

Ref. 3



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

MANUAL DE CONTROL DE PROCESOS PARA LA
ELABORACION DE PASTAS PARA SOPA EN LA
INDUSTRIA ALIMENTARIA.

INFORME DE LA PRACTICA PROFESIONAL

Que para obtener el Titulo de
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
p r e s e n t a
REYNALDO ANTIGA TRUJILLO

México, D. F.

1989

FALLA DE ORIGEN



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

Pág.

<u>INTRODUCCION</u>	1
<u>OBJETIVOS</u>	3
<u>CAPITULO I. MATERIA PRIMA</u>	4
1.1 Harina de trigo	5
1.2 Huevo en polvo	11
1.3 Agua	12
<u>CAPITULO II. GENERALIDADES SOBRE LA <u>FABRICACION DE PASTAS PARA <u>SOPAS</u></u></u>	14
2.1 Definición de pasta alimenticia	15
2.2 Clasificación de pastas alimenticias	15
2.3 Proceso de elaboración de pasta para sopa	17
2.4 Teoría del secado	46
2.5 Equipo empleado y características	53
<u>CAPITULO III. CONTROL DEL PROCESO</u>	75
3.1 Ventajas	76
<u>CAPITULO IV. <u>CONDICIONES DE OPERACION POR <u>TIPO DE PASTA</u></u></u>	79
Perfiles de secado y condiciones estándar de trabajo	80

INTRODUCCION

Desde hace tiempo las pastas alimenticias han sido base de la alimentación del hombre; hay, incluso, países que se han caracterizado por ser productores de pastas de la más alta calidad y reconocidas mundialmente.

En México, el consumo de pastas alimenticias como base de la alimentación, también alcanza porcentajes altos(0.8 Kg/per/mes), por ser sumamente baratas, pues su principal ingrediente es harina de trigo cuyo precio por kilogramo es relativamente bajo, respecto a otros alimentos, como huevo o carne.

Esta característica convierte las pastas en un artículo accesible y hace, por tanto, que su demanda sea cada vez mayor; por eso, y por la competencia, se ven obligados los fabricantes a ofrecer la mejor calidad en el producto, pero sin incrementar costos.

Ya que la calidad del producto es el punto clave de aceptación del mismo, se tiene que mejorar ésta y atacar de raíz y en forma directa los problemas que la afectan, para lo cual debe verificarse paso a paso el proceso de elaboración de las pastas alimenticias y sus derivados.

De esta forma nace la inquietud por establecer las condiciones de trabajo bajo que ayuden a entregar el mejor producto al mercado. Para eso,

se toman en cuenta las condiciones reales, adecuadas a las características y condiciones de los equipos de que se dispone, que permita verificar el sistema de trabajo y corregir fallas, además de contar con un Manual de control de procesos sencillo y de fácil manejo, que brinde resultados en corto tiempo y que, a la vez, sea lo más completo posible; que englobe el mayor número de variables posibles, generadas en la elaboración de pastas alimenticias y que sirva como herramienta para el personal que en forma directa trabaja en el área de producción.

OBJETIVOS

1. Proporcionar los mecanismos que permitan detectar y corregir fallas de proceso en forma sistemática y rápida en la fabricación de pastas para sopa.
2. Concentrar información básica para el proceso de elaboración de pastas alimenticias.
3. Elaborar un Manual de control de procesos que permita mejorar y mantener la calidad de las pastas alimenticias.
4. Obtener el mayor beneficio de los equipos con los que se trabaja mediante el control eficiente del proceso de elaboración de pastas alimenticias.

CAPITULO I**MATERIA PRIMA**

El adecuado control de los procesos nace en el control de las materias primas, que en forma global son las siguientes:

Harina de trigo

Huevo en polvo

Agua

1. Harina de trigo

Esta materia prima constituye el principal ingrediente de las pastas de harina de trigo para sopa, constituyendo el 98% aproximadamente; a esta materia prima se debe en gran parte la calidad final del producto y de la misma, depende la composición y estructura del producto terminado.

La harina es el producto de estructura polvosa que se obtiene por trituración del endospermo del trigo; éste debe provenir de trigos del grupo V; es decir, de tipo cristalino y duro que son los más adecuados para la elaboración de pastas alimenticias. Además, es importante hacer notar que de la primera extracción de la molienda, se obtiene la mejor harina.

