

42  
D. García



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

TECNOLOGIA PARA LA ELABORACION DE PASTAS ALIMENTARIAS

TRABAJO MONOGRAFICO MANCOMUNADO

Que para obtener el Título de:  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

Presentan

BLANCA LYDIA GARCIA VALDEZ Y  
PATRICIA ORTIZ CARDENAS

1985



## **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 está 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.

# I N D I C E .

	PAG.
INDICE DE FIGURAS-----	III
INDICE DE TABLAS-----	IV
OBJETIVOS-----	1
I. INTRODUCCION-----	2
I.1 Antecedentes históricos-----	2
I.2 Legislación-----	4
I.3 Estadísticas de producción-----	6
II. NOCIONES GENERALES-----	9
II.1 Definiciones-----	9
II.2 Clasificación-----	11
II.3 Composición (valor nutritivo)-----	19
III. MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS EN LA FABRICACION DE PASTAS PARA SOPA-----	22
III.1 Ingredientes opcionales-----	22
III.2 Agua-----	26
III.3 Trigo -----	28
III.4 Producción de sémola-----	36
IV. FABRICACION-----	40
IV.1 Proceso discontinuo-----	40
IV.2 Proceso continuo-----	52
IV.3 Secado-----	55
IV.4 Empacado -----	60
V. EQUIPO EMPLEADO-----	64
V.1 Dosificadores-----	64
V.2 Mezcladores-----	66
V.3 Cámara de vacío-----	67

	PAG
V.4 Amasadores y refinadores.....	69
V.5 Prensas continuas.....	69
V.6 Cortadores.....	74
V.7 Laminadoras.....	77
V.8 Rodillos calibradores.....	77
V.9 Troqueladoras.....	77
V.10 Moldes.....	81
V.11 Máquinas lava-moldes.....	85
V.12.Secado.....	86
V.13 Empacadoras.....	97
VI. CONTROL EN EL PROCESO.....	102
VI.1 Control de la formulación y pesado en ingredientes.....	103
VI.2 Temperatura del agua de mezclado.....	103
VI.3 Presión de la barrena o sin fin.....	104
VI.4 Presión de vacío.....	105
VI.5 Humedad de la pasta al salir de la prensa.....	105
VI.6 Humedad y apariencia de la pasta en el presecado.....	105'
VI.7 Humedad relativa en la sala.....	105'
VI.8 Humedad final en la pasta.....	105'
VI.9 Apariencia final en la pasta.....	108
VI.10 Calibre de la pasta.....	109
VII. CONTROL DE CALIDAD EN PASTAS PARA SOPA.....	111
VII.1 Características de la sémola.....	111
VII.2 Características de agua empleada en la fabricación.....	115
VII.3 Características del huevo.....	116
VII.4 Características del producto terminado.....	117
VIII. CONCLUSIONES.....	126
IX. BIBLIOGRAFIA.....	127

## INDICE DE FIGURAS .

FIGURA	PAG.
III. 1 GRANO DE TRIGO_____	29
V.1 Corte transversal de una prensa de extrucción continua-----	70
V.A Esquema de una cuchilla fija-----	76
V.B Representación de una cuchilla móvil-----	76
V.2 Rodillos calibradores-----	78
V.3 Extrucción de lámina de pasta para sopa-----	79
V.4 Cuarto de lavado de moldes-----	87
V.5. Circulación de aire dentro de un secador para pastas cortas	89
V.6 Esquema de circulación de aire y movimiento de pasta en un tipo de secador para pasta larga-----	90
V.7 Vista transversal que muestra el movimiento de la pasta en un tipo de secador para pastas cortas-----	91
V.9 Representación de un tipo de secador para pastas cortas----	95
V.10 Circulación de aire en un tipo de secador para pastas largas	96
V.11 Recorrido de pasta corta desde su salida de la prensa hasta el empaque-----	98
V.12 Un tipo de llenadoras de pastas largas-----	100
V.13 Máquina pesadora-----	101
V.14 Complemento de máquina pesadora-----	101'
VI.1 Ejemplo de una curva óptima de secado-----	107

# INDICE DE TABLAS .

TABLA	PAG
I.1 Valor de la producción anual de pastas alimenticias, 1985 - 1983.-----	7
I.2 ]Volumen de la producción en toneladas por mes de pas- tas alimenticias, 1975 - 1982 -----	8
II.1 Vitaminas y minerales agregados como enriquecedores a las pastas para sopa por cada ]kg de producto-----	14
II.2 Composición de macarrón y pasta menuda-----	17
III.1 Cantidades máximas tolerables de los compuestos que se pueden encontrar en el agua empleada en la fabri- cación de pastas para sopa-----	27
III.2 Clasificación del trigo desde un pto. de vista botánico-----	31
III.3 Clasificación de trigos en base a características no,botanica	32
III.4 Trigos en México-----	33
III.5 Composición del T. durum-----	35
III.6 Composición de semolina consideradas de buena calidad para la elaboración de pastas para sopa-----	38
VII.1 Límites máximos de algunos compuestos encontrados en el agua potable, aceptados y reportados por la SSA.-----	122
VII.2 Sólidos de huevo contenidos en difs. prods. de huevo-----	123

## OBJETIVOS.

Las pastas para sopa forman parte del menú diario del común de la población mexicana y aún cuando no son de origen nacional (1), poco a poco han ido ocupando un sitio casi indispensable en la dieta diaria, esto gracias a sus características tan especiales, que no comparten con otros alimentos, como son: su delicado sabor (2); la gran variedad de formas en que pueden ser preparadas, que le brinda la facilidad de satisfacer a muy diversos gustos; valor nutritivo (3,4) que puede ser fácilmente incrementado al ser preparadas con adición de otros nutrimentos como quesos y carnes; bajo costo, que ayuda a las amas de casa en su economía.

Debido a la gran importancia de las pastas para sopa, uno de los objetivos del presente trabajo es exponer la información recopilada en diversas fuentes, en forma sencilla, a fin de que pueda ser empleada por estudiantes de materias afines, así como por diversas personas interesadas en el tema.

Otro objetivo es el de ayudar a subsanar las carencias que se tienen en México, en lo referente a información en español sobre fabricación de pastas alimenticias.

**I N T R O D U C C I O N .**

## I. INTRODUCCION.

### I.1. ANTECEDENTES HISTORICOS.

Si bien, el origen de la preparación de los productos macarroneros no es italiano sino japonés (1), es en Italia a donde llegó en el siglo XIV a través de Alemania, donde ha alcanzado el máximo desarrollo, favorecido por el clima particularmente propicio de algunas regiones del litoral italiano; así como por el perfeccionamiento del equipo utilizado y por lo tanto el proceso de fabricación (5). Es también Italia, el país donde la gente consume mayor cantidad de tales productos, que en cualquier otra parte del mundo, a razón de 30 Kg. por habitante cada año (2), de modo que se considera un alimento básico del pueblo italiano.

Inicialmente el papel de las pastas alimenticias era reemplazar al pan, para lo cual se preparaban presentándolas en forma atrayente al consumidor (5), pero su formulación básica era la misma que en la actualidad; harina de trigo con una cierta cantidad de agua.

En sus principios, las pastas eran elaboradas manualmente, pero este tipo de trabajo se fué sustituyendo poco a poco por el mecánico. Las primeras máqui

nas para el proceso de fabricación de macarrón se originaron a principios del siglo XIX y en esa época la fuente de energía empleada eran los caballos (6).

Una de las innovaciones más revolucionarias fué el cambio de las prensas de presión discontinuas por las continuas. Para el año de 1935 prácticamente todos los productos macarroneros empleaban en su fabricación prensas continuas.

En 1939 fué patentado el sistema de vacío adaptado a prensas macarroneras, pero debido a que el cambio de las prensas del tipo de pistón por las prensas de tornillo requería de bastante tiempo, esta innovación no tuvo aceptación y no fué sino hasta 1953 cuando en Milán se presentó una prensa adaptada con sistema de vacío en funcionamiento; a partir de ésta fecha tal sistema se difundió grandemente (6).

En la actualidad, las pastas alimenticias se encuentran difundidas en diversos países del mundo y ello gracias a factores que conciernen tanto a la pasta como a la materia prima. Al respecto se pueden señalar algunas características que han contribuido a tal aceptación mundial:

- Pueden ser producidas en gran número de diferentes formas.
- Adaptación de las pastas alimenticias a diversos gustos, gracias a la facilidad de prepararlas con gran variedad de condimentos (2).

- Prolongada vida de anaquel del producto seco (6).
- Tiempo de preparación corto, comprendido entre el intervalo de 5 y 20 minutos, dependiendo de la forma de la pasta (2).
- El cereal, trigo, del que se obtiene la materia prima es el más difundido y de mayor producción en el mundo (2).
- Alto contenido calórico (3).

Todas estas características, sirven para explicar el por qué los productos macarroneros son consumidos en países de costumbres alimenticias tan distintas, como por ejemplo Argentina, Japón, Estados Unidos, Francia, Austria, Italia, México, (2).

## 1.2 LEGISLACION.

Inicialmente, como es de suponerse, no existía --reglamentación alguna que indicara las características de la materia prima, de las pastas en sí, como tampoco ninguna en la que se indicara las proporciones en las que se debían utilizar tales materias primas y aditivos en general; todo esto daba como resultado desorientación en el comprador y por lo tanto, una disminución en el consumo de ellas.

La necesidad de remediar tales carencias, así como de evitar fraudes en la fabricación de las pastas alimenticias fueron sentidas primeramente en los más -

importantes y antiguos países productores de pastas, - como: Alemania, Francia y Estados Unidos. En 1939 se - promulga en Francia una ley, en la que se reglamenta - la fabricación (5) y que junto con otros decretos y - acuerdos (1912, 1942, 1943, 1946), cubrieron dichas ne - cesidades. Muy poco tiempo después se elaboraron y pu - sieron en práctica las correspondientes normas estado - unidenses y más tarde las mexicanas.

El 17 de agosto de 1960, en México, es aprobada - la "Norma Oficial Mexicana Para Harina de Trigo" (7), en la que se estipulan definiciones del producto, cla - sificación, especificaciones en las que se incluyen -- humedad, cenizas, fibra cruda, etc.

La "Norma Oficial de Etiquetado o Rotulación de - Alimentos y Bebidas Alimenticias", publicada en el Dí - rio Oficial de la Federación el 14 de octubre de 1972, establece los "principios y terminología que se debe - aplicar en el etiquetado o rotulación de alimentos y - bebidas a fín de orientar al consumidor proporcionándo - le mediante leyendas, dibujos y demás descripciones fi - jadas sobre los envases que contengan alimentos o bebi - das, datos útiles y veraces relativos a estos produc - tos", (8).

En 1980 fué publicada en el mismo diario oficial la "Norma Oficial Mexicana Para Sopa y sus Variedades", que cancela la similar publicada en 1979, y en ella se establecen "las especificaciones que deben cumplir las pastas de harina de trigo y/o semolina para sopas y sus variedades, que se emplean para preparar además de sopa otros platillos", (9).

### 1.3 ESTADISTICAS DE PRODUCCION.

La tabla I.1 ( 11, 12, 13, 14, 15 y 16) brinda información acerca de la cantidad de pasta alimenticia - producida en los años de 1975 a 1983, estos datos muestran como la producción, y por lo tanto el consumo, se ven incrementados año con año aún cuando su valor cambió de aproximadamente \$5.00 el kilogramo en 1975 hasta cerca de \$200.00 por kilogramo en 1985, según se -- puede apreciar en los datos contenidos en la tabla I.1 y otros obtenidos del mercado (1985). Este necesario - incremento en la producción es debido a que, por su relativamente bajo costo, las pastas forman parte de la canasta de consumo popular, (17).

En la tabla I.2 (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16) se - encuentran reportados los datos de la producción men--sual de 1975 a 1982, en ellos puede apreciarse que du--rante el curso del año el consumo se mantiene constan--te, excepto en la época en la que se manifiesta mayor incremento en la temperatura, que es también la de más variedad de frutas y a menor costo en el mercado, fac--tores todos que Influyen en la reducción del consumo - de pastas preparadas en forma de sopa.

TABLA 1.1. VALOR DE LA PRODUCCION ANUAL DE PASTAS ALIMENTICIAS  
 1975 - 1983

CLASE DE ACTIVIDAD	1975		1976		1977	
	Volumen tons.	Valor miles de \$	Volumen tons.	Valor miles de \$	Volumen tons.	Valor miles de \$
Pastas alimenticias	104980	515461	119083	744528	125756	950428
	1978		1979		1980	
	Volumen tons.	Valor miles de \$	Volumen tons.	Valor miles de \$	Volumen tons.	Valor miles de \$
Pastas alimenticias	128952	1036784	134381	1244024	135662	1428776
	1981		1982		1983	
	Volumen tons.	Valor miles de \$	Volumen tons.	Valor miles de \$	Volumen tons.	Valor miles de \$
Pastas alimenticias	138133	1815618	146464	3702759	148776	7978311

TABLA I.2 VOLUMEN DE LA PRODUCCION EN TONELADAS POR MES DE  
PASTA ALIMENTICIA, 1975 - 1982.

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
ENERO	8691	10239	10442	11275	11681	11810	11312	11312
FEBRERO	8730	10333	9718	10026	10910	11518	10903	11326
MARZO	7429	11057	11134	8733	11914	11792	12134	13530
ABRIL	9276	7505	8493	11353	8219	10406	11795	8649
MAYO	10167	8481	10740	10810	11420	11216	11912	12541
JUNIO	9977	8818	10806	9822	11671	11674	11339	12865
JULIO	8892	10477	10639	10891	11532	10693	11831	13175
AGOSTO	8195	9896	11813	11810	11818	10393	12136	13252
SEPT.	7930	11135	10379	10410	11214	11304	11265	12572
OCT.	8970	11596	10380	11137	11456	12228	11926	12571
NOV.	8269	10037	10122	11704	11379	11539	11486	12970
DEC.	8094	9459	11090	10961	11167	11089	10094	11703
TOTAL	104980	119083	125756	128932	134381	135662	138133	146464

N O C I O N E S

G E N E R A L E S .

## II. NOCIONES GENERALES.

### II.1. DEFINICIONES.

Las siguientes definiciones son extraídas tanto de la norma oficial mexicana NOM-F-23-S-1980 (9) como de las definiciones generales para productos macarroneros y fideos.

#### a. PASTA ALIMENTICIA PARA SOPA.

Son los alimentos preparados por la desecación de las figuras formadas de masa hecha a partir de semolina, harina de trigo duro, harina de trigo harinero, o cualquier combinación de dos o más de éstos con agua, en proporción de 34 partes de harina por 6 a 10 partes de agua dependiendo de el tipo de pasta a elaborar (17) y con o sin uno o más de los ingredientes opcionales - autorizados, a saber:

- Albúmina, clara de huevo congelada y pasteurizada, no menos del 4.2% de sólidos de huevo entero líquido o de yema de huevo líquido.
- Fosfato disódico.

- Cebollas, apio, ajo, hojas de laurel, tomate, espinacas, zanahorias, betabel o cualquiera de dos o más de éstos en cantidad no menor del -- 3.0% del vegetal deshidratado en el producto -- terminado.
- Sal.
- Gluten, de 9 a 10% en peso del producto termi-- nado.

b. PASTAS LARGAS.

1. MACARRON es el producto obtenido por la de-- secación de unidades de forma tubular de más de 2.79 mm de diámetro pero no más de 6.86 - mm de diámetro.
2. SPAGHETTI, se le llama así al producto resul-- tante de la desecación de unidades en forma de tubo o de cordón (no tubular) y de más de 1.52 mm de diámetro pero no más de 2.79 mm - de diámetro, (1).

c. FIDEO

El fideo es el producto macarronero cuyas -- unidades tienen forma de cordón (no tubular) y de no -- más de 1.52 mm de diámetro.

d. RAVIOLI.

Son cuadros de pastas cuyos lados miden de - 20 a 40 mm aproximadamente y con un espesor de 1 mm.

Es del conocimiento popular que no son estas las únicas formas en que se procesan las pastas alimenticias, existiendo gran variedad de ellas, pero si son éstas las que se encuentran normalizadas en lo que se refiere a forma y dimensiones.

e. PASTAS CORTAS.

Por mencionar sólo algunas de las formas en las que se procesa la pasta alimenticia para sopa, en su tipo corta en México se anotan: piperín, alfabeto, lenteja, munición, animales y otras muchas cuyas especificaciones de color, olor, consistencia- composición, -- etc. no están normalizadas.

II.2. CLASIFICACION.

Se puede considerar una clasificación en la cual se tome en cuenta simplemente la forma dada a la pasta durante su elaboración y sin considerar la composición empleada en su preparación y viceversa, esto es, considerando unicamente la composición de la misma. En base a esto se puede hablar de dos clasificaciones:

II.2.a La primera, en base a la forma imprimida a la pasta durante su fabricación y de acuerdo a la cual se tiene:

a. PASTAS LARGAS, a este tipo pertenecen el spaghetti, macarrones, tallarines, lasagna, etc.

b. PASTAS CORTAS, entre las cuales se pueden diferenciar huecas como el codito y la concha; me--

nudas, por ejemplo, lenguita, pipirín, pescaditos, etc.: y fantasía o troqueladas como la almeja y la corbata entre otras.

- c. FIDEOS, que por sus características de presentación no corresponde a ninguna de las anteriores.

II.2.b Para la segunda clasificación se tomarán en cuenta los ingredientes que intervienen en la formación de la masa, esta clasificación abarca los tipos de pasta I, II y III señalados en la Norma Oficial Mexicana, (9):

- a. PASTA NORMAL, se entiende por este producto al elaborado por la desecación de figuras obtenidas del amasado de semolina y/o harina de trigo, agua potable y colorante.
- b. PASTA ENRIQUECIDA, este tipo de producto además de agua, harina y colorante incluye en su composición elementos que aumentan su valor nutritivo tales como: 1) sólidos de huevo entero o yema de huevo en cantidad no menor al 4.3%; huevo entero líquido o yema de huevo líquida no menos del 16.8%, de modo que el producto terminado, seco, contenga no menos del 0.5 y no más del 2.0% de sólidos de huevo.  
  
2) Puede contener gluten de trigo, en cantidad tal que el producto seco contenga de 9 a 10% en peso de gluten, (1).

- 3) la formulación normal puede ser enriquecida con vitaminas y minerales agregadas en las cantidades indicadas en la tabla II.1., para cada kilogramo de producto terminado.
- 4) Ingredientes no convencionales. Debido a que las pastas para sopa forman parte de la dieta de la población de escasos recursos en nuestro país (18) y en muchos otros, se han hecho estudios para mejorar el valor nutricional de éstos productos mediante la mezcla, en diferentes proporciones, de materias primas tales como la semilla de Amaratus leuco carpus (semilla de la alegría) - (19), harina de soya desengrasada cruda (20), concentrados proteínicos de origen lácteo (18,21), harinas de leguminosas (21,22), y otros más que no han sido popularizados aún.

c. PASTA CON VEGETALES. Para dar sabor y color, diferentes, que hagan más atractivas las pastas, a la formulación normal se le adicionan vegetales deshidratados en tal cantidad que proporcionen no menos del 3.0% de vegetal en el producto terminado. Algunos vegetales adicionados a las pastas son zanahoria, tomate, espinaca, betabel, azafrán, etc.

TABLA II.1 VITAMINAS Y MINERALES AGREGADAS COMO ENRIQUECEDORES  
 A LAS PASTAS PARA SOPA, POR CADA KILOGRAMO DE PRO--  
 DUCTO. (FUENTE 5,6, 24)

ENRIQUECEDOR	NO MENOS DE	NO MAS DE
Tiamina	8.8 mg.	11.0 mg.
Riboflavina	3.7 mg.	4.8 mg.
Niacina o Niacinamida	59.5 mg.	75.0 mg.
Hierro	28.6 mg.	36.3 mg.
Opcionales:		
Vitamina D	550.5 USP	2202.0 USP
Calcio	1101.0 mg.	1376.2 mg.

Sin embargo, como es sabido, la calidad de las pastas alimenticias, como la de cualquier otro producto elaborado, dependen de la calidad de las mate rias primas empleadas en la fabricación.

Las buenas pastas alimenticias deben tener entre 12 y 13% de humedad para favorecer su conservación, pero también se deben considerar los aspectos de color, olor y sabor, además de las características de cocción; a continuación se dan los parámetros que se toman en cuenta para controlar tales ca racterísticas de las pastas alimenticias para sopa:

a. ASPECTO.

Las formas dadas a las pastas elaboradas - deben estar bien definidas, ser regulares; la pasta seca debe aparecer lisa al tacto, sin rugosidades, ni manchas negras o blan cas.

Muchos de los defectos que presentan las - pastas secas son índice de un mal control en el proceso o bien de maquinaria mal - - ajustada o deficiente. Las pastas largas - deben ser resistentes, guardando un cierto grado de elasticidad; no deben presentar - roturas o fracturas; deben ser translúci-- das, vítreas y no deben contener ningún -- punto de opacidad.

b. COLOR.

El color debe ser uniforme, con tinte am-- barino tanto en las pastas largas como en

las cortas, aunque un poco más claro en --  
las pastas laminadas.

c. OLOR Y SABOR.

El olor completamente definido, sano, que recuerde el de la sémola; las pastas deben tener un sabor agradable, no ácido.

d. COCCION.

En éste aspecto se deben considerar dos pa  
rámetros:

1o. La duración de la cocción.

2o. La manera en que la pasta se com--  
porte en el curso de la coción.

1o. La duración de la cocción depende del tipo de pasta (larga o corta), así como de la -  
materia prima empleada en la fabricación.

Por ejemplo las pastas de sémola requieren un tiempo mayor de cocción que las de hari  
na; así también, una pasta larga de buena calidad tiene un tiempo de cocción de 18 a 20 minutos, en tanto que una menuda de -  
idéntica calidad es cocida en 10 a 15 minu  
tos (5).

2o. Las pastas de buena calidad cocidas bajo -  
condiciones normales no deben presentar de  
formaciones; deben guardar un buen aspecto y permanecer firmes; las formas tubulares no deben sufrir aplastamientos.

TABLA II.2. COMPOSICION DE MACARRON Y PASTA MENUDA

(4. 23, 3).

