

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

LA INDUSTRIA PANIFICADORA EN MEXICO

Y

ALGUNOS DE SUS PROBLEMAS

311

JOSE ANTONIO MONROY LEON

INGENIERO QUIMICO

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.

Case Tosli  
ADG 1976  
PCHS  
PDC 302



1976-06-06

Jurado asignado  
originalmente

Presidente Prof. Enrique García Galeano  
Vocal Prof. Eduardo Rojo y de Regil  
Secretario Prof. Natalia de la Torre Aceves  
1er. Suplente Prof. Humberto Larios Velarde  
2o. Suplente Prof. Alejandro Garduño Torres

el tema se desarrollo en:

CORPORACION DE PANADERIAS S.A.

BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE QUIMICA

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS

Sustentante

---

JOSE ANTONIO MONROY LEON

Asesor

---

M.enC. NATALIA DE LA TORRE ACEVES

## I N D I C E

CAPITULOS	TITULOS	PAGINAS
I.	INTRODUCCION	1
II.	ANTECEDENTES	3
III.	MATERIAS PRIMAS	6
IV.	PROCESO GENERAL	
	Almacén	20
	Mezclado	22
	Fermentación	26
	Horneo	34
V.	PROCESO ACTUAL	
	Consideraciones Preliminares	39
	Productos	41
	Programación del Proceso	44
	Etapas Fundamentales	45
VI.	MODIFICACIONES AL PROCESO ACTUAL	54
	Programación de la Producción	55
	Etapas del Proceso	58
VII.	CONSIDERACIONES ECONOMICAS	76
VIII.	CONCLUSIONES	87
IX.	BIBLIOGRAFIA	92
	ANEXOS	(Al final del Trabajo)

## I N T R O D U C C I O N

México es el segundo país más populoso de América Latina y el tercero en extensión territorial, ya que a la fecha tiene más de 60 millones de habitantes en una extensión de casi 2 millones de Kms.<sup>2</sup> la tasa media de crecimiento anual de la población es de 3.5% y la población económicamente activa es de 16.8 millones de habitantes que representa el 27% de la población total aproximadamente. ( 20 )

Este crecimiento explosivo de la población en nuestro país agudiza los problemas nacionales, especialmente el del reparto de la riqueza pues el 60% de la población económicamente activa tiene percepciones a nivel de subsistencia y el 50% de la población total del país tiene una dieta pobre y mal balanceada que

da lugar a una desnutrición crónica.

Los alimentos juegan un papel primordial en la satisfacción de las necesidades vitales del ser humano y en diversas partes -- del país muchos millones de habitantes, especialmente niños -- padecen de hambre o carencias alimenticias en diversos grados, mientras que en los grupos sociales más favorecidos hay consumo excesivo y aún desperdicio.( 19 )

Las fuentes de satisfacción de estas necesidades se encuentran en alimentos de origen vegetal y animal básicamente (ver anexo II).

El trigo (principal componente del pan) constituye una fuente de alimentación básica para el individuo pues contiene calorías (261 a 364) y proteínas (8.8 a 10.0 gm, según datos que apare--

cen en el anexo I), y su producción ha alcanzado la autosuficiencia (2.8 millones de toneladas provenientes de 778 mil ha.).

Ello obliga a pensar que como fuente de alimentación tiene grandes posibilidades presentes y futuras de industrialización en México, porque junto con el maíz, frijol y arroz representó el 37% del producto interno agrícola en 1975. ( 19 )

Se estima que el consumo anual per cápita de este producto es de 50 Kg, que en su mayoría se consumen en forma de pan, a pesar de que solamente el 65% de los habitantes del país toman habitualmente pan de trigo.

De ahí que el estudio de la Industria Panificadora en México podría ayudar a resolver algunos de los problemas que enfrenta el país, en el que actualmente se estiman pérdidas hasta del 25% --

del trigo y maíz almacenados por los productores en instalaciones rústicas e inadecuadas de conservación de granos. Siendo el objetivo de esta tesis el responder a algunos de los problemas principales de esta industria en la que persisten aún en México viejos vicios y prácticas absoletas de producción, debidas a la carencia de información técnica especializada en cuanto a las diferentes etapas que componen el proceso de panificación.

Por ello resulta indispensable conocer cada una de las etapas, para que al conjugarlas con la experiencia cotidiana y por medio de la aplicación de técnicas de Ingeniería Química, aunadas a criterios administrativos se logren sistemas más eficientes de fabricación.

Una vez completo el estudio se procedió a aplicarlo a una Industria en particular, CORPORACION DE PANADERIAS, S.A., cuya valiosa colaboración se espera haya sido beneficiada con esta tesis.

## C A P I T U L O   I I

### A N T E C E D E N T E S

La fabricación de pan es uno de las artes más antiguos de la humanidad y que en la era de piedra consistía en cocer grano con agua, proceso que es usado todavía por Indígenas de las Filipinas que toman el extracto hirviente y la pulpa la secan haciendo de ello un gran alimento fácil de preparar (1).

Virgilio se refiere a las semillas secadas al sol, amasadas con agua en rocas y cocidas en piedras lisas calientes, proceso semejante al egipcio de Caldea. Los egipcios perfeccionaron la fabricación usando para el amasijo, manos y pies según narra Herodoto.

En Grecia, Plinio nos habla ya de varios tipos de panes con aromas y sabores muy sofisticados.

En Roma no hubieron panaderías sino hasta la guerra con Persia que se vendía con el nombre del panadero grabado, quién se responsabilizó del peso y pureza de su producto.

En tiempos del Emperador Trajano, éste fundó el colegio de panaderos, llegando a tal punto de perfección que, Juvenal en sus sátiras decía que los romanos necesitaban solamente dos cosas, pan y circo, para vivir.

El pan Judío (como el que tomó Cristo), está hecho de harina y agua, sencillamente.

El pan llegó a América con los Españoles y se fabricó por primera vez en México el año de 1530, de un grano plantado por un sirviente de Cortés.

En Inglaterra, desde 1863, se reglamentó la sanidad y el peso del pan, restringiendo el campo de acción de las panaderías

en beneficio de la comunidad, cosa que casi todos los países

han adoptado en mayor o menor medida.

## C A P I T U L O   I I I

### MATERIAS PRIMAS BASICAS

Harina

Levadura

Sal

Agua

Huevos

Grasa vegetal

Azúcar

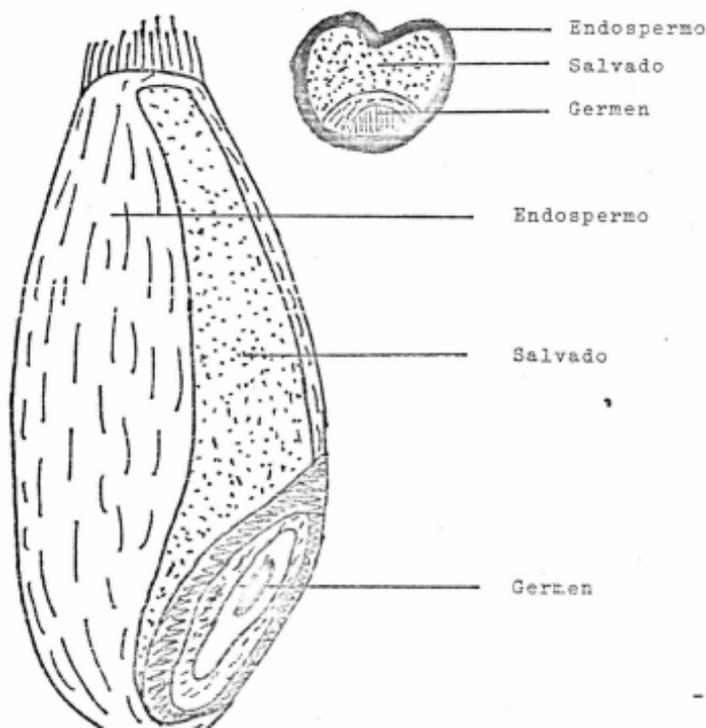
Se han seleccionado estos ingredientes por ser los más comunes en panificación cuyas propiedades determinan las del producto final llamado pan.

#### III.1    Harina de Trigo

El trigo contiene del 10 al 11 % de humedad, 58 a 69 % de car

bohidratos, del 10 al 13 % de proteínas, del 2 al 3 % de fibra  
 no digerible, y de 2 a 3 % de grasas, cuando son granos madura  
 dos y secados correctamente, pues en caso de contener mayor hu  
 medad se puede enmohecer y podrir durante el almacenamiento (2).  
 Al pasar por la molienda se elimina la fibra no digerible y la  
 grasa, conservando el endospermo feculoso rico en proteínas  
 (alrededor del 45% en peso) la cáscara y el salvado no son di-

Fig. 1



geribles y el gérmen puede producir rancidez. (Figura 1).

Existen además muchas variedades de trigo, dependiendo de la cantidad de proteína y almidón que contenga (que varía de una cosecha a otra) se clasifican en duros y blandos, siendo el duro más rico en proteínas, da una harina más fuerte que forma una masa más elástica y conviene más en la elaboración de pan porque retiene el volumen logrado por la fermentación.

El trigo blando (más bajo en proteínas) da una harina más débil y conviene más en pastelería, galletería y otros usos donde no se necesite tanto la retención de volumen de gases (Figura 2).



Fig. 2

La molienda del trigo para convertirlo en harina consta de una serie de desintegraciones progresivas seguidas por cernaduras logradas por pares de rodillos.

Los primeros rodillos abren el salvado y liberan el gérmen del endospermo, los siguientes pulverizan el endospermo quebradizo y aplastan el germen más flexible, al mismo tiempo que los cernadores separan los fragmentos de gérmen y salvado.