Para la utilización de esta harina, se recomienda que cumpla con las siguientes características:

Humedad	14% máxima
Color	65 U mínima
Cenizas	0.68% máxima
Granulometría	60% mínima malla 11 XX
Glúten	28% base húmeda
Alveograma	500
% proteína	12%
Bacteriológico	Libre de patógenos
Absorción	60 máximo

Humedad (14%)

Este parámetro es de especial importancia; desde el punto de vista económico afecta en el peso de la materia prima y en el rendimiento, Funcionalmente, si se rebasa el límite superior de 14% pueden desencadenarse reacciones de fermentación y desarrollo microbiano, principalmente hongos.

Color (65 U)

Este factor permite conocer el color que el producto terminado podría tener, ya que puede ser alterado por modificaciones en el proceso; un valor por arriba de lo indicado proporcionaría coloraciones indeseables en el producto.

% de proteína (12%)

Nutricionalmente, éste es el elemento más significativo, ya que proveerá de los componentes vitales, los aminoácidos para las funciones metabólicas del individuo.

Consecuentemente, es la clave de la fabricación de pastas para sopa, ya que la proteína, en este caso, la gleadina y la glutenina, al mezclarse con el agua forman lo que se conoce como gluten, componente responsable de la elasticidad para el amasado.

Gluten (28% húmedo)

El gluten está formado por la interacción de las proteínas del trigo (gleadina y glutenina), al entrar en contacto con el agua, teniendo su tiempo óptimo de fabricación de 20 a 30 minutos y dependerá en gran parte de la dureza del agua, del contenido de sales y del pH.

El gluten es un conjunto coloidal que se presenta como una masa chicosa, constituida en un retículo de fibras cortas y relativamente elásticas, que proporciona una masa cristalina y poco elástica.

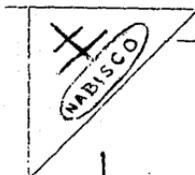
La relación en que se encuentran la gleadina y glutenina determina la resistencia mecánica del gluten, normalmente ésta es de 80% de gleadinas y 20% de gluteninas.

Debe subrayarse que la formación y constitución del gluten determinan las propiedades finales de las pastas alimenticias.

Alveograma

Es de ayuda para conocer las propiedades reológicas de la harina que se va a trabajar; una buena harina de trigo para la fabricación de pastas alimenticias debe tener una tenacidad de 500 U.

± 25.0 U. un esquema tipo de un alveograma de pastas se presenta a continuación:



ALVEOGRAMA

FECHA 6-XI-89

FARINA Gordon Azul HUMEDAD 12.3
 GLUTEN L. H. 21.5 - 10.9 % CENIZAS 0.80
 ABSORCIÓN % H₂O 121.8
 PROTEINAS PH
 REPOSO DE LA PASTA 12 MIN.
 OBSERVACIONES ANASE UN POSO DEGRADO TENSIO CONSTANTE y

GRAN. - 99.2
 PROC. = 5
 COL. = 84.1



SI EN CM ² = E 0.9 x R 7.0 =	6.3
t = 450 x 1.1 = 495	1 8.0
24	2 4.8
70.5	3
72	4
74	5
	6
TENACIDAD T = H 70.12 x 1.1 = 77.1	7
	8
FUERZA GENERAL = 6.54 x 175.8 x 10 ¹ ERGS.	9
EXTENSIBILIDAD L. = 26	10
ELASTICIDAD T/E = 8.7	11 10.1
INDICE T/L = 3.8	12 11.0
	13 11.9
	14 12.6
	15
	16
EXPANSION = E = 11.4	17
	18
s. 111 en cm ² = 2F 4.5 x 2N 0.7 =	19 3.1
SUPERFICIE TOTAL = S EN CM ²	20 12.2

Figura 1

Granulometría

La granulometría tiene especial valor en la preparación del amasado, de éste dependerán características importantes como la absorción y formación de la masa.

Se recomienda para harina de trigos duros de 150 a 450 micrones, y para trigos blandos partículas de 250 micrones como máximo.

Las partículas más pequeñas favorecen la hidratación, y así se tiene como resultado una disminución en el tiempo de amasado y una formación de gluten más rápida, además de evitar la formación de puntos blancos que indican la hidratación incompleta.

Las partículas de mayor tamaño evitan la ruptura de los gránulos de almidón y ayudan de esta forma a evitar una reacción de fermentación; con la consecuente pegajosidad en el cocimiento si ésta se presentara.

Los gránulos de almidón a una temperatura de 30°C pueden absorber agua hasta un 30% de su propio peso, y desarrollan una reacción bioquímica de hidrólisis enzimática a los gránulos de almidón en compuestos más sencillos como maltosa y glucosa.

