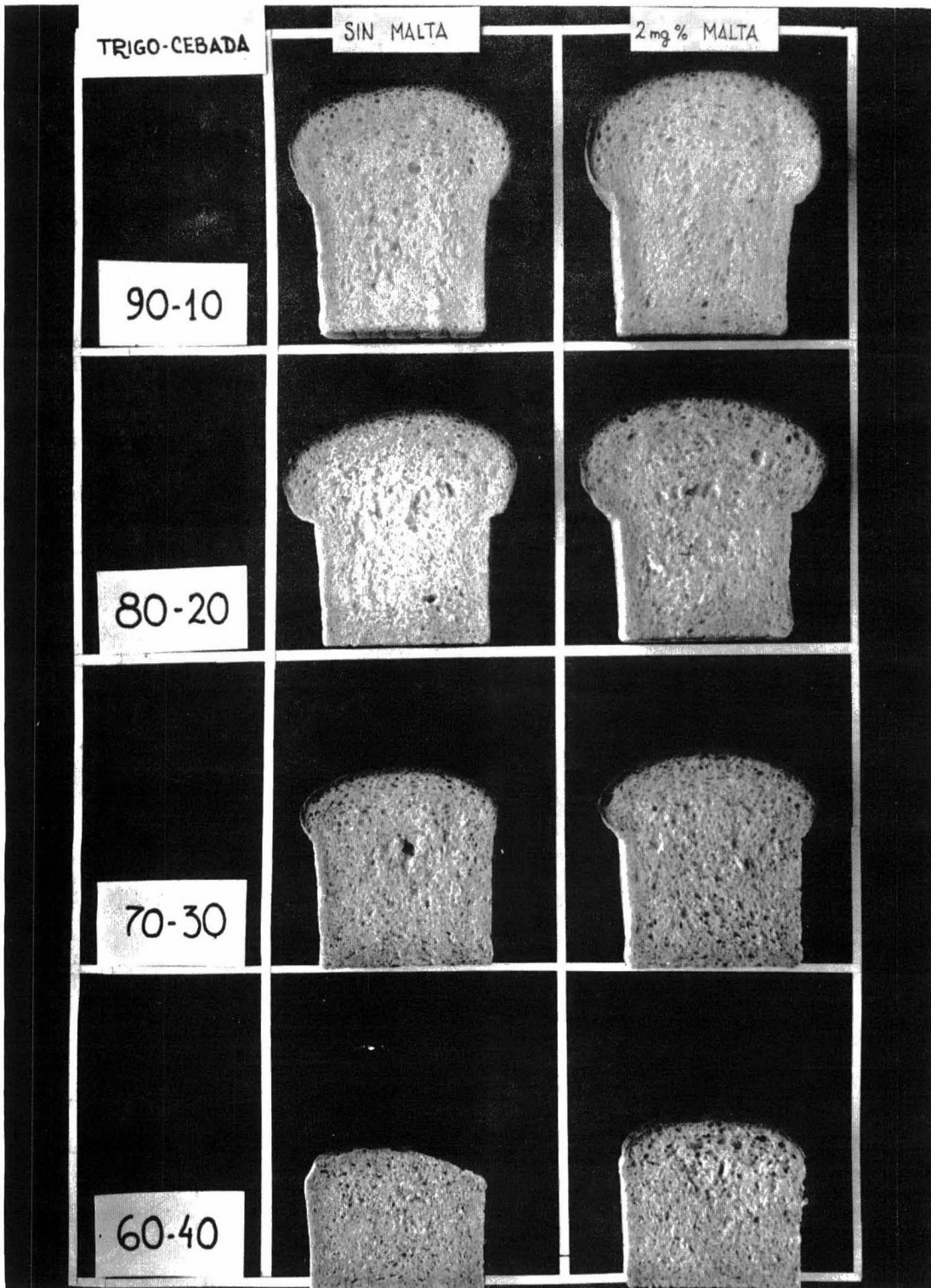


Figura 3

## MEZCLA TRIGO-AVENA

Las formulaciones de panificación con trigo y avena, producen un pan compacto de características indeseables (Fig. 4). En cambio su utilización es altamente recomendable para galletería.

En cuanto a contenido protéico, se observa un ligero aumento (Cuadro 5), sin embargo, estas mezclas no son eficientes para la panificación (Fig. 4)

## TRIGO -ARROZ

En las fórmulas trigo-arroz, se utilizó harina de arroz pulido y tiene el inconveniente de los altos precios que tiene en el mercado tanto el arroz pulido entero, como el medio grano y el granillo. Solamente excesos de producción de granillo y una reducción de su precio haría posible su utilización económica en panificación.

Podemos ver de la Fig. 5, que la formulación con 10% de arroz produce un pan aceptable.

Los incrementos de este cereal disminuyen la calidad de panificación. (Cuadro 6).

Como es de esperarse, la cantidad de proteína es menor que en las otras formulaciones (Cuadro No. 6)

## MEZCLA TRIGO-MAIZ OPACO-2

Las fórmulas hasta con 20% de maíz son aceptables en panificación (Fig. 6).