Los siguientes pares de rodillos pulverizan cada vez más el endospermo produciendo partículas cada vez más finas y mas blancas que contienen cada vez menor cantidad de gérmen y salvado mejorando sus propiedades por lo que concierne a elaboración de pan, aunque su contenido de vitaminas y minerales disminuye (2).

La harina resultante tendrá una composición de proteína y al-

almidón que depende de la variedad y tipo de trigo, aunque con la turbomolienda es posible lograr un contenido más alto de protefna o almidón según se desee, pues las partículas de proteína siendo más finas suben con la corriente, en tanto que las de almidón se asientan en la corriente de aire.

La más importante de las proteínas funcionales de la harina de trigo es el gluten, que al mojarse y amasarse por acción mecánica forma una masa elástica que se puede extender en dos sentidos para formar hojas o películas bajo la presión de un gas. Dilatándose por el calor o formándose por fermentación creá burbujas cuya elasticidad se rompe en el momento que la acción mecánica es excesiva, cuando la mezcla se amasa demasiado o cuando la temperatura aumenta por coagulación del gluten y formación de una estructura semi-rígida.

Si el gas se ha dilatado antes de ser expuesto al calor esta estructura semi-rígida tiene una naturaleza celular que forma el interior de la hogaza de pan (2).

El gluten de la harina de trigo se combina con el almidón que al humedecerse no forma películas como el gluten pero que al calentarse forma una pasta, que al gelatinarse ayuda a dar mayor rigidez al producto horneado que es deshidratado y liberado del dióxido de carbono, ambos gases forman la estructura cavernosa que el gluten coagulado y el almidón gelatinizado conservan aún después del cocido en el horno.

Composición de Trigo (14)

Grado de Extracción (Porcentaje)	Proteína (cal/gm)	Grasa (cal/gm)	Hidratos de Carbono (cal/gm)
97 -- 100	3.59	8.37	3.78
85 -- 93	3.78	8.37	3.95
70 -- 74	4.05	8.37	4.12

### III.2 Levadura

Existe en dos presentaciones básicas: tortas húmedas prensadas o bien gránulos deshidratados, que en ambos casos consta de millones de células vivas de *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* y en el proceso de elaboración del pan fermenta los azúcares sencillos produciendo dióxido de carbono y alcohol (además de ac-láctico ac-acético y algunos aldehidos y cetonas que en menor proporción aparecen presentes) (2).

Esta fermentación es gradual empezando lentamente y acelerándose con el tiempo, puesto que las células vivas se están multiplicando y sus enzimas se hacen más activas a medida que la masa se elabora y se conserva, además de que el azúcar se libera paulatinamente del almidón mediante la acción de las enzimas naturales de la harina, produciéndose gradualmente anhí-

drido carbónico. La capacidad de contener este gas por el glu  
ten siempre es preferible a un estallido repentino de gas que  
no podría ser retenido por la estructura ( 9).

### III. 3 Sal

El cloruro de sodio, comunmente llamado sal, es un compuesto  
iónico, deliquescente, que al absorber agua incrementa la ca-  
pacidad que tiene la masa de aumentar su volumen al evaporar  
se dentro del horno. Dicho compuesto es agregado preferentemen  
te por el sabor que proporciona al pan (generalmente se pone  
del 1 al 2 % del peso de harina en pan blanco salado) (9).

### III. 4 Agua

Como sabemos es el disolvente universal empleado en la fabrica  
ción de pan esencialmente en la etapa de mezclado, sirve para

hidratar las moléculas de gluten, (proteína) y para incorporar homogéneamente el resto de los ingredientes ayudando a formar las películas elásticas que permiten dar forma al producto, además de disolver las levaduras y sus enzimas que se esparcen en la masa para la fermentación adecuada y en la etapa de horneado, produce vapor de agua que forma burbujas aumentando el volumen del producto y disminuyendo su densidad.

El agua libre además disuelve la sal, el azúcar y otros componentes solubles del pan que al disolverse son incorporados a la masa de manera homogénea (4).

### III. 5 Huevos

Además de dar nutrientes, sabor, color, los huevos pueden ayudar a crear la estructura esponjosa, pues como el gluten la yema y la clara del huevo son una mezcla de proteína que forman

películas elásticas, apresando el aire cuando se bate y que por calentamiento se coagula produciendo rigidez (10).

Además de que por su origen proteico y su viscosidad permiten atrapar con mayor facilidad los gases de fermentación y vapor de agua indispensables en el esponjamiento del pan (2).

Es importante conocer que el pan de mayor calidad tiene en su fórmula una cantidad mayor de este ingrediente, que por formar espumas en el momento de mezclado da una estructura celular más fina y fuerte, además del agradable sabor y olor que proporciona al pan y el color amarillo que a la vista resulta mucho más agradable.

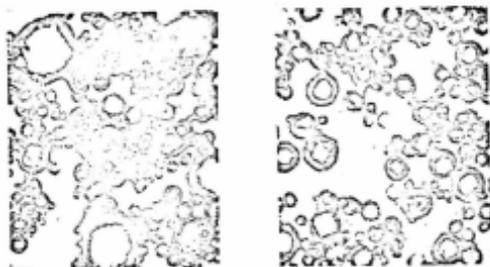
Al comprar un alimento nos basamos no solamente en sus propiedades de olor y sabor, sino también en su apariencia, que en gran medida está determinada por el color.

### III. 6 Grasa Vegetal y grasa animal.

A diferencia del gluten de la harina y los huevos que por su naturaleza protéica forman la estructura y la endurecen, estas grasas ablandan la mezcla y al ser incorporadas antes de combinarse con otros ingredientes, incorporan en el proceso de mezclado burbujas de aire dando una estructura elástica mejor lubricada.

Cuando la masa se cuece en el horno, la grasa y la manteca se derrite y liberan las burbujas de aire (contribuyendo a la acción fermentadora) y al vapor en dilatación. Inmediatamente después la grasa derretida se deposita alrededor de las paredes celulares de la estructura en proceso de coagulación ablandando y lubricando las mismas, acción que contribuye a la textura del pan (2).

El estado de la emulsión es afectado también por otros ingre  
dientes presentes y secuencia de su incorporación a la masa.



"Micro Fotografía de Masas en que se ven burbujas de aire dentro de Glóbulos".

Estas micro-fotografías representan dos masas de pan en que las burbujas de aire dentro de glóbulos de grasa teñida con colorantes tipo solubles y explica el porqué de la diferencia de texturas en productos hechos con la misma fórmula, modificando el orden de mezclado (3).

### III. 7 Azúcar

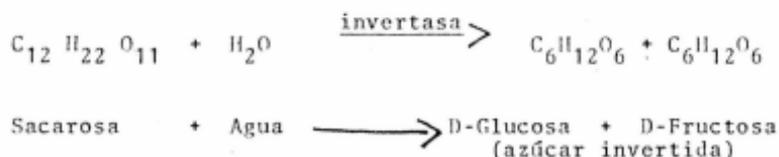
Al igual que las grasas, el azúcar funciona como ablandador de los productos horneados con otros atributos adicionales de sabor dulce, además de ayudar a colorear en diferentes tonos de café a el pan horneado.

El azúcar en forma de sacarosa proporciona mayor cantidad de sustento fermentable en productos esponjados por levadura, que no fermenta directamente a la sacarosa, sino que la hidroliza primero por medio de la enzima invertasa convirtiéndola en glucosa y fructuosa (4).

Luego la levadura fermenta en primer lugar a la glucosa y al consumirse esta comienza a fermentar la fructuosa.

Además de estas propiedades el azúcar como ingrediente tiene la propiedad de retener la humedad en los productos horneados

y los productos de esta hidrólisis (glucosa y fructosa) llamados azúcar invertido son superiores a la sacarosa por lo que se emplea en jarabes ( 8 ).



#### Poder Endulcorante de Algunos Azúcares en Solución

Acuosa al 10%

Fructosa	120	Galactosa	67
Sacarosa	100	Lactosa	39
Glucosa	69	Azúcar invertida	105

NOTA: Los jarabes de maíz producidos por hidrólisis del almidón que contiene glucosa, amilosa y dextrinas también retienen la humedad.

## C A P I T U L O    I V

### PROCESO    G E N E R A L

#### IV.1    Almacén de materias primas.

Por el hecho de ser artículos perecederos a corto plazo sabemos que se pueden deteriorar por tres razones básicas (5):

a) Organismos vivos tales como roedores, insectos, hongos y bacterias contaminantes.        :

b) Actividad biológica del propio alimentos, como respiración obscurecimiento, envejecimiento, etc., que disminuye al red  
u  
cir la temperatura.

c) Procesos físicos, tales como absorción o pérdida de humedad calentamiento, enfriamiento, etc.

Dado que el concepto de "vida de alta calidad" es función lineal de la temperatura y que las reacciones biológicas aumentan al

ALMACEN

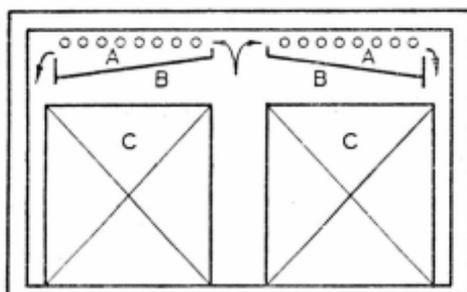


Fig.3 Almacén refrigerado por convección natural.  
"A" Tuberías de refrigeración  
"B" Placas de desviación, recolectoras del agua del condensado.  
"C" Producto Apilado.:

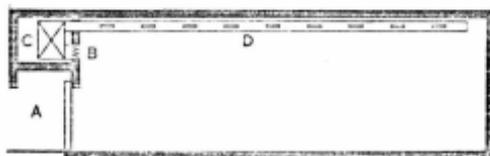


Fig.3 A. Almacén refrigerado por convección forzada.  
"A" Area de Carga.  
"B" Entrada de aire frio  
"C" Refrigerador de aire  
"D" Conducto de aire refrigerado

aumentar la temperatura, el efecto de enfriar el almacén hace disminuir la degradación de las materias primas porque las bacterias se reproducen más lentamente.