Cenizas (0.68% máximo)

Con este parámetro se conoce el grado de extracción que tiene la materia prima con que se trabaja; un valor alto informa de una harina con un bajo grado de extracción; por lo contrario, un valor bajo refleja una extracción alta. El alto o bajo grado de extracción corresponde a la presencia de posibles puntos negros o manchas, así como un posible sabor amargo en el producto terminado.

Asimismo, está ligado a la granulometría del producto y a lo que puede esperarse de dicha materia prima; organolépticamente afecta, ya que el producto final puede presentar un aspecto y sabor desagradable.

1.2 Huevo en polvo

El huevo en polvo es una materia prima que se adiciona con la finalidad de mejorar el valor nutritivo del producto y debe cumplir con las siguientes especificaciones:

Proteína	47 - 49
% grasa	40 \pm 2
% humedad	4.5% máximo
pH	7.5 \pm 0.9
% carbohidratos	1%
% cenizas	4% máximo

Cuenta total	25 000 col./gr. máximo
Coliformes	Negativo
Salmonella	Negativo

Como es de esperarse, el cumplimiento de las especificaciones ayuda a un buen producto terminado, muy importante es el control bacteriológico para evitar problemas de contaminación microbiana.

Cabe hacer la observación que las cuentas microbianas y el adecuado control de éstas, repercuten en el producto, de tal forma que por ningún motivo deben utilizarse materias primas con contaminación de patógenos (Salmonella), así como de coliformes que son índices de contaminación fecal.

1.3 Agua

Al igual que las materias primas anteriores, el agua es de importancia, ya que de ésta dependerá en gran parte el color y sabor del producto terminado. Para que sea de uso, debe considerarse potable y para esto, debe cumplir los siguientes requisitos:

1. Después de evaporar a ebullición no debe dejar más de 5 p.p.m. y en sus componentes no debe sobrepasarse los siguientes límites:

Anhídridos nitrosos o nítricos	4 - 10 p.p.m.
Cloro	2 - 8 p.p.m.
Anhídrido sulfúrico	60 - 90 p.p.m.
Anhídrido silíceo	25 - 30 p.p.m.
Oxidos de calcio y magnesio	180 -200 p.p.m.
Sustancias orgánicas	10 - 50 p.p.m.

2. Deben excluirse:

- a. Aguas duras que contengan tierras, cal, silicatos, etcétera.
Ya que proporcionan productos oscuros de mal sabor y desagradable masticación.
- b. Sales de magnesio arriba de 4 p.p.m. ya que transmiten sabor amargo al producto.
- c. Agua sulfurosa.
- d. Residuos orgánicos.

2.1 Definición de pasta alimenticia

Pasta alimenticia es aquel producto obtenido de la desecación de las figuras, producto del amasado de harina y/o sémola de trigos duros con agua (36 partes de harina por cada 6 a 10 partes de agua) fría o caliente, con o sin la adición de otros ingredientes opcionales, como pueden ser: huevo entero, glúten, soya, etcétera o los sustitutos de estos, permitidos por las autoridades correspondientes.

2.2 Clasificación de pastas alimenticias

Existen varias clasificaciones para las pastas alimenticias: una es la clasificación oficial, de acuerdo a su composición y a su forma, la cual está establecida en la Norma Oficial Mexicana número 23-5-1980, para Pastas de Harina de Trigo y/o Semolina para Sopa y sus Variaciones, y la cual se presenta a continuación.

- | | | |
|------|-----|--|
| Tipo | I | Pasta amarilla o blanca de harina de trigo y/o semolina para sopa. |
| Tipo | II | Pasta de harina de trigo y/o semolina con huevo para sopa y/o ingredientes opcionales. |
| Tipo | III | Pasta de harina de trigo y/o semolina con vegetales (indicando cuáles) para sopas. |

Por su forma se clasifican en:

Fideos	Tallarines
Menudas	Fantasia
Pasta larga	Huevas

Otro tipo de clasificación no oficial, pero que se usa en forma común, en el medio es la siguiente:



Otros

Ravioles

2.3 Proceso de elaboración de pasta para sopa

Para poder obtener un adecuado producto terminado, que reúna los atributos de calidad deseados, debe tenerse un buen control de procesos, el cual abarca desde la raíz misma del proceso hasta su almacenado y empaçado.

Los puntos críticos de este proceso se enlistan a continuación y posteriormente se presenta un diagrama de bloques.