Los contenidos protéicos son semejantes a los del testigo trigo. Los contenidos en lisina, no aumentan con la proporción de maíz opaco-2 en la fórmula (Cuadro 7)

Cuadro No. 5

Fórmula		Amasado min.	Abs. agua %	Aditivo malta	Vol. pan cc.	Color miga	Grano y Textura	Aptitud Panadera	Proteína %	Lis/Prot. %
<u>Trigo-Avena</u>										
90	10 ✓	2.30	61	0	545	90 Acr	60 P	Pobre	13.2	4.0
90	10 ✓	2.30	61	M	555	90 Acr	70 R	Regular	13.0	3.8
80	20	2.45	64	0	425	80 Acr	30 MP	Muy pobre	13.1	4.8
80	20	2.30	69	M	515	80 Acr	30 MP	Muy pobre	13.3	3.6
70	30	3.00	61	0	345	80 Acr	10 MP	Muy pobre	13.3	3.8
70	30	3.00	61	M	355	80 Acr	10 MP	Muy pobre	12.8	3.7
50	50	3.04	55	0	285	80 A	0	0	14.1	3.8
50	50	3.08	59	M	295	80 A	0	0	14.6	3.4



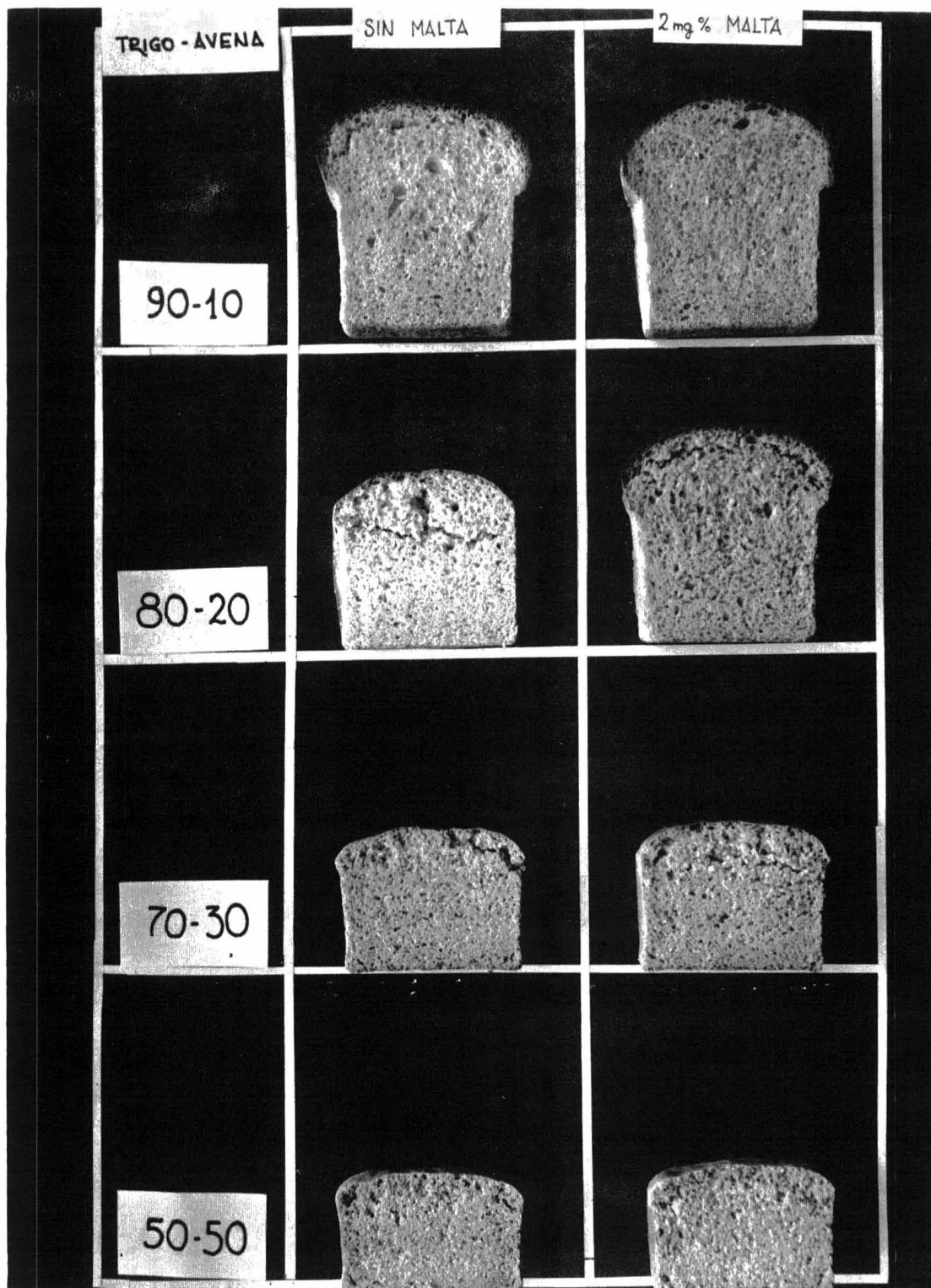


Figura 4

Cuadro No. 6

Fórmula		Amasado min.	Abs. agua %	Aditivo malta	Vol. pan cc.	Color miga	Grano y Textura	Aptitud Panadera	Proteína %	Lis/Prot. %
<u>Trigo-Arroz</u>		—								
90	10 ✓	3.33	58	0	630	98 Cr	85 B	Buena	10.9	3.6
90	10 ✓	4.00	56	M	650	98 Cr	98 MB	Muy buena	10.9	3.2
80	20 ✓	3.40	61	0	540	98 Cr	70 R	Regular	11.2	3.4
80	20 ✓	3.36	57	M	575	98 Cr	70 R	Regular	11.2	3.1
70	30	3.36	57	0	500	98 Cr	60 P	Pobre	11.0	3.5
70	30 ✓	3.30	57	M	545	98 Cr	60 P	Pobre	11.0	3.1
50	50	4.00	57	0	435	98 Cr	40 MP	Muy pobre	11.1	3.0
50	50	4.12	57	M	580	98 Cr	40 MP	Muy pobre	11.2	3.0