Si la humedad del almacén es menor que la humedad relativa del alimento este se deshidratará, lo contrario lo humedecería y por ello resulta conveniente mantener esta variable en un valor aproximadamente igual al de los materias almacenados para que no se transfiera vapor de agua de uno al otro (Ver fig. 3).

Otro contaminante importante es el olor o sabor de otros alimentos que se impregna con relativa facilidad y desaparece casi siempre al poner carbón activado en el almacén (11).

#### IV. 2 Mezclado

Es una operación durante la cual se efectúa una combinación uni

forme de 2 ó más componentes que en el caso de líquidos miscibles o sólidos solubles es muy íntima y mucho menor en el caso de polvos, líquidos, grasas, coloides, etc. Como en la masa de pan en que se busca producir una mezcla homogénea, en una arteza horizontal, empleando uno de varios tipos de elementos agitadores girando en su interior y cuya eficiencia depende de la adecuada elección del elemento y la velocidad del giro (figura 4)

(12).

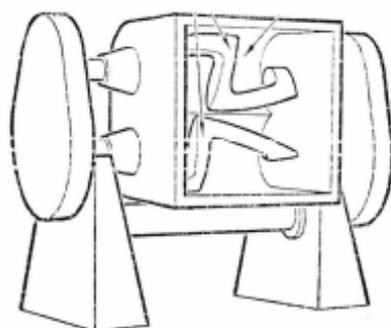


Fig. 4

MEZCLADORA DE HOJAS EN "Z" (En Sigma)

Todos los mezcladores suelen producir algún efecto en el material debido a la fricción, el calor liberado al solvatare o disolverse y en algunas ocasiones a el calor de la formación de nuevas sustancias debido a reacciones químicas, por ello se emplean recipientes abiertos o cerrados pero con camisa de refrigeración para controlar que la temperatura que no exceda de un cierto límite en el que las propiedades de la mezcla son las más adecuadas para cada tipo (6) y (12).

Es por demás importante el tomar en cuenta los tiempos de operación de llenado, y variado del recipiente, especialmente en procesos continuos, pues de ello depende que no hayan interrupciones que paraliquen el sistema total.

Basicamente existen en panificación dos tipos de mezclado que

son llamadas directas y por pasos.

La primera de ellas llamada masa directa es la unión de todos los materiales en la misma operación agregando en primer lugar los sólidos y grasas, después la levadura y los líquidos y dando un tiempo de mezclado que depende de la carga total. (Aunque generalmente las fórmulas vienen referidas a Kg. de harina empleados en la mezcla total (7).

Las mezclas por pasos constan generalmente de dos etapas llamando a la primera "esponja" y a la segunda "masa".

La esponja contiene generalmente del 30 al 50% de la cantidad de harina, el agua y la levadura, que indica la fórmula y algunas veces sal y azúcar (15).

Después de la formación de esta esponja se sigue la primera fer

mentación (que corresponde a la etapa aerobia de aumento de población de microorganismos) y se regresa la arteza con esta esponja a el segundo paso que es llamado masa.

La masa se produce al agregarle a la esponja el resto de harina sal, azúcar, huevo, etc., y al mezclarse con el total de ingredientes de la fórmula es vaciado en una arteza que pasa a la cámara de fermentación a su segunda fermentación anaeróbica que es la que produce el gas expandiéndose por efectos del dióxido de carbono.

#### IV. 3 Fermentación.

Significa suave burbujeo o ebullición. Este término se aplicó por primera vez a la producción de vinos miles de años atrás. Dicha acción de burbujeo se deriva del bióxido de carbono li-

berado durante la conversión del azúcar por los microorganismos de la levadura ( 10 ).

La levadura, por medio de sus enzimas y especialmente por la acción de la enzima invertasa, origina cambios a nivel molecular desdoblando los carbohidratos, aunque no directamente, pues hidroliza la sacarosa convirtiéndola en glucosa y fructosa, fermentando primero la glucosa y al consumirse ésta, comienza a fermentar a la fructosa.

Dichas reacciones pueden suceder en condiciones aeróbicas (con presencia de aire) o anaeróbicas (en ausencia del mismo) siendo llamadas las dos fermentaciones a pesar que la segunda es una oxidación más que fermentación. Dependiendo de la naturaleza del alimento, del tipo y cantidad de microorganismos presentes,

y de las condiciones ambientales (que afectan grandemente el crecimiento de dichos microorganismos) existen en los alimentos otras clases de desdoblamientos en proteínas y grasas además de los azúcares ya mencionados, que se experimentan siempre aunque en grado variable y que corresponden a patrones metabólicos bien definidos (2).

Por ello podemos enunciar que a las reacciones que toman parte en los carbohidratos y materiales similares se les llama

"FERMENTATIVAS"

Los cambios en materiales protéicos son designados como

"Protéicos" o "Putrefactivos".

Los desdoblamientos de sustancias grasas son calificados como

"lipolíticos".

Por ello resulta importante recalcar que cuando un alimento se "Fermenta" siempre se presentan paralelamente estos tres cambios, de allí que resulta indispensable, dada la naturaleza de un alimento, escoger adecuadamente el tipo de microorganismos y las condiciones ambientales a fin de lograr las características deseadas en el producto (2).

La fermentación, además conserva los alimentos con algunos de sus productos finales (ácidos y alcoholes) que son inhibidores de los organismos patógenos comunes, generalmente porque alteran el pH del producto final.

Los alimentos fermentados son realmente más nutritivos que sus equivalentes no fermentados debido a que los micro-organismos no solo son catabólicos (desdoblando compuestos más complejos) sino también son metabólicos por sintetizar varias vitaminas y

complejos, además de otros factores del crecimiento; teniendo como ejemplo que la vitamina B<sub>12</sub> (Riboflavina) y otras son obtenidos por este método.

Otra razón es que la fermentación de ciertas levaduras y bacterias desdoblan los revestimientos protectores no digeribles por medio de enzimas capaces de romper la celulosa, haciendo la estructura del alimento más penetrable al agua del remojo y a los jugos gástricos del hombre (?).

Por supuesto estos cambios vienen acompañados de otros en la textura, apariencia, sabor y olor de los materiales alimenticios iniciales.

En la elaboración de pan se emplea levadura para fermentarlo no tanto con el fin de conservar el alimento, como por el poder que

tiene el gas de inflar la masa y proporcionar al producto un particularísimo sabor.

Al contaminarse el producto con bacterias formadoras de esporas, que generalmente sobreviven a las elevadas temperaturas del horno y que al presentarse en alta proporción dan una condición "hulosa" es decir "correosa", al alimento (2).

Dicha consecuencia se observa frecuentemente en climas húmedos y en panaderías poco higiénicas.

La tecnología de la fermentación es compleja pues casi nunca se trata de un sistema modelo y su uso depende de cada fabricante.

Los medios más comunmente empleados en el control de la fermentación de alimentos incluyen el nivel de ácido, de alcohol, de oxígeno y de sal, el uso de indicadores y la temperatura esencialmente, aunados a la humedad del ambiente y la presencia o

ausencia de aire.

Nivel de Acido.- Si el alimento no contiene en suficiente cantidad éste, deberá agregarse o producirse para que sus efectos inhibidores se anticipen a la multiplicación de otros microorganismos generadores de la descomposición, aunque algunos de ellos toleran condiciones de acidez relativamente altas, y crean productos alcalinos que neutralizan el efecto conservador del ácido (2) y (8).

Por esta razón se emplean indicadores para calcular el pH más adecuado para cada producto en solución.

Nivel de Alcohol.- Al igual que el ácido, es un preservativo de gran efectividad que depende de su concentración; por ello los panes y pasteles envinados son en general mejor conservados que

los que no tienen una concentración suficiente de este produc  
to, que al hidrolizarse da un pH ácido como consecuencia de li  
berar iones H<sup>+</sup>. Su control también se hace por medio de indica  
dores (2) y (3).

Nivel de Oxígeno.- En una fermentación controlada, se sumin  
tra o se elimina aire u oxígeno para estimular o inhibir deter  
minados microorganismos, porque la cantidad de oxígeno que re  
quiere un organismo para su crecimiento puede diferir de la que  
necesita para la actividad fermentativa.

La levadura de pan (*SACCHAROMYCES CEREVISIAE*) crece mejor y pro  
duce mayores masas bajo condiciones aeróbicas aunque fermenta  
azúcares más rápidamente bajo condiciones anaeróbicas por ello  
en la fermentación de pan se necesitan dos etapas : a) La de

aumento de población en condiciones aeróbicas y b) La de ver  
dadera fermentación en condiciones anaeróbicas teniendo cuida  
do de no exceder la producción de microorganismos de la prime  
ra etapa porque en la segunda se necesitaría una gran cantidad  
de azúcar consumida por la sobrepoblación de microorganismos  
(2) y (9).

#### IV. 4 Horneado.

Las harinas de trigo se emplean principalmente en la elabora  
ción de productos horneados y en general, el pan se diferencia  
de otros productos del trigo, en que tiene una menor densidad  
debido a los gases de la fermentación lo levantan y ahuecan  
confiriéndole varias características distintivas.

El término hornear define la operación en que los productos in

tegrantes de la masa se cuecen, es decir ocurren una serie de reacciones químicas complejas que dependen esencialmente de la temperatura y el tiempo de estancia en el horno. Como estas reacciones determinan las propiedades del alimento, se deberá controlar cuidadosamente la calefacción si se quiere obtener el color, sabor, textura y aroma deseados (Fig. 5) (5).