COMPONENTE.	MACARRON NO ENRIQUE CIDO SECC.	MACARRON NO ENRI QUECIDO COCIDO.	SOPA DE PASTA	MACARRON PREPARADO
ENERGIA (cal/100g)	386.0	107.0	117.0	335.7
PROTEINA (%)	12.5	3.4	1.4	6.5
CHO (%)	74.0	23.0	11.5	32.9
FIBRA CRUDA (%)	0.3	0.1	0.1	0.15
GRASA (%)	1.2	0.4	7.0	19.5
CALCIO (mg/100g)	27.0	8.0	24.3	11.0
FIERRO (mg/100 g)	1.3	0.4	0.4	1.1
TIAMINA (mg)	0.09	0.01	0.02	0.04
RIBOFLAVINA (mg)	0.06	0.01	0.01	0.09
NIACINA (mg)	1.7	0.3	0.4	0.7
VITAMINA "A" (UI)	0.0	0.0	39.0	85.4
VITAMINA "C" (UI)	---	---	5.7	5.7

La pasta debe aumentar su volumen al doble y absorber la mitad de su peso en agua; después de la cocción no debe aparecer pastosa, ni desagradable y no desintegrarse durante el proceso lo cual indica pobreza de gluten, si hay desintegración en la pasta ello puede deberse a trabajo excesivo, defectuoso o un sobrecalentamiento en el curso del proceso. El agua de cocción debe permanecer tan limpia como sea posible y no cambiar a otro color, lo cual sería señal de que la pasta ha sido tintada artificialmente.

### II.3. COMPOSICION, (valor nutritivo).

La tabla II.2 muestra la composición del macarrón y con valores obtenidos para producto cocido, seco y - preparado con jitomate, ajo, cebolla y sal, los datos son expresados en base de 100 gramos de pasta, la cual fue elaborada de acuerdo a la definición de estándares para productos macarroneros sin ingredientes opcionales.

Dicha tabla indica que las pastas reúnen todos -- los elementos de una alimentación sana y racional. De acuerdo al proceso de fabricación se puede observar -- que ellas no están sujetas a fermentación, prácticamente no contienen celulosa, son fácilmente digeribles y por tal razón son recomendadas para estómagos delicados.

Autoridades médicas (5) han reconocido la superioridad de las pastas con respecto a las papas y el pan; en base a que 100 gramos de pasta producen 300 a 350 -- calorías mientras que la misma cantidad de papas no producen más de 100 calorías y el pan 250.

Según Woods y Snyder (1) el coeficiente de digestibilidad e las pastas en el siguiente:

Proteína	86.8%
Materia grasa	90.0%
Carbohidratos	97.4%
Calorías útiles	92.1%

Sin embargo, desde el punto de vista de su contenido vitamínico las pastas, considerandolas solas, son un alimento desequilibrado que carecen de vitaminas de las del complejo B; por lo tanto, un régimen que se -- basa exclusiva o abundantemente en las pastas puede -- provocar, a largo plazo, síntomas de avitaminosis.

El queso agregado a las pastas es un excelente -- aporte alimenticio, representa una contibución en vita minas A y de las del complejo B, y su adición en el mo mento de consumirlas presenta un equilibrio deseable.

Por lo anterior es evidente la conveniencia de -- consumir las pastas de preferencia combinadas con otros alimentos como la carne o el queso.

Entre las adiciones posibles de principios de nutrientes puros que ayuden al mejoramiento del valor - alimenticio de las pastas mediante productos naturales se tiene: adición de leche que proporciona a la pasta calcio y vitamina B<sub>2</sub>; adición de suero de leche que la enriquece con azúcar, fósforo y calcio; adición de soya que aumenta considerablemente el valor de las pastas como fuente de proteína (20, 21); adición de germen de cereales, la incorporación a la pasta de germen de tri go o de maíz es debida a que son fuente de minerales - como el fierro, cobre, etc., así como de vitaminas de las del complejo B; adición de proteína unicelular y lisina que enriquecen a la pasta.

Es de suponerse que para mejorar el valor nutriti vo de las pastas, es necesario sacrificar otras carac terísticas que son normales en pastas no enriquecidas

como lo es el aspecto, que se presenta rugoso en las -  
pastas enriquecidas; son también más frágiles, más - -  
blandas después de la cocción, etc. (5, 20).

MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS EN  
LA FABRICACION DE PASTAS PARA  
SOPA.

### III. MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS EN LA FABRICACION DE PASTAS PARA SOPA.

Del tipo y calidad de las materias primas, la proporción en que se combinen y la forma en que se procesen dependen las características del producto obtenido. No tratá éste trabajo de nuevos tipos de pastas -- enriquecidas, sino de las pastas que en la actualidad son las más consumidas en México, por lo tanto en éste capítulo se hace referencia a: tipo de trigo, harina -- y semolina, agua e ingredientes opcionales; en un orden que va de los que participan en menor cantidad y frecuencia, a los de mayor porcentaje en la masa y de acuerdo a ello se tiene:

III.1 Ingredientes opcionales.

III.2 Agua.

III.3 TRIGO

III.1 INGREDIENTES OPCIONALES.

Son los elementos que no siempre participan en la -- composición de la masa pero que en la actualidad están muy difundidos y se emplean cada día más, haciéndose -- muy común localizar pastas que contengan uno o más de -- ellos en el comercio, en éste grupo de ingredientes se localizan los siguientes:

1. PRODUCTOS PROTEINICOS.

A fin de mejorar el valor nutricional en lo que a proteína se refiere se puede agregar a la pasta: a) albúmina, clara de huevo pas

teurizada y congelada que representa la ventaja de ser mucho más barata que el mismo producto deshidratado debido a que representa menor costo de operación en su procesamiento. Aunque representa desventajas, tales como; la necesidad de contar con una cámara de refrigeración lo suficientemente grande como para contener el producto en cantidad necesaria para satisfacer los requerimientos de la fabricación durante varios días, a fin de no suspender el proceso por falta de materia prima; ocupa un espacio muy grande durante el almacenamiento; es de difícil conservación, ya que debido a su riqueza proteínica y su alto grado de humedad representa un medio ideal para la reproducción de bacterias y hongos lo cual impide su almacenamiento por grandes períodos de tiempo; es difícil de dosificar.

- b. Albúmina o huevo entero deshidratados. Presentan la desventaja de su elevado costo en comparación al producto congelado y pasteurizado, pero también las ventajas de su fácil almacenamiento por no requerir cámara de refrigeración; ocupa menor espacio para la misma cantidad de proteína; fácil transportación; sencilla dosificación; no es difícil su conservación por el bajo contenido de humedad.

Ambos productos se deben dosificar en cantidad tal que la pasta terminada no contenga menos del 0.5% y no más del 2.0% de sólidos totales en peso.

- c. Otra opción para elevar el contenido proteínico de las pastas es agregar gluten de trigo, - en cantidad tal que el contenido de proteína - en el producto terminado no sea más del 13% en peso, (1).

## 2. PRODUCTOS SAZONADORES.

Para mejorar el sabor, dar una mayor variedad y cambiar el aspecto de la pasta a fin de ampliar su mercado, el fabricante puede agregar sazonadores como cebolla, apio, hojas de laurel, espinacas, todos ellos en forma deshidratada para facilitar su conservación, almacenamiento y transporte, además molidos finamente para que no represente problema su dosificación y mezclado uniforme. La cantidad permitida que debe estar presente en el producto terminado es de no menos del 3.0% (1,9).

## 3. ADITIVOS.

a. Colorantes. El color natural de la pasta se ve alterado por factores como la temperatura y la cantidad de agua incorporada durante el amasado; cantidad de vacío; duración del amasado; granulación; tipo de harina; duración del prensado; laminación; forma de la pasta y temperatura de operación (5). Los fabricantes a fin de uniformar el color, así como para obtener un agradable tinte ambarino en la pasta, agregan a ésta ingredientes naturales en forma de carotenos y azafrán o bien colorantes artificiales tales como el amarillo tartrazina No.5;

cualquiera de ellos siempre en forma de polvos que son fáciles de manejar, dosificar y mezclar, lo que es deseable para la obtención de tono uniforme en la pasta.

- b. El fosfato disódico es empleado en la formulación de algunas pastas alimenticias a fin de disminuir el tiempo de cocción durante su preparación. Cuando se indica que el producto lo contiene debe estar presente en cantidad no menor del 1.0% en peso de producto seco (9).
- c. El monoestearato de glicerilo es empleado en algunos casos como emulsionante, para ayudar a facilitar el amasado disminuyendo su tiempo y ayudando con ello a reducir la pérdida de colorante natural de la harina o sémola por oxidación durante un largo período de trabajo (10).

#### 4. ENRIQUECEDORES.

Los productos macarroneros pueden ser enriquecidos por adición de vitaminas y minerales. Para poder ser considerada una pasta alimenticia como enriquecida, cada kilogramo de producto debe contener las cantidades de vitaminas y minerales señaladas en la tabla II.1.

### III.2 AGUA.

El agua como materia prima empleada en la fabricación de pastas para sopa, debe estar sujeta también a parámetros que permitan la obtención de productos de buena calidad. Para ello es indispensable que el agua sea limpia, incolora e inodora, debe ser neutra y su dureza total no debe ser mayor de 30°hidrométricos.

Las sales que el agua puede contener son: de calcio, de sodio, de magnesio en forma de carbonatos y bicarbonatos, los cuales proporcionan cierto carácter alcalino al agua y cuando se encuentran en exceso, producen un precipitado pulvurulento de mal aspecto y que a la vez da un color oscuro a la pasta (5).

Debe evitarse al máximo la presencia de cloruros de sodio o de magnesio debido a la higroscopicidad de éstas sales, la cual puede ocasionar problemas durante el secado haciendo que la pasta tenga una cierta tendencia a retener la humedad que puede causar fracturas o desmoronamientos en el producto; por otra parte, el cloruro de magnesio confiere cierto sabor amargo a la pasta.

Las sales de fierro tienden a oscurecer el producto.

TABLA III.1 CANTIDADES MAXIMAS TOLERABLES DE LOS COM--  
PUESTOS QUE SE PUEDEN ENCONTRAR EN EL AGUA  
EMPLEADA EN LA FABRICACION DE PASTAS PARA  
SOPA, (24).

COMPUESTO	mg/litro
Carbonato de calcio y magnesio	180 a 200
Sulfatos	70 a 90
Silicatos	25 a 30
Nitritos y nitratos	5 a 10
Cloruros	5 a 10
Materia orgánica	10 a 40

El contenido de materia orgánica es muy perjudicial a la pasta y no debe exceder de 40 mg por litro.

Se debe evitar en lo posible la utilización de -- aguas que puedan ser fuente de fermentaciones ácidas o pútridas con producción de nitritos y amoniaco, que -- también son índice de la probable presencia de un gran número de microorganismos, quienes encontrarán condi-- ciones favorables a su desarrollo durante el amasado. La acidez producida por estos microorganismos puede -- atacar el metal de los moldes.

En suma, un litro de agua empleada en la fabrica-- ción de pastas para sopa, evaporada a sequedad, no de-- be contener un residuo superior a 400 ó 500 mg compueg-- to por la suma de las fracciones indicadas en la tabla III.1.

### III.3. TRIGO.

Los granos de trigo son de forma ovoide, redondea-- da en ambos extremos. el germen se encuentra en uno de ellos y en el otro unpenacho de finos pelos (el pincel o cepillo), a lo largo de la cara ventral del trigo se encuentra un repliegue o zurco (la arruga), que es un enr--ollamiento de la aleurona y de todas las capas en-- volventes. En el fondo de la arruga hay una zona fuer-- temente pigmentada (6).

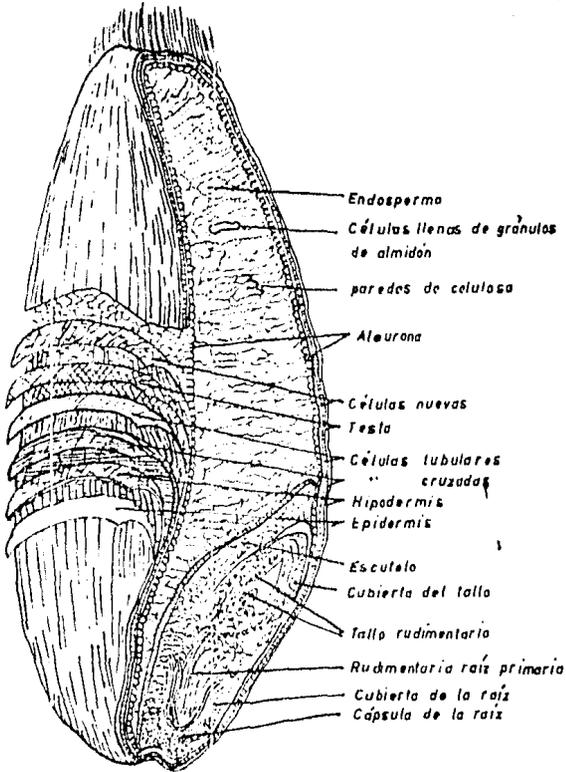


FIGURA III.1 GRANO DE TRIGO

La disposición y nomenclatura de cada una de las capas constitutivas del trigo en grano se puede apreciar en el esquema III.1.

### III.3.1. TIPOS DE TRIGO.

Las especies de trigo más comunes son:

Triticum hibernum, el más común.

Triticum aestivum, el más barato.

Triticum largidum, el grano grueso y redondo, suave o medio fuerte.

Triticum polonicum, de grano alargado semitransparente.

Triticum amilicum, grano suave rico en almidón.

Las diferentes variedades son generalmente clasificadas en categorías que toman en cuenta su constitución, dureza, características propias, etc.; de acuerdo a ello se pueden considerar las clasificaciones que se aprecian en los cuadros III.2, III.3 y III.4.

## TABLA No. III.2.

CLASIFICACION DEL TRIGO DESDE  
UN PUNTO DE VISTA BOTANICO (18).

FAMILIA	Gramíneas
GENERO	<u>Triticum</u>
ESPECIE	Según el número de cromosomas:

DIPLOIDE (14)	<u>T. monococcum</u>
TETRAPLOIDE (28)	<u>T. dicoccum</u>
	<u>T. durum</u>
	<u>T. polanicum</u>
HEXAPLOIDE (42)	<u>T. vulgare</u>
	<u>T. compactum</u>

TABLA No. III.3

CLASIFICACION DE TRIGOS EN BASE A CARACTERISTICAS  
NO BOTANICAS (18).

CARACTERISTICA	CLASIFICACION
ENDOSPERMO	Vitreo
	Almidonoso
DUREZA DEL GRANO	Fuerte
	Medio fuerte
	Suave
	Tenaz
	Cristalino
EPOCA DE CRECIMIENTO	Invierno
	Primavera
AREA DE CULTIVO	Mexicali
	Yavaros
	Etc.
COLOR DEL SALVADO	Blanco
	Ambar
	Rojo
	Oscuro

TABLA No. III-4

TRIGOS EN MEXICO

	Grupo No. 1 Fuertes	Grupo No. 2 Medio fuertes	Grupo No. 3 Suaves	Grupo No. 4 Tenaces	Grupo No. 5 Cristalinos
INDUSTRIA	Panificación Mecanización	Panificación Manual	Galletería	Pastelerías y Galletería	Pastas
VARIEDAD	Anáhuac Cocoraque Hermosillo Jahuara Pavón Yecorato	Nacoari Norteño Bajo	Zaragoza Zalamanca Tezopano Pimia	Ciano Imuris	Mexicali Yavaros
RENDIMIENTO					
harinero %	72.5	72.0	70.0	72.0	60.5
Cal. molinera	Excelente	excelente	Excelente	Excelente	Regular
Proteína (%)	11.0	10.0	9.5	9.4	11.3
Cal. panadera	Muy buena	Pobre	Regular	Buena	Pobre

### III.3.2. COMPOSICION QUIMICA.

La composición química del trigo al igual que otros alimentos de origen vegetal varía ampliamente, se ve influenciada por factores genéticos, climáticos y el tipo de suelo en el que se cultiva. Se han encontrado variaciones en las cantidades relativas de proteínas, lípidos, carbohidratos, pigmentos, vitaminas y cenizas así como de elementos minerales.

El trigo tiene un contenido relativamente bajo de proteínas y un alto contenido de carbohidratos con respecto a productos de origen animal como la leche, huevo etc.: los carbohidratos consisten principalmente de almidón, dextrina, pentosas y azúcares, de los cuales el 90% o más es almidón (25, 26, 27).

Los componentes no se encuentran uniformemente distribuidos en las diferentes estructuras del grano; la cáscara y el salvado tienen alto contenido de celulosa, pentosanas y cenizas; el germen es rico en lípidos, proteínas, azúcares y constituyentes de cenizas; el endospermo guarda almidón y es más bajo en proteínas que el germen y el salvado. El trigo cuenta con vitaminas del grupo B: el aceite del embrión es fuente de vitamina E; la distribución de las diferentes vitaminas varía en las diversas estructuras aunque la menor cantidad se encuentra en el endospermo (25, 26, 27).

Los datos concentrados en la tabla III.5 son cifras obtenidas del análisis de T. durum de varios países, incluido México (24, 26, 27), y muestra la composición de

TABLA III.5. COMPOSICION DE T. durum.

COMPONENTE	RANGO DE COMPOSICION	
	bajo	alto
	%	%
Proteina (Nx5.7)	7.0	18.0
Cenizas	1.5	2.0
Grasa	1.5	2.0
Almidón	60.0	68.0
Fibra cruda	2.0	2.5
Humedad	8.0	18.0

de este tipo de trigo.

#### III.4. PRODUCCION DE SEMOLA.

Los mejores trigos para la producción de sémola son los trigos cristalinos, en los cuales el aspecto es normalmente vítreo. Cuando se utilizan trigos total o parcialmente harinosos el valor de la semolina fabricada disminuye por dos razones: el rendimiento en semolina es menos elevado, y la presentación y costo de ésta se ven aminorados por la presencia de gránulos blancos, no translúcidos.

El trigo duro usualmente es molido tanto en forma de semolina granular como de harina; la molienda de T. durum como harina de patente es similar a la molienda de harina convencional. La molienda de semolina es única en cuanto a que el objetivo de la operación es separar gránulos medianos, que pasen a través de la malla No. 20 con un máximo del 3% de producción de harina.

Para separar trigo duro en forma de semolina son necesarios algunos pasos.

- 1o. El trigo es limpiado para remover toda la materia extraña.
- 2o. En seguida es temperado mediante la aplicación de humedad en la parte externa del grano. Temperado a un contenido de humedad de cerca del 16%, se endurece la semilla y tanto los pelos como el salvado pueden ser raspados del

endospermo durante la molienda.

- 3o. Molienda. A diferencia de los molinos convencionales de harina, los molinos para semolina no contienen molinos reductores, sólo son usa dos rodillos rompedores corrugados, los cuales parten el trigo en partículas gruesas; -- otros rodillos posteriormente cruzan el trigo y raspan la porción de endospermo del salvado. Si el cereal ha sido correctamente temperado la parte interior puede desmenuzarse en granos regulares mientras el salvado y el -- germen permanecen como hojuelas las cuales -- pueden ser fácilmente removidas por tamizado que separa las grandes laminillas de salvado y la harina de la semolina, mientras purificadores neumáticos separan la harina remanente y pequeñas partículas de salvado (1),

La composición de las sémolas varía evidentemente, de acuerdo a la naturaleza y calidad del trigo, pero se estima que las semolinas de buena calidad deben tener -- una composición semejante a la que reporta en la tabla III.6., (5).

A diferencia de la harina de trigo panadero, la -- cual mejora su calidad con el tiempo, el almacenamiento de los productos de la molienda de T. durum va en detrimento de la calidad debido a que los pigmentos naturales del trigo, responsables del color ambarino de los -- productos macarroneros, son destruídos por oxidación -- durante el almacenamiento. Consecuentemente la semolina o la harina del durum debe ser procesada en forma de --

TABLA III.6 COMPOSICION DE SEMOLINAS CONSIDERADAS  
DE BUENA CALIDAD PARA LA ELABORACION  
DE PASTAS PARA SOPA, (5,30).

COMPONENTE	%
Humedad	12.0
Proteína	11.5
Grasas	1.8
Cenizas	0.6
Acido fosfórico	0.048
Proteína soluble	0.22
Acidez	0.04

macarrón u otro tipo de pasta tan pronto como sea posible después de la molienda, para minimizar las pérdidas de color; un almacenamiento breve es mejor realizado bajo condiciones frescas y secas (1, 28).

Los insectos son otro problema relacionado con el almacenamiento de la semolina. Como es granular no puede ser pasada a través del Entoleter para destruir los huevos de insectos, como consecuencia sí la semolina es mantenida por largos períodos de tiempo a temperaturas sobre 10°C hay posibilidad de infestación debido a la incubación de ellos durante el almacenamiento (5, - 29), factor que acentúa más la pronta utilización de la semolina para el proceso de producción de pastas -- para sopa.

C A P I T U L O    I V .

F A B R I C A C I O N .

#### IV. FABRICACION.

Evidentemente, desde que se tiene noción del inicio de la elaboración de pastas para sopa, se han empleado diferentes métodos para cada operación del proceso; en lo que se refiere a dar forma a la pasta, por ejemplo, estos van desde los métodos 100% manuales, - - prensas de mano, pasando por un gran número de modificaciones, hasta llegar a las prensas automáticas continuas actuales y a la introducción de vacío en alguna etapa de la fabricación.

En el presente capítulo se consideran dos diferentes métodos de fabricación: el continuo y el discontinuo, aunque ambos cuentan con la misma secuencia de operaciones unitarias, difieren en que en uno las operaciones se siguen unas a otras mecánicamente, mientras que en uno las operaciones se siguen unas a otras mecánicamente, mientras que en el otro es necesaria la intervención de la mano de obra para el transporte de la masa, manejo de la pasta o complementación.

En la figura A se presenta el diagrama de bloques del proceso continuo de elaboración de pastas alimenticias para sopa.