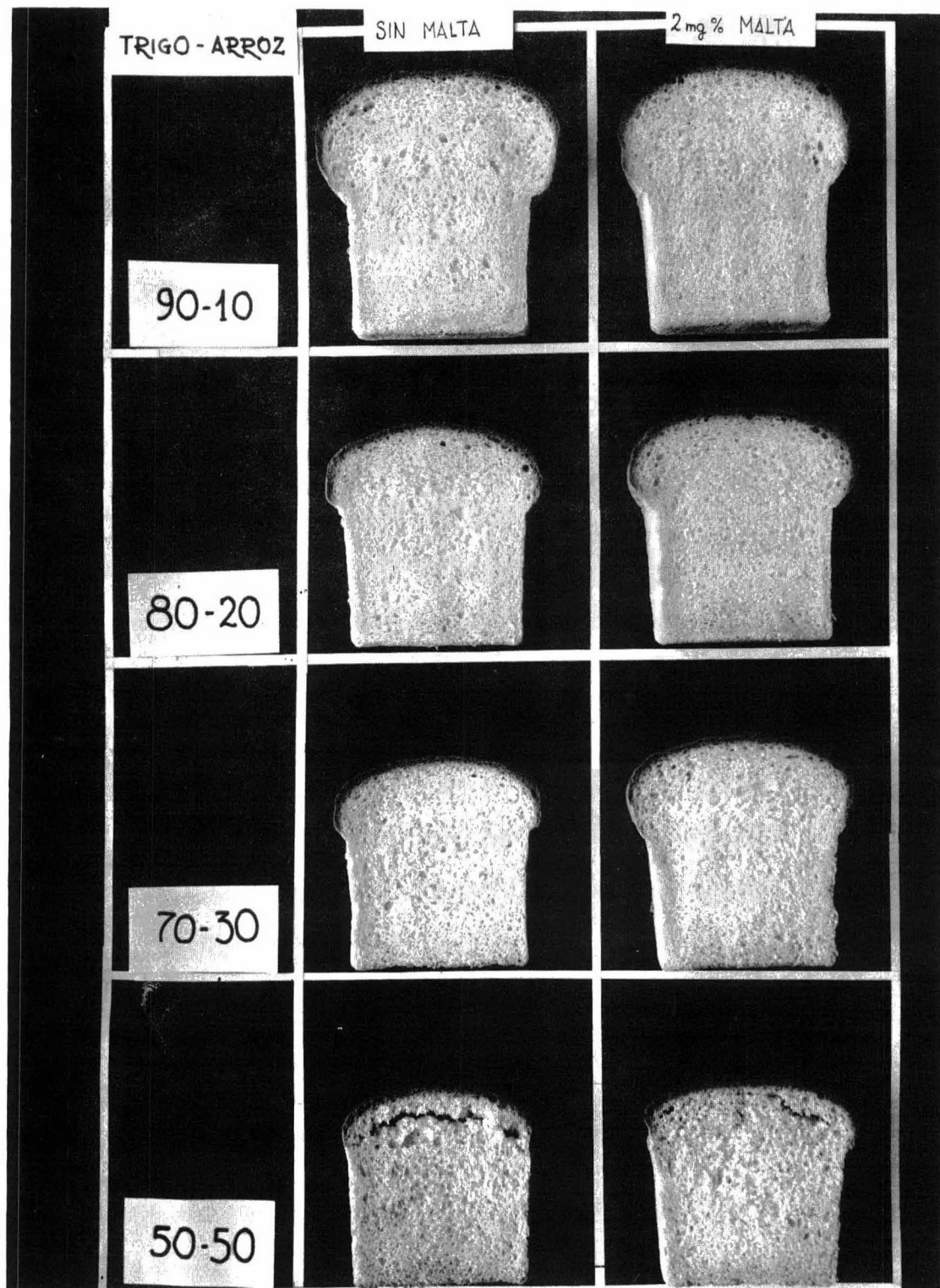


Figura 5

Cuadro No. 7

Fórmula	Amasado min.	Abs. agua %	Aditivo malta	Vol. pan cc.	Color miga	Grano y Textura	Aptitud Panadera	Proteína %	Lis/Prot. %
<u>Trigo-Maíz o-2</u>									
90 10 ✓	3.00	64	0	460	90 Cr	90 MB	Muy buena	11.3	3.7
90 10 ✓	3.25	65	M	635	90 Cr	90 MB	Muy buena	11.3	3.5
80 20 ✓	3.47	65	0	555	90 Cr	80 B	Buena	11.1	3.3
80 20 ✓	3.37	65	M	545	90 Cr	80 B	Buena	11.3	3.2
70 30	3.39	69	0	500	85 A	70 R	Regular	10.6	3.4
70 30 ✓	3.39	71	M	550	85 A	75 R	Regular	10.6	3.2
50 50	4.48	85	0	520	80 A	40 MP	Muy pobre	10.2	3.2
50 50	4.51	71	M	455	80 A	40 MP	Muy pobre	9.8	4.2