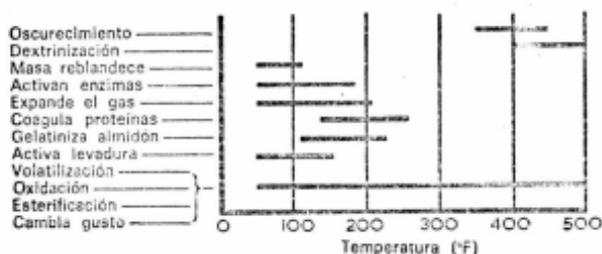


Fig. 5

Reacciones del Pan durante el horneado.

En este proceso de calentamiento en que ocurren varias reacciones a diferentes velocidades podremos enunciar las siguientes:

(5).

- 1) Producción y/o Expansión de gases.
- 2) Coagulación del gluten y huevos, además de gelatinización del almidón.
- 3) Deshidratación parcial, por evaporación de agua.
- 4) Desarrollo de sabores.
- 5) Cambios de color debido a reacciones tipo Maillard.
- 6) Formación de corteza por deshidratación superficial.
- 7) Oscurecimiento de la corteza por reacciones tipo Maillard.
- 8) Caramelización de los azúcares.

Es necesario hacer notar que las velocidades de estas diversas reacciones y el orden en que ocurren, depende en gran parte, de la velocidad de transmisión de calor a través de la masa (8).

Por ejemplo si la corteza se forma antes de que se haya cocido

el interior, en relación con el centro y la parte inferior, por un horno demasiado caliente, la parte interna del pan resultará húmeda, o parte del gas se escapará de la masa tardíamente, agrietando la corteza.

La velocidad de transmisión del calor es afectada también por el molde utilizado, debido a que los moldes brillantes reflejan la energía radiante y disminuyen la velocidad de transmisión de calor a su contenido, por no captar el calor radiante del horno. (5) y (9).

Los de color opaco u oscuro absorben el calor radiante y aceleran la transmisión del mismo, además de que las dimensiones y forma son igualmente importantes porque los gradientes térmicos son diferentes.

Otro factor importante que aunque en pequeña escala afecta tam-

bién el proceso de horneado es la altura con respecto al nivel del mar, que cambia la presión atmosférica, variando la expansión de los gases de fermentación y del vapor de agua, debilitando la estructura en formación.

Por ello es preciso corregir las fórmulas cuando se tiene que trabajar en lugares muy elevados, disminuyendo los ablandadores como grasa y azúcar, usando harinas mas fuertes, disminuyendo la cantidad de levadura o el tiempo de fermentación etc. (10).

Hoy en día la tecnología de productos horneados como el pan se maneja adecuadamente en las grandes panaderías modernas, haciendo posible operaciones automatizadas de alta velocidad y precisión, aunque en empresas pequeñas el horneado sigue siendo mas un arte que una ciencia.

## C A P I T U L O   V

### PROCESO   ACTUAL

#### V. 1    Algunas Consideraciones Preliminares.

La planta de C.O.P.A.S.A. cuenta con elemento humano y equipo en funcionamiento, se mantiene el mismo desde la instalación de la planta y dado su alto costo de instalación y compra no podrá ser modificado, al menos en un futuro inmediato.

En cuanto al elemento humano con que se cuenta, es importante mencionar que en un alto porcentaje el panadero es una persona con escasa preparación, que al tener que optar por formas de supervivencia se le presenta la oportunidad de una "chamba" en una pequeña panadería de barrio y aprende su trabajo de manera deficiente o incompleta, debido a la falta de enseñanzas del "maestro", que celoso de sus conocimientos y experiencias hace todo lo posible por que el

"aprendiz" no aprenda más allá de lo que a él le conviene; pues podría más adelante competir en lo referente a "secretos", que penosamente adquirió en un proceso semejante y quiere legar como patrimonio a sus descendientes.

Estas y otras razones crean toda una "mística" al rededor de los secretos antes mencionados por lo que la transmisión de información es pobre en ambos sentidos, además de existir una gran resistencia al cambio.

Con este elemento humano se trabajó, resultando muy difícil cambiar dicha mentalidad, y ajustarla a los nuevos requerimientos de verdadera especialización, con una más adecuada división del trabajo.

En la distribución actual de la planta, no existe un flujo natural del material ni del equipo de transporte, porque la fábrica fué ori

ginalmente planeada para uno o dos productos y en la actualidad elabora 106 variedades de pan, clasificadas de la siguiente manera (15):

## V. 2 Productos.

Pan Fino: almohadas, laureles, campechanas, roscas de canela, chamucos, polvorón de dos colores, roscas de manteca, tostadas, polvorón de canela, galletas marías galletas de polvorón y galletas de punto.

Danés, tipo Biscocho: Brioch, rodilla, maridos, carteras, Jalisco surtido (con 8 figuras diferentes), volcán grande, colchones, rebanadas de mantequilla, cariocas, novias, nidos, batidas, picones, tortugas, cuerno grande y chico, semas, monjas y cocoles.

Danés cortado: canas rellenas con crema, peinetas rellenas de chava

ano, rehiletes con fresa, y castañas rellenas de Jalea.

uper Danés: bigotes, ochos, castañas, carteras, roles de canela,

ueves, roles de chocolate, bisquets, bolas de Berlín y donas en di

erentes variedades.

anguelería: cuadro de nuez, cubiletes, mantecadas astorga y de

ceite, gusanos, garibaldi (con chochitos), panquecito,

panqué cuadrado, panqué grande y mediano con pasas, roscas de panqué

esos, magdalenas, galletas de leche, super rosca, hojaldras y cor-

etas.

mité: adelaidos, banderillas, espejos, orejas grandes y chicas, fe

rocarriles, trenzas, carteras, napoleones, pie grande y chico, con

es.

izocho: conchas blancas y de chocolate, limas, chicharrones, chi-

indrinas, trompos, enzaimadas, tabasqueñas, patos y nueces.

ollería (pan blanco): catalanas, nudos, bolillos, teleras, medias

oches, marinas, super medias noches, pan español y figura española

6 variedades).

an de Recuperado: budín, milanesa, ladrillos y piedras.

ada una de estas nueve variedades de pan engloba dentro de ella

productos manufacturados con la misma fórmula básica en el mezclado

difiere en cuanto al formado, (llamado por los trabajadores del

remio "BOLEO" porque en el inicio de la operación se hacen manual-

ente bolas de masa) resultando inverosímil creer que con un cilin-

ro pequeño de madera, dos manos y un antebrazo se produzcan figuras

an caprichosamente extrañas y bien hechas a tal velocidad. Emplean

o para ello materiales alimenticios mezclados, que finalmente son con

ertidos en verdaderas obras artesanales en forma de pan.

### .3 Programación del proceso.

El proceso se ha ido complicando cada vez más por la gran demanda que tiene el producto, consecuencia del gran prestigio de la compañía y a buena calidad del mismo. La programación ha sido con los años obsoleta y al carecer de personal que conozca de técnicas modernas de programación se han complicado los procesos empleados en la fabricación de cada tipo de pan, dando como resultado que en ciertas horas podemos ver filas interminables de producto listo para hornear que acientemente espera su turno; y en otras equipo parado.

### .4 Etapas Fundamentales.

#### 4.1. MEZCLAS. (etapa conocida como Empastado)

OTA: Parece razonable el pensar que esto es parte del KNOW HOW de cada compañía y por supuesto no serán mencionados ingredientes ni cantidades.

Al hablar de la primera etapa del proceso de transformación de materias primas en alimento del hombre, se tendrá muy en cuenta que la forma actual de ejecutarse corresponde a las antiguas fórmulas que han sido conservadas como patrimonio de la compañía y que al ser programadas técnicamente, variando algunos de los componentes, se abatirían sensiblemente los costos debidos a materia prima.

En la actualidad el empastador recibe la orden de la cantidad a producir y hace sus cálculos agregando y quitando un pequeño porcentaje de algunos materiales. Por ello las fórmulas básicas son variadas de acuerdo al criterio de cada empastador.

#### V. 4.2. FERMENTACION.

En C.O.P.A.S.A. se cuenta con dos cámaras (una de fermentación y

otra de recuperación) que no se emplean en forma adecuada y se pre  
senta el caso de que por falta de previsión se dejan artezas olvida  
das en la primera cámara, o bien se agrega exceso de levadura para  
compensar el poco tiempo que tendrá la masa en ésta operación fun-  
damental. Dando como consecuencia que el producto final está exce-  
dido en peso y/o le falta volúmen.

La segunda cámara llamada de "recuperación" que sirve para que el  
producto, con la forma adecuada recupere el volúmen perdido por el  
duro manejo al que fué sometido en el boleó.

La cámara de recuperación se usa solamente en algunos tipos de  
productos, en un futuro podría emplearse para la mayoría de los pro  
ductos disminuyendo los tiempos muertos de espera y el costo debido  
a horas-hombre.

#### 7. 4.3. BOLEO.

Existen tres formas básicas de darle forma al pan y son la manual, la automática y la semi-automática en la que interviene la parte mecánica y la parte manual.

La forma manual es la mas costosa, porque provoca un gasto muy elevado de mano de obra, produciendo calidades diversas de pan, que dependen de la habilidad del trabajador y su resistencia a la fatiga a lo largo de la jornada de trabajo.

En C.O.P.A.S.A. se producen 106 variedades de pan (que han sido mencionadas anteriormente) de las cuales existen productos manufacturados manualmente que resultaría muy difícil producirlos mecánicamente, por la gran complejidad de forma, o sería poco rentable diseñar una máquina para una producción relativamente pequeña.

Las dos máquinas automáticas que existen en la planta son empleadas unas cuantas horas diarias para producir bolillos la primera y marinas la segunda.