##### IV.1. PROCESO DISCONTINUO.

##### IV.1.1. PREPARACION DE LA SEMOLA Y DOSIFICACION.

Es necesario que toda la sémola empleada en el proceso esté exenta de materia extraña como pelos o pelu-

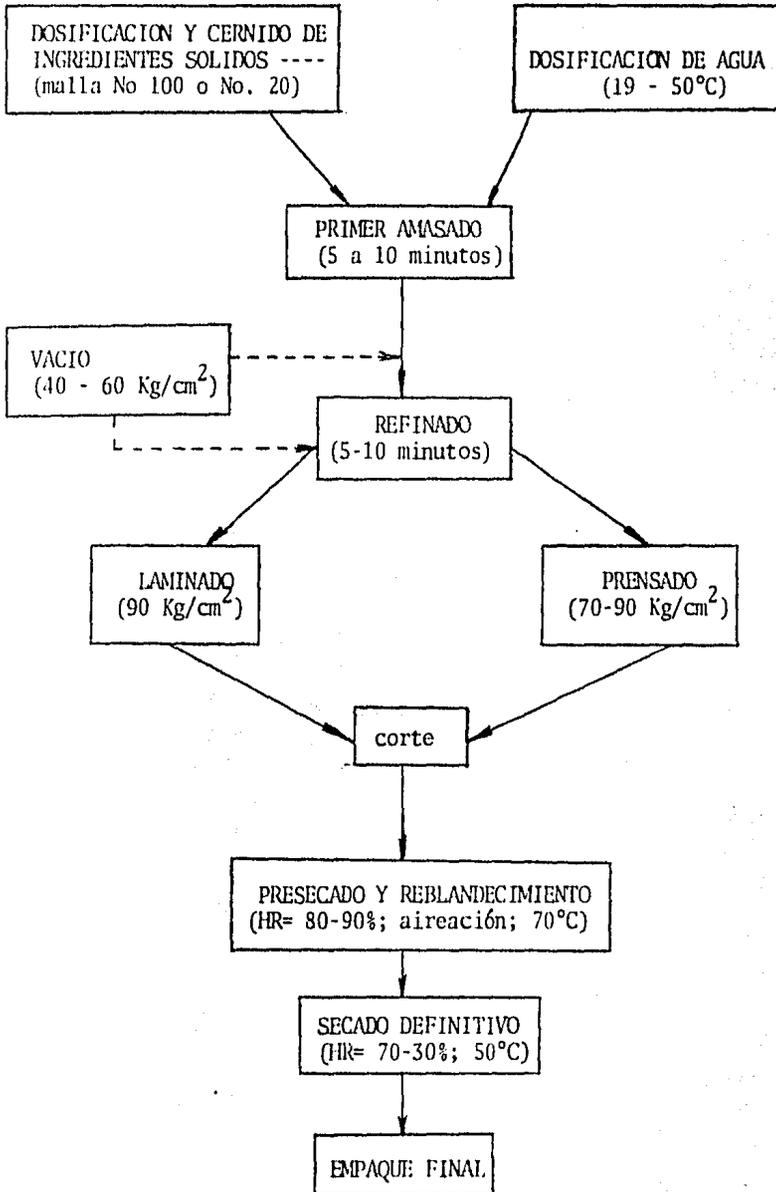


Fig. V.A. DIAGRAMA DE BLOQUE DE LA ELABORACION DE PASTAS ALIMENTICIAS PARA SOPA.

sas de los sacos que la contienen, pequeños pedazos de madera, trozos de etiquetas, grumos de la misma sémola etc. La eliminación de tales partículas se lleva a cabo, en la sémola por medio de máquinas tamizadoras, -- cuyas mallas deberán tener el calibre adecuado al tamaño de la sémola empleada, a saber malla No. 20.

En la actualidad no es fácil obtener sémola del mismo tamaño de partícula y si lo que se desea es obtener un producto uniforme se hace necesario mezclar semolinas o harinas de diferentes grados en las proporciones convenientes, a fin de obtener las características de uniformidad requeridas en la materia prima (31) ya que es de desearse una granulación uniforme de la sémola para la obtención de una buena mezcla. En los mezcladores modernos una granulación fina es ventajosa, ya que se requiere un menor tiempo de mezclado debido a que las partículas pequeñas absorben más rápidamente el agua, (6).

La sémola o harina así preparada pasa al mezclador. La dosificación dentro de aparato puede hacerse con una báscula automática que es llenada con la cantidad adecuada a la capacidad del mezclador por medio de un sistema que conduce el material desde los depósitos que lo contienen.

El agua es dosificada por volumen usando tanques -- provistos con escala y termómetro. Lo más recomendable es llenar con semolina el mezclador y posteriormente -- agregar el agua requerida, a fin de tratar de evitar -- que la mezcla se pegue a las paredes y brazos del mezclador al ser salpicados con el agua.

#### IV.1.2. PRIMER AMASADO,

Esta fase es de suma importancia ya que es de la que depende la buena marcha de todas las siguientes -- operaciones del proceso y es aquí donde se deben hacer todas las correcciones, sí es que son necesarias, en lo referente a la dosificación de materia prima.

La distribución uniforme del agua con la semolina no se logra en el mezclador sino en la fase de amasado. Para obtener la mezcla íntima entre la sémola y el agua es necesario tener en cuenta dos aspectos:

A. La cantidad de agua a emplear.

B. La temperatura del agua.

##### A. CANTIDAD DE AGUA A EMPLEAR.

La pasta se obtiene de la mezcla de 100 partes de sémola por 18 a 30 partes de agua, (17): la cantidad - de agua varía de acuerdo a la calidad de sémola, el -- tamaño de partícula, contenido de gluten y particularmente su constitución. Para la misma sémola varía la - cantidad de agua dependiendo del tipo y la forma de la pasta, los aparatos destinados a dar esas formas, así como el sistema del secado, (31).

Para un mismo grado de elasticidad de la pasta la cantidad de agua a emplear varía dependiendo de la temperatura del agua; es sabido que a mayor temperatura -- del agua, es más blanda y elástica la pasta obtenida, (5).

## B. TEMPERATURA DEL AGUA.

También la temperatura del agua a emplear, para la formación de la masa, está afectada por diversos factores, tales como: si el proceso es continuo o discontinuo, la granulación de la sémola, el tipo de pasta a elaborar, etc.

En un proceso discontinuo la temperatura del agua puede oscilar entre 40 y 70°C, siendo las cercanas a los 70°C aplicables de trigos duros, (31); las inferiores se aplican a sémolas de trigos blandos y las intermedias a las obtenidas al mezclar ambos tipos. En cuanto al grado de granulación, mientras más fino sea el tamaño de partícula la temperatura del agua deberá ser menor.

De acuerdo a Renaudín, (5); un rango de temperatura del agua de entre 50 y 70°C es suficiente para la preparación de pastas suaves con agua caliente en base a las siguientes razones:

- La obtención de una pasta más fuerte que puede trabajarse más rápidamente.
- Las pastas obtenidas son más lisas y transparentes, al contrario de las duras elaboradas con agua fría que son más blancas, (6, 31).
- La obtención de una mayor eficacia en la primera ventilación después del moldeado, debido a que el enfriamiento estabiliza la pasta en la superficie por un ligero endurecimiento.

#### IV.1.2. SEGUNDO AMASADO O REFINADO.

La operación anterior se reduce a una simple mezcla de la sémola con el agua. Es por esto que se hace necesario la práctica de un segundo amasado cuya importancia radica en terminar el trabajo iniciado y lograr la obtención de una masa uniforme, capaz de convertirse en una capa continua absolutamente homogénea, del mismo ancho y mismo espesor en toda su longitud.

En el curso de esta operación, la masa es sometida a un intenso trabajo mecánico mucho más completo que el de el primer amasado, esto debido a un trabajo consistente en un aplastamiento y estiramiento limitados.

La duración de la operación debe reducirse a un mínimo, terminándose cuando el producto aparezca perfectamente homogéneo en consistencia y coloración y la superficie de la banda esté perfectamente lisa, la duración raramente deberá exceder de 10 minutos si la pasta es seca y fría y de 5 a 6 minutos, algunas veces menor, si es suave, (5).

Es importante señalar que un tiempo prolongado, -- tanto en éste como en la anterior operación, es perjudicial porque la pasta al cabo de cierto tiempo empieza a hilar (a los 25 ó 30 minutos) y entonces los gránulos de harina o sémola revientan y producen flacidez en la masa, la que se torna opaca, con estrias blancas, de -- tal modo que una vez seca se rompe fácilmente. (28).

#### V.1.4. PRENSADO, MOLDEADO Y LAMINADO.

En estas operaciones la finalidad es dar a la pasta la forma deseada, ya sea haciéndola pasar a través de un molde o cortándola de una lámina de masa previamente hecha. En el primer caso, se produce la presión necesaria para empujarla a través de los orificios del molde, por diferentes métodos dependiendo ello del tipo de prensa empleada.

a.      **PRENSADO.**

El total de la pasta proveniente del refinado es -- seccionado en trozos de cierta longitud, que el prensa en olla en forma cilíndrica y luego introduce estos cilindros en el recipiente de la prensa y la llena en tal forma que se vea evacuado el aire, evitando -- así los estrellamientos de la pasta que se podrían producir posteriormente, a la salidad de los orificios. El contenido de refinado, si la sémola ha sido bien calculada, debe llenar perfectamente la campana ya que los -- diferentes aparatos (mezclador y prensa) están calculados para la misma capacidad; posteriormente se coloca -- sobre la pasta el émbolo que la mantendrá en el "llenado máximo", esta pieza está destinada a asegurar la total impermeabilidad en el curso del prensado. En seguida se hace girar la campana ya preparada, a fin de que el segmento se adapte exactamente bajo el pistón de la prensa, en este momento el operario se asegurará de que la campana esté bien centrada. Entonces una barra hace descender el pistón sobre la pasta avanzando la palanca de distribución, ajustando la presión con ayuda de un -- tornillo micrométrico.

La presión requerida depende de la dureza de la masa, su temperatura, la velocidad de extrusión y del molde. Una masa caliente, suave y húmeda requiere de una -- menor presión que una mezcla fría, seca o dura. Se pone en marcha la ventilación que debe abarcar toda la pasta bajo la salida; se debe evitar que la masa repose un -- largo tiempo dentro de los moldes.

Para eliminar completamente las burbujas de aire se ha implantado que el producto sea trabajado con presencia de vacío. La utilización de vacío en la fabricación representa mejoras inmediatamente observables, tales -- como: la pasta está exenta de burbújas; es más homogénea y compacta su estructura; alta gravedad específica; es generalmente más resistente a la deformación tanto -- seca como cocida; superficie mucho más tersa; color más ; color más atractivo; más amarilla y translúcida.

Una vez extruida la pasta a través del molde por -- la presión ejercida, se procede a su corte. Si se nota agitación de la pasta al cortarla, el prensista se debe asegurar de que el cortador está en buen estado y que -- funciona libremente. La cuchilla debe ser arreglada al corte y a la velocidad de rotación para el o los cortes; se pueden obtener diferentes velocidades por medio de -- un pequeño volante que controla el ~~vá~~tago adaptado a la cuchilla, la regulación del corte puede ser hecho tam-- bién retardando o aumentando la velocidad de descenso -- del pistón. Al variar esta velocidad puede ser variada la longitud de los productos a obtener. Para lograr un mayor rango de longitudes de corte se puede adaptar un soporte con dos o más cuchillas.

Para la producción de un mismo tipo de pasta es -- importante que la velocidad de corte permanezca constan-- te, si no ello causará irregularidades en su longitud -- lo que provoca que se tengan diferentes tiempos de coc-- ción. Por otra parte la temperatura juega un papel im-- portante en la uniformidad del prensado, por ejemplo, -- sí algunas zonas de la masa son más duras que otras, es-- tas se moverán más lentamente y se manifestarán como --

variaciones en la longitud y por lo tanto en el tinte. Una doble pared de circulación de agua caliente en el cabezal, tiene por objeto proveer el enfriamiento de la masa con lo cual la prensa no se forzar $\acute{a}$  y por otra parte mantendr $\acute{a}$  la campana, el molde y la masa a la misma temperatura. La sala de prensas deber $\acute{a}$  mantenerse, hasta donde sea posible, a una temperatura constante y aislada de corrientes de aire.

Anteriormente, a las pastas largas se les dejaba tener un metro de longitud aproximadamente y entonces un trabajador tomaba un manojo de ellas en la izquierda y las cortaba con una larga cuchilla con la mano derecha.

Posteriormente las colocaba sobre cañas y eran distribuidas a mano sobre ellas. Esto, lógicamente se traduc $\acute{a}$  en longitudes diferentes del producto, sin embargo, es deseable tener pastas de igual longitud para poder aprovechar los secadores m $\acute{a}$ s eficientemente y posteriormente obtener un mejor empacado, (31)

En la actualidad la industria cuenta con m $\acute{a}$ quinas que constan de una cuchilla accionada por medio de un motor, ya sea adaptada a un exc $\acute{e}$ ntico o dispuesta sobre un riel lo que permite el desplazamiento de dicha cuchilla a lo largo de la salida del molde, propiciando que la longitud de la pasta sea m $\acute{a}$ s uniforme.

**DURACION DEL PRENSADO, FUERZA NECESARIA Y TRABAJO REALIZADO POR LA MASA DURANTE LA OPERACION.**

La duraci $\acute{o}$ n de la operaci $\acute{o}$ n es variable dependien-

do de factores tales como naturaleza de la masa, su temperatura, su consistencia, la forma a dar, tipo de molde empleado, etc; para spaghetti o macarrón se debe emplear una masa relativamente suave y un molde de 35 a 40 mm de espesor, en tales condiciones se emplearán aproximadamente 15 minutos en vaciar la campana de 60 kg de capacidad; para pastas más secas, de formas pequeñas, el vaciado requerirá de 25 a 30 minutos; para otros tipos la duración del prensado variará oscilando entre estos dos extremos, (5, 28, 31).

Si la máquina consta de dos recipientes o campanas mientras la masa de una es prensada la otra es llenada con masa refinada y es auxiliada en el empaque con un pistón que ayuda a la eliminación del aire. Una vez vacía y llena la otra, la segunda gira 180° hasta quedar en posición que su masa sea prensada y entonces se reinicia la operación. El pistón de la prensa nunca debe quedar en contacto con el molde para evitar daños en ambas piezas y para ello se deja, generalmente, una capa residual de masa de 1.5 a 2.0 cm. (5, 31).

El pistón de la prensa, ejerciendo su presión sobre la masa la hace sufrir un mezclado que se traduce en dos movimientos convergentes que parten de las paredes de la campana para terminar en el centro del molde; estos mismos se repiten en el interior de las cámaras de los moldes y contribuyen a dar a la pasta un hermoso aspecto, consistente en hacerla perfectamente lisa y transparente. La elevación y descenso del pistón para el prensado se lleva a cabo por sistemas hidráulicos y por ello a este tipo de prensa se le denomina hidráulica.

b. LAMINADO DISCONTINUO.

Se mencionó anteriormente la existencia de pastas laminadas las cuales son las que después de la refinación son trabajadas por laminadores, en donde la pasta es transformada en hojas delgadas y anchas. La lámina así formada y llevada al espesor deseado es enviada a máquinas especiales, dotadas de moldes o sierras que - trabajan como sacabocados, cortando la lámina en formas y diseños múltiples y variados.'

La masa necesaria para este tipo de producto se -- elabora en los mezcladores y refinadores empleados para la producción de pastas prensadas, con la diferencia -- que la masa para láminas se somete a menor tiempo de re-- finado, dándosele el toque final por medio de un par de rodillos montados en una estructura adecuada para poder variar la abertura de los rodillos, figura V.2 (Pg. 98).

Una vez calibrada y terminada la lámina de masa, - es cortada en tiras, para el tallarín, por rodillos - - cortadores. Los listones de la pasta son levantados por medio de un peine especial y cortados en tiras de lon-- gitud uniforme por una cuchilla rotatoria, posteriormen-- te se colocan en charolas, listas para el secado (5,31).

Para las pastas troqueladas, la masa después de -- pasar por los rodillos calibradores y recibir el espesor requerido, pasa por una máquina troqueladora donde se - desplaza lenta o rápidamente, dependiendo del tamaño -- del equipo, sobre la matriz o hembra del troquel a la - vez que un punzón (ascendente y descendente) cae sobre ella cortando las figuras que corresponden al diseño --

del molde, generalmente son formas curvas difíciles de obtener de una prensa, de diferentes tipos y estilos. Se puede utilizar la misma troqueladora para la obtención de variadas formas por el simple cambio de troquel.

Cuando el punzón cae, cortando la pasta, en el hueco de la matriz, las formas cortadas caen a través de este hueco hasta una banda transportadora que las conduce a charolas, sobre las cuales son espaciadas y están listas para pasar al secador.

Para este tipo de pastas se recomienda la utilización de sémolas fuertemente tintadas y particularmente las sémolas no las harinas, también se pueden emplear en su fabricación los desechos provenientes de las pastas largas y de las laminadas. (5, 28, 31).

#### IV.2. PROCESO CONTINUO.

##### IV.2.1. PRENSADO.

Las prensas continuas son máquinas automáticas, equipadas con alimentadores continuos para semolina o harina y agua, dotadas con cámara de vacío. Algunas constan de dos mezcladores, un premezclador que distribuye el agua a cada grano de semolina y un mezclador final en el cual la semolina tiene tiempo suficiente para absorber el agua y desarrollar la estructura del gluten, (28, 31).

La primera operación a efectuar es asegurarse del sistema de enfriamiento con agua, colocado a la cabeza de la prensa; enseguida se debe asegurar de que la comu

nicación entre el mezclador y la cámara del sin fin este bien limpia; una vez revisada tal comunicación es - puesto en movimiento el árbol de paletas del mezclador, entonces se permite el paso de la sémola o harina a éste, así como del agua necesaria hasta que el nivel alcanzado por la masa esté cerca del eje del árbol del mezclador. Se continúa la operación hasta que este lista a pasar al sin fin de la prensa en donde se efectúa el segundo mezclado; el mismo sin fin empuja la pasta a la cámara del moldeado, (5, 31).

Inicialmente no debe haber molde alguno en la cabeza de la prensa, a fin de permitir la salida libre de la masa y poder comprobar que su consistencia es la adecuada. Se regresa la pasta a la cámara del sin fin para poder ser prensada y conformada a través del molde que se coloca entonces.

Una vez que ha llegado la sémola y el agua a la máquina, el funcionamiento es automático con la única necesidad de supervisión en los controles e indicadores automáticos, por ejemplo, la temperatura de la masa en el prensado debe ser mantenida en un máximo inferior a 70°C para evitar la pérdida del gluten. Sin embargo, no debe ser demasiado baja ya que ello influye en la viscosidad de la mezcla. La presión, temperatura y tiempo deben estar en balance adecuado, (6, 28, 31).

#### IV.2.2. LAMINADO CONTINUO.

Para la elaboración de pastas laminadas por el método continuo, la sémola y el agua son dosificadas constantemente en un mezclador, en la misma forma que en --

cualquier prensa continúa; una vez formada la mezcla -- esforzada a pasar por la abertura de un par de rodillos y descargada como una lámina de masa a un dispositivo - en forma de curz el cual después de que la lámina ha sido doblada, se coloca en un segundo par de rodillos dispuestos en ángulo recto respecto al primero. Un segundo dispositivo en forma de cruz coloca la lámina en un tercer par de rodillos, el eje de los cuales forma un ángulo rectocon respecto al segundo par; la masa que es - obtenida de este tercer par esta lista para ser cortada o troquelada, (5, 31).

Independientemente de este tipo de máquina, cual-- quier prensa continúa puede ser adaptada para producir una lámina de masa, mediante la adaptación en la cabeza de la prensa de un molde de una sola ranura que forma - un círculo casi completo, esto hace posible obtener una lámina de masa de 800 mm de ancho, (31); la cual es suficiente para alimentar cualquier cortador estándar de pastas.

Para obtener, por este método, la apariencia y características de cocción propias de las pastas lamina-- das, el refinado de la masa debe ser reducido al mínimo necesario para producir una hoja consistente. A la salida de la prensa esta placa se pasa, en forma continúa, a dos pares de rodillos calibrados y de ahí a la troqueladora de pastas, lo cual permite la obtención de formas con textura perfecta y características de cocción - buenas, (28, 31).

#### IV. 3 S E C A D O .

Debido a las características que posee la pasta al salir del mol de (calientes y suaves), es posible que sufran deformaciones después del prensado, causadas por el propio peso o por aglutinaciones entre ellas; para evitar tales deformaciones se recurre a la ventilación, la cual se lleva a cabo generalmente por medio de aparatos de turbina que se colocan casi siempre a la base de las máquinas y la corriente de aire es conducida sobre la caída de las pastas, a la salida de los moldes, ya sea en corriente ascendente o descendente o bien horizontal dependiendo ésto de la máquina y la mayor o menor facilidad para adaptar tal o cual sistema. Es esencial que el aire destinado esté exento de impurezas y con una H.R. de 65 a 70%, (31)!

Esta ventilación enfria la pasta, forma una ligera costra superficial que disminuye la elasticidad y evita que la pasta se deforme antes de llegar a las cámaras de secado.

La mayoría de los productos macarroneros aparecen en el mercado en forma seca, esto permite que el producto sea más fácilmente transportado que el costo del transporte se reduzca; la vida de anaquel de las pastas sea más prolongado; el aspecto de las pastas adecuadamente secas es mas atrayente, aunque hay que recordar que en éste último punto la calidad de la materia prima, el método de presecado y el tipo de molde, son factores que juegan papeles muy importantes.

Con el secado se deben estabilizar las cualidades de la materia prima; no debe alterarse la forma ni el aspecto de la pasta y la debe hacer inmune a las influencias externas normales; debe establecer un estado de equilibrio entre los principales constituyentes (almidón, gluten), tal que la pasta conserve un cierto grado de elasticidad asi como una resistencia a la ruptura. El sabor, la digestibilidad y la asimilación son función, en cierta parte, del secado y depende de la forma en que éste sea llevado a cabo, (6).

Debido al prolongado tiempo en que se debe efectuar el secado, no es posible evitar un cierto principio de fermentación, que avanzará -- conforme avance el secado y será mayor al final de la primera etapa y durante el reposo al que se somete. La fermentación, principalmente es causada por hongos provenientes del medio ambiente de la sala de fabricación y de las cámaras de secado.(29).

El secado es el paso más crítico y difícil de controlar en el proceso de la elaboración de pastas. Para poder lograr las características mencionadas, el objetivo principal de secado, debe ser reducir el contenido de humedad del producto del 31 al 12 ó 13%, para lograr que la pasta sea dura, conserve su forma y pueda ser almacenada sin esporas; para realizar esto, cualquier tipo de secador puede ser utilizado; existen diferentes formas de secado tales como; secado por microondas; secado por alta frecuencia; por infra-rojo; liofilización; secado al vacío, etc. Estos métodos de secado se utilizan en el procesamiento de muchos productos, sin embargo, hasta el presente no son empleados en el secado de pastas, debido en primer lugar a que el macarrón debe ser secado en condiciones de aireación y no sólo extracción de agua, para poder producir las cualidades deseadas en el producto; por otra parte, tales instalaciones no son aún económicamente costeables para el secado de estos productos, (5,6,29).

A continuación se describen las fases que normalmente comprende el secado de las pastas alimentarias, las cuales son:

- 1.- Presecado y reblandecimiento.
- 2.- Secado definitivo.

#### IV.3.1. PRESECADO Y REBLANDECIMIENTO.

Esta es la fase preliminar del secado que tiene por objeto:

- a. Quitar a la pasta, dentro de un período corto de tiempo, una cantidad de agua relativamente elevada de 30% inicial a un -

20%, la operación debe realizarse en un tiempo según la forma de la pasta, aunque generalmente se encuentran entre los límites de 30 minutos y una hora, ello para evitar la difusión de humedad y frenar bruscamente el proceso de fermentación (6).