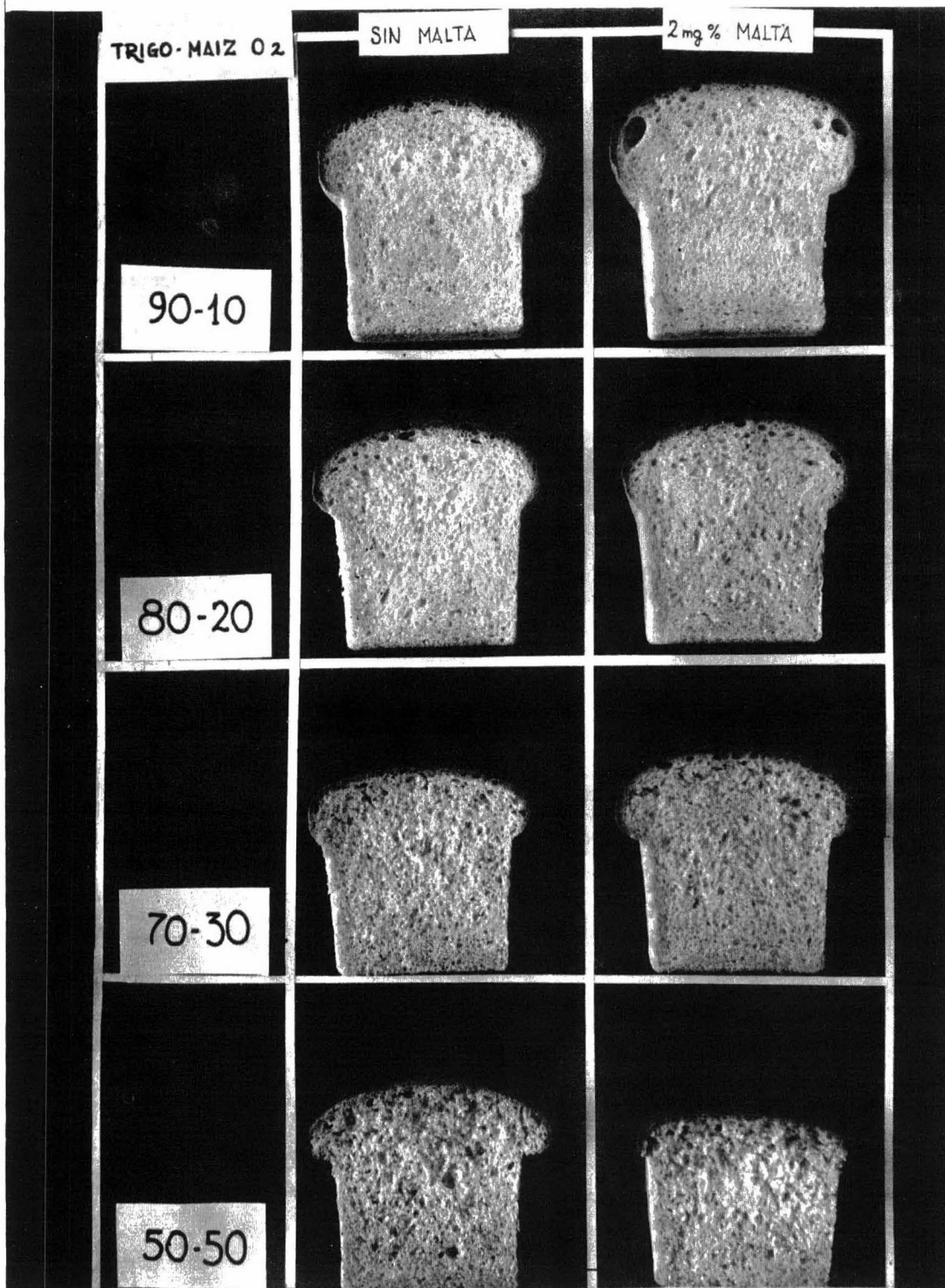


Figura 6

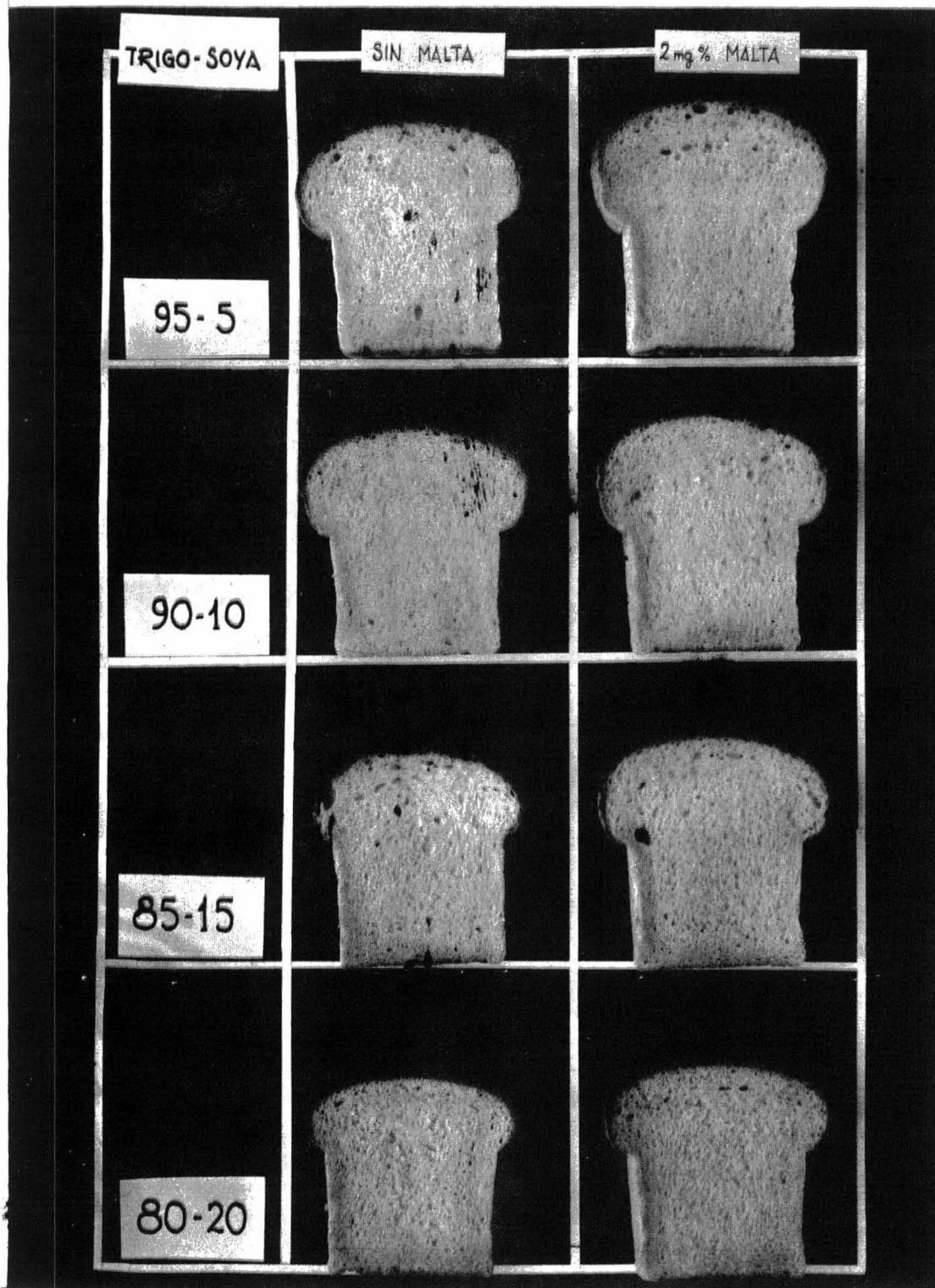
### MEZCLA TRIGO-SOYA

En la mejor fórmula resultante (85-15), los volúmenes de pan son mejorados sustancialmente por el aditivo maltá, (Cuadro núm. 8), probablemente debido a una proteólisis producida por enzimas presentes en este aditivo.

En cuanto al valor nutricional, esta mezcla en panificación, tiene efectos mejorantes tanto en el contenido protéico como en la calidad de la proteína. Se puede observar que a diferencia de las mezclas cereal-cereal, en las mezclas cereal-soya se ven diferencias notables tanto en el contenido total de proteína como en la concentración de lisina, especialmente en la mezcla 80-20. Sin embargo, en base a la mejor panificación es recomendable la mezcla 85-15 en que la concentración de proteína y lisina no se baja notablemente y si se conserva la característica de buena panificación (Fig. 7).