A efecto de ejemplificar un poco se mencionará que la máquina que produce marinas es capaz de hacer 15,000 exactamente iguales por hora de trabajo, con sólomente 4 personas que cargan la masa y separan las charolas de producto terminado. Cuando se han tenido que hacer manualmente, para la misma producción se han usado 8 personas en un turno de 8 horas (15).

La máquina de bolillos produce 12,000 piezas por hora con 4 operarios; manualmente se emplearían 7 personas para la misma cantidad durante 8 horas de trabajo continuo (15).

Con los argumentos anteriores podemos ver que la tendencia actual

parece ser la automatización total del proceso, que por supuesto reporta ventajas de estandarización, reducción de costos de materias primas y mano de obra además de una calidad totalmente controlada, e incomparablemente mayor capacidad de producción, con relativamente pocos problemas laborales por el menor número de obreros, etc.

Por comentarios con gente que trabaja en el ramo se sabe que la inversión que supone el tener una planta totalmente automatizada asciende a muchos millones de pesos, y que está soportada por una gran tecnología, que no se tienen en la actualidad.

Es importante señalar que en los productos de laboriosa fabricación no está justificada la inversión en una máquina totalmente automática, debido a que se requieren fuertes erogaciones en la investigación, pruebas y desarrollo de la tecnología particular de cada producto, y por otra parte la producción es relativamente pequeña. En productos de éste tipo es aconsejable pasar de la etapa artesanal a una etapa semiautomática.

Ahora bien, para problemas como el de dosificación y formación de esferas de masa para tipos de pan menos elaborados, podrían usarse máquinas poco complicadas que eliminarían las variaciones inherentes a la apreciación subjetiva del operario, el cual, después de una larga experiencia, es capaz de dosificar con un margen de error aceptable, pero es incapaz de eliminar factores que aumentan el margen de error en la dosificación, hechos tales como la fatiga propia del trabajo manual y el tedio con--

liciona al trabajador a buscar inconscientemente algunos cambios y variantes del mismo producto, al mismo tiempo que a lo largo de la jornada de trabajo va perdiendo precisión en el mismo ✓

#### 1.4.5. HORNEADO.

Al respecto se puede decir que basado en la experiencia del hornero se seleccione la temperatura del equipo. Aunque en algunas ocasiones por olvido involuntario no corresponde a las necesidades de ese producto, provocando una importante disminución en la calidad, que se traduce en ventas menores y que en el peor de los casos representa una pérdida importante de producto quemado ✓ que por el costo representa un factor de pérdida para el negocio.

J.O.P.A.S.A. cuenta actualmente con tres hornos rotatorios de gran capacidad, cuyo costo de operación es muy elevado por tener quemado-

res muy poderosos, que emplean gran cantidad de combustible y están encendidos 24 horas diarias sin que exista una verdadera necesidad. En épocas de producción normal se ha visto que solamente el 50% del tiempo es empleado en la cocción del producto y el resto sirve como calefactor de la planta.

La fuerza de la costumbre ha creado fuertes vicios en los horneros, quienes a pesar de tener todos los instrumentos necesarios para el mejor empleo del equipo, hacen la operación de carga y descarga a su arbitrio, en una mitad del horno y después en la otra, sin tomar en cuenta los esfuerzos mecánicos a que se somete el equipo, que por no estar diseñado para esos vicios necesita con mayor frecuencia mantenimiento.

Aumentan los tiempos muertos de operación y mano de obra, y al lote

le producto en el que se inició la operación se le da más tiempo

le cocido que a otros, con gran diferencia de acabado para una misma

remesa.

## C A P I T U L O VI

### MODIFICACIONES AL PROCESO ACTUAL

Existen una serie de alternativas probables para la modificación del proceso actual que incluye básicamente: cambios sustanciales en la programación; mejoras y adiciones en las etapas fundamentales, programas de capacitación a los empleados, redistribución del equipo actual y optimización del flujo de material.

Todas estas alternativas de solución deberán hacerse tomando en cuenta la situación financiera de la compañía así como las políticas y normas establecidas en ella. Intentando hacer dichos cambios paulatinamente, pues la producción no podrá ser detenida un solo día porque esta industria alimenta a 20 establecimientos de venta directa al consumidor.

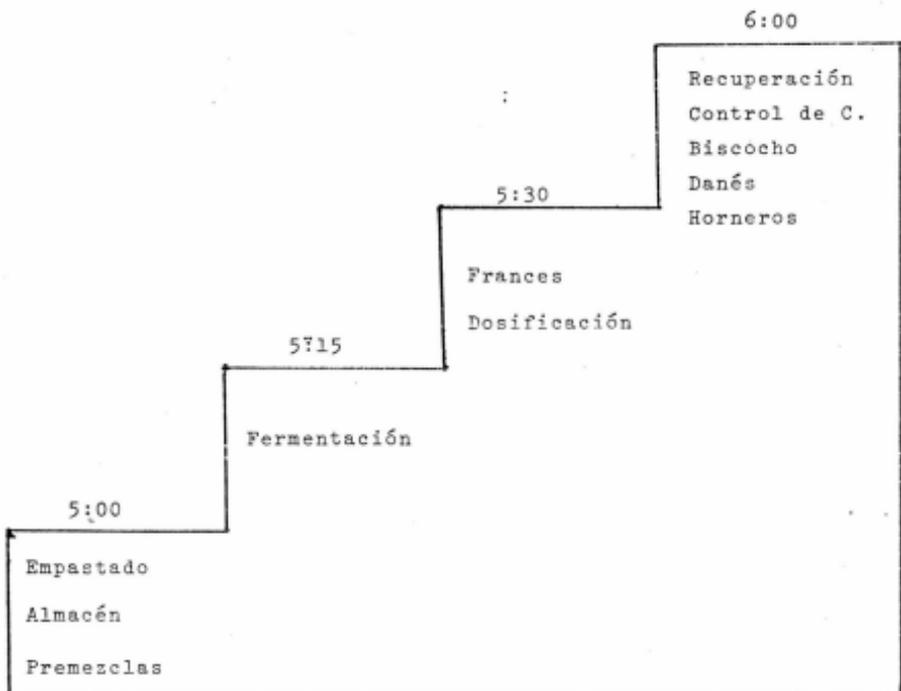
a. Proposición. "Programación de la producción"

Tomando en cuenta que existen tres momentos básicos de entrega de producto y que deben corresponder al pan que se compra para el desayuno, comida y cena (siendo el segundo de pan blanco casi exclusivamente).

Se sabe que los hábitos de compra difieren de un producto a otro, y en este caso existe especial predilección por el pan recién horneado; por ello la producción deberá programarse de tal manera que la entrega al departamento de distribución corresponda exactamente al momento más adecuado posible.

Por esta razón deberán correrse los horarios de los trabajadores a entradas escalonadas, de acuerdo al tipo de trabajo que desempeñan y se ejemplifica en el siguiente diagrama:

ENTRADAS ESCALONADAS



Esta forma de escalonamiento en el horario de entrada difiere totalmente del tradicional a la 6.00 A.M. del primer turno, que obliga a hacer el empastado la tarde anterior y tener en refrigeración la mezcla que debería usarse el día siguiente.

Otro aspecto de la programación se refiere a los cálculos exactos de la cantidad a producir, el tiempo empleado en mezclar, tiempo exacto de fermentación, número de personas que intervendrán en la fase de Boleo, (6 tiempo necesario de uso de máquina preferentemente) tiempo de recuperación y condiciones de temperatura y humedad, temperatura del horno y tiempo de carga, cocción y descarga, tiempo para enfriamiento lento y momento de entrega al departamento de control de calidad y de este a distribución.

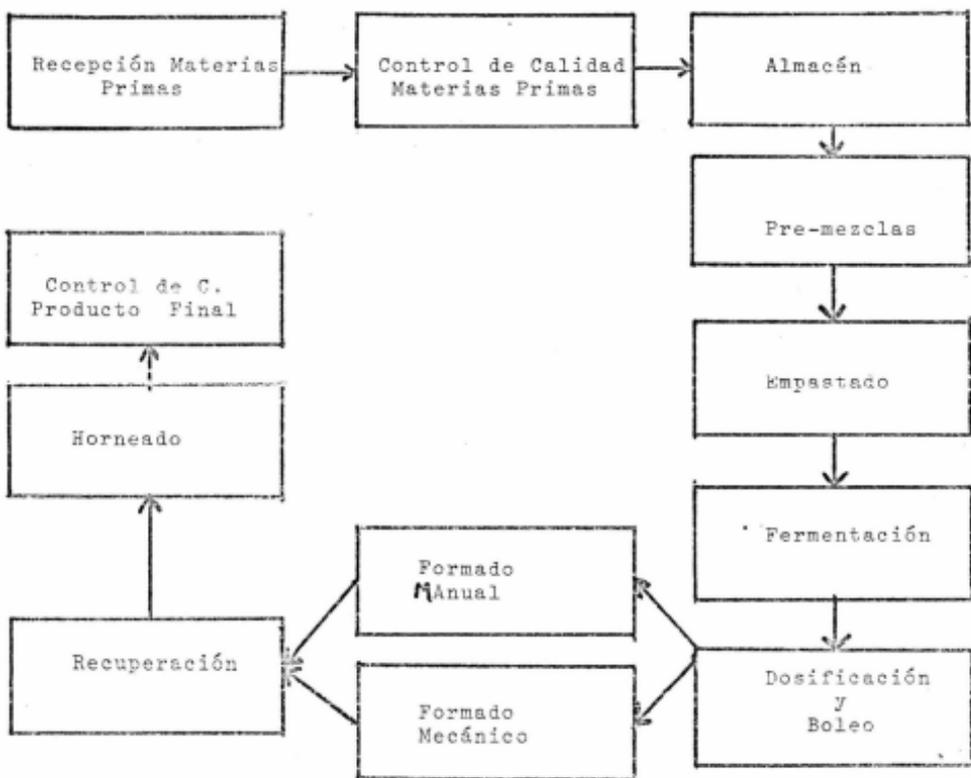
2a. Proposición. Etapas de Proceso.