- b. Estabilizar la pasta dentro de su forma; impedir el aplastamiento de las formas huecas; la aglomeración de pastas cortadas y finas; el alargamiento excesivo de las pastas largas.
- c. Obtener pastas transparentes, de mejor aspecto.  
Las pastas que permanecen un mayor tiempo húmedas quedan más oscuras y sin brillo.
- d. Abreviar el período de secado definitivo.

Es común que se confunda la ventilación de las pastas a la salida de los moldes con el presecado, pero es importante señalar que son diferentes; en la ventilación se elimina una cantidad muy pequeña de agua (0.5 a 1%), además tiene efecto pasajero, de corta duración, suficiente para facilitar el manejo de las pastas desde la prensa hasta la cámara de presecado.

Es necesario el presecado ya que en esta se cumplen condiciones que no es posible cumplir en el secado definitivo como:

- Las condiciones de calor y humedad relativa requeridas no pueden ser logradas dentro de la sección de secado definitivo.
- El hecho de tener que esperar en el secado definitivo, para iniciar la operación, a que el secador esté lleno, lo que demandaría un tiempo muy largo desde el momento en que la primera pasta entra al secador, corriendo el riesgo de que se encuentre en plena fermentación hasta el momento de introducir la última.

El reblandecimiento es el tiempo de reposo que sigue a la fase de presecado y antecede a la de secado definitivo, consiste en lograr un ablandamiento de la pasta a fin de restablecer, dentro de toda la masa, el equilibrio de humedad momentáneamente roto por la fuerte ventilación llevada a cabo en el presecado, esta ventilación seca la parte externa de la pasta mientras la interna retiene una cantidad elevada de agua. En estas dos zonas existe diferencia de contracción muy acentuada, que terminará en un agrietamiento y ruptura de la forma sino existiera el ablandamiento. Para obtener el reblandecimiento se debe detener la evaporación y suprimir, por una parte, la ventilación y por otra parte colocar a la pasta en un medio donde la atmósfera este de antemano saturada de humedad. El tiempo empleado en la operación es también muy variable y no puede ser dado con precisión, se sujeta a la forma de la pasta así como al grado de saturación de la atmósfera. Se puede considerar que el reblandecimiento es completo cuando la pasta da una sensación de humedad y elasticidad al tacto. (5,6,31).

#### IV. 3.2. SECADO DEFINITIVO.

##### a. DE PASTAS CORTAS.

En General, puede decirse acerca del secado que al principio - las pastas son secadas en atmósfera húmeda y caliente, con cal-entamiento del aire fresco por medio de una válvula parcialmente cerrada; después de cierto tiempo el calor es reducido y la válvula de aire - completamente cerrada.

Durante esta etapa, el agua que se encuentra en el corazón de la pasta se transporta a la superficie y esta, que había empezado a desarollar una constra en la etapa de presecado, empieza a suavizarse ; después de este período de reblandecimiento se inicia el segundo período de secado durante el cual se empieza a eliminar agua con aire un poco más frío y seco que el del primer período. Conforme el seca

do avanza el aire se va haciendo más frío y menos húmedo hasta que la operación es prácticamente completa; en ese momento las válvulas de aire se encuentran totalmente abiertas y las pastas expuestas a corrientes de aire ambiental. El ciclo es aproximadamente completado en 24 horas, por lo general, La utilización de un poco más de calor al principio, hace posible reducir un poco el tiempo de secado, mientras con el uso de poco calor el tiempo de secado puede aumentar hasta a 36 horas (6,31).

Un secado demasiado rápido no es deseable ya que con él se obtienen pastas de poca consistencia a la cocción excesiva; por otra parte un secado lento, sobre todo al principio, da lugar a fermentación excesiva y con ello a la obtención de pastas muy ácidas (32).

#### b. DE PASTAS LARGAS.

Las pastas largas son más difíciles de manipular y requieren de un mayor tiempo de secado, (32). Este tipo de pastas para ser secadas, son colocadas automáticamente en cañas\* que son introducidas en la cámara de secado y por medio de ellas la pasta es movida en un ciclo cerrado dentro de la cámara, así el producto es colocado en todas las posiciones posibles en una secuencia regular, obteniendo el mismo grado de sequedad en la totalidad del producto dentro de la cámara, independiente de las irregularidades en el flujo de aire.

La operación se lleva a cabo de la siguiente manera:

Cuando la caña o estructura en turno esta llena de producto, es colocada dentro del secador mecánicamente, ocupando entonces el lugar in

\* Caña.- Cilindros de acero inoxidable de aproximadamente 1.5 m. de longitud y 25 mm. de diámetro, que siempre es apoyada en el centro de ambos extremos; recibe la pasta que cae sobre ella al salir del molde y ser cortada y que la conduce y sostiene durante toda la operación de secado.

mediato a la entrada de la cámara luego es elevada, el espacio suficiente, para que la cámara reciba el segundo dispositivo y así sucesivamente.

Cuando el primer aditamento alcanza la parte más alta de la cámara inicia una trayectoria horizontal hasta un límite marcado, desde donde desciende un poco para iniciar una trayectoria horizontal en contrasentido de la anterior hasta un nuevo límite, para sufrir otro nuevo descenso e iniciar una tercera trayectoria horizontal de igual sentido a la primera al final de la cual sufre un último descenso y después de este inicia el cuarto viaje horizontal y al final es ascendida alcanzando la posición inicial para iniciar un nuevo ciclo.

El secado se inicia cuando la cámara esta totalmente llena con cuatro capas, separadas adecuadamente, de cañas cargadas de pasta. Un ciclo completo se efectúa en 2:30 horas aproximadamente, (31). Una vez que el producto ha sido secado, las cañas son extraídas del secador invirtiendo el sentido del avance de la estructura.

Un ventilador dentro del aparato mantiene el aire moviéndose en un circuito cerrado; un calentador interconstruido provee la temperatura y válvulas reguladoras proporcionan aire fresco y eliminan el húmedo. La temperatura y humedad necesarias en el interior del secador son controladas mediante válvulas motorizadas conectadas a termostatos e higrostatos (28,31).

#### IV. 4 . EMPACADO.

Cuando la pasta ha sido adecuadamente secada puede ser conservada en almacenes secos y fríos por grandes períodos de tiempo, sin perder sus propiedades. Las pastas cortas pueden ser guardadas a granel en silos, cajas o recipientes adecuados antes de su empacado final, no así las largas que son almacenadas en su empaque final para evitar - que se quiebren, (31). En México actualmente, esto no es posible dada la gran demanda existente.

Hay literalmente cientos de tamaños, formas y tipos de empaques en los cuales los productos macarroneros pueden ser vertidos, sin embargo, todos ellos realizan una función semejante, que es la de mantener el producto libre de contaminación y protegerlo de daños durante el embarque y almacenaje, así como exhibir el producto favorablemente.

El principal material de empaque es la bolsa de polietileno, la cual provee protección a prueba de humedad para el producto y es usado fácilmente en máquinas automáticas.

La mayoría de los fabricantes de pastas alimenticias prefieren empacar sus productos en cajas; aunque las bolsas son considerablemente menos caras, las cajas son fácilmente apilables y proveen buena protección para los frágiles productos.

Sean usadas bolsas, cajas o ambas, la selección, ordenación y especificaciones para materiales de empaque es un aspecto de la fabricación de pastas en el cual se debe poner considerable cuidado. Toda planeación para la entrega de material de empaque debe ser hecha a la medida adecuada del producto así como del equipo de empaque con que se cuenta.

Dentro de las formas de presentación más comúnmente empleadas en México se encuentran las bolsas de celofán o polietileno con 200 y 400 gramos; cajas de cartón con 5 ó 10 kilogramos; cajas de cartón con 500 gramos; cajas de cartón con una cara de celofán conteniendo 200 a 400 gramos.

#### a. EMPACADO DE PASTAS CORTAS.

Generalmente las pastas cortas al salir del secador son conducidas por bandas a silos para su almacenamiento.

El silo en turno a ser llenado se selecciona y una banda se coloca automáticamente en la posición conveniente para la operación; una señal de alarma indica cuando esta lleno y la banda se detiene automáticamente y se desplaza al siguiente, (5).

La forma cónica en los silos ayuda a reducir el daño que las pastas se causan al caer. En la parte inferior de cada uno hay una salida que deja caer la pasta sobre otra banda que la conduce a las máquinas empacadoras, tanto la caída de las pastas como el movimiento de la banda se accionan de acuerdo a las necesidades de la sala de empaque 95,13).

En México, la presentación más común para pastas cortas consiste en bolsas de celofán y polietileno de 200 y 400 gramos. Para el empaque, inicialmente se parte de una banda de celofán o polietileno ya etiquetada, de acuerdo a las especificaciones de las Normas Mexicanas; esta banda es sellada con calor en el costado y en el extremo inferior y por la parte superior es llenada con la cantidad indicada de pasta y entonces éste extremo es también sellado y cortado del resto de la película. Este extremo pasa a ser el inferior de la siguiente bolsa y se encuentra ya sellado. La alimentación de la banda plástica es hecha automáticamente por la máquina.

La dosificación de la pasta puede ser hecha por medio de volumen o peso. Cuando la forma y tipo de pasta lo permiten se puede emplear dosificación por volumen utilizando para ello, en la zona de llenado de la máquina, una campana que acepta exactamente el volumen correspondiente al peso a llenar. La capacidad de las copas puede ser modificada mediante el recambio de ellas o añadiendo extensiones cuando así se requiera, (31).

Cuando la dosificación se hace por pesadas se emplean máquinas pesadoras automáticas, ya sea solas o combinadas con un verificador

de peso adaptado según se especifica en la parte correspondiente dentro del capítulo de equipo.

b. EMPACADO DE PASTAS LARGAS.

Las características de este tipo de pasta hicieron difícil su empaque mecánico y hasta hace pocos años se hacía en forma semiautomática, mediante la colocación manual de la pasta en la báscula y el vaciado de ella en el empaque y sellado de este, hecho por medios mecánicos.

En la actualidad, se cuenta con máquinas empacadoras automáticas que brindan ventajas como; una mayor capacidad de empaque y más control en la calidad de empaque, (31).

c. EMBALAJE.

Una vez empacadas las pastas, largas o cortas, se colocan en número determinado hasta completar 5 ó 10 kg, dentro de cajas prefabricadas de cartón a fin de facilitar su transporte y distribución a los centros de venta.

CAPITULO V

EQUIPO EMPLEADO.

## V. EQUIPO EMPLEADO.

En secciones anteriores se describieron las operaciones mediante las cuales se lleva a cabo la fabricación de pastas para sopa; así también, se mencionaron las características más importantes de las materias primas que intervienen en dicha fabricación; ahora se tratará de dar una idea general del equipo con que se puede contar para llevar a cabo la fabricación, mediante el proceso continuo. Se ha excluído la descripción del equipo discontinuo dado que en la actualidad, en México, este equipo es obsoleto y las escasas empresas que aún lo emplean representan un porcentaje mínimo dentro de la producción nacional.

No es el objetivo del presente trabajo introducirse en el cálculo de equipo o de las condiciones de operación de cada apartado o etapa del proceso, sino presentar una imagen sencilla de su construcción y funcionamiento, además de los límites de tiempo, temperaturas, humedades, etc, dentro de los cuales los fabricantes recomiendan trabajar.

Siguiendo una secuencia acorde al proceso de fabricación anteriormente descrito, se trata en forma resumida de los aparatos que se pueden emplear en cada operación.

### V.1. DOSIFICADORES.

La dosificación de la materia prima debe ser constante y adecuada al tipo de mezclador de que se disponga, pudiendo emplear para ello cualquiera de los diferentes sistemas de alimentación con que se cuenta, algunos de los cuales son:

Bandas transportadoras.

Transportadores de gusano.

Gusano y rueda adaptados.

Planchas giratorias.

Vibradores.

Dosificadores por peso.

- Bandas transportadoras, en las que la cantidad alimentada puede cambiarse regulando la velocidad de la banda.
- Transportadores de gusano, en estos el flujo de sémola es graduado mediante regulación de la velocidad a la cual gira el gusano.
- Gusano y rueda adaptados, empleados para medir semolina y agua simultáneamente, con estos se regula el flujo de ambas al mezclador pero la proporción entre ellas permanece constante, tal proporción es regulada cambiando la profundidad a la cual la rueda se sumerge en el agua.
- Vibradores, en estos el flujo es regulado por la velocidad de vi  
bración (5,31).
- Dosificadores por peso, Proporcionan las mezclas más uniformes (31).

Para la alimentación de agua al mezclador (no.4 en la figura V.1) algunos de los sistemas empleados son:

- Por volumen o usando el flujo de agua a través de un orificio dado. Esta es medida en su volumen usando una bomba con carrera de pistón variable.
- Usando una rueda de agua con la cual la cantidad de esta es regu  
lada, ya sea cambiando el volumen en el tanque que la contiene; variando la velocidad de giro de la rueda o modificando la posi  
ción y número de cubos.
- Mediante el uso de una boquilla de diámetro conocido, en la que el flujo de agua se regula variando la altura de la columna de lí  
quido: sobre la boquilla.

En lo que se refiere al vaciado del agua sobre la semolina, esta puede ser rociada por un disco giratorio o por medio de tubos con hileras de finos agujeros; o también puede ser vertida a través de un tubo de gran diámetro; aunque la forma en la que la adición de agua se realice no influye en las características de la pasta (5,31) .

## V.2 MEZCLADORES, (No. 3 de la fig. 5.1.)

Se pueden considerar varios tipos:

- A) Uno, que conserva el principio de mezclado tradicional . Incluye un pequeño premezclador en el cual el agua y la semolina son vertidos; de ete la masa es vaciada al mezclador propiamente dicho, antes de pasar al refinador.
- B) El mezclador de un solo eje, que no es tan eficiente en la realización de la operación debido a las siguientes desventajas: tiene la tendencia a detener la mezcla de semolina y agua, por lo - que imposibilita la alimentación contínua y uniforme al refinador; no puede ser llenado a más de la mitad y hasta cubrir el -- eje, de lo contrario retendrá la mezcla (7).  
Si bien, también presenta ventajas como la de ser mecánicamente simple y el no importar el sentido de rotación del eje.
- C) Otro tipo de construcción, es el que consta de dos ejes mezcladores paralelos, cuyos brazos o paletas mezcladoras se intercalan; la mezcla obtenida de éste aparato se puede vaciar directamente al sin fin refinador o bien dentro de un pequeño mezclador de un solo eje, que puede actuar como alimentador de las prensas contínuas. Tiene la desventaja de ser mecánicamente más complicado que el anterior; no retiene la mezcla, asegurando una perfecta distribución del agua y una alimentación contínua y regular de la masa al refinador (31). Puede ser llenado al máximo y trabajar per-

fectamente dando a la sémola el tiempo necesario para poder absorber el agua.

- D) Mezclador de alta velocidad, en este tipo de aparato las materias primas son instantáneamente y uniformemente mezcladas; sirve principalmente como un elemento conveniente, que dá a las partículas de sémola el tiempo necesario para la absorción de agua (5,28).

La mayor parte de los mezcladores poseen un sistema de seguridad para protección del trabajador, este consiste en parar automáticamente el movimiento de la máquina cuando la tapa es removida, siendo imposible reactivar el motor hasta que la tapa es colocada en su posición de cerrado.(5).

### V. 3 CAMARA DE VACIO.

Se mencionó anteriormente, en la sección dedicada a fabricación, el empleo de las cámaras de vacío para el mejoramiento de la apariencia y color de los productos macarroneros; al respecto se pueden señalar tres diferentes formas de adaptación del sistema de vacío a las prensas;

- a) Vacío entre el mezclador y los elementos de prensado.
- b) Vacío adaptado en la cámara del refinador.
- c) Vacío completo.

#### V.3.1. VACIO ENTRE EL MEZCLADOR Y LA PRENSA.

Este sistema posee las siguientes características:

- Fácil acceso al mezclador durante la operación.
- La disposición perpendicular del tornillo de vacío proporciona una alimentación uniforme del mezclador a los elementos de prensado,

aún cuando la mezcla sea relativamente seca (6).

- Mecánicamente seguro.

### V.3.2. DISPOSITIVO DE VACIO ADAPTADO EN EL SENO DEL REFINADOR.

En las prensas con este tipo de dispositivo, la mezcla se prepara en un refinador de doble eje; posteriormente es descargada en el cruce de los ejes, evacuado por medio de una cámara de bajapresión especialmente diseñada (6). El sin fin de la prensa, es alimentado directamente de la sección del refinador mantenida bajo vacío.

Las mayores ventajas de este sistema están representadas por su fácilmente accesible y nada complicado. sistema de vacío, el cual no requiere de sellado en los alimentadores de la materia prima.

### V.3.3. SISTEMA DE VACIO TOTAL.

Este tipo de sistema parece tener más desventajas que ventajas, esto en base a que la literatura reporta que produce exactamente el mismo efecto sobre el producto en cuanto a apariencia, textura y - cualidades de cocción, que los anteriores, pero presenta además las siguientes desventajas comparado con los otros (6):

- El sistema es tan complicado que requiere de sellado en la alimentación de sémola y agua en el mezclador.
- Es muy difícil hacer correcciones en el contenido de humedad durante el mezclado.
- Las partículas finas de semolina son fácilmente succionadas del mezclador, ocasionando obstrucción del filtro y haciendo necesaria una limpieza más frecuente.

- La reincorporación de desperdicios húmedos al mezclador, solo es posible si se cuenta con una cámara de baja presión (6).

No obstante estas desventajas, algunos fabricantes prefieren el sistema de vacío total sobre los otros tipos, debido a que el operador de la prensa se ve obligado a supervisar continuamente la dosificación y el mezclado, dado que no es posible corregir una mala mezcla ya que para ello es necesario detener el funcionamiento de toda la prensa, lo cual muy difícilmente pasa desapercibido y gracias a esto se logran productos de calidad más uniforme.

Todas las prensas dotadas con cámara de vacío, deben ser conectadas con una bomba de capacidad suficiente para contrarrestar las inevitables pérdidas. El vacío normal dentro de la cámara, debe ser de 60 a 80% (31).

#### V.4 AMASADORES Y REFINADORES.

En las modernas prensas, el sin fin (No. 6, fig. V.1) cubre la función de amasar el tiempo necesario para el proceso. Durante su rotación el tornillo, proporciona movimiento circular a la vez que empuja la masa hacia adelante, dentro de sus ranuras; estos dos movimientos son los que dan el amasado suficiente a la mezcla (31).

#### V. 5 PRENSAS CONTINUAS.

En la figura V.1 se esquematiza un tipo de prensa continua de las cuales, dependiendo la forma en que se obtenga la presión necesaria para la extrusión, se pueden considerar tres tipos:

- A) Prensas de rodillos. Agua y semolina son mezcladas (No.3 fig.- V.1) y la masa es descargada a dos rodillos corrugados situados en el mismo plano horizontal; la pasta adherida a los rodillos es

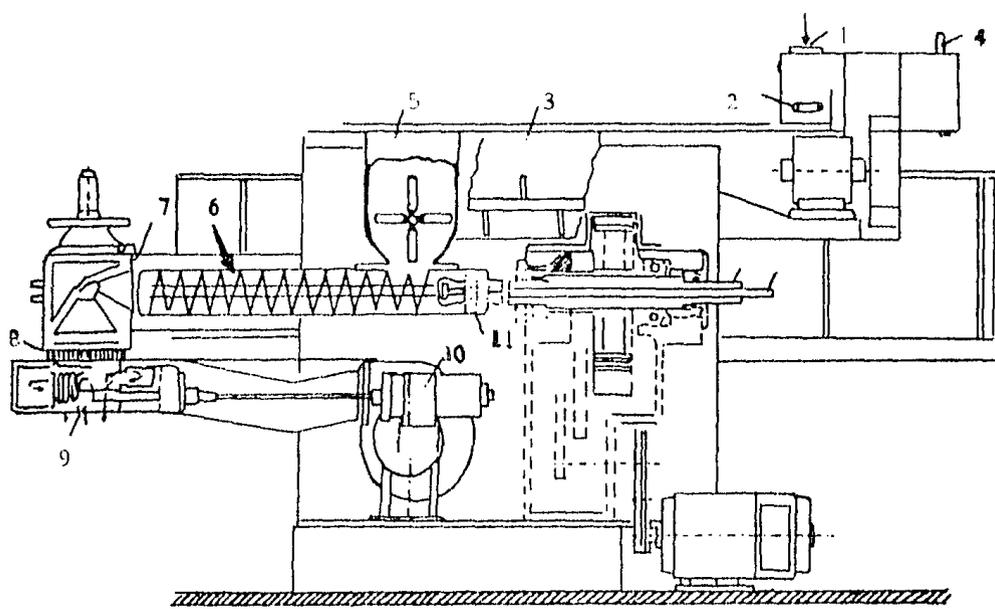


Fig. V.1

Corte Transversal de una Prensa de Extrusión Continua.

- |                                       |                             |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| 1.- Entrada de <i>Semolina</i>        | 7.- Plato cortador          |
| 2.- Dosificador de <i>Semola</i>      | 8.- Molde                   |
| 3.- Mezclador                         | 9.- Cuchillas               |
| 4.- Sistema para dosificación de agua | 10.- Motor de las Cuchillas |
| 5.- Refinador                         | 11.- Frenaque               |
| 6.- Sin fin de extrusión              |                             |

forzada a través de la abertura entre ellos, introducida a la cámara, y extruída a través del molde.

Estas máquinas se construyen tanto para pastas largas como para cortas; la harina o la sémola es introducida por un alimentador especial y ajustable para cantidades de 0 a 600 Kg/hr; el agua, es suministrada por una válvula muy sensitiva en la cantidad necesaria; está provista de una mezcladora de agua fría y caliente a fin de conservar más o menos constante la temperatura; un medidor de presión es adaptado a la cámara de extrusión a fin de mantener la presión constante durante todo el tiempo de operación; básicamente utiliza moldes de 400 mm de diámetro y 360 mm<sup>2</sup> de superficie de trabajo, aunque pueden utilizarse moldes de otros tamaños mediante la colocación de un anillo especial, que es fácilmente adaptado o removido; puede ser trabajada a alta o baja velocidad (550 a 400 Kg/hr) (31).

El producto obtenido posee una alta calidad, pero existen muchas dificultades al trabajar con este tipo de máquinas, por ejemplo: mantener el molde hermético es muy difícil; cambiar el molde requiere de mucho esfuerzo (31).