Cuadro No. 8

Fórmula	Amasado min.	Abs. agua %	Aditivo malta	Vol. pan cc.	Color miga	Grano y Textura	Aptitud Panadera	Proteína %	Lis/Prot. %
<u>Trigo- Soya</u>									
95	5 ✓	3.34	0	605	80 Acr	70 R	Regular	13.0	4.1
95	5 ✓	3.35	M	665	80 Acr	80 B	Buena	13.0	3.8
90	10 ✓	3.43	0	605	75 Acr	70 R	Regular	14.9	3.9
90	10 ✓	4.15	M	630	75 Acr	75 R	Regular	14.9	3.9
85	15	4.59	0	555	70 Acr	80 B	Buena	16.0	4.8
85	15 ✓	4.54	M	640	68 A	80 B	Buena	15.7	4.8
80	20	5.04	0	510	68 A	50 MP	Muy pobre	17.0	4.2
80	20 ✓	6.28	M	565	68 A	60 P	Pobre	17.2	5.0



Figura



ESTUDIO ECONOMICO

Con la colaboración del Depto. de Economía Agrícola del INIA, se llevó a cabo el estudio económico para determinar el precio por tonelada de pan para las distintas mezclas de harinas empleadas.

Tomando en cuenta los datos de una panadería de Texcoco, se obtuvieron:

1) Los costos de producción por tonelada:

Concepto	Costo (\$)
Mano de obra	1,218.18
Electricidad	37.88
Diesel	90.91
Renta	100.00
Impuestos	13.03
Agua	1.97
Papel	20.15
Depreciación maquinaria e instalaciones	80.30
<b>SUMA (1)</b>	<b>1,562.42</b>

2) Costos de las materias primas, con excepción de la harina, por tonelada de ésta.

Ingredientes	Kg	Precio/kg	Costo (\$)
Leche desgrasada en polvo	40	32.50	1,300.00
Grasa	30	11.60	348.00
Sal	15	1.00	15.00
Azúcar	50	2.34	117.00
Levadura	20	8.95	170.00
<b>SUMA (2)</b>			<b>1,959.00</b>
Malta	0.25	8.45	2.11



De acuerdo a estos resultados, los costos generales son: SUMA (1)  
+ SUMA (2) = 3,521.42 \$/ton.

Para obtener el precio por tonelada de pan, en las distintas combinaciones para la harina se procedió de la siguiente manera:

MEZCLA (trigo ---- Y)

a) Precio de una tonelada de pan de harina de trigo (100%), sin considerar el aumento en peso debido al proceso mismo de panificación.

- \$ 3,394.00 precio harina de trigo refinada, puesta en bodega de la panadería.
- \$ 3,521.42 Costos general
- \$ 6,915.42

b) Precio de una tonelada de pan de harina del componente Y (de igual manera, sin considerar el incremento en el peso del pan);

X	Precio de una tonelada componente Y
150.00	Transporte de ésta a la panadería
50.00	Molienda de ésta!
<u>3,521.42</u>	Costos generales
<u>\$(3,721.42+X)</u>	

c) Por lo tanto, el precio de una tonelada de pan estará dado por la siguiente fórmula.

i. - 
$$\frac{(\$6,915.42) \times (\text{proporción harina de trigo}) + (3,721.42 + X) \times (\text{proporción peso del pan para esta combinación})}{\text{componente Y}}$$

componente Y)

ii) 
$$\frac{(\$6,915.42) \times (\text{proporción harina trigo}) + (\$3,721.42 + X) \times (\text{proporción Peso del pan para esta combinación})}{\text{componente Y) + (precio malta)}}$$

componente Y) + (precio malta)

Siguiendo el procedimiento descrito anteriormente, se elaboró el siguiente cuadro, síntesis de los resultados obtenidos para los panes, a base de la combinación TRIGO - Y

De la comparación entre los precios de las harinas seleccionadas y el precio del pan de trigo (\$ 4,340.00/Ton), se desprende que en este sentido no habría consecuencias de ninguna especie al utilizarse cualquiera de las mezclas sugeridas en caso de deficiencias en la producción de trigo (Cuadro No. 9).