Recepción de materia prima

Análisis de materia prima

Pesado

Mezclado y corte

Presecado

Secado

Almacenado

Empaque

DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACION DE PASTAS ALIMENTICIAS

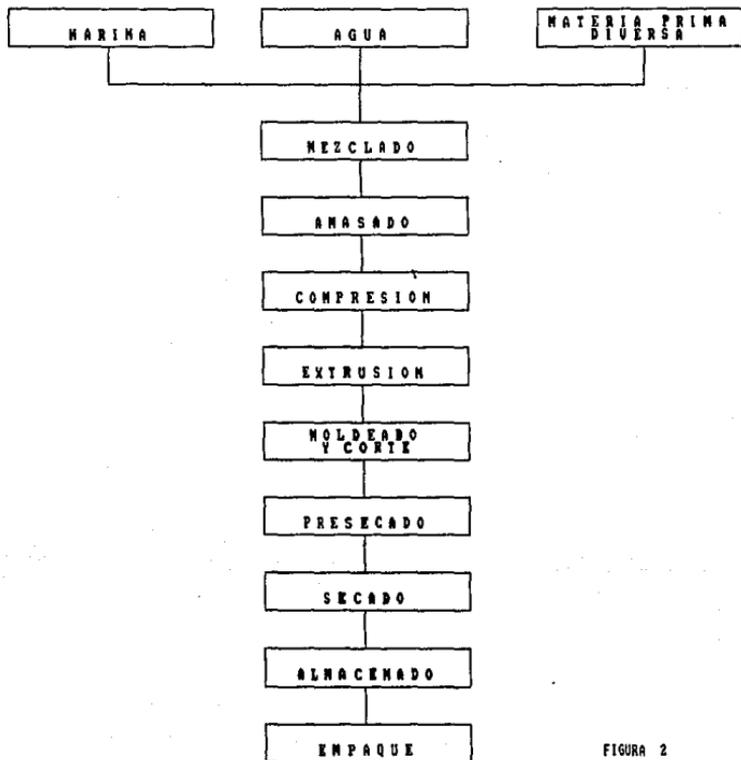


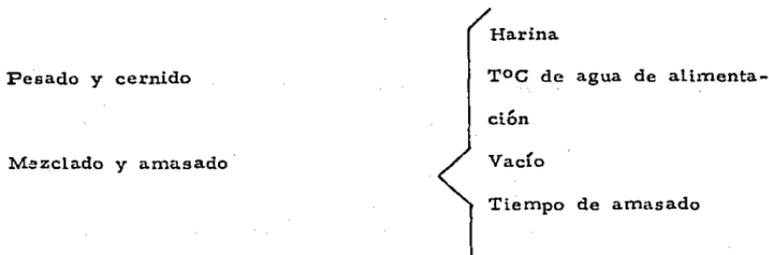
FIGURA 2

Pesado y cernido

Para la operación de pesado y cernido se utilizan los recursos descritos en el capítulo de maquinaria y equipo empleado; la conjugación de polvos se efectúa de la siguiente forma:

1. Se pesa la cantidad de huevo correspondiente;
2. Se adiciona al alimentador de huevo (Fig. 7)
3. El tiempo de descarga para la alimentación de harina es igual a 2 minutos por cada 200 kgs.
4. La cantidad de huevo correspondiente, 200 Kgs., de harina, tiene que dosificarse en el mismo intervalo de tiempo.
5. La homogenización se hará en el gusano (Fig. 7) y el cernido se hará a toda la mezcla en el cernidor (Fig. 7)

Para estudiar el proceso de elaboración de pastas alimenticias se subdivide este capítulo de acuerdo a las operaciones que se llevan al cabo y las variables que intervienen en cada caso.



Extrusión y corte

Secado

{ Presecado
 { Secado

Presión de barrena

Tº agua de enfriamiento

Humedad relativa

Temperatura

Ventilación

Tiempo

Grosor de la capa de pasta

Mezclado y amasado

El proceso de amasado es el punto de partida de la elaboración de pastas alimenticias. Tiene como objetivo la formación del gluten, el fracaso o éxito dependerá del control de las siguientes variables:

Harina

Temperatura de agua de alimentación

Velocidad y tiempo de amasado

Vacío

Harina

Como se mencionó, la pureza de la harina es muy importante, pues un contenido mayor de partículas de salvado afecta en la absorción de agua; en esta misma forma afecta la granulometría, ya que partículas de menor tamaño favorecen la absorción y disminuyen el tiempo.

po de amasado y partículas de mayor tamaño ayudan a evitar la ruptura del gránulo de almidón para evitar reacciones bioquímicas de fermentación.