- B) Presión obtenida por medio de un sin fin con movimiento de pistón combinado (No.6 fig. V.1). El agua es medida por medio de una bomba y la cantidad vaciada es regulada variando la carrera del pistón. La semolina es medida mediante el uso de un recipiente conectado con tubo flexible a la tolva; el recipiente tiene un movimiento oscilante y una abertura que puede ser regulada por movimiento deslizante, con cada oscilación cierta cantidad de semolina es vaciada, dependiendo de la abertura. Tanto la bomba de agua (No.4, fig. V.1), como el recipiente de semolina (No. 2, fig. V.1) están controladas por el mismo cigüeñal, de modo que sean vertidas agua y semolina simultáneamente. Estas con mezcladas en un aparato contínuo y la masa es vaciada a un par de rodij

llos que actúan de modo semejante al laminador; de los rodillos la masa pasa a un sin fin horizontal (No. 6, fig. V.1) donde el refinado tiene lugar; al final de este la masa entra a un cilindro vertical, el cual contiene dos sin fines que giran y al mismo tiempo tienen un movimiento vertical alternativo. El molde (No. 8. fig. V.1.) está colocado al fondo del cilindro. En su movimiento ascendente la rotación de los sin fines hace avanzar la masa, que llena el cilindro y en el movimiento descendente la empujan, como pistones, a través del molde. Este tipo de prensa dá buena producción (28) .

C) Obtención de presión por acción del sin fin.

Se hace caer la sémola o harina dentro del mezclador (No.5, fig. V.1) así como el agua necesaria hasta que el nivel alcanzado por el sólido está a la altura del árbol de paletas, entonces se efectúa el mezclado hasta el momento de pasar al moldeado. Una vez que han pasado la sémola y el agua a la máquina el funcionamiento es autónomo.

El refinado se realiza por medio del tornillo sin fin y el cilindro que lo contiene, o sea que una de las funciones del tornillo es realizar el segundo amasado necesario para el proceso. La otra función del sin fin es crear la presión necesaria para forzar la masa a través de los orificios del molde (6).

V.5.1. TORNILLO SIN FIN.

La construcción y dimensiones del sin fin (No.6 fig. V.1), varían de acuerdo al tipo de prensa, no existe aún una normalización. Algunos fabricantes prefieren un sin fin con placas ajustadas. El paso del tornillo puede ser el mismo a lo largo de el o puede variar; en algunos casos la hélice puede variar, estando dividida en dos o --

tres secciones que pueden ser muy diferentes entre si, en otros la hélice es regular. Puede ser continuo o interrumpido por placas amasadoras. Puede ser construido de acero inoxidable o fierro recubierto de cromo duro(28).

De acuerdo al tipo de prensa, el diámetro del sin fin puede variar de 120 a 200 mm, pudiendo moverse a velocidades de 20 a 40 RPM. Este sin fin se mueve dentro de un chaleco cilíndrico rodeado de agua, hecho de hierro colado de grano fino o bien de bronce. El cilindro está generalmente dotado de muescas, para prevenir el que la masa resbale (31).

#### V.5.2. CAÑON O CABEZA DEL CILINDRO.

El cilindro principal debe ser calentado antes de que la prensa empiece su trabajo, a fin de mantener la correcta temperatura de la masa desde el principio. Después de que la máquina ha estado trabajando por una hora aproximadamente (5), el calentamiento puede ser disminuido o bien eliminado completamente. Debido a que la temperatura juega un papel importante en el flujo de la masa, muchos cilindros principales están dotados con una chaqueta que puede ser mantenida a la temperatura adecuada con agua o con cualquier otro fluido no volátil como por ejemplo aceite, que pueden ser calentados electricamente cuando así lo requieran.

Como regla general, la cabeza del cilindro lleva consigo el molde, el cual es presionado contra la superficie maquinada de la cabeza del cilindro y el soporte bajo elevada presión, obtenida del aprieto de los tornillos con los cuales este último está dotado; para prevenir escapes de masa del molde se utiliza un anillo sellador, insertado entre éste y la cabeza del cilindro. El anillo sellador, la superficie del molde y la cabeza del cilindro sobre la que descansan, deben ser mantenidas siempre perfectamente limpias si se desea que

sellado sea efectivo.

## V.6 CORTADORES.

PARA PASTAS LARGAS: En el proceso continuo, la prensa cuenta con una celda fotoeléctrica que detecta cuando la pasta tiene ya la longitud requerida y en ese momento hace funcionar una serie de cuchillas, que cortan el producto y lo dejan caer en una caña, que mecánicamente se desplaza para recibir el producto recién cortado y hacerlo avanzar hasta el secador, dejando paso a la caña que le seguirá en su recorrido; o bien la dejan caer en bandas que las conducen a charolas. Este dispositivo brinda una uniformidad de distribución sobre la caña, uniformidad en la longitud, evita deformaciones en las pastas huecas y mayor rapidez en la operación (31).

El recorte producido durante la operación es triturado mediante un dispositivo diseñado especialmente para ello y recirculado para volver a ser prensado (6).

PARA PASTAS CORTAS: El cortador consta de uno o más brazos adaptables a una flecha rotatoria; en cada brazo se ha adaptado una cuchilla bien afilada, que se mueve al ras del molde cortando el producto conforme es moldeado. Para asegurar la limpieza del corte, las hojas se deben mover sobre el molde con una ligera presión. Como estas deben ser afiladas frecuentemente, es recomendable que se puedan fijar y remover sin necesidad de herramienta.

Dependiendo de la forma en que la cuchilla es sujeta en el brazo, se pueden considerar dos tipos de cortadores para pastas cortas; fijos y móviles.

- A) En los cortadores fijos, las cuchillas se sujetan a los brazos por medio de tornillos, según se muestra en la figura V.a. Este tipo de dispositivo, tiene la desventaja de que debe ser muy

bien ajustado a la presión a la que ha de rozar el molde, ya que si ello no se observa la cuchilla será capaz de rayar la superficie de este, debido a que está tan firmemente sujeta que es posible que arranque pequeñas partes del molde, lo que implica un alto costo en el mantenimiento que requieren estas piezas por la acción de tales cortadores; también presentan el inconveniente de que, al ser sujetas por tornillos requieren de un mayor tiempo de montaje y desmontaje. Si bien, presentan ventajas tales como el bajo costo de la cuchilla; facilidad en su adquisición; definición y buena calidad en el corte de la pasta.

- B) Las cuchillas en los cortadores del tipo móvil, se sujetan por presión del brazo sobre una zona doblada de la cuchilla, parte que entra en una ranura practicada sobre el brazo; este a su vez, se adapta en un agujero de la flecha rotatoria, en el fondo del cual se encuentra un resorte que empuja al brazo para que ejerza la presión necesaria sobre la superficie del molde, según se puede apreciar en la figura V.B. Estos cortadores por su ajuste automático representan un ahorro de tiempo, así como ahorro económico en el mantenimiento de los moldes, ya que en el caso de atones la cuchilla en vez de lastimarlo, se rompe y sale del brazo; aunque tienen la desventaja de su elevado costo de compra y la necesidad de importación.

Para ambos tipos de cortadores, el movimiento es comúnmente impulsado por un motor independiente que proporciona muchas ventajas, entre ellas la variación de la velocidad de rotación y consecuentemente la de corte, para la obtención de diferentes longitudes en el producto. En algunos tipos de cortadores, se cuenta con una caja de engranes para lograr menores velocidades.

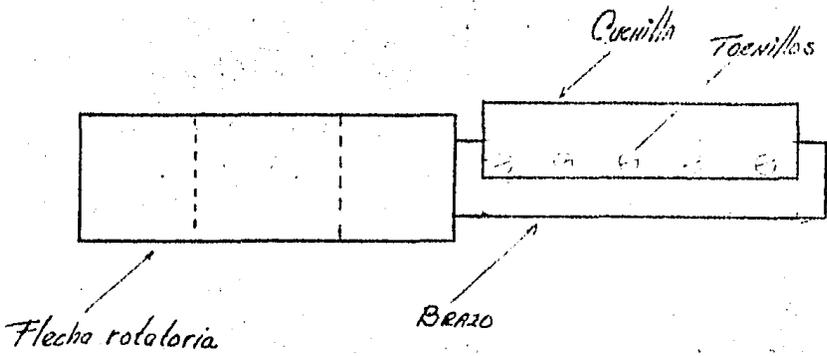


FIG V.A. ESQUEMA DE UNA CUCHILLA FIJA

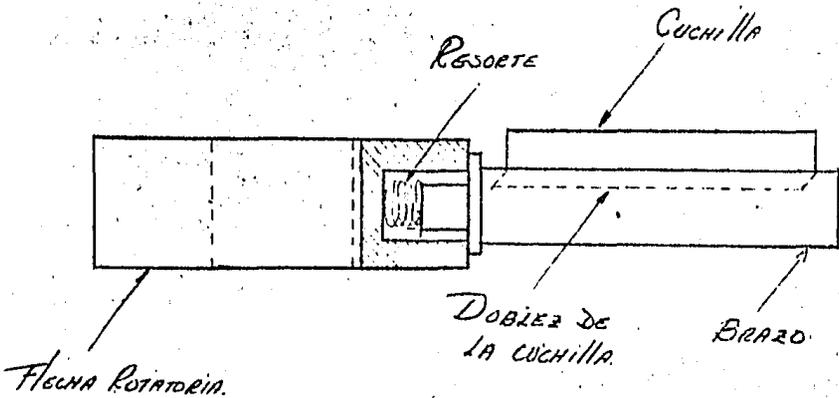


FIG. V.B. REPRESENTACION DE UNA CUCHILLA MOVIL

### V.7. LAMINADORAS.

Consisten en un par de rodillos montados en una estructura adecuada; los soportes de los rodillos son ajustables y pueden ser colocados por medio de un volante, de modo que varíe la abertura entre ellos - dos.

La forma más sencilla y empleada en la actualidad para producir - una lámina de masa es el empleo de una matriz con una única ranura, que forma un círculo casi completo en la superficie de un molde que se adapta a la cabeza de cualquier prensa continua; al ser presionada la masa contra el molde, se obtiene una lámina de 800 milímetros de ancho, que posteriormente pasará entre rodillos calibradores (32). En la figura V.3 se representa la producción de dos láminas de pasta, por medio de moldes de una sola ranura y su conducción a rodillos calibradores, de los cuales se hace una representación en la figura V.2.

### V.8 RODILLOS CALIBRADORES.

Generalmente, están incorporados a la misma estructura que los rodillos cortadores, los cuales están formados por cuchillas circulares, del mismo diámetro todas y equidistantes una de las vecinas, de modo que los espacios formados entre ellas proporcione el corte de listones de igualdad de ancho. Las separaciones entre las cuchillas pueden ser diferentes de un cilindro a otro, de modo que dos produzcan tallarines de anchos distintos (5).

### V.9. TROQUELADORAS.

Estas máquinas están diseñadas para imprimir al cortador un movimiento ascendente, en el que acumula energía potencial y otro: descendente, en el que corta el material colocado inmediatamente debajo

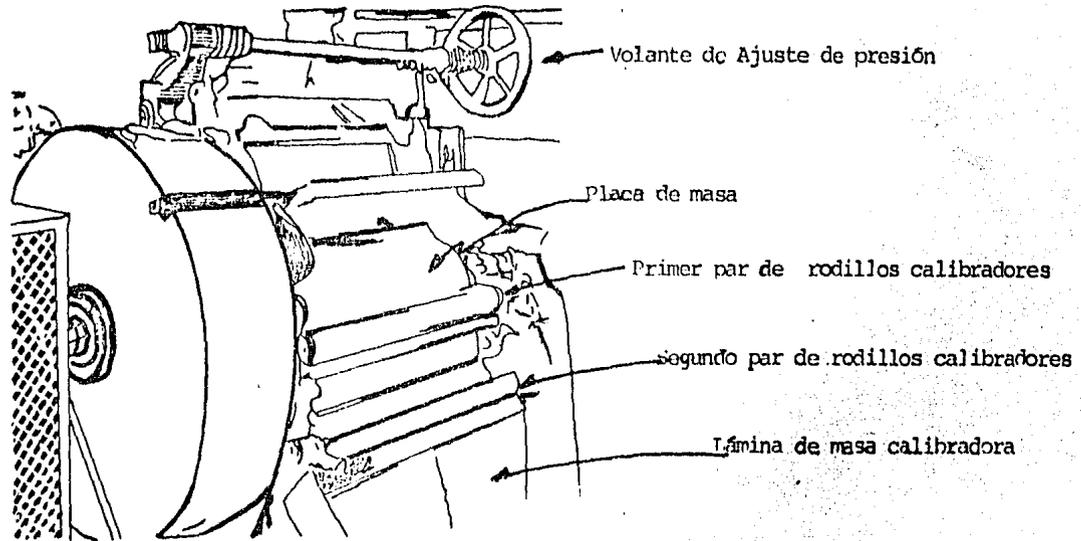


Fig. V.2

Rodillos Calibradores.

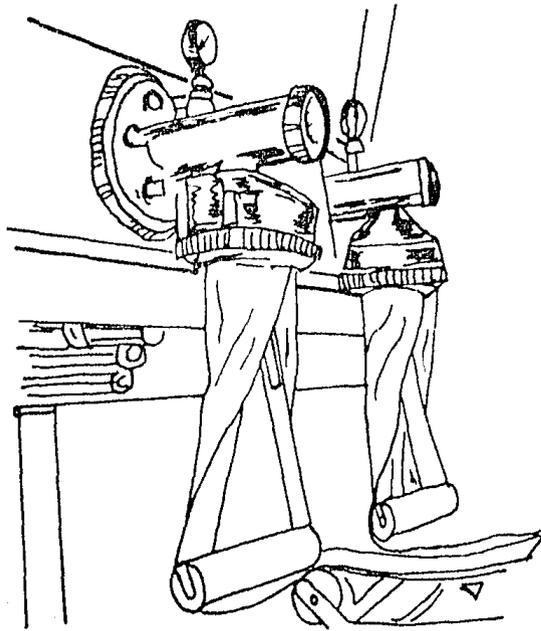


Fig. V.3

La figura muestra un tipo de prensa adaptada con molde de una sola ranura para producir una lámina de masa que posteriormente pasa a rodillos ca bradores para la fabricación de pasta troquelada.

de él. A la herramienta de corte para este tipo de máquina se le llama troquel.

Un troquel consiste esencialmente de un macho o punzón, una hembra o matriz y un elemento limpiador. El punzón es construido de bronce - fosforado de alta calidad, montado en una placa de acero. La matriz, es fabricada de acero de excelente calidad.

Cada punzón debe ajustar exactamente en la matriz correspondiente, de lo que resulta un corte bien definido de las formas. El limpiador, de lámina de bronce, es fijado a la matriz.

Cada punzón está provisto de cuatro tornillos para su ajuste fino que, ayudados por rondanas y tuercas, son sujetos firmemente. Es de vital importancia que el punzón ajuste perfectamente, deslizándose suavemente dentro del agujero de la matriz para que, en los movimientos descendentes de corte, las formas cortadas sean nítidas y completas para evitar daños en el punzón o en la matriz.

En comparación con las prensas de producción de pastas extruídas, la troqueladora es muy lenta en cuanto a producción se refiere, y un gran porcentaje de masa debe ser recirculado, regresándola a los rodillos laminadores.

En las troqueladoras más modernas, el movimiento del pistón es hacia adelante, haciendo presión sobre la matriz, movimiento en el que corta las figuras sobre la lámina de pasta que desciende continuamente frente al pistón, después de pasar por los rodillos calibradores, y un segundo movimiento del pistón hacia atrás para recuperar su posición inicial y reiniciar el ciclo (5,31,32).

## V. 10. MOLDES.

Los moldes tienen por objeto dar a la pasta su forma definitiva, se puede encontrar una gran variedad de ellos, considerando las formas que imprimen a las pastas; independientemente de ello, deben llenar - algunos requisitos para poder ser empleados tanto eficiente como económicamente, estos requisitos son:

- 1.- Ser lo suficientemente resistentes como para no deformarse al ser expuestos a altas presiones que tienen que soportar.
- 2.- Reducir a un mínimo el esfuerzo de la prensa.
- 3.- Ser lo más inerte posible al ataque de la acidez que pudiera presentar la pasta.
- 4.- De aseo fácil. (5).

A fin de cumplir lo mejor posible estos requerimientos, se ha ido variando el tipo de material de construcción de los moldes, que van desde los contruídos de cobre, que en la actualidad ya no se usan debido a que sus características se han visto superadas por otros - materiales; hasta los de teflón, que son los de construcción más moderna. Se puede considerar este aspecto como una base para clasificar a los moldes, y de acuerdo a ello se tiene:

### MOLDES DE BRONCES ALEADOS.

Los bronce empleados en la construcción de moldes son los metales muntz y delta, que son bronce al manganeso; presentan ventajas como el ser fácilmente maquinables; tienen una gran resistencia a la corrosión, que pueden causar la masa y el agua; son menos caros que los contruídos de acero inoxidable; más duros que el cobre y por lo tanto más resistentes al trabajo; tienen un mayor coeficiente de conductibilidad térmica que el acero, lo que permite dar un

mejor acabado al producto; existe mayor cohesión entre sus moléculas que entre las del cobre, lo que permite obtener mayor pulido y con esto mejor acabado a la pasta (5).

#### MOLDES DE ACERO INOXIDABLE.

Algunos fabricantes utilizan este material para la construcción de moldes, pero tiene el inconveniente de ser más caro que el bronce, debido a que es más difícil de trabajar; tiene la ventaja de conservar sus superficies pulidas durante mayor tiempo; debido a su menor coeficiente de conductibilidad térmica, es posible que retenga el calor - generado durante la operación, causando pobreza de color y de textura en el producto (33).

#### MOLDES MEZCLA DE BRONCE Y ACERO INOXIDABLE.

El cuerpo del molde es construido de acero inoxidable, lo que le da mayor resistencia a la presión que los de bronce, pero las pastillas son construidas de bronce, aprovechando las propiedades deseables de cada material (33).

#### MOLDES DE TEFLON.

No el molde pero si la pastilla o inserto es construida de este material; debido a las especiales características de tal resina termoplástica (químicamente inerte; alta resistencia al calor; excelentes propiedades eléctricas; no absorbe agua), se pueden encontrar moldes cuyo cuerpo sigue siendo de bronce mientras que las pastillas son de teflón. Para algunos tipos de pastas como las cortas y los fideos, estos moldes con insertos de teflón, proporcionan ventajas como:

- Mayor velocidad de extrusión, incrementada dos o tres veces (13 a 27 pies/min).
- Apariencia de mayor suavidad al tacto.
- Mayor transparencia.
- Productos con paredes más delgadas que las prensadas a través de moldes metálicos.
- Más evidentes las manchas blancas y las negras.
- Resistencia a la abración.
- Bacteriológicamente inmunes.
- Marcado color amarillento debido a la suavidad superficial.

Algunas de las desventajas que presentan son; (28, 32,33).

- Apariencia cerosa artificial, dependiente de las materias primas.
- Reducida densidad del producto.
- Necesidad de un equipo de vacío efectivo en la prensa.
- No aplicable a la manufactura de productos de fantasía.
- Excesivo cuidado en el lavado.

Se recomiendan para:

- Todas las formas cilíndricas, formas sólidas como spaghetti y fideo.
- Mejorar la apariencia del producto cuando se usan materias primas de baja calidad.

- Cuando se requiere incrementar la capacidad de producción.
- Para mantener un hermoso color especialmente en los productos con huevo, secados en tiempo corto en clima seco. (33).

#### MOLDES MEZCLA DE BRONCE Y TEFLON.

Las pastillas construídas con este nuevo tipo de material logran productos que, conservando las ventajas de los elaborados con pastillas de teflón, poseen además cualidades de cocción de los productos elaborados a través de pastillas de bronce. La pastilla es construída de bronce y la superficie por la cual debe pasar la masa durante la extrusión, está recubierta de teflón (33).

Otro aspecto que puede ser usado como referencia para la clasificación de los moldes, es la forma que el fabricante les dá, esto es:

- a) Moldes redondos, que son los más versátiles, porque se pueden emplear para la producción de pastas largas o cortas.
- b) Moldes rectangulares, que se utilizan exclusivamente para la producción de pastas largas.

Los moldes redondos se pueden subdividir a su vez en:

REMOVIBLES, usados en las antiguas prensas hidráulicas. Este molde se coloca dentro del cilindro de la prensa, descansando en el fondo de éste. Es tedioso su recambio y limpieza.

ESTACIONARIOS. Se colocan en el exterior de la prensa sobre un soporte bajo el cilindro de la cabeza; es de fácil colocación y limpieza. Se utilizan en las prensas continuas.

Los moldes, pueden ser construídos de tal forma que en su superficie posean orificios, a través de los cuales fluya la pasta por la presión que soporta; o bien pueden estar dispuestos de tal forma - que las secciones que conforman la pasta (pastilla, brocha, broca o inserto), sean removibles y de posible sustitución cuando se encuentren ya en mal estado. Considerando la gran variedad de formas en que se -- presentan las pastas en el comercio, es posible adquirir una idea de la gran diversidad de formas que se pueden imprimir a las pastillas que darán el aspecto final del producto.

La cantidad de agujeros que se pueden realizar en cada molde debe ir de acuerdo a su resistencia, la cual depende de su espesor y diámetro o longitud. Debe contener un máximo óptimo, ya que un molde con muy pocos agujeros representa un mayor costo y aumenta la presión necesaria para el moldeo (32,33).

En todo proceso se pretende obtener el producto de mejor calidad posible, dentro de las limitaciones de materia prima y equipo con que se cuente, es por ello necesario tener siempre en consideración la extrema importancia que tiene la limpieza de los moldes, incluidas aquí las pastillas.

#### V. 11. MAQUINAS LAVA MOLDES.

Son necesarias, como se explica en el capítulo correspondiente a defectos, para evitar daños durante el moldeo de la pasta. Se fabrican en diferentes tipos, pero todas ellas constan esencialmente, de una bomba que proyecta agua a presión (25 a 30 Kg/cm<sup>2</sup>) sobre el molde; el chorro de agua o ambos son mantenidos en movimiento, a fin de que el agua bañe y limpie todos los agujeros (33).

A manera de ejemplo se describen las máquinas Recciarelli y Renaudin. La primera , consta de un tanque cilíndrico en el interior del

cual existe un dispositivo sobre el que se coloca el molde, al que se imprime un movimiento de rotación lento para permitir que presente todos sus agujeros a la caída del chorro de agua a presión. El agua empleada se recircula para mayor economía (5).