Cuadro 9. Costo de una tonelada de pan elaborada con las diferentes mezclas

Componente Y	Precio/ Ton ha- rina comp. Y	Proporción		Peso del pan sin malta	Precio/ ton pan (S/M)	Peso del pan sin malta	Precio /Ton pan (C/M)
		Trigo	Comp. Y				
SOYA	3,650.00	0.95	0.05	1.62	4282.85	1.59	4364.99
		0.90	0.10	1.61	4323.61	1.58	4407.04
		0.85	0.15	1.61	4337.78	1.60	4366.21
		0.80	0.20	1.62	4325.07	1.60	4192.96
TRITICALE	X	0.80	0.20	1.56	4013.47+(.2x/1.56)	1.52	3882.29+(0.2x/1.54)
		0.60	0.40	1.54	3660.91+(.4x/1.54)	1.56	3615.33+(0.4x/1.56)
		0.40	0.60	1.66	3011.45+(.6x/1.66)	1.53	3268.70+(0.6x/1.53)
		0.20	0.80	1.50	2906.80+(.8x/1.5)	1.54	2832.67+(0.8x/1.54)
		0.00	1.00	1.52	2448.30+( x/1.52)	1.49	2499.01+(x/1.49)
SORGO	1,750.00	0.90	0.10	1.57	4312.71	1.57	4314.07
		0.80	0.20	1.60	4141.59	1.60	3955.40
		0.70	0.30	1.60	4051.30	1.57	4130.06
CEBADA	1,350.00	0.90	0.10	1.60	4206.86	1.56	4316.08
		0.80	0.20	1.66	3943.70	1.62	3857.19
		0.70	0.30	1.64	3879.32	1.62	3928.51
		0.60	0.40	1.64	3766.85	1.61	3838.36
AVENA	5,500.00	0.90	0.10	1.56	4580.75	1.52	4702.69
		0.80	0.20	1.58	4668.90	1.58	4480.15
		0.70	0.30	1.57	4845.28	1.57	4846.62
		0.50	0.50	1.52	5308.03	1.53	5274.71



V. - CONCLUSIONES

Prueba de Panificación: de los seis cereales usados, cinco dan buenos resultados en las siguientes proporciones:

Trigo-Triticale: 40-60

Trigo-Arroz: 90-10

Trigo-Cebada: 90-10

Trigo-Maíz: 80-20

Trigo-Sorgo: 90-10

Sólamente las mezclas con Avena dieron resultados no deseados, de bido a su bajo contenido en gluten:

En el caso especial de soya, también se obtuvieron buenos resultados con mezclas cuyas proporciones eran semejantes a las de cereal-cereal, especialmente en la mezcla 85-15 utilizando malta como aditivo.

En cuanto a contenido protéico y de lisina no hay modificaciones notables como es de esperarse tratándose de mezclas cereal-cereal, en que tanto el contenido de proteína como de lisina es muy semejante.

La mezcla Trigo-Triticale con proporciones de 40-60% respectivamente, muestra un aumento en el contenido de lisina (aminoácido limitante en cereales), con respecto al testigo trigo, aunque todavía se encuentra en límite inferior en cuanto a calidad protéica se refiere. Cabe señalar que la cantidad necesaria de Triticale para obtener este porcentaje en lisina es muy alta, en comparación a la cantidad de soya empleada para obtener un porcentaje semejante en lisina.



Debemos hacer incapié que en el caso de las mezclas con Triticale, a pesar de presentar baja absorción de agua y poca tolerancia al amasado (características no deseables para la industria mecanizada panificadora), no se afectan prácticamente las características organolépticas del pan. Además este cereal, presenta el más alto contenido en lisina en relación a los otros cereales empleados y por tanto, un mejor balance de aminoácidos. Se hace notar que hasta con un 80% de Triticale es posible obtener pan aceptable, constituyendo así la alternativa más prometedora en caso de escasez del cultivo básico trigo.

En las mezclas Trigo-Sorgo, es necesario eliminar la presencia de taninos procedentes del sorgo, ya que además de producir coloraciones indeseables en el pan, implican problemas de inhibición de enzimas digestivas disminuyendo con ésto la digestibilidad del producto. La eliminación de estos compuestos puede llevarse a cabo genéticamente,

Se propone como alternativa para las mezclas con Avena y para aquellas proporciones en que no fue posible la obtención de pan aceptable, su utilización en galletería.

En el caso de mezclas con soya, se observa un notable aumento en cuanto a contenido protéico y de lisina. Este resultado es de esperarse, ya que con la soya se consigue una verdadera suplementación como ya ha sido estudiado por otros autores.

El aditivo empleado fue extracto de malta en polvo, el cual fue seleccionado por su fácil aplicación, así como por resultar económico en comparación con otros aditivos. En todos los casos en que fue utilizado, produ-

jo un incremento en el volumen del pan.

Desde el punto de vista económico, todas las mezclas seleccionadas como panes organolépticamente aceptables son costeables.

En general, estas alternativas se proponen como posibles soluciones a la escasez de trigo, siempre y cuando la producción de los otros cereales sea suficiente.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- A.A.C.C. 1962. "AACC Approved Methods". 7th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul Minn.
- 2.- Angeles, A.H. y Ortíz, C.J. Mejoramiento Genético del Maíz por Calidad protéica en el INIA de México. VIII Reunión ALAF Bogotá, Colombia. En prensa.
- 3.- Aykroid, W.R., El Trigo en la Alimentación Humana. FAO. Estudios sobre nutrición. Publicación No. 25, Roma, Italia (1970).
- 4.- Bennion, E.B. "Fabricación de Pan". 4a. Ed. Editorial Acribia, Zaragoza, España (1970).
- 5.- Betanzos, M.E., Producción, Demanda y Perspectivas del Cultivo de Maíz en México. Boletín INIA.
- 6.- Bohn, R.T. and Favor, H.H., Functional Properties of Soya Flour as a bread Ingredient. Cereal Chem. 22, 296-311 (1945).
- 7.- Castilla, CH. F., Comunicación personal.
- 8.- Consumo de Pan de Trigo en México. Pan No. 195, Año XVII (1970).
- 9.- Finney, K.F., Surfactans Supplement each other. Make foreing protein Bakers Digest 46: 1, 38 (1972).
- 10.- Finney, K.F., Shogren, M.D. Surfactants supplement each other, make foreign protein. Compatible in Breadmaking Digest 45: 1, 40-41(1971).
- 11.- Historia del Frijol de Soya en el Nuevo Mundo. Soyanoticias, México. Instituto Americano de Soya. Marzo No. 2 (1972).
- 12.- Híbrido Centeno-Trigo. "TRITICALE". Pan No. 184, Año XVI (1969).
- 13.- Finney, K.F., Rubenthaler, G., Pomeranz, Y. Soy Product Variables Affecting Breadmaking. Cereal Science Today 166, 183-186 (1963).
- 14.- Hulse, J.H. and Spurgeon, D. Triticale Scientific American 231: 2, 72-81 (1974).