Temperatura del agua de alimentación

La temperatura del agua de alimentación afecta directamente en el tiempo de amasado; al tener una mayor temperatura, la hidratación de las partículas se favorece con un menor tiempo de formación del gluten. Es importante observar que la temperatura del agua no debe sobrepasar los 45°C, de lo contrario, se desencadena una reacción de gelatinización y llevaría a resultados muy diferentes a la pasta como producto terminado; por lo que tendría que modificarse las condiciones de secado del producto.

Velocidad y tiempo de amasado

A 30°C, el almidón puede absorber hasta un 30% de agua de su propio peso; el tiempo en que se forma el gluten es de aproximadamente de 20 a 30 minutos, por consiguiente, en este tiempo el amasado deberá alcanzar la formación completa del gluten con un 30% de humedad y sin llegar a desencadenar reacciones de gelatinización.

Físicamente este tiempo comienza en la dosificación, mezcla, y termina en la extrusión; la velocidad se podrá regular mediante la in-

clinación de las aspas perpendiculares de la amasadora (Fig. .). A mayor inclinación mayor desplazamiento y menor tiempo de amasado y viceversa.

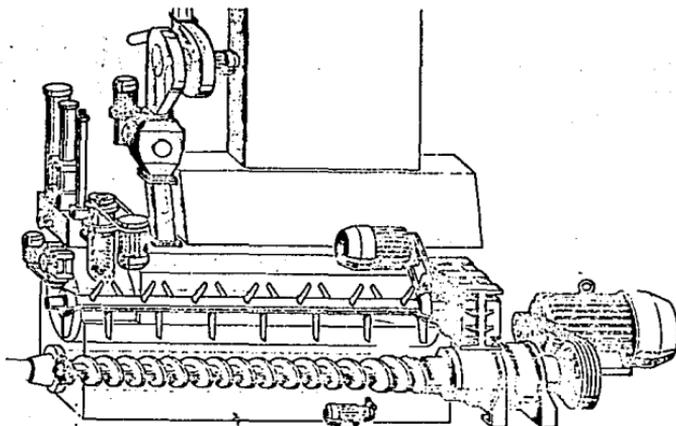


Figura 3. DESCRIPCION DE AMASADORA
Catalogo de maquinaria y equipo PAVAN.

La velocidad de amasado está muy ligada con el tiempo de amasado, éste debe ser de 20 a 30 minutos; un tiempo mayor origina un sobreamasado con un excesivo desarrollo de gluten, lo que ocasiona un amasado chicloso de difícil manejo, que llega incluso al rompimiento de este, con problemas en las etapas posteriores de presecado y secado por estrellamiento de la pasta.

De igual forma afecta un amasado tierno, es decir, que su tiempo óptimo de formación no llegó a su fin, por tanto este amasado no tiene un buen desarrollo de glúten, lo que ocasiona problemas de secado en sus diferentes etapas.

Vacío

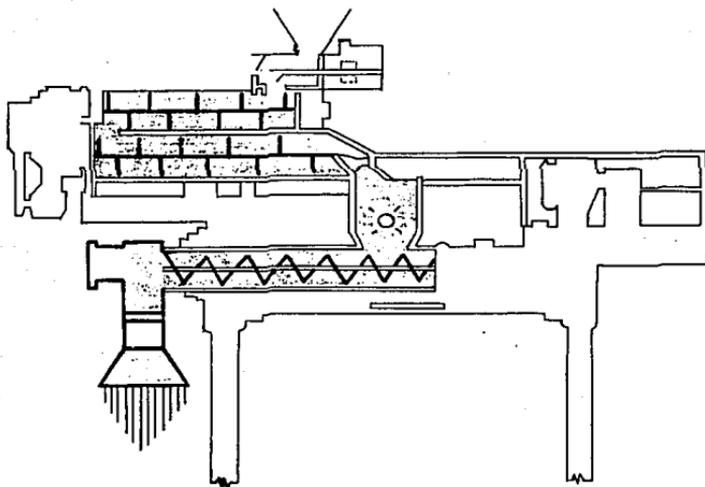
Esta propiedad va a afectar directamente en el aspecto final de la pagta, ya que la función básica es sustraer las partículas de aire para evitar burbujas en el producto y que se elabore con un aspecto cristalino y de mejor apariencia. A falta de vacío, la pasta se observa opaca y tiene al tacto una notoria aspereza.