Se tratarán de aplicar las investigaciones realizadas para cada

etapa del proceso actual empleando el equipo en funcionamiento

y las proposiciones acerca de la programación enunciadas anterior

mente de acuerdo al siguiente diagrama de Flujo.



I.2.1. Almacén de Materias Primas.

Por el hecho de ser artículos perecederos a corto plazo y que su compra no es difícil en condiciones normales, resulta innecesario almacenar grandes volúmenes de materias primas, aunque la existencia deberá programarse para cubrir las necesidades promedio, teniendo un margen de seguridad que cubra, en caso necesario las deficiencias en la entrega de los proveedores, o cualquier otra eventualidad, sin llegar por ello a elevar los inventarios.

Es deseable disponer de un local higiénicamente construido, en condiciones de temperatura y humedad controladas (que reportará menores pérdidas globales) colocando la estantería y los productos apilados de tal forma que faciliten el flujo de aire.

Es necesario tomar en cuenta que si la humedad del flujo de aire es menor que la humedad relativa del alimento, éste se deshidratará, y en caso contrario se humedecerá por lo que se debe tener una humedad aproximada al promedio de humedad de los productos almacenados.

Otro factor lo constituyen los olores contaminantes de otros productos o de los propios materiales de embalaje, estructuras o paredes, que sin afectar el valor nutritivo, afectan al comercial.

Por ello se deberán cuidar los materiales grasos que absorben olores con gran facilidad, pudiendo evitar este nocivo efecto por la propiedad que tiene el carbón activado de absorber gases clorosos.

Los alimentos se pueden deteriorar por tres razones básicas; la primera corresponde a constantes físicas tales como humedad y temperatura, por lo que se deben cuidar las condiciones ambientales;

debido que la segunda razón de deterioro es la actividad biológica

del propio alimento, cuya velocidad aumenta con la temperatura y al disminuirla, la degradación es más lenta, las bacterias se reproducen más lentamente y la "vida de alta calidad", que es función lineal de la temperatura se prolonga.

La tercera forma de deteriorar un alimento es por organismos vivos tales como roedores, insectos, hongos y bacterias que se nutren de él ó lo contaminan con las consecuentes pérdidas para la compañía.

### VI.2.2. Pre-mezclas.

Se considera apropiado la creación de especialistas, en virtud de que la productividad, de un grupo en estas condiciones además de una adecuada división del trabajo es superior a la de otro grupo de empleados "no especializados".

Se recomienda darle responsabilidad al supervisor en el sentido de controlar la salida de material del almacén y vigilar que una persona sea la encargada de efectuar la Pre-mezcla de los materiales que intervienen en menor proporción en la fórmula, de acuerdo a la cantidad de pan a producir.

### VI. 2.3. Mezclas

El principal problema radica en encontrar la "mezcla óptima",

de empastado , para lo cual se propone el estudio de cada una

de las variables, de manera que puedan ser controladas.

Por ello el empastador deberá conocer los fundamentos del mezclado así como el equipo del que dispone.

En C.O.P.A.S.A. se cuenta con dos mezcladoras continuas para pastas, con camisa de refrigeración para el control de temperaturas y puerta abatible que facilita el llenado y vaciado del material, con probeta integral (graduada en litros) para la dosificación del agua y arrancador de dos velocidades.

Estos aparatos necesitan recirculación del agua que sirve de refrigerante, al absorber parte del calor disipado en la operación.

El empastador contará con una programación de mezclas adecuada al horario de trabajo y de acuerdo a las necesidades de la producción, obligando por ello al supervisor a efectuar este estudio antes

de iniciarse el turno.

Dicha programación incluirá los tiempos de llenado, vaciado y tiempo efectivo de operación que deberán cumplirse estrictamente.

## VI. 2.4 Fermentación

Una de las etapas más difíciles de controlar es el proceso de fermentación, ya que intervienen varios factores, de cuyo control depende en un alto porcentaje el éxito de un buen pan, bien esponjado con sabor y olor agradables.

El pH óptimo se encuentra en el intervalo de 6 a 4, a medida que aumenta el grado de acidez, (disminuyendo el pH) existe una menor posibilidad de contaminación por bacterias.

La temperatura de la masa en fermentación es aproximadamente 24°C, que se consigue empleando una corriente inducida de aire y vapor de agua.

La humedad se controla con un hidrómetro, empleando cartas de humedad (17).

El vapor de agua suministrado tiene como efecto secundario re-

poner la humedad perdida por deshidratación superficial de la masa y elimina las costras formadas cuando la humedad se acerca al 70%.

El empleo de fermentación en dos etapas disminuye la cantidad de azúcar consumida, conservando el sabor de los componentes de la pmezcla.

El tiempo de fermentación aproximado para la "esponja" es de 3:30 horas y el de la "masa" de 30 minutos aproximadamente.

#### VI. 2.5 Dosificación

Una forma de abatir costos es desplazar la mano de obra no especializada empleando maquinaria que dosifique con precisión las cantidades, dando forma esférica al producto, y acomodado en charolas las porciones individuales que posteriormente tomarán su

forma definitiva en manos de los operarios.

Se calcula que al tomar estas medidas se reducirá de 15% a 20% el costo debido a mano de obra al disminuir el tiempo empleado en el boleo, los tiempos muertos de espera y acomodo en charolas.

Pesando muestras de producto terminado se ha encontrado una variación de 20% en el peso promedio; se estima una disminución del 15%, que traducida a costo de materias primas representará un ahorro aproximado del 10 al 12%.

#### VI. 2.6. Formado (Boleo)

La fase artesanal de esta etapa deberá persistir para todos los productos de forma compleja, puesto que el hacerlos mecánicamente sería poco rentable.

La producción de bolillos y marinas seguirá haciéndose en las dos máquinas instaladas, pudiendo emplear la segunda para hojaldras, conchas y otros productos de forma esférica.

Esta manera de hacer pan requiere de gran cantidad de obreros especializados, que al hacer un trabajo de mayor precisión podrán obtener mejores sueldos y ser seleccionados los mas diestros, aumentando la calidad del producto y el prestigio de la firma.

#### VI. 2.7 Recuperación

La función de esta cámara es proporcionar las condiciones de temperatura y humedad más adecuadas para que el pan, con su forma definitiva, recupere el volúmen perdido en el boleado.

La acción productora de anhídrido carbónico en la levadura per

siste hasta que los microorganismos mueren en el horno por la alta temperatura. Por ello el introducir los productos a la cámara reduce el tiempo de recuperación hasta un 35%.

El incremento de volúmen observado es 15% mayor que el obtenido sin usar la cámara de recuperación,

Esta etapa permite reducir costos, aumentar el volúmen final y la presentación del producto

#### VI. 2. 8 Horneado.

Una adecuada programación del horneado basada en tiempo de carga, operación, descarga y restitución de la temperatura reduce los tiempos muertos y gasto de combustible; aumenta la productividad, la vida útil del equipo y la capacidad de operación de la planta.

El tiempo de carga es de tres minutos, el empleado en descargar el horno en movimiento es el mismo y el tiempo de cocción del producto es en promedio 6 minutos. Por ello al terminar de cargar el horno, el producto que fué introducido al principio tiene ya 3 minutos de cocción y deberá ser sacado 3 minutos después.

Con objeto de reducir el consumo de combustible se requiere parar, uno de los tres hornos por períodos semanales, un segundo horno se pondrá fuera de funcionamiento al finalizar el segundo turno (21 hrs.) y el último permanecerá encendido para el horneado de la producción nocturna.

Este programa requiere alternar periódica y sistemáticamente el trabajo de los hornos para poder cumplir con el mantenimiento preventivo y se estima que ahorrará un 30% del costo de combustible.

VI. 2. 9 / Control de Calidad.

Este control deberá hacerse a las materias primas y el producto terminado al final del proceso.

a) Materias Primas:

HUEVOS.

En caso de comprarlos batidos, se medirá su densidad para conocer el contenido de agua, y el índice de refracción para conocer la cantidad de azúcar que los proveedores pudieron emplear para compensar la disminución en densidad por adición de agua.

AZUCAR.

El calor reporta el grado de refinación se cuantea el porcentaje de sólidos no-solubles y el índice de refracción en un polarímetro.

LEVADURA.

Se mide la capacidad que tiene la levadura de producir anhídrido carbónico. Haciendo una pasta, e introduciéndola a un reci-

piente cerrado que por la expansión del gas aumenta su presión.

*I ver otra tesis 2 pag 22*  
HARINA

Se deberá conocer el porcentaje de humedad, de cenizas, análisis cualitativo y cuantitativo de proteínas.

HUMEDAD

Se cuantea al desecar la harina en una estufa, la humedad promedio es 14%.

CENIZAS

Se obtienen por ignición, y el contenido aproximado de sales minerales está en 0.04 -- 0.05% puesto que una mayor proporción obscurece la miga del pan.

PROTEINAS

El análisis cuantitativo de proteínas se hace por el método de Kjeldall.

Las harinas mexicanas reportan del 10 al 11% de proteínas.

El análisis cualitativo, llamado ALBEOGRAMA es muy específico y

y su interpretación es realmente complicada. *aquí*

Reporta dos propiedades fundamentales que son: Elasticidad o --  
Extensibilidad y tenacidad, Dicho análisis se hace en el Alvéo-  
grafo de Chopin.

#### III SAL

Se cuantifica la cantidad de impurezas no-solubles por análisis  
mensuales, en caso de exceder el 1% se cambiará de proveedor.