La máquina Renaudin representada en la figura V.4 es mejor, en -- cuanto a que lava un mayor número de moldes al mismo tiempo. Consta de una rueda giratoria en torno a la cual se sujetan los moldes; el movimiento de rotación de la rueda es muy lento; la mitad inferior se encuentra inmersa en una tina con agua, lo que permite que los moldes se remojen y suavisen la masa de los agujeros. La rueda, gira en el interior de una cámara cilíndrica, al fondo de la cual se encuentra la mencionada tina y en la parte superior un tubo con varias salidas, que permiten el paso de agua a presión y que la proyectan en chorros en forma de "V" sobre los moldes, haciendo más eficaz la limpieza(5).

## V.12. SECADO.

### V.12.1. VENTILADORES.

Se mencionó la necesidad de una corriente de aire a la salida del molde, sobre la pasta, a fin de conservar su forma y hacerla más - manejable (5). En el proceso continuo, la mayoría de las prensas es - tán equipadas con un ventilador interconstruido, que puede ser movido por el motor principal, pero generalmente cada ventilador cuenta con su motor. Un regulador hace posible controlar la cantidad de ai - re deseable, dirigido sobre la pasta. En ocasiones, es necesario ca - lentar el aire, lo que se logra por medio de agua caliente que se obtiene de un calentador, que puede estar incluido también en la - prensa (5.32).

Dos diferentes tipos de distribuidores pueden ser usados: los em - pleados para pastas cortas, que proyectan el aire a la superficie

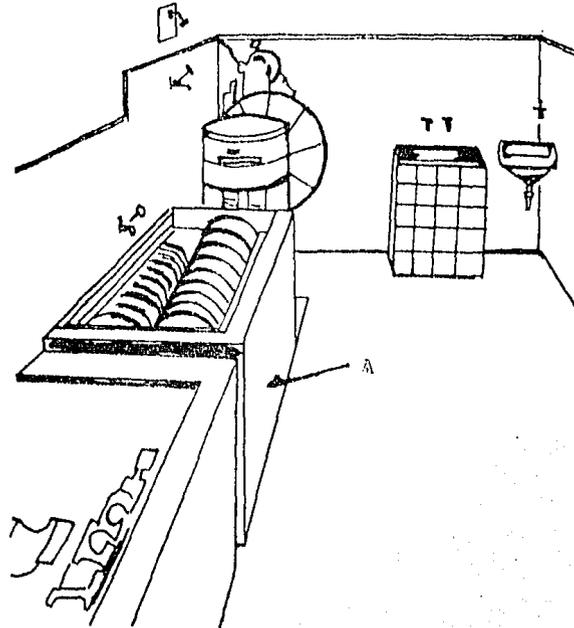


Fig. V.4

Cuarto de lavado de moldes; A es una máquina lavadora para moldes cilíndricos.

de salida del molde, y los empleados para pastas largas, que dirigen el aire a lo largo de la pasta conforme va fluyendo (32,33).

#### V.12.2. TRAVATO.

Este moderno dispositivo ayuda a la formación de la costra superficial, formada antes del presecado y que es deseable para evitar que las figuras menudas se adhieran unas a otras, así como para impedir la deformación. Se coloca después de la prensa y por medio de una turbina que lanza aire a su interior, seca aún más la superficie de la pasta, la que es conducida a través del travato por una malla de acero inoxidable, vibratoria, que por su movimiento ayuda a evitar que la pasta se pegue. A la salida de él, las pastas caen directamente a la banda del presecador (31).

#### V.12 .3. PRESECADORES.

##### a) DE PASTAS CORTAS.

El presecado de las pastas cortas se inicia con su caída directamente al presecador, el cual puede ser de diferentes tipos y modelos, uno de los cuales consta de varias mallas sobre puestas unas a otras y formando un ángulo agudo. Estas están montadas sobre la misma estructura y controladas por dos excéntricos que les imprimen movimientos oscilatorios alternados. El ángulo que forman entre sí y su movimiento oscilatorio propician el avance de las pastas a lo largo de ellas, así como su descenso a los diferentes niveles en que se localizan las cribas, hasta llegar a la última. Estos movimientos se esquematizan en las figuras V5 y V.6.

Dado que es necesario que el presecado se lleve a cabo en una atmósfera húmeda y caliente se requiere que las bandas sean construídas de

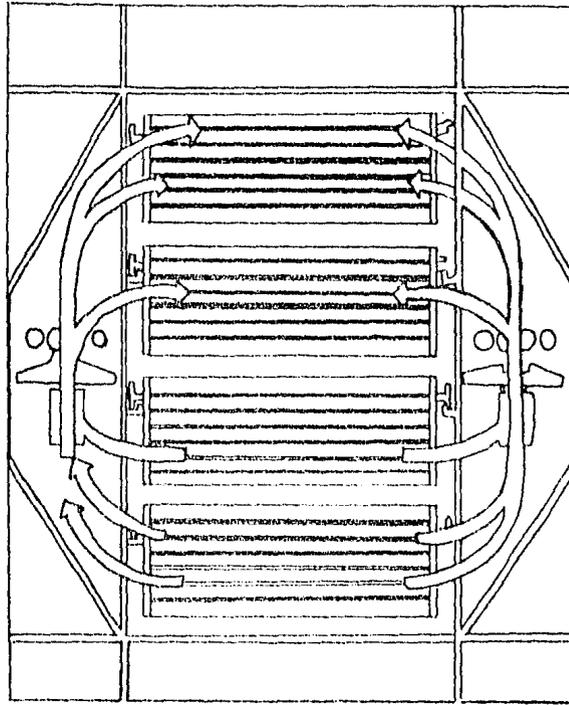


Fig. V.5

Se representa la circulación de aire dentro de un secador para pastas cortas.

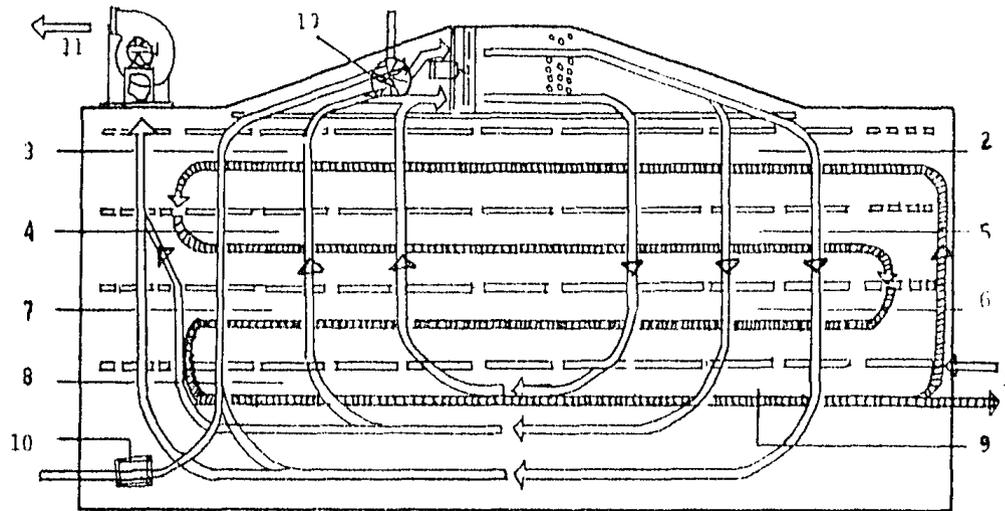


Fig. V.6

Esquema de circulación de aire y movimiento de pasta en un tipo de secador para pastas largas.

1.- Entrada y salida de pasta.

2 a 9.- Posiciones sucesivas de las cañas con pasta.

10.- Entradas de aire fresco

11.- Salida de aire húmedo.

05

material inoxidable, como por ejemplo el nylon (28).

Otro tipo de presecador, es uno de forma cilíndrica, con la criba - en espiral y un movimiento oscilatorio de ella. Este aparato ocupa una menor superficie que el descrito anteriormente (28,32).

b) DE PASTAS LARGAS.

Se ha mencionado anteriormente que las pastas largas se disponen en barras o cañas, que a su vez son recibidas en gabinetes de secado, en el interior de los que se localizan uno o varios ventiladores que hacen - circular el aire caliente o aire a temperatura ambiente. No existe recirculación del aire, y la corriente es generalmente vertical para lo grar un presecado uniforme.

Normalmente el aire se hace circular de arriba a abajo, aunque no es extraño encontrar presecadores en los cuales el aire fluya de abajo hacia arriba, y otros en los que circule en ambos sentidos alternativa mente (5,28).

Los mejores resultados se obtienen con un flujo de aire de arriba hacia abajo (28), debido a que no agita el producto como en el caso - del flujo inverso. Con una corriente horizontal se obtienen productos curvados indeseablemente; en la actualidad, los ventiladores están - siendo sustituidos por sistemas de ventilación a base de turbinas. Un ejemplo de presecador de pastas largas es presentado en las figuras V6 y V.7 .

c) DE TALLARIN Y FIDEO.

Este tipo de pastas se presentan en forma de pequeños paquetes, formados por dobleces efectuados en varios filamentos, con lo cual se logra que se mantengan juntos, esto se realiza después de que la pas-

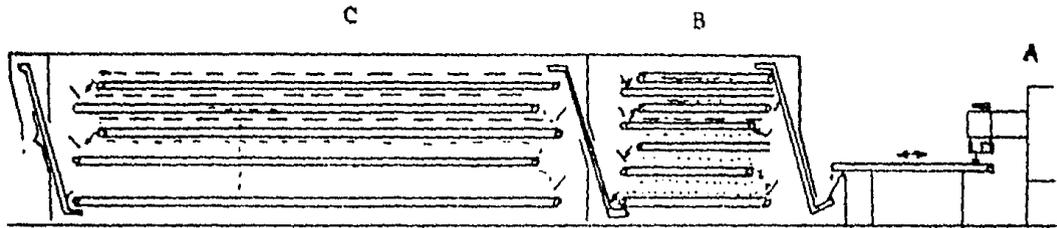


Fig. V.7

Vista Transversal que muestra el movimiento de la Pasta en un tipo de Secador continuo para pastas cortas.

A.- Cabeza de la Prensa

B.- Presecador

C.- Secador

ta ha dejado el molde y cuando ha sido cortada a la longitud requerida" .

" Las charolas llenas del producto así doblado, son colocadas en el fondo de la cámara de aire. Tan pronto como la charola ha entrado a la cámara , un mecanismo automático la levanta, dejando espacio para que pase la siguiente. Conforme cada una entra, todas las demás son elevadas dentro de la cámara, espaciando las que están en proceso y dejando lugar para una nueva. Las charolas continúan elevándose paso a paso, hasta que la primera de ellas llega al tope entonces, conforme cada una entra a la cámara la de más arriba es empujada fuera y recibida por dos brazos que la bajan lentamente. Las descendientes son colocadas, automáticamente, en una banda transportadora. Conforme una llena es removida de la banda, es reemplazada por otra vacía " (34).

#### V. 12. 4. SECADO FINAL DE PASTAS CORTAS.

Se ha establecido ya, que ésta última fase debe conducir gradualmente a la pasta a un contenido total de humedad del 12 al 13%; es la operación más larga, y se efectúa dentro de aparatos especiales, donde los períodos de ventilación con la admisión de una diferente cantidad de aire más o menos saturado, se alternan con períodos de reposo. Según la forma de operar y los sistemas de cada secador, tales períodos tienen diferente frecuencia y duración.

A continuación se describen los cilindros secadores para pastas cortas; son cilindros giratorios que imprimen a la pasta cierto grado de agitación, lo cual permite cambios de agitación, lo cual permite cambios de posición de ella y con esto, ayuda a la pérdida regular del exceso de agua contenido en la pasta; dentro del cilindro el producto soporta además, intenso calor y aire húmedo. El secado se lleva a cabo muy rápidamente, pudiendo reducirse hasta en tres horas el tiempo total empleado en la operación(6); sin embargo, las pastas secas obtenidas por este medio tienen un pobre color, presentan una su

perficie demasiado pulida, lo que no es deseable dado que no son de fácil cocción (32).

Una modificación al sistema anterior es el incremento del diámetro del cilindro, y el trabajo con temperaturas promedio. Las pastas secadas por este medio tienen buenas cualidades de cocción, buen sabor y baja acidez, pero conservan su pulido indeseable y la pobreza en el color. La operación tiene una duración de entre 16 y 24 horas (34).

Otro tipo de secadores para pastas cortas son los continuos, que en general funcionan de modo que dentro de ellos, la pasta se ve sujeta a las tres etapas que forman el secado (presecado, reblandecimiento y secado definitivo). El modo en que la operación se lleva a cabo, varía dependiendo del fabricante del equipo y del modelo. En la actualidad los principales fabricantes de equilibrio Italiano son:

Bulher.

Braibanti

Pavan

Se ilustra un ejemplo del sistema de secado empleado por Braibanti en las figuras V.8 y V.9.

#### V.12. 4 SECADO FINAL DE PASTAS LARGAS.

Como la mayor cantidad de pastas largas son manejadas en cañas durante el secado, se tratará de los secadores que reciben estas cañas cargadas con las pastas durante la operación del secado final.

Estos secadores se construyen en diferentes capacidades, que van desde 300 hasta 2000 kg, distribuidos en dos o tres capas (31).

La diferencia entre los diferentes tipos de secadores es, básicamente la forma de hacer circular el aire de secado. Un tipo muy po-

pular es el construído por la compañía italiana Garbuio (31); este - secador tiene cuatro ventiladores con cuatro aspas cada uno, adaptados a una estructura vertical e impulsados por un motor eléctrico. - Las aspas impulsan al iare a subir verticalmente a través de las pastas de arriba a abajo. En las dos paredes paralelas, en las que el se cador no tiene puertas, hay doble capa formando un pasaje que conduce el aire del fondo a la parte superior. Una válvula conectada con el - ventilador más cercano al piso, proporciona salida al aire húmedo y una cantidad equivalente de aire fresco es admitida por una segunda - válvula, conectada con un pequeño ventilador en la parte superior del cubo de ventilación(31). En los modelos más modernos, los ventiladores han sido sustituídos por turbinas, que tienen la ventaja de un - menor costo de mantenimiento y la sustitución de varios ventiladores por una sola turbina.

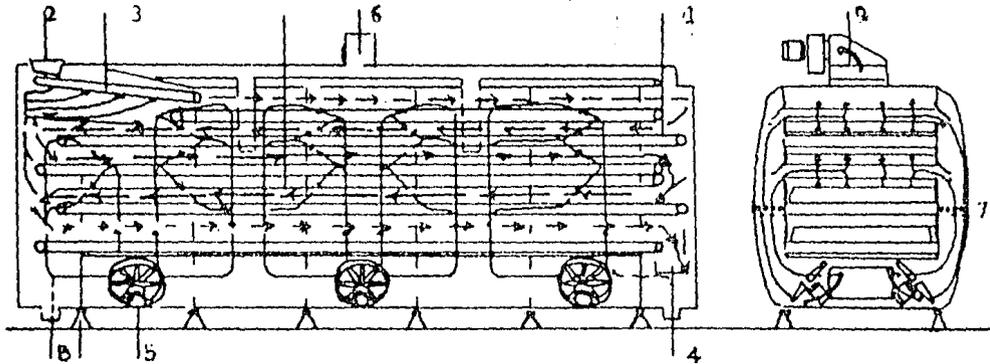
Los grandes ventiladores tienen el inconveniente de que el flujo de aire no tiene la misma velocidad, ni humedad, ni temperatura en to dos los puntos, lo cual hace que existan algunas zonas en las cuales el secado es más lento y ello repercute en el tiempo total de la operación, que es de 30 a 36 horas (5); en cambio, en los secadores de sección transversal pequeña, es más fácil establecer una uniformidad en velocidad , temperatura, humedad y el tiempo total de secado se ve reducido a 24 horas (6,31).

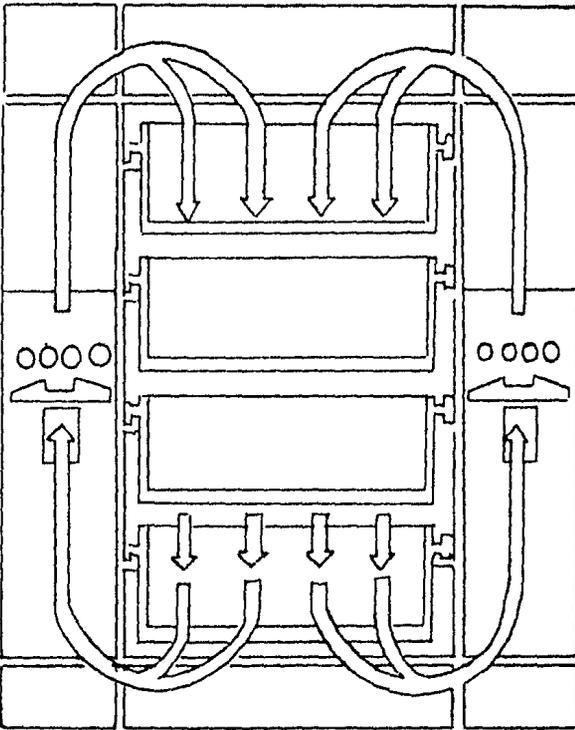
En la figura V.10, se representa un esquema del flujo de aire y - pastas en un secador, en el cual el tiempo total varía de 15 a 36 - horas. En él, las pastas, una vez que el secador está lleno, no se encuentran en una sola posición, sino que se mueven a lo largo de un circuito definido hasta completar el secado, de esta forma cada caña con macarrón ocupa, en diferentes momentos, todas las posiciones po sibles dentro del aparato, pasando a segundo plano la importancia - de la regularidad del flujo de aire (32).

Fig. V.9

En la figura se reopresenta un tipo de secador para pastas cortas: las flechas que parten de los ventiladores indican el recorrido del aire de secado un tanto que las flechas con línea punteada señalan el recorrido de la pasta.

- |                            |                            |                                 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 1.- Bandas conectoras      | 3.- Distribuidor           | 5.- Ventiladores                |
| 2.- Zona de llenado        | 4.- Salida                 | 6.- Ventilador de salida        |
| 7.- Zonas de Calentamiento | 8.- Entrada de Aire fresco | 9.- Descarga de aire hirviendo. |





V.10

Muestra el sentido de Circulación de aire dentro de un Secador de pastas largas.

## V.13. EMPACADORAS .

Sean empleadas cajas o bolsas para el empaque de los delicados productos macarroneros, en la actualidad ésta operación ya no se hace manualmente sino en forma automática mediante el empleo de máquinas automáticas apropiadas para el tipo de empaque seleccionado.

A manera de ejemplo del equipo empleado para este fin se transcribe la descripción de una máquina empaedora para pastas cortas: "Una máquina completamente automática forma, llena y sella bolsas de celofán y polipropileno y si se le adaptan dos básculas permite una producción superior a 50 bolsas por minuto. Las básculas están montadas en una plataforma adaptada con ruedas lo que facilita el moverlas", (31).

Hay máquinas del tipo que forman, llenan y sellan las bolsas, pueden ser empleadas tanto para pastas largas como para cortas; cuando se == trata del empaque de pastas cortas se puede emplear cualquiera de los métodos ya señalados, (volumen o pesada). Las mordazas selladoras, que son diferentes las empleadas para celofán que las empleadas para polipropileno, pueden ser cambiadas en 20 minutos. La bolsa es formada a partir de un rollo de material, mientras una celda fotoeléctrica registra el estampado de ella dentro de ciertos límites a fin de que quede bien centrado el dibujo grabado, cuando la bolsa sea cortada y sellada. También hay máquinas que imprimen las leyendas en la bolsa (31).

Existen también máquinas que trabajan con bolsas prefabricadas y cuyo trabajo consiste en llenar y sellar las bolsas por diferentes medios como el calor, pegamentos, o cintas adhesivas. (31).

Se mencionó la dificultad de manipular las pastas largas dada su fragilidad, esta dificultad se hace más sensible en la etapa de dosificación

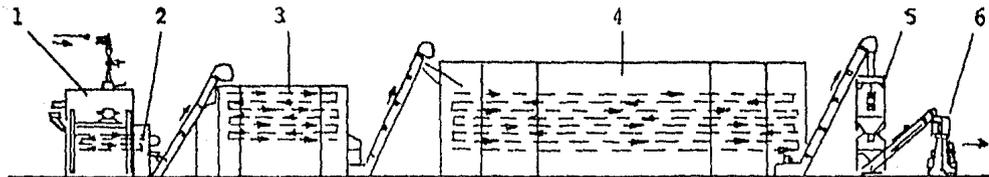


Fig. V.11

Recorrido de la pasta corta desde su salida de la Prensa hasta el empaque.

- |                                |                       |
|--------------------------------|-----------------------|
| 1.- Prensa Automática Continua | 2.-Trabato            |
| 3.- Presecador                 | 4.- Secador           |
| 5.- Silos de Almacenamiento    | 6.- Unidad de Empaque |

ya que la formación y sellado del empaque es similar al empleado para pastas cortas. En base a esto, las diferencias más importantes entre las diversas máquinas empleadas para empacar éste tipo de pastas radica en la manera en que se realice la dosificación y para lo cual se pueden emplear máquinas como la representada en la figura V.12, (31).

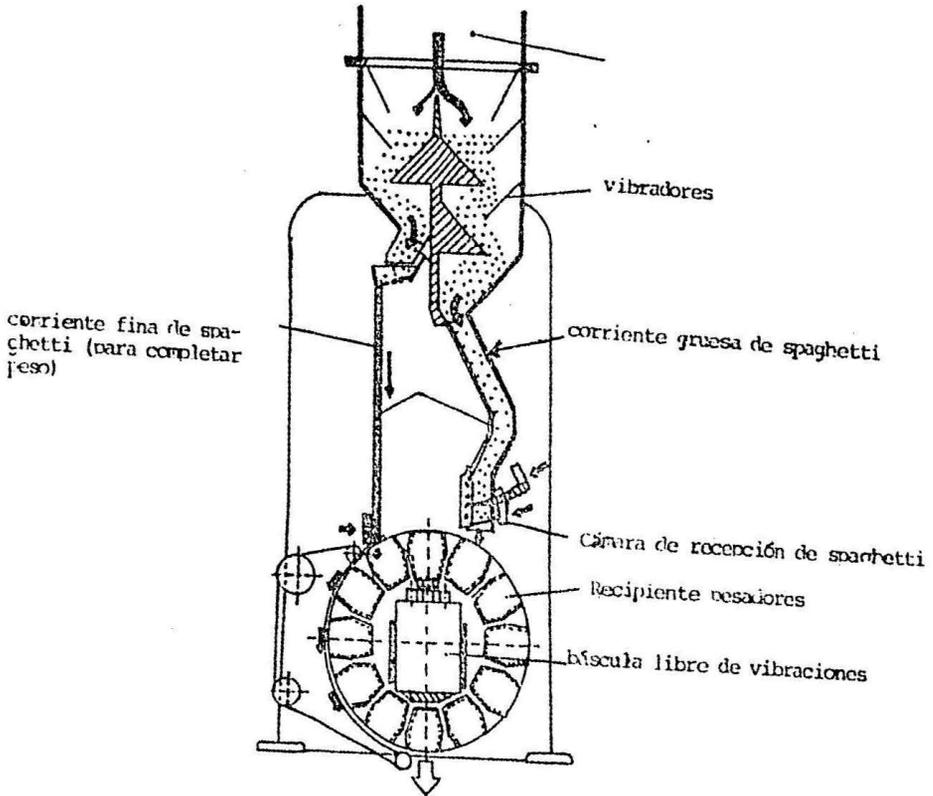


Fig. V.12

Esquema que representa un tipo de llenadora de pastas largas.