Extrusión y corte

El siguiente paso, posterior al amasado, es la extrusión. Comprende la fase preliminar de la compresión y es el punto vital del proceso de elaboración de pastas alimenticias.

La operación se ilustra mejor con el esquema siguiente:

DESCRIPCION DE PRENSA

Figura 4

El amasado pasará al gusano de compresión (barrena) y será extruído a presión en el cabezal en donde se encuentra el molde que dará la forma final a la pasta.

Este cabezal tiene un manómetro que regirá las condiciones de operación; la humedad final a la salida del molde, deberá ser de 30%.

Para comprender esto se describe a continuación el comportamiento de humedad de la pasta, respecto a la presión de barrena a la salida de la prensa.

<u>Presión Kg/cm²</u>	<u>Humedad promedio</u> <u>%</u>
50	32.4
55	31.9
60	30.7
65	30.3
70	29.5
75	28.7
80	28.8

(ver gráfica No. 1)

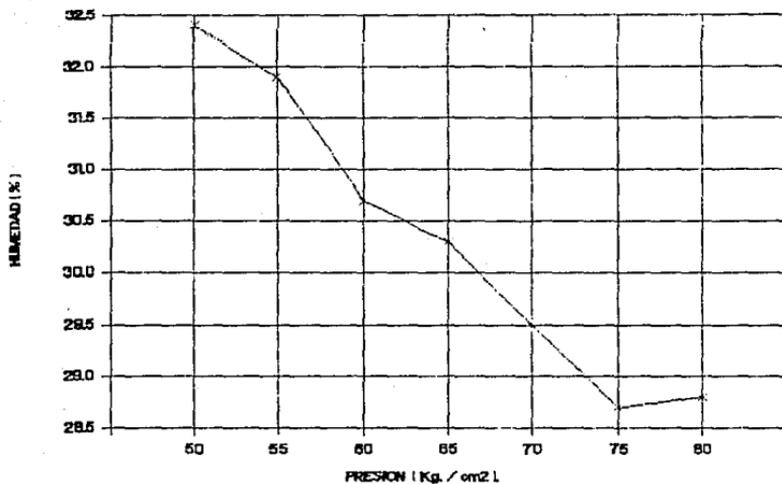
Como se observa, a mayor presión de barrena es menor la humedad de la pasta, esto implica un producto más deshidratado como producto terminado y puede presentar problemas de estrellamiento en las etapas posteriores de presecado y secado.

Por el contrario, si el producto se trabaja a menor presión presentará una mayor hidratación y ocasiona problemas desde el amasado, ya que se rompen los pernos de seguridad, la extrusión es más difícil de operar y puede no perder la cantidad de agua necesaria en las etapas de presecado y secado, ocasionando que se pegue la pasta.

Esto deja fuera de las especificaciones de humedad requeridas como producto terminado, que es de 13% como máximo para evitar problemas de desarrollo de microorganismos.

El otro punto de control de esta sección, es el enfriamiento del cañón de la barrena; este, debido al trabajo realizado, tiene reaccio-

VARIACION DE LA HUMEDAD DE LA PRENSA AL
MODIFICAR LA PRESION DE LA BARRERA.



Presión. (Kg/cm ²)	Humedad. (%)
50	32.4
55	31.9
60	30.7
65	30.3
70	29.5
75	28.7
80	28.8

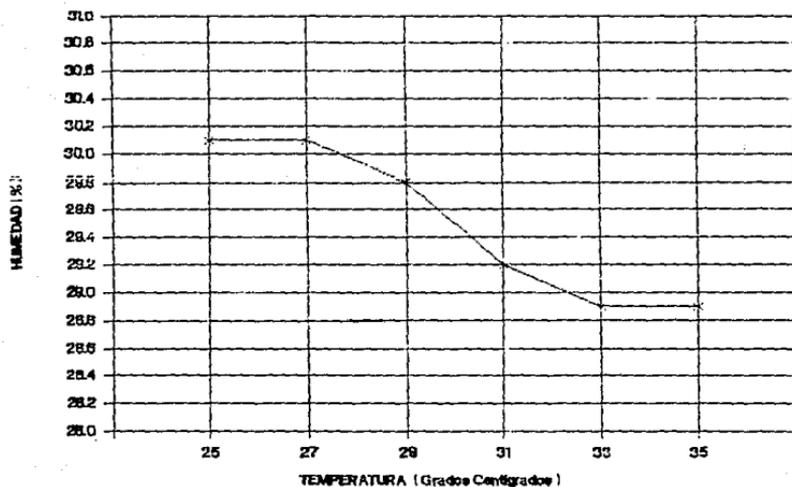
nes de calentamiento, que de no ser reducidas por un sistema de enfriamiento, presenta problemas de requemado; o sea, la pasta sufre una mayor deshidratación en la superficie que en el interior; así, presenta un mal aspecto, generalmente en forma de manchas, y ocasiona, en los casos que es muy drástica, que la transferencia de agua en el presecado y secado sea deficiente, puede ser que se requeme sólo la superficie y se estrelle, o bien, que la deshidratación sea general y se estrelle en el secado o se finalice con una humedad muy baja.