#### AGUA

Se somete a un tratamiento diario de cloración a una concentra-  
ción de 0.03 ppm de cloro libre, empleando hipoclorito de sodio.

Si existe dureza en el agua originada por sales de calcio; se --  
ablandará con zeolitas o resinas, puesto que al estar presentes  
estas sales endurecen prematuramente el gluten disminuyendo la -  
"vida de anaquel" del producto en un 60%.

## GRASAS

El punto de fusión deberá ser aproximadamente 45° C.

Se cuantean los alfa mono glicéridos (cuyo valor promedio es --  
0.5%) y con objeto de darle mayor plasticidad se le agregan esta  
bilizadores de espumas hasta el 3%. *agui*

### ④ b) Producto Final:

La "apariencia" depende del tamaño, forma, brillo, con  
sistencia, color y deterioro exterior.

La "textura" es la sensación de firmeza en la boca y -  
en la mano, blandura, jugosidad, chiclosidad, etc.

El "color" del producto se puede comparar con discos -  
pintados, empleando siempre el mismo tipo de luz (10).

La "textura" al medir la resistencia que opone a la --  
fuerza con que se comprime o desgarrá (fig. 7 y 8).

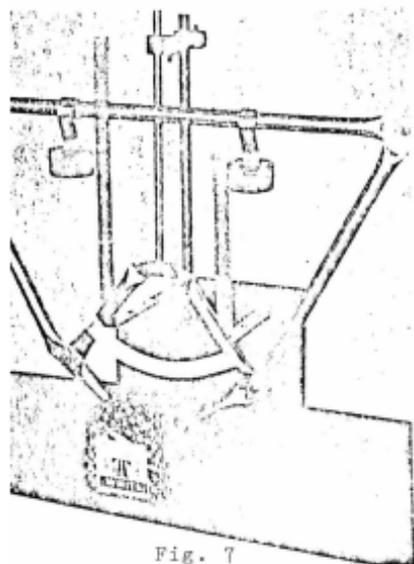


Fig. 7

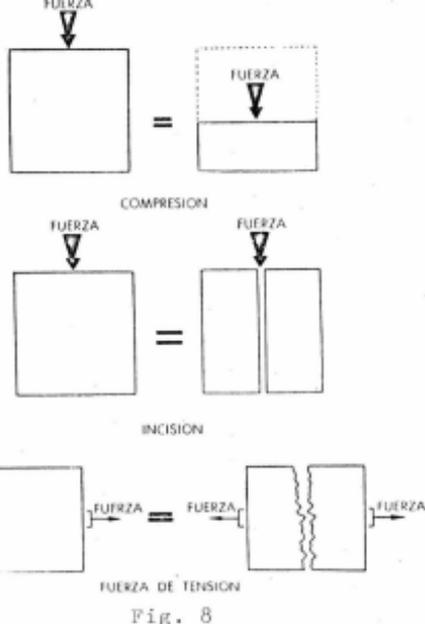


Fig. 8

El "sabor" que incluye al "olor" se puede medir por PANELES DE SABOR o CATADORES.

La "textura" influye en el olfato y el gusto real, en la solubilidad y la volatilidad, pero no ha sido estudiada completamente. *aquí*

*ver tesis ① pag 48 VII*

## C A P I T U L O VII

### CONSIDERACIONES ECONOMICAS

A continuación se presentan algunos datos y cifras que oficialmente se engloban en la rama de panadería, como la producción de trigo, consumo de maíz, etc. Se incluyen éstos datos por considerarse importantes para la planeación y proyección futura de la industria panificadora.

#### VII.2 PRODUCCION.

La rama industrial comprende tres subgrupos, de acuerdo con las características y similitudes de sus productos, métodos de fabricación, importancia económica y usos y destinos de la producción. Los productos de esta rama se destinan a la alimentación humana. Las clases industriales, así como su aportación en --

porcientos al valor del producto de la rama, se exponen a continuación. ( 19 )

GRUPO		MANUFACTURA DE PRODUCTOS - - ALIMENTICIOS, EXCEPTO REBIDAS.	PORCENTAJE PROMEDIO
Subgrupo	205	Manufactura de productos de moli- lino, excepto los de azúcar. -	41.6
Clase	2051	Molienda de trigo.	16.6
Clase	2052	Molienda de nixtamal.	25.0
Subgrupo	206	Manufactura de productos de pa- nadería y pastelería.	58.4
Clase	2061	Manufactura de productos de pa- nadería y pastelería.	30.0
Subgrupo	209	Industrias alimenticias diver- sas.	28.4
Clase	2093	Fabricación de tortillas.	28.4
		T O T A L.-	100.0

CONTRIBUCION AL PRODUCTO INTERNO BRUTO.( 18 )

a) En millones de pesos de 1960.

el producto total de la rama fué:

10,620 en 1960

14,368 en 1965

19,644 en 1970

21,983 en 1973

b) En millones de pesos corrientes fué:

16,555 en 1965

25,114 en 1970

29,806 en 1971

32,910 en 1972

38,773 en 1973.

Los valores del producto de las clases industriales que integran esta rama difieren de los censales porque en éstos no está considerado el alto valor de la producción familiar, que fue necesario tomar en cuenta puesto que este estudio se hizo al nivel nacional.( 19 )

La estructura porcentual del P I B a precios de 1960 es como sigue:( 20 )

1960	1965	1970	1971	1972	1973
7.06	6.77	6.62	6.47	6.56	6.21

El índice de precios del P I B en esta actividad (1960 = 100)

1960	1965	1970	1971	1972	1973
100.0	115.2	127.8	150.2	157.2	176.4



La Secretaría de Industria y Comercio, ha publicado datos referentes a 1970 en un censo de 8,463 establecimientos escogidos - en toda la república arrojando los siguientes datos:

Personal ocupado total	49,102
Remuneraciones totales	467,509,000.00 anuales
Capital invertido	752,962,000.00
Activos fijos brutos	723,515,000.00
Inversión fija bruta	120,044,000.00
Producción bruta total	2,712,560,000.00
Materias primas consumidas	1,728,432,000.00
Otros insumos	414,201,000.00
Valor agregado censal bruto	1,069,626,000.00

Los 8,463 establecimientos censados se subdividieron por el valor de activos fijos brutos (en millares de pesos) de la siguiente manera:

Fabricantes de pan y pasteles \_\_\_\_\_ 8,463

de            a        25 \_\_\_\_\_ 6,514

de        26 a        100 \_\_\_\_\_ 1,105

de        101 a        500 \_\_\_\_\_ 708

de        501 a    1,500 \_\_\_\_\_ 106

de    1,501 a    3,000 \_\_\_\_\_ 11

de    3,001 a    5,000 \_\_\_\_\_ 8

de    5,001 a 10,000 \_\_\_\_\_ 3

de 10,001 a 35,000 \_\_\_\_\_ 4

de 50,001 a 75,000 \_\_\_\_\_ 4

NOTA: El censo no incluye todos los establecimientos, pero es un buen indicativo nacional.

VII.3 SITUACION QUE GUARDAN LAS HARINAS EN MEXICO. AÑO -  
1968. ( 13 )

México ha llegado a ser un país exportador de trigo en los últimos años y, aunque el consumo de este cereal es bajo comparado con otros países, podría producir más trigo de acuerdo con el área que se puede cultivar y las variedades y técnicas seguidas para lograr altos rendimientos en el campo. Por esta razón, las industrias de panificación, pastas y galletas usan básicamente harina de trigo como materia prima en la elaboración de estos productos.

La producción de trigo en México ha llegado a superar 1,5 millo-

nes de toneladas por año, de las cuales el 80% lo consume la industria local, que tiene capacidad excedente y cuenta con molinos muy modernos que producen los diferentes tipos de harina con las especificaciones que requieren las industrias usuarias de esta materia prima.

El sector de bajos ingresos del país consume cantidades relativamente altas de maíz en forma de tortillas, hechas en un alto porcentaje por el procedimiento tradicional. Por esta vía, el pueblo de México consume aproximadamente 7 millones de toneladas de los 9 millones que ha llegado a producir; el resto, exporta una parte y la otra va a las industrias de alimentos balanceados y de almidones y otros subproductos. México produce 100,000 tons. al año de harina para tortillas).

En general, se puede decir que en México la gente gusta de comer tortillas y que esta costumbre está más fuertemente arraigada a medida que sus ingresos económicos son menores. Por esta razón, ha sido un motivo de preocupación para el sector oficial suministrar el maíz que sea necesario para llenar esta necesidad y también el producir una harina de maíz que sirve para hacer masa -- para tortillas con simple adición de agua, eliminando así mucha mano de obra que para ciertos niveles no siempre está disponible.

En México existe un consumo de cerca de 200 Kg, de maíz "per capita" al año, mientras que el trigo alcanza aproximadamente sólo la quinta parte de esta cantidad; esto tomando en cuenta que poco menos del 50% de la población vive en el campo en poblados -- con no más de 2.000 habitantes.

Uno de los principales factores que ha hecho posible la autosuficiencia de México en maíz y trigo es el desarrollo de nuevas variedades de semillas para diversas altitudes y condiciones -- ecológicas. Actualmente se cuenta con más de una decena de variedades e híbridos en cada uno de estos cereales. Además, en este campo, México ha estado ayudando a algunos países en el -- mundo para resolver el problema de producir el trigo que necesitan.

Como se ha visto por las cifras anteriores la situación de México es favorable para este tipo de productos que requieren un -- cambio del sistema artesanal al moderno, apoyándonos en los índices Macroeconómicos de incremento de población y por ende ampliación del mercado potencial, además de disponer en cantidad

suficiente de las materias primas necesarias para la fabricación representan un aliciente para invertir y crear tecnología nacional.