15.- Kent, N.L. "Tecnología de los Cereales" Ed. Acribia, Zaragoza, España (1971).

16.- Kent-Jones and Amos. "Modern Cereal Chemistry". 6th. Ed., Food Trade Press LTD., London, England (1967).

17.- Kies, C. and Fox, H. Protein nutritive of wheat and triticale grain for humans, studies at 2 levels of protein intake. *Cereal Chem* 47: 671 (1970).

18.- Lorenz, K., Food uses of Triticale. *Food Technology* 26: 11, 66-74 (1972).

19.- Matews, R.H., Algunos aspectos funcionales de las harinas oleaginosas en la panificación. *Pan No. 248, Año XXI* (1974).

20.- Maxson, E.D., Rooney L.W. Evaluation of Methods for Tannin Analysis in Sorghum. *Cereal Chem.* 49, 719-728 (1972).

21.- Merino, M.E. "Estudio Comparativo de las Propiedades Físicas y Químicas en la Nixtamalización de tres tipos de Maíz". Tesis Profesional I.P.N. México, D.F. (1973).

22.- Mertz, E.T. Bates, L.S. Nelson, O. E. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science* 145: 279-280. (1964)

23.- Nelson, O.E., Mertz, E.T. Bates, L.S. Second mutant gene affecting the aminoacid pattern of maize endosperm proteins. *Science* 150: 1469 (1965).

24.- Pomeranz, Y., Shorgen, M.D. and Finney improving breadmaking properties of glicolipits. I. Improving soy. Products with sucroesters. *Cereal Chem.* 46: 503-505. (1969)

25.- Pomeranz, Y., Shorgen, M.D. and Finney. Improving Breadmaking properties of glicolipits. II. Improving various protein. Enriched products. *Cereal Chem.* 46: 512-518 (1969)

26.- Pomeranz, Y. Functional characteristics of triticale, a man-made cereal. *Wallerstein Lab. Communications* 34, 175.

27.- Pomeranz, Y. High-protein supplements in breadmaking. *Bakers digest* 43: 5, 39-40 (1969)

28.- Poey, F. Mejoramiento genético de la calidad nutritiva del maíz. Memorias Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. México 1972.

29.- Pinstруп-Andersen P. 1971. La factibilidad de introducir maiz opaco-2 para el consumo humano en Colombia. Folleto Tecnológico No. 1. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.

30.- Pollock, J.M. and Geddes, W. F. Soy - flour as a withe bread ingredient. Cereal Chem. 37. 19-29 (1960).

31.- Saunders, R. In vitro. Determinations of protein digestibility in wheat mill feeds for monogasttric animals. Cereal Chem. 49: 1 (1972)

32.- Tenney, R. and Schmith, D. Sodium stearoyl - 2 lactilate - Its functions in yeast leavened bakery products. Bakers digest 42: 6, 38-48 (1968)

33.- Tsen, C.C. and Tang, R.T. High - Protein breads. I. Soy flour, bread. Bakers, Digest 45: 5, 26-27, 30-32 (1971).

34.- Tsen, C.C. and Hoover. The shortening - sparing effect of sodium stearoyl. 2 lactylate in baking. Bakers digest 45: 3, 38-42 (1971).

35.- Tsen, C.C., Petters, M., Schaffer, T. Hoover, W.J. High protein cookies. I effect of soy fortification and surfactants. Bakers Digest 47: 4, 34-39 (1973)

36.- Villegas, E. and Mertz, E.T. Chemical screening methods for maize protein quality at CIMMYT. Resarch Bull No. 20 (1971).

37.- Villegas, E. Variability in the lysine content of wheat. rye and triticale protein. Cereal Chem 47:746 (1970)

38.- Zillinsky, F.J. and Borlaug, N.E. Progress in developing Triticale as an economic crop. Research Bull. No. 17 CIMMYT (1971)

39.- Zillinsky, F.J. and Borlaug, N.E. Triticale Research in México. Agr. Sci. Rev. 9 (4): 28 (1971).