Para el estudio de este comportamiento, se presenta la relación de humedad de la pasta a la salida de la prensa, en condiciones constantes de trabajo, respecto a la temperatura de enfriamiento de la barrena.

<u>Temperatura del enfriamiento</u>	<u>Humedad %</u>
25	30.1
27	30.1
29	29.8
31	29.2
33	28.9
35	28.9

(ver gráfica anexa No. 2)

VARIACION DE LA HUMEDAD AL MODIFICAR
EL ENFRIAMIENTO DEL CARÓN.



Temperatura de Enfriamiento. (t C)	Humedad del Producto. (%)
25	30.0
27	30.1
29	29.8
31	29.2
33	28.9
35	28.9

Gráfica No. 2

Aunque el rango de variación es corto, aproximadamente 2%, se define claramente que a menor temperatura de enfriamiento, será mayor la humedad de la pasta alimenticia, por el contrario, a mayor temperatura, será menor la humedad final de la pasta a la salida de la barrena.

Una vez extruída la pasta, se somete por un breve tiempo a la exposición de la ventilación de aire húmedo caliente, con la finalidad de resecar ligeramente su superficie a fin de evitar que se peguen entre sí los hilos o figuras; tal es el caso de las pastas largas; y si el tipo de pasta así lo requiere, se somete a un sarandeo con ventilación de aire húmedo caliente por espacio de 3 a 5 minutos como máximo, como sucede con las pastas cortas, menudas y fantasía.

Secado

El proceso general de secado comprende dos etapas diferentes, pero igualmente importantes: PRESECADO Y SECADO FINAL.

Presecado

Esta etapa tiene como finalidad extraer la mayor parte de la humedad libre, con una consecuente disminución de tiempo de secado global; para esto debe contarse con condiciones de secado drásticas como son:

Tiempo corto de exposición

Ventilación directa

Alta temperatura

Alta humedad relativa

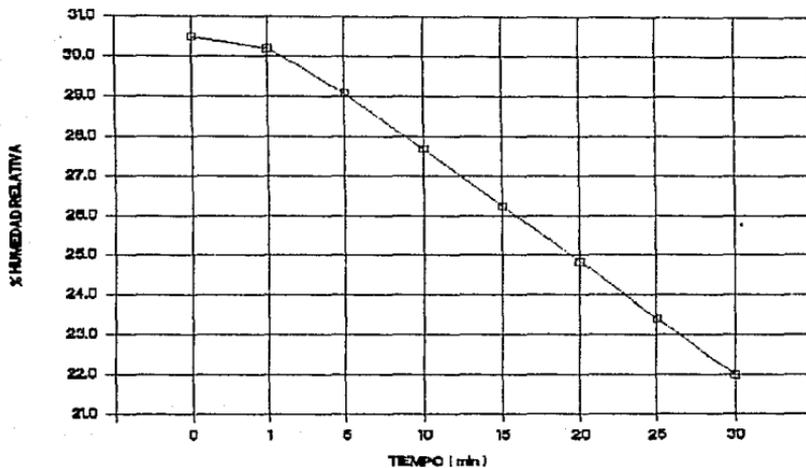
Esto tiene como consecuencia que al mismo tiempo que se extrae la humedad, haya un resecamiento mayor en la superficie de la pasta, el cual debe ser cuidadosamente vigilado para obtener una pasta con un nivel de calidad aceptable, pues desde este punto puede determinarse el futuro y calidad final del producto, así como las condiciones posteriores de secado.

En seguida se tiene una curva típica de presecado, en la cual se observa cómo en un corto intervalo de tiempo/exposición a una alta temperatura y una ventilación directa, el porcentaje de humedad perdida es alto (aproximadamente el 50% de la humedad total a extraer).

(Ver gráfica anexa # 3).