## C A P I T U L O VIII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- 1.- El crecimiento explosivo de la población agrava el problema de alimentación en nuestro país y el injusto reparto de la riqueza obliga a buscar nuevas formas de satisfacción de necesidades, más eficientes, que permitan disminuir el precio de los alimentos y/o aumentar el valor nutritivo de los mismos.
- 2.- El hecho de que la producción de trigo haya alcanzado la autosuficiencia en nuestro país, y que la población se multiplique a una tasa del 3.5%, garantiza los insumos, mano de obra y aumento del mercado potencial que la industria panificadora requerirá en un futuro inmediato.

- 3.- En un país cuyos problemas básicos están íntimamente relacionados con la sub-alimentación. (50% de la población con carencias alimenticias), y dado el avance tecnológico de este renglón en países altamente industrializados, es fácilmente explicable que industrias nacionales se expandan a gran velocidad por medio del uso de la tecnología necesaria, existiendo posibilidades para los industriales que estén dispuestos a superar la etapa artesanal.
- 4.- Dado el gran desconocimiento que existe entre las personas dedicadas a este proceso de transformación, los esfuerzos en programas de investigación y cursos de capacitación, serán muy productivos, aún cuando no sean de gran envergadura.

- 3.- En un país cuyos problemas básicos están íntimamente relacionados con la sub-alimentación. (50% de la población con carencias alimenticias), y dado el avance tecnológico de este renglón en países altamente industrializados, es fácilmente explicable que industrias nacionales se expandan a gran velocidad por medio del uso de la tecnología necesaria, existiendo posibilidades para los industriales que estén dispuestos a superar la etapa artesanal.
- 4.- Dado el gran desconocimiento que existe entre las personas dedicadas a este proceso de transformación, los esfuerzos en programas de investigación y cursos de capacitación, serán muy productivos, aún cuando no sean de gran envergadura.

5.- Por la necesidad de "explotar" este proceso a nivel Industrial, existe un campo potencial de trabajo para profesionales capacitados y muy especialmente para Ingenieros Químicos que deseen dedicarse a esta actividad.

Por las conclusiones anteriores se recomienda:

- 1.- Recopilar la información existente sobre materias primas básicas, "en especial sobre el proceso de molienda de trigo".
- 2.- Recopilar información sobre las etapas del proceso general, muy especialmente la de fermentación pues es la más difícil de controlar y la que más influencia ejerce en las características del producto final.
- 3.- Conociendo al elemento humano que se dedica a trabajar en

este ramo, se deberá seleccionar el más adecuado y programar cursos de capacitación básica que propicien el cambio de actitud ante el trabajo, para que a su vez induzcan a sus compañeros a trabajar "más" técnicamente.

4.- Permitir la participación del material humano disponible con formación técnica adecuada, quienes podrán en un futuro capacitar al personal altamente calificado que tendrá que dirigir a la Industria hacia la especialización y expansión.

5.- Analizar la lista de productos existentes, deshechando aquellos cuya venta no esté justificada, especializándose en los que la demanda sea mayor y agregando aquellos cuya calidad aumente el prestigio de la Firma.

6.- Tomar las medidas necesarias para la adición de las siguien

tes etapas al proceso:

a) Control de calidad

b) Pre-mezclas

c) Dosificación

d) Recuperación

7.- Programar la producción para cada tipo de pan, de acuerdo -

a los tiempos de cada etapa.

8.- Alternar periódica y sistemáticamente el trabajo de cada -

horno, disminuyendo el gasto de combustible.

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- Autores Varios  
Encyclopedia Britanica  
XVII Edición, Vól. IV, pág. 64-68  
Encyclopedia Britanica Inc.  
London England 1949.
  
- 2.- Norman N. Potter. Ph. D.  
Ciencia de los alimentos  
1a. Edición especial en español pág. 85-141-359-378-509-536  
Centro Regional de Ayuda Técnica ( AID )  
México - Buenos Aires 1973.
  
- 3.- Samuel A. Matz Ph. D.  
Bakery Technology & Engineering  
1a. Edición pág. 247-298  
The Avi Publishing Co. Inc.  
Westport Conn. 1960.
  
- 4.- Prescott Samuel SC. D. & Proctor Bernard Ph. D.  
Food Technology  
1a. Edición pág. 368-386,  
Mc. Graw Hill Co. Inc.  
New York London 1937.

- 5.- Brennan J.G. Butters J.R. Cowell N.D.  
Lilly A.E.  
Las Operaciones de la Ingeniería de los alimentos  
1a. Edición en español pág. 11-67,331-333  
Zaragoza España 1970.
- 6.- Autores Varios  
Solid Liquid Contacting  
1a. Edición, Vol. II, pág. 13-15  
American Institute of Chemical Eng.  
México 1960.
- 7.- Chichester C.O. & Mrak E.M.  
Advances in Food Research  
1a. Edición, Tomo I, pág. 335-340,433-437.  
Academic Press. Inc.  
New York London 1968.
- 8.- Peterson J. Ph. D.  
Encyclopedia of Food Technology. and  
Food science series  
3a. Edición, Vol. II, pág. 92,84-86,764-766.  
The Avi Publishing Co. Inc.  
Westport Conn. 1974.

- 9.- Kramer A. Ph. D. Twigg B. Ph. D.  
Quality Control for the food Industry  
3a. Edición, Vól. I, pág. 10-19,106,237  
The Avi Publishing Co. Inc.  
Westport Conn. 1970.
- 10.- Kotschevar L. Ph. D.  
Standards, Principles and Techiques in  
Quality Food Production  
3a. Edición Pág. 399-460.  
Cahners Publishing Co. Inc.  
Boston Mass. 1974.
- 11.- Longree K. & Blaker G.  
Técnicas Sanitarias para el manejo de los alimentos  
1a. Edición en español, pág. 215-222,17-34.  
Centro Geogional de Ayuda Técnica ( AID )  
México Buenos Aires 1972.
- 12.- Hyman D.  
Mixing and Agitation  
Advances in chemical Engiheering  
1a. Edición pág. 1-9  
Academic Press Inc.  
United States of America 1962.

- 13.- Autores Varios  
Reunión Latinoamericana de Especialistas en Elaboración de  
Harinas y Panificación  
Editada bajo los auspicios de CECTAL, UNESCO, pág. 26-29  
Río de Janeiro Brasil, 1969.
- 14.- Autores varios  
Tabla de Composición de alimentos para uso en América Latina  
Preparada bajo los auspicios del INCAP. ICNND pág. 12-62  
Guatemala 1961.
- 15.- Monroy J. A.  
Corporación de Panaderías, S.A.  
Archivo Técnico 1975-1976  
México, D.F. 1976.
- 16.- Autores Varios  
Dirección General de Economía Agrícola  
Secretaría de Agricultura y Ganadería  
Boletín Interno No.28  
Vól. XI pág. 1-8  
México, 27-VI-75.

- 17.- Autores Varios  
IX CENSO INDUSTRIAL  
Dirección General de Estadística  
Secretaría de Industria y Comercio resúmen general referente  
a 1970  
Tomo I pág. 8,81,188  
México, D.F. 1973.
- 18.- Autores Varios  
Informe Anual (1975) Banco de México, S.A.  
Quincuagésima sexta asamblea General ordinaria de accionistas  
Banco de México, S.A.
- 19.- Autores Varios  
Informe sobre alimentos  
Centro de Estudios Económicos y Sociales del tercer mundo  
Edición inicial pág. 1-8,12-15  
México, D.F. 1976.
- 20.- Autores Varios  
México en cifras 1975  
Editado por el Banco Nacional de México, S.A. pág. 2,4,5  
México, D.F. 1975.

PERIODO (Nombre)	EDAD (años)	PESO (Kg)	ENERGIA (Kcal/Kg peso)	PROTEINAS (g/Kg de pesos)
Niños (ambos sexos)	0__1	3.5__9.0	120__110	2.5__2.3
	1__2	9.1__10.6	109__100	2.3__2.7
	2__3	10.7__14.0	99__90	2.7__2.5
	3__6	14.1__18.2	89__85	2.5__2.2
	6__10	18.3__27.0	84__80	2.2__2.0
Adolescentes (Masc.)	11__13	28.0__40.0	79__65	1.9__1.5
	14__18	41.0__60.0	64__50	1.5__1.3
Adolescentes (Fem.)	11__18	28.0__54.0	79__42	1.9__1.3
Hombres	18__35	60.0__65.0	50__43	1.35__1.28
	36__55 ó más	65.0__70.0	42__45	
Mujeres	18__35	54.0__56.0	43__35	1.30__1.28
	36__55 ó más			

A N E X O No. 1 (14)

COMPOSICION DE CUATRO TIPOS DE PAN

(Con 100 gm. de peso cada uno)

Tipo de Pan	Valor Energético (calorías)	Humedad (%)	Cantidad de Proteína (gm.)	Cantidad de Grasa (gm.)
Centeno	261	35	8.8	0.7
Blanco	307	24	9.3	0.7
Francés	286	23	10.0	1.8
Integral	364	29	9.4	1.5
	Hidratos de Carbono	Fibra (gm)	Ceniza (gm)	Porción no (%) Comestible
Centeno	53.4	1.2	1.7	0
Blanco	64.4	0.5	1.5	0
Francés	63.1	0.4	1.4	0
Integral	57.5	1.0	2.1	0
	Calcio (gm)	Fósforo (gm)	Hierro (mg)	Vitamina A (gm)
Centeno	38	178	2.8	0
Blanco	32	110	1.7	0
Francés	32	101	1.8	0
Integral	49	209	3.6	0
	Tiamina (mg)	Riboflavina (mg)	Niacina (mg)	Ac. Ascórbico (mg)
Centeno	0.19	0.08	1.1	0
Blanco	0.10	0.06	1.1	0
Francés	0.08	0.06	1.2	0
Integral	0.19	0.13	2.2	0