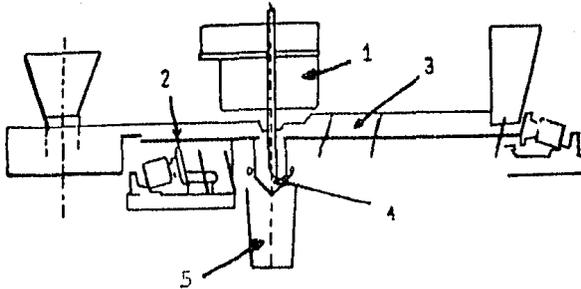


Fig. V.13

Esquema que representa una máquina pesadora.

- 1.- Pesador electrónico
- 2 y 3.- Conductores vibratorios controlados por (1)
- 4.- Escala, cuando es peso lo correcto las compuertas del fondo de la escala se abren y caen a..
- 5.- Conducto, que deja caer la pasta al empaque.

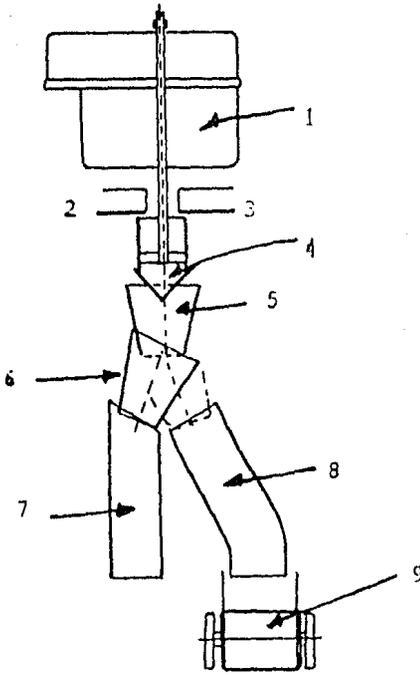


Fig. v.14

Representa el complemento de la máquina pesadora (fig. V.13). La guía 6 es adaptada bajo el conductor 5. Si el peso del producto contenido en 4 es correcto el producto es liberado por el conducto 7 y empacado. Si el peso es alto o bajo la guía 6 es movida automáticamente hacia 8 por el cual el producto es vaciado a la banda (9) y recirculado.

## C A P I T U L O VI

### CONTROL EN EL PROCESO

## VI. CONTROL EN EL PROCESO.

A lo largo del proceso de fabricación pueden darse errores, ya sean personales o imputables al equipo, que finalmente se vean reflejados en un pobre aspecto de las pastas obtenidas, al ser comparadas con las características de los productos macarroneros óptimos.

Las características físicas de un buen producto macarronero son: superficie lisa, no áspera o rugosa; hermoso color ambarino; translúcida; dura, más allá de su punto elástico; las pastas largas deben ser flexibles, capaces de resistir torsiones considerables sin romperse y cuando se rompan, produzcan roturas sin astillas.

Sus características de cocción se refieren a un aumento óptimo de volumen (3 a 4 veces el de la pasta seca); absorción de agua, de al menos el doble de su peso en agua; conservación de su forma después de la cocción; y que no sea pastosa después de su preparación.

Tales características pueden verse más o menos afectadas si las condiciones de operación no son las óptimas; los efectos de estos errores son diversos y es posible determinar en que etapa del proceso existen fallas y en que consisten, observando los defectos y basándose en una amplia experiencia en la fabricación. A continuación se hace un breve resumen del control que se debe llevar a cabo a lo largo del proceso, así como los principales defectos que pueden aparecer en caso de que se presenten alteraciones en los estándares correspondientes a cada etapa; este tipo de control puede ser llevado a cabo por el Departamento de Control de Calidad. Siguiendo una secuencia de acuerdo al diagrama del proceso, se tiene:

## VI.1 CONTROL DE LA FORMULACION Y PESADO DE INGREDIENTES.

Se lleva a cabo para comprobar que los porcentajes de colorante, - ingredientes opcionales como gluten, huevo, etc., sean los adecuados para el tipo de pasta que se va a procesar.

Para uniformar la mezcla de los ingredientes en polvo se emplea un cernidor mecánico de malla 100 a fin de eliminar grumos blancos o de otro color que puedan existir entre la materia prima ya que su presencia da lugar a la aparición de puntos negros y blancos en el producto terminado.

El que la harina contenga el porcentaje ideal de gluten de acuerdo al tipo de pasta que se vaya a elaborar (11 a 12% para fideo; 13 a 14% para pastas huecas, por ejemplo), ayuda a que la pasta conserve su forma durante el corte y el resto del proceso. Un alto contenido de gluten en la masa produce una pasta fuerte de buenas características para procesar pastas huecas pero no menudas, ayuda a que la pasta sea resistente al corte y permita un corte limpio, así como que sus paredes permanezcan en la posición correcta y no decaigan por la gravedad o el peso de otras pastas.

## VI. 2. TEMPERATURA DEL AGUA DE MEZCLADO.

La temperatura del agua para formar la masa depende del tipo de pasta que se va a procesar, por ejemplo: para pasta corta deberá oscilar entre 19 y 20°C; para las huecas la temperatura será 29 a 30°C y en el caso del fideo y pasta larga la temperatura debe ser alta entre 45 y 50°C.

A mayor temperatura la masa se hace más fluída lo cual es deseable en pastas largas y fideos; debe ser menos suave para pasta cortas a fin de que el corte sea limpio, produzca superficies lisas y productos de formas bien definidas.

## VI. 3. PRESION DE LA BARRENA O SIN FIN.

Es determinada por medio de manómetros integrados a la prensa, indicando el gasto de energía durante la extrusión de la masa, este trabajo es el empleado por el pistón al presionar la mezcla, a fin de hacerla pasar a través de los insertos o pastillas del molde. Es obvio que, mientras más agua contenga la mezcla se requerirá menor presión - para extruirla y viceversa.

Algunos ejemplos de presiones estándares son :

Pasta corta	$90 \pm 2 \text{ Kg/cm}^2$
Pasta hueca	$85 \pm 2 \text{ Kg/cm}^2$
Fideo	$70 \pm 2 \text{ Kg/cm}^2$

Si la relación líquido - sólido es inadecuada se puede dar lugar a:

- 1.- Presión baja, o sea pasta muy suave que al salir del molde se deformará por la inconsistencia de la masa.
- 2.- Presión alta como consecuencia de pasta dura por falta de agua que formará productos muy blancos, debido a que la sémola no fué disuelta en su totalidad y por ello no hubo condiciones adecuadas para el desarrollo de color, (6).
- 3.- Color no uniforme o pasta totalmente blanca. La necesidad de mucho trabajo a fin de lograr una distribución uniforme del agua, uniformidad en el aspecto y composición final provoca que el gluten se debilite dando además lugar a deformaciones en la pasta, como el que las pastas largas se alarguen demasiado no conservando su forma cilíndrica y tanto las pastas cortas como las huecas y largas se pueden pegar unas con otras durante el proceso.

## VI. 4 PRESION DE VACIO.

Dada la diferente consistencia de la masa para formar los diversos tipos de pastas la presión existente en la cámara de vacío debe ser también mayor a mayor dureza de la masa, por ejemplo.

Pastas cortas	$45 \pm 1 \text{ Kg/cm}^2$
Pastas huecas	$60 \pm 1 \text{ Kg/cm}^2$
Fideo	$40 \pm 1 \text{ Kg/cm}^2$

En el caso de que la presión de vacío no sea suficiente para la extracción del aire de la masa se pueden presentar cualquiera de los siguientes defectos:

- a. PUNTOS EN LAS PASTAS. Debidos a pequeñas burbújas de aire que permanecen en la masa, aún bien empacada dentro de la cámara, y que escapan a presión después del prensado. (5).
- b. MANCHAS BLANCAS. Causadas por pequeñas burbújas de aire atrapadas en la masa y que permanecen en ella aún después del prensado.
- c. PERDIDA DE COLOR Y TEXTURA. Debido a pérdidas de vacío por mal sellado del conducto entre la bomba y la cámara de vacío; para una adecuada evacuación del aire de la masa, los trozos de ella no deben ser muy grandes y deben permanecer suficiente tiempo dentro de la cámara para asegurar que el aire sea expulsado, (31).

## VI.5 HUMEDAD DE LA PASTA AL SALIR DE LA PRENSA.

Independientemente del tipo o forma de la pasta procesada todas deben contener un  $30 \pm 2\%$  de humedad al momento de salir de la prensa, este parámetro es índice del buen control de las etapas anterior-

res y sirve de referencia para las posteriores.

#### VI.6 . HUMEDAD Y APARIENCIA DE LA PASTA EN EL PRESECADO.

Al salir de la zona de presecado las pastas cortas y las huecas deben tener un  $21 \pm 1\%$  de humedad y el fideo un  $23 \pm 1\%$ , y deben tener un color ambarino uniforme, si presenta zonas blanquecinas (checado) es índice de fallas anteriores.

#### VII. 7. HUMEDAD RELATIVA EN LA SALA.

Es necesario que la sala que contiene el equipo de secado tenga un ambiente caliente y húmedo, de lo contrario las diferencias entre el medio ambiente y el secador afectarán a la pasta, haciéndola aparecer "checada" o estrellada si la diferencia es excesiva.

Dentro del presecador existe una humedad relativa de aproximadamente 90%, la humedad de la sala debe mantenerse lo más cercano a este valor y no ser inferior a 55%.

#### VI. 8 . HUMEDAD FINAL EN LA PASTA.

A fin de que la pasta tenga una mayor vida de anaquel y que no permita la ofrmación de hongos una vez empacado el producto, debe tener un 11% de humedad máxima.

Un porcentaje menor de humedad en la pasta representa pérdivas para la empresa, aunque no daño para el producto. No sólo se controla la humedad final, sino la humedad en cada piso del secador, a fin de comprobar que la velocidad de pérdiva de agua, sea la deseada, ya que de otro modo se puede dañar la pasta.

Para poder tener un buen control durante el secado y presecado, se construyen gráficas de humedad contra tiempo tantas veces como sea po

sible al día, para cada equipo de secado y para cada tipo y forma de pasta; de todas las curvas elaboradas durante el proceso se selecciona aquella que corresponde con el producto de mejores características, para tratar de estandarizar las condiciones óptimas de operación de cada producto y en cada equipo. La subsecuente comparación de las curvas obtenidas en un turno de trabajo con la estandar sirve para determinar anomalías en humedad, temperaturas, humedad inicial de la pasta, etc., que dañarán las características finales de ella. Un ejemplo de curva óptima de secado es la representada en la figura VI.1

Al obtener una curva muy diferente a la estándar durante el control de proceso, es posible localizar la zona (piso) origen de la alteración así como los factores que la estén afectando (humedad, ventilación temperatura), y es factible eliminarlos antes de que se dañe una mayor cantidad de producto.

Son ejemplos de los daños que puede sufrir la pasta durante el secado:

- a. Sabor no desarrollado y poca resistencia a cocción excesiva, ocasionados por secado demasiado rápido (35).
- b. Pasta muy ácida, provocado por un secado demasiado lento que favorece el desarrollo de hongos, dando el origen de la acidez, (5).
- c. Pasta quebrada. Si el proceso de secado es muy rápido el producto puede parecer correctamente secado, sin embargo la superficie se quebrará tan pronto como el agua conservada en el centro difunda hacia ella, (6).
- d. Pasta de color parduzco, pérdida de la translucidez. Si durante el secado la extracción de agua de la pasta no se ajusta a la humedad del medio ambiente o al tiempo de operación de ésta etapa, se desarrollarán fuerzas de contracción en el producto las cuales reducirán su resistencia a la rotura y por lo tanto, el pro-

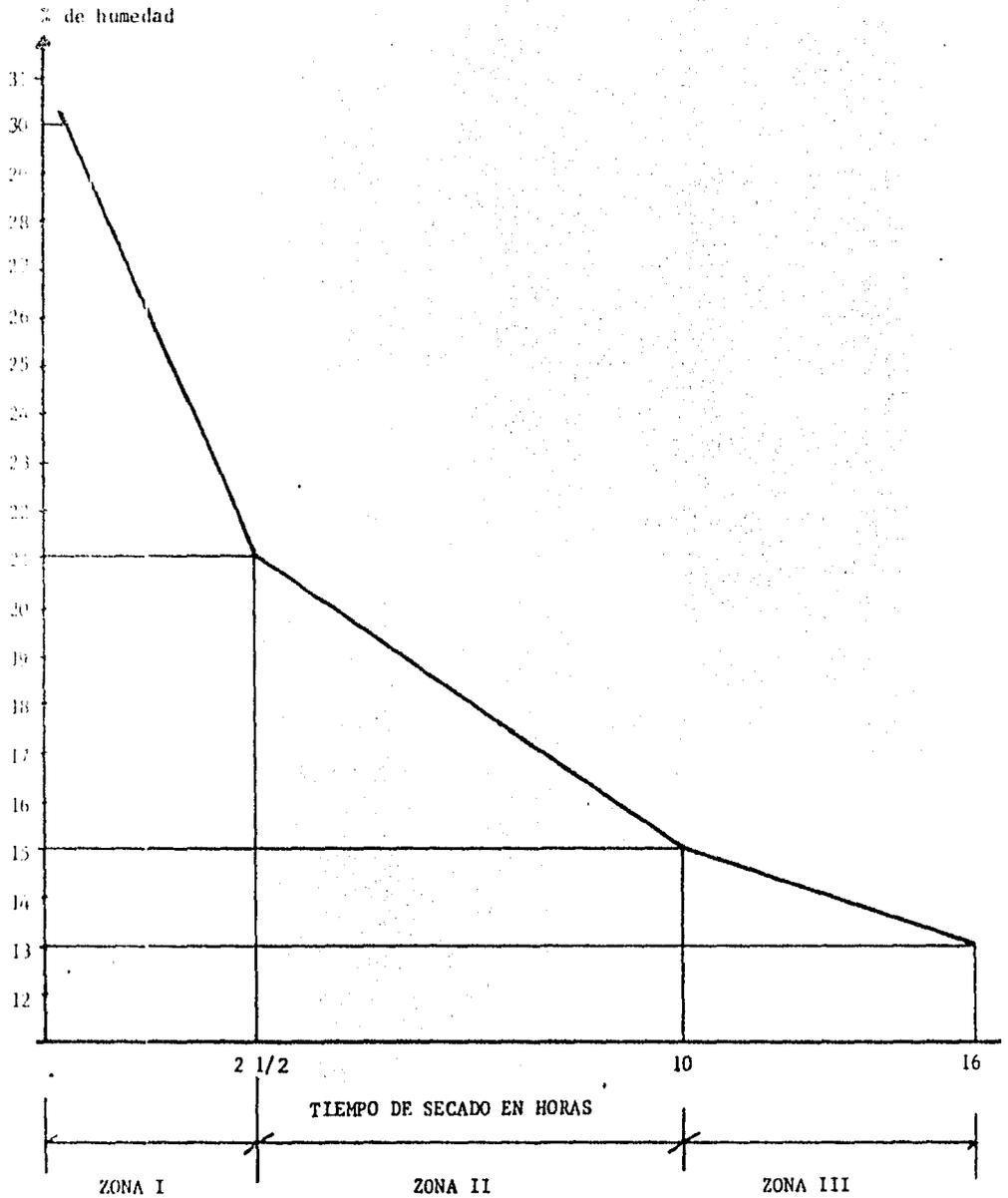


FIGURA VI, I

ducto se agrietará. Estas grietas no son apreciables a simple vista, sin embargo, afectan al producto de forma que pierde su translucidez impartiéndole un color parduzco. Este tipo de daño se origina en la zona de presecado y es más común en el spaghetti que en el macarrón o en las pastas cortas, (6).

- e. Pasta agrietada superficialmente, se genera en la zona de secado definitivo y es índice de que las condiciones de humedad y temperatura en esta etapa no fueron correctamente controlados.(6).

#### VI. 9 APARIENCIA FINAL DE LA PASTA.

Se lleva a cabo visualmente y se califica como aceptable ó "checada", en el último de los casos si es demasiado el "checado" se rechza la totalidad.

Pueden aparecer otros defectos que no necesariamente causen el desecho de la pasta, tales como los causados durante el prensado y corte, por ejemplo:

- a. Pasta rayada con estrías blancas, causado por masa dura pegada en los agujeros de las pastillas o insertos.
- b. Pedacería, se presenta frecuentemente en las pasta huecas y puede ser causado por pedazos de masa endurecidos en el interior - de los insertos del molde y que parten, deforman, o trozan la pasta conforme va siendo extruída a través del inserto obstruído. Esta obstrucción es debida a un mal lavado del molde. La pedecería también puede tener su origen en un mal amasado o una mala dosificación que dan lugar a que existan grumos de harina no disuelta en la masa y que al ser extruídos se atorán en los insertos y causan la deformación de la pasta.

- c. Deformación de las pastas largas. En formas como el macarrón el corte debe ser realizado no sobre el molde, lo cual provocaría la formación de putnas curvadas como codos, por ello el corte de be ser realizado a 250 mm aproximadamente de la superficie del - molde, (33). Si la pasta es muy suave y/o la cuchilla no está -- bien afilada, ocasiona que las formas huecas sufran deformación (5).
- d. Pastas rugosas. Si existe negligencia durante la limpieza del - equipo empleado, es posible la acumulación de material que se re seca y endurece, ya sea en el mezclador o en la prensa y agujeros de los moldes. Cuando estos residuos duros se localizan en los - agujeros de los insertos de los moldes dan lugar a la aparición de defectos tales como pastas rugosas, de tinte no uniforme, -- etc. (31).
- e. Pastas huecas curvadas. Cuando la broca que ayuda a formar las - pastas huecas esta excéntrica formará pastas con paredes de es- pesor irregular que al ser secadas se curvarán hacia la parte más delgada debido a que esta zona perderá agua más rápidamente y - por ello se contraerá más que la zona gruesa que conservará agua en su interior, lo que la hará más flexible y le permitirá ceder a las fuerzas de contracción de la otra zona, (6).

El producto dañado en ésta o en las anteriores formas, puede ser - envasado en cantidad tal de no más del 5.0% en peso del producto con- tenido en cada paquete para su venta en el mercado.

#### V. 10 . CALIBRE DE LA PASTA.

En las pastas largas se mide su diámetro y se comprueba que no va ríe más de 0.002 mm. En las pastas cortas se mide el espesor y la va riación no debe ser mayor de 0.001 mm; esto se hace con el fin de uni formar el producto, que presente un mejor aspecto al consumidor y que el tiempo de cocción de un mismo tipo de pasta sea uniforme.

La variación en el calibre de la pasta puede deberse a varias causas como son:

- a. Mal ajuste de las cuchillas, esto es, que en lugar de ser colocadas horizontalmente sean dispuestas en forma diagonal lo que produce cortes diagonales y no rectos.
- b. El que el amasado no haya sido suficiente para producir una masa uniforme y que existan zonas duras y suaves, que fluyan a diferentes velocidades durante la extrusión.
- c. Sí la temperatura de la chaqueta de enfriamiento del cabezal no es la correcta, puede generar diferencia de temperaturas en la masa pudiendo ser, por ejemplo, más baja en la periferia y mayor en el centro lo que ocasionará mayor fluidez en el centro que en la periferia y con ello diferentes longitudes en el producto extruído, (36).

C A P I T U L O V I I

CONTROL DE CALIDAD EN PASTAS PARA SOPA.

## VII. CONTROL DE CALIDAD EN PASTAS PARA SOPA.

El departamento de control de calidad es quien se encarga de realizar las pruebas convenientes para determinar la calidad, entendiéndose por calidad no solamente el grado o nivel de excelencia, como se encuentra definido en el diccionario, sino como un conjunto de especificaciones a cumplir dentro de los límites previamente establecidos.

Para poder asegurar la obtención de productos macarroneros de primera clase, es necesario tener la certeza de que se parte de materia prima de primera calidad y para alcanzar esta certeza, se realizan análisis tanto en la materia prima como al producto terminado. En éste capítulo se hace un resumen de las pruebas a que se deben someter dichos materiales.

### VII. 1 CARACTERISTICAS DE LA SEMOLA.

Estas características se obtienen de los resultados de las pruebas aplicadas a esta materia prima, las cuales se pueden dividir en:

1. Examen físico y sensorial.
2. Examen químico.
3. Examen mecánico.

1. Examen físico y sensorial, que comprende las pruebas de textura, olor, color, sabor y granulación.

**TEXTURA.** Depende del estado del molino y presencia de grumos.

**OLOR.** Debe ser bien definido y característico del producto, de be recordar el olor del trigo fresco. Tanto la sémola como la harina, que contenga un exceso de humedad o de materia grasa o conservadas bajo condiciones adversas, pueden presentar un olor anormal muchas veces pronunciado y desagradable.

SABOR. Como en el caso del olor, debe presentar un sabor que recuerde el trigo fresco; puede ser alterado o modificado por las mismas causas que alteran el olor.

GRANULACION. La semolina es definida como la purificación regular del trigo duro, el cual ha sido molido de tal modo que todo el producto puede pasar a través de una malla del No. 20 y no más - del 3% pasará a través de una malla del No. 100, (31).

COLOR. El examen visual directo permite una apreciación aproximada del color, si bien este método está sujeto a prejuicios y percepciones subjetivas. El color puede ser también medido en milionesimas de caroteno por cien gramos de producto, considerando a los carotenos como los elementos colorantes del trigo (39).

PRUEBA DE LOS PUNTOS. debido a que las manchas negras y las partículas de salvado pueden afectar la apariencia del producto, sólo son permitidos valores de 10 a 20 puntos por 254 mm cuadrados, valor que es considerado normal para las semolinas de buena calidad y de 6 a 7 puntos por 254 mm cuadrados para harina considerada de buena calidad (31).

## 2. Examen Químico que incluye.

DETERMINACION DE CENIZAS. Esta prueba es muy usada para la medición del refinamiento alcanzado en la molienda, debido a que el contenido de cenizas del endospermo puro es relativamente bajo mientras que el de las capas corticales, aleurona y germen es más bien alto. Los valores obtenidos deben oscilar en el rango de 0.4% y no ser mayores del 0.7%, valores menores indican un grado de extracción mayor al requerido para la sémola y por ello un alto contenido de almidón; un valor superior al 0.7% significará que la sémola contiene impurezas de las capas con mayor contenido de salvado o germen, (1, 41).

CONTENIDO DE HUMEDAD. De la cantidad de agua que contenga la sémola depende su seguridad de almacenamiento y puede indicar la probabilidad de la existencia de microorganismo en ella. El valor obtenido en ésta determinación no debe ser menor del 12% ni mayor del 14%, (42).

PROTEINAS. En base a la medición del material nitrogenado total se determina la calidad de la semolina. Un mínimo de aproximadamente 11% de proteína en la semolina es necesario para hacer productos - macarroneros, siendo el valor de 14% el máximo. La Norma Oficial Mexicana especifica 9% mínimo de proteína en la harina empleada en la elaboración de estos productos. Valores menores al indicado puede significar la utilización de trigo harinero y no de trigo - duro, o de trigo duro de mala calidad, o bien la mezcla de trigo - duro con trigo harinero, (1).

GRASAS. Las semolinas pueden contener entre 1.25 a 1.8% de grasa, (9); un producto que corresponda a un grado de molienda superior al requerido para la obtención de semolina proporcionará en dicho producto un menor contenido de grasa, mientras que la adición casual o voluntaria de germen a la semolina se traducirá en valores mayores al límite superior.

La fracción de lípidos de la semolina, por medio de cromatografía de capa fina, muestra que el palmitato de fitosterol esta presente en el trigo común pero ausente en el trigo duro. Esta técnica es empleada para propósitos de control de calidad y es más rápida que la técnica de cristalización o proceso de infrarrojo, (1).

ACIDEZ. Si la sémola ha sido almacenada bajo condiciones adversas de temperatura y humedad es probable el desarrollo de microorganismos en ella, los cuales originarán que el valor de la acidez, del producto sea superior a 0.08%, que es el máximo permitido, (5).

FIBRA CRUDA. Conforme aumenta el grado de extracción los productos de la molienda contienen menor cantidad de salvado y con ello la cantidad de fibra cruda se ve reducida. En base a ello es posible determinar si la semolina ha sido adicionada de salvado (valores superiores a 1.1%), o si la materia prima no corresponde a semolina sino a otro producto de molienda superior en lo que a reducción de partícula se refiere (valores inferiores a 1.0%), (43).

DAÑO EN EL BROTE. La semolina proveniente de trigo germinado puede ser detectada por una prueba sencilla llamada " número de desintegración". El tiempo en segundos requeridos por un agitador para acabar de desintegrar la herina antes de ser gelatinizada, es el número de desintegración y es indicador de que la cantidad de almidón contenido en la semolina, no es el que se requiere para la elaboración de pastas y que ha sido perdido durante la germinación. Números de desintegración menores a 300 son una indicación de que la semolina ha sido obtenida de trigos germinados, (1).

### 3. Ensayo mecánico.

El gluten debe estar contenido en el producto final en cantidad tal que el porcentaje de proteína no exceda del 9 a 10% en peso de producto total seco, lo cual representa un 28 a 31% antes de ser secado, (gluten húmedo), (40).

El tipo de gluten contenido en la harina o en la sémola es quien determina las cualidades mecánicas de ellas, por ende su utilización más idónea según se aprecia en la tabla III.3., Estas características mecánicas son la tenacidad, que puede ser medida por medio de albeogramas realizados con el albeógrafo de Chopin; un gluten tenaz es el preferido para dar como resultado pastas para sopa de buena calidad, (25).

Otra característica mecánica es la elasticidad, que es medida simultáneamente a la tenacidad con ayuda de aparatos como el albeó-

grafo de Chopin, el albeógrafo de Barbade u otros. Para la elaboración de pastas para sopa es deseable el gluten no muy elástico llamado corto.

#### 4. Características microbiológicas.

En lo que al aspecto microbiológico se refiere, no es necesario - siempre realizarlo, ya que una humedad inferior al 13% en la harina o sémola impide el desarrollo de todos los microorganismos - - ( 29,45,46).

Si en la determinación de humedad se encuentra que el producto tiene un contenido de humedad mayor al 14% se deberán realizar análisis para la determinación de mohos y bacterias, (46).

### VII. 2. CARACTERISTICAS DEL AGUA EMPLEADA EN LA FABRICACION.

El agua empleada en la fabricación de pastas para sopa debe ser potable, la cual es definida por la SSA, como un "líquido inodoro e insípido que en pequeñas cantidades es incoloro y debe cumplir con los requisitos sanitarios establecidos para su control químico y bacteriológico" (24).

Es muy importante que no contenga hongos ni bacterias, que afectarán a la pasta durante el amasado dándole sabor demasiado ácido. Es requisito que no contenga coliformes, (17,24,29) lo cual es índice de mal manejo de ella; no debe tener estafilococos, ya que estos producen enterotoxinas que no pueden ser eliminadas por el calor,(46).

En el aspecto fisicoquímico la propia SSA señala los límites aceptables para el agua potable, (24), estos límites se encuentran reportados en la tabla VII.1

### VII.3 CARACTERISTICAS DEL HUEVO.

SOLIDOS DE HUEVO. Este análisis es hecho para determinar si el contenido de sólidos de la yema de huevo, huevo entero, albúmina de huevo o huevo deshidratado reúne los requisitos señalados en los estándares que son los contenidos en la tabla VII.2 (4).

Debido a su morfología propia, los huevos se encuentran internamente sin contaminar y, por su corta vida de anaquel y por la necesidad de su pronto procesamiento, difícilmente se encuentran afectados por factores físicos que modifique su característica propias.

No se puede decir lo mismo de su estado microbiológico, aunque recién puestos la mayoría son estériles interiormente, desde su primer contacto con el medio ambiente se inicia la contaminación, primeramente de la cáscara y al ser rota ésta, posteriormente del interior, (47).

Los huevos congelados, sin cáscara, debido a condiciones tales como tipo de huevos seleccionados para este fin, manipulación a que se ven sujetos durante el proceso y limpieza del equipo, contienen gran número de bacterias que pueden llegar a varios millones por gramo, (29).

Los huevos deshidratados pueden tener inicialmente una gran carga microbiana, sin embargo, los huevos debidamente deshidratados contienen menos humedad que la requerida para el crecimiento de organismos; es deseable que su contenido de humedad esté por debajo del 5% y en estas condiciones el almacenamiento del producto favorece la muerte de microorganismos, siendo las más resistentes las esporas tanto microbianas como fúngicas, (46).

Los análisis microbiológicos de estos productos deben estar de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana, NOM-F-23\_S-1980, en la que se establece que los estándares de calidad microbiológicos son los contenidos en la tabla VII.3

#### VII. 4 CARACTERISTICAS DE LOS PRODUCTOS TERMINADOS.

Las características del producto terminado se obtienen de acuerdo a los resultados de los análisis agrupados en los siguientes tipos:

1. Físicos y Sensoriales.
2. Químicos
3. Características de cocción.

1. Análisis físicos y sensoriales, que incluyen color, olor, sa bor y aspecto.

COLOR. Se mide en miligramos de B - caroteno por 100 gramos de muestra , o en partes por millón. El contenido de B -carotenos no es el mismo en el producto seco que en la materia - prima ya que durante el proceso el color natural se ve redu cido por la acción de la lipoxidasa sobre los colorantes naturales; también puede ser modificado por la adición de huevo y/o colorantes naturales o artificiales.

En un método específico el color del spaghetti se expresa en términos de brillantes y amarillosidad, (39), medido con colorímetro, (37).

SABOR Y OLOR. No deben ser ácidos ni desagradables, deben ser semejantes a los de la materia prima. Se juzgan por medio de los sentidos y por ello están sujetos a variaciones, (1).

ASPECTO. Este parámetro se determina visualmente y deberá - ser realizado por personas capacitadas. La pasta a cualquier tiempo después de secada no debe presentar zonas checadas o

estrelladas; debe presentar superficies lisas aunque no de as  
pecto ceroso, (5).

2. Análisis químico, constituido por:

- A. HUMEDAD. Deberá ser no mayor del 14% ya que un mayor contenido es índice de mal secado y favorece la reproducción de microorganismos y mohos principalmente, reproducción que se incrementará después - del empaque y durante el almacenamiento hasta su venta al consumidor, (29), dando un aspecto desagradable y haciendo el producto no apto para el consumo humano .
- B. PROTEINAS. Aunque la Norma Mexicana, NOM-F-23-S-1980, de pastas para sopa señala del 8 al 9.5% para pastas fabricadas con harina y 9.5 a 11% para pastas elaboradas con sémola, dependiendo de que con tengan o no huevo; es deseable que este porcentaje no sea inferior al 11%, si se desea conseguir buenas características de cocción, las cuales no tienen mucha variación para contenidos de proteína del 15 al 30%, siendo tales porcentajes con los que se obtienen me jores pastas . En pastas con menos del 10% de proteína se tiene -- gran desintegración de la pasta que da al producto cocido desagradable aspecto, (48,49,50).
- C. GRASAS. Los productos obtenidos de semolina pueden contener entre 0.25 y 2.8% de grasa, reportada como extracto etéreo, el porcentaje será menor si la materia prima es harina y se verá incrementado si la pasta es enriquecida con productos como leche, huevo, etc. (9).
- D. CENIZAS. La Norma Oficial Mexicana NOM-F-23-S-1980, señala un máx- imo de 0.7% para pastas normales y 1.2% para pastas con huevo. Es natural que este valor se vea incrementado en el caso de que sean adicionadas con vegetales.

3. Las características de cocción se refieren a :

Incremento en el volumen durante la operación; cantidad de agua absorbida ; pérdida de sólidos en el agua de cocción; firmeza al final del proceso.

A. CANTIDAD DE AGUA ABSORBIDA DURANTE LA COCCION.

Se puede determinar fácilmente pesando el producto antes y después de la cocción, el incremento de peso es debido a la absorción de agua, (1). Esta cantidad absorbida tiene una cierta relación con la cantidad de proteína en la pasta de modo que a mayor contenido de proteína existe mayor absorción de agua, (35). Se considera una buena pasta a aquella que absorbe un equivalente a dos o tres veces su peso en agua, (7).

B. INCREMENTO DE VOLUMEN. Esta en proporción directa con la absorción de agua; una pasta que tenga buenas características de cocción, debe incrementar su volumen al menos en tres veces el original, (5). El incremento de este , logrado por una pasta, se puede determinar por diferencia de desplazamiento de un volumen de agua, xilol o petróleo logrados por la pasta cocida y por la pasta cruda, (5-40).

C. GRADO DE DESINTEGRACION. Es la cantidad de sólidos que se desprenden de la pasta al ser sometida a ebullición durante 28 minutos. Un valor de 6% de sólido desintegrados se considera bajo, mientras que las pastas de buena calidad presentan un valor del 8% (40). Los productos que mayor porcentaje de desintegración presentan, son aquellas cuyo contenido proteico está entre 4.5 y 9% , siendo menor, dicho porcentaje a medida que el contenido de proteína se incrementa, (35).

D. FIRMEZA. Se mide en función del trabajo requerido en gramos - centímetro para partir una pieza de pasta cocida, por medio de un -

diente mecánico, (50). Para medir la firmeza se elaboran curvas de fuerza contra tiempo, el área bajo la curva representa el trabajo necesario para la ruptura; una curva con un punto de ruptura alto corresponde a pastas de buena calidad y viceversa, (50). Este factor esta también en función del contenido de proteínas de modo que a mayor contenido de proteína mayor firmeza.

#### 4. CARACTERISTICAS MICROBIOLOGICAS.

Las pastas después del secado se encuentran realmente libres de microorganismos, (41), ya que inclusive durante el prensado se ha determinado que se lleva a cabo la destrucción de Salmonella (45) reduciendo con ello la posible carga microbiana que pudiera contener el producto antes del secado, siendo durante esta operación el período en el cual se impiden en general el desarrollo de bacterias, si este es conducido a 50°C o más, (46).

Esto aunado a que el contenido de humedad debe ser del 14% o menos conforma el que, sí el proceso ha sido correctamente realizado el producto debe estar libre de desarrollo microbiano, (29). No obstante, debe considerarse que existen microorganismos que, como los estafilococos, producen enterotoxinas que no pueden ser eliminadas con el calor y de aquí la importancia de un buen control microbiológico en la materia prima, (45).

La SSA marca, en la NOM-F-23-S-1980, los máximos permisibles en el aspecto microbiológico de pastas para sopa señalados en la tabla VII.3 .

#### 5. CARACTERISTICAS DE EMPAQUE.

Cualquiera que sea el material de empaque debe presentar, una vez que se ha sellado en envase, características que favorezcan la presentación del producto y que ayuden a la conservación del mismo, como son:

- a. Las leyendas deben aparecer completas y bien centradas, no cortadas debido a una mala dosificación del material de empaque.
- b. El sellado debe ser total, de modo que impida el paso de aire, humedad y microorganismos al interior.
- c. En el sellado del empaque, no debe quedar atrapado el producto.
- d. El peso contenido debe ser el indicado en las leyendas del empaque.
- e. El sellado debe ser normal, no aparecer torcido de modo que deforme el empaque.

Además de estos aspectos, el envase debe cumplir con todos los requisitos señalados en la Norma Oficial Mexicana de " Etiquetado o Rotulación de Alimentos y Bebidas Alimenticias", clave DGN-F-228-1972.

TABLA VII. I LÍMITES MÁXIMOS REPORTADOS ACEPTADOS  
POR LA SSA. (24).

SUSTANCIA	CONCENTRACION MÁXIMA ACEPTABLE ( ppm ).
Sólidos totales	500.0
Hierro	0.3
Manganeso	0.1
Cobre	1.0
Zinc	5.0
Calcio	75.0
Magnesio	50.0
Sulfato	200.0
Cloruros	200.0
pH	7.0 a 8.5

TABLA VII. 2 SOLIDOS DE HUEVO CONTENIDOS EN DIFERENTES PRODUCTOS DE HUEVO, ESTANDARES (40).

PRODUCTO	SOLIDOS DE HUEVO. %
Yema congelada	45.0
Huevo congelado	26.0
Albúmina congelada	12.5
Yema, albúmina o huevo deshidratado.	95.0

CAPITULO VIII.

CONCLUSIONES.

### VIII CONCLUSIONES.

- 1.- Se han consultado diversas fuentes que tratan de la fabricación, normas de producción y control de calidad de pastas para sopa, así como de las características de la materia prima por lo que se considera que el presente trabajo cumple con los objetivos de ayudar a satisfacer algunas de las carencias que respecto al tema existen en México.
- 2.- Se ha tratado el tema de modo que se incluyen características y finalidades del empleo de las materias primas lo cual ayuda a comprender el porqué de cada elemento participante en las formulaciones y con ello a determinar si es o no indispensable en todo tipo de pastas para sopa.
- 3.- La información se ha complementado con representaciones gráficas a fin de que sea menos difícil de entender para personas que aún no se encuentren muy adentradas en el tema
- 4.- Se ha incluido un capítulo de control en el proceso, que está basado no solo en la literatura sino en controles y parámetros reales obtenidos en una importante empresa dedicada a la fabricación de galletas y pastas para sopa, lo cual hace la información contenida en el presente trabajo más real, útil y aplicable a las condiciones obtenibles en México, en la actualidad.

CAPITULO IX.

BIBLIOGRAFIA.

## IX. BIBLIOGRAFIA .

1. Walsh and Guilles, K.A.  
Macaroni products.  
Cereal Chemistry 46(7): 558-570, 1979.
2. La Diffusione della pasta alimentare nel mondo.  
Bollettino Braibanti.  
Anno XII 67/2
3. Hernández Mercedes, Chávez Adolfo, Bourges Héctor.  
Valor Nutritivo de los alimentos mexicanos. Tablas de uso práctico.  
Publicación de la División de Nutrición L-12 7a. ed.  
I.N.N. 1977.
4. Bowes, C.F. and Church, H.N.  
Bowes and Church's food values of portions commonly used,  
11 th ed. J.B. Leppincott Co., Philadelphia, 1970.
5. Renaudin Ch.  
La fabrication industrielle des pates alimentaires,  
Ed. Dunod, París, 1951.
6. Macaroni products fabrication technology,  
Boletino. Buhler. Ws: dr, 5/18/1972.
7. Norma Oficial Mexicana de calidad para harina de trigo,  
NOM - F - 7 \_ 1982.  
D.G.N.

8. Norma Oficial Mexicana de etiquetado o rotulación de alimentos y bebidas alimenticias.  
NOM - F- 228 - 1972.  
D.G.N.
9. Norma Oficial Mexicana para pasta de harina de trigo y/o semolina para sopa y sus variedades.  
NOM - F- 23- S - 1980.  
D.G.N.
10. Estadística Industrial Anual de 1975.  
Instituto Nacional de Estadística S.P.P.  
S.P.P. México.
11. Estadística Industrial Anual de 1980.  
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática,  
S.P.P. México.
12. Estadística Industrial Anual de 1981,  
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática,  
S.P.P. México.
13. Estadística Industrial Anual de 1982.  
Instituto Nacional de estadística, Geografía e Informática.  
S.P.P., México.
14. Encuesta Industrial Mensual de 1984, Mayo.  
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, S.P.P.,  
México.
15. Encuesta Industrial Mensual de 1984, Junio.  
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.  
S.P.P. , México.

16. Encuesta Industrial Mensual de 1984, Julio.  
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.  
S.P.P., México.
17. Beltrán. O.C..  
Desarrollo de pastas enriquecidas para sopa, Tesis.  
Departamento de graduados de alimentos, IPN. México, 1983,
18. Calnares, C.A.  
Algunas consideraciones en la fabricación de pastas alimentarias,  
apuntes.  
México, 1981.
19. Félix, C.J.  
Factores a considerar en la producción e introducción de alimentos  
de calidad proteínica superior.  
Archivo Latinoamericano. Nutr. 30(1): 11-45, 1980.
20. Necoechea, Camacho y Pérez Gil.  
Elaboración de una pasta para sopa a base de alegría.  
Rev. Tecnología de Alimentos, Vol. XVII No. 4 Julio Agosto 1982.
21. Necoechea, M.H. y Camacho , J.L.  
Pastas para sopa de valor nutritivo mejorado a base de una mezcla  
de trigo-soya.  
Tecnología de Alimentos, Méx. Vol. 18 No.3 Mayo - Junio, 1983.
22. Montoya Ortega Claudia.  
Pastas para sopa enriquecidas.  
Trabajo de investigación, UIA, Junio 1984

23. Martí, T.C.  
Desarrollo de una pasta para sopa a base de cereales y leguminosas.  
Tesis. Departamento de Nutrición y alimentos, UIA.  
México, 1979.
24. Watt, Berenice K. and Mill, Annabell, I.  
Composition of foods.  
USDA agr. Handbook 8, 1967.
25. Normas publicadas por la S.S.A.  
México, D.F., 1980.
26. Kent, N.L., M.A. p.H D.  
Tecnología de los cereales.  
Ed. Acribia, Zaragoza, España, 1971.
27. Pomeranz, Yeshajahu and Shellenberger, J.D.  
Food science and technology.  
The AVI publishing Co., Inc., Westport Conn., 1971.
28. Hernández Carlos Guillermo.  
Estudio comparativo del valor nutricional de harina granillo  
y salvado, obtenidos en la molienda de trigo y triticale.  
Tesis, UNAM, México, 1979.
29. Nogara. Silvio  
Elaboración de pastas para sopa.  
Ed. Acribia, Zaragoza, España, 1969.

30. Frazier, W.C.  
Microbiología de los alimentos.  
Ed. Acribia, Zaragoza, España, 1976 .
31. Dürr. P.  
Enrichment of macaroni with milk protein.  
Agricultural Chemical Institute, ETH Zurich, 1980,
32. Hummel. Ch.  
Macaroni products, manufacture, processing and packing.  
Food trade press, Ltd., Londo, 1966
33. Winston. James  
Macaroni noodles pasta products.  
The AVI publishing C., Inc., Westport Conn., 1968.
34. Moldes de Teflón.  
Boletín, The Clermont machine corporation, 1980.
35. Pre-drying noodles and vermicelli.  
Boletín, The Clermont machine corporation, 1971.
36. Holliger. Adolf  
Macaroni products in the cooking process. . . . ¿How do the have?.  
Boletín, Buhler, 1980.
37. Información obtenida en fábricas de pasta para sopa.
38. A.A.C.C. METHODS, 1976.
39. A.O.A.C. METHODS, 1980.

40. Molina, M.R.  
Inhibición de la lipoxidasa del T. durum con ácido L-ascórbico.  
Cereal Chemistry, 47(2): 119-125, 1970.
41. Hoskins, C.M. and Hoskins, W.G.  
Macaroni production. The Chemistry and Technology  
of cereals as food and feed.  
S.A. Matz ed., The AVI publishing Co., Westport Conn. 1960,
42. Pomeranz, Y.  
Wheat chemistry and technology.  
American association of cereal chem. inc., St. Paul  
Minnesota, 1971.
43. Amihed, Kramer and Bernard A. Twigg.  
Quality control for the food industry, vol. II.  
The AVI Publishing Co., Inc., Westport Conn., 1983,
44. Pomeranz, Y. and Ward, A.B.  
Continuous quality control in grain procesing.  
Cereal science today, 12(4) : 159-163, 1983.
45. Walsh, D.E. Funke, B.R. and Graalum. K.R.  
Influence of the spaghetti struding conditions,  
drying, storage on the survival of Salmonella Typhi morium  
Journal of food science, vol. 39., 1974,
46. Thatcher, F.S. and Clark, D.S.  
Microorgnisms in foods.  
University of Toronto Press, Cánada, 1968.

47. Kramef, Amihud and Twigg, Bernard A.  
Quality control for the food industry, vol. I  
The AVI publishing Co., Inc., Wesport Conn, 1983.
48. Matsuo, R.R., Bradley, J.W. and Irvine, G.N.  
Effects of protein content on the cooking quality of spaghetti.  
Cereal Chemistry, 49(1) : 707 - 711, 1972.
49. Matsuo, R.R. and Irvine, G.N.  
Effect of gluten on the cooking quality of spaghetti.  
Cereal chemistry, 47(2) : 173 - 180, 1980.
50. Seyam. A.A., Breen, M.D. and Banasik, O.J.  
Study of the use of the unique functional characteristics  
of wheat in product development.  
Bulletin No. 504, Agricultural experiment station, North  
Dakota State University, December, 1976.