El secado final tiene como propósito extraer la humedad residual; esto es, el punto aquel en que la humedad libre ya no existe, y por tanto el comportamiento para la migración del agua es diferente; ya no se trata sólo de una simple evaporación, sino de extraer forzosamente el agua restante para obtener un producto adecuado, aquí

**% HUMEDAD PERDIDO EN EL PRESECCADO
CON RESPECTO AL TIEMPO**



H1 Abs. 1 = 30.5%

t1 = cero.

H1 Abs. 2 = 22.0%

t2 = 30.0

Tiempo 30 minutos.

Ventilación : 8 Ventiladores Directos.

Temperaturas : 70 C Bulbo Seco.

62 C Bulbo Húmedo.

Humedad Relativa : 68 %.

la migración del agua y el efecto de contracción juegan un papel importante. De esta forma las condiciones de secado son las siguientes:

Tiempos prolongados: Normalmente y dependiendo del tipo de secador, el tiempo será de 10 a 24 horas.

Ventilación directa controlada. En este caso la exposición no es directa y se maneja mediante corrientes de aire controladas por defletores o desviadores; existen zonas de exposición y zonas de reposo.

Temperaturas bajas. Tienen como máximo los 50°C.

Humedad relativa. Normalmente de 65 a 75% de humedad relativa, controlada por compuertas de extracción y recambio.

Hay dos tipos de secado final, según el equipo que se trate:

Secado estático: características:

Tiempo prolongado de secado 24 horas aproximadamente.

Condiciones de trabajo permanentes desde su inicio hasta su término.

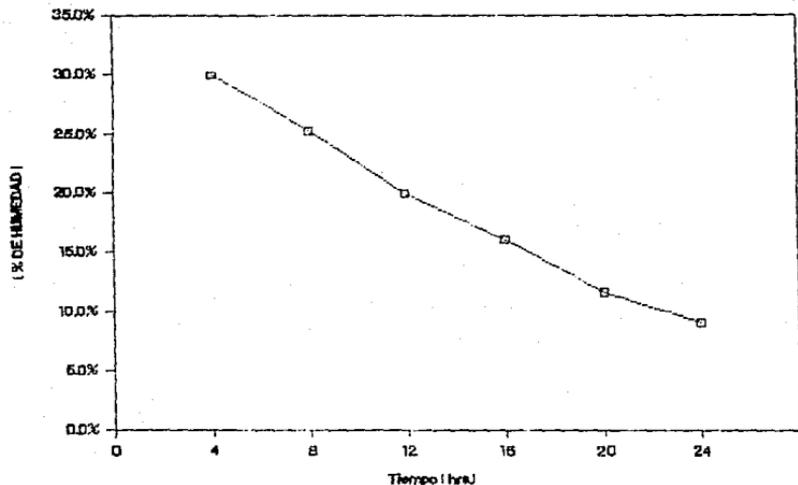
Secado variable: características:

Tiempo corto de secado, de 8 a 14 horas, depende del tipo de producto.

Condiciones de trabajo móviles, tanto en humedad relativa, ventilación y temperatura.

(Ver gráficas anexas 4 y 5)

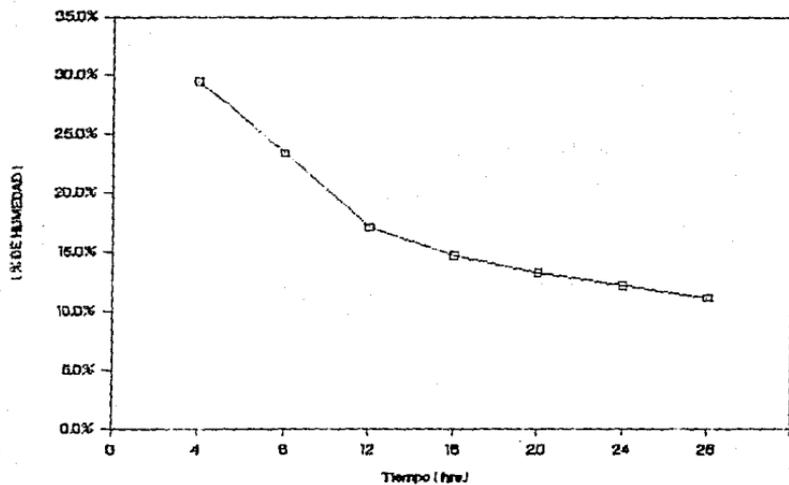
CURVA TIPICA DE UN SECADOR ESTATICO
% DE HUMEDAD VS. TIEMPO.



Tiempo Horas (hrs.)	Humedad del Producto. (%)
4	30.0
8	25.3
12	20.0
16	16.1
20	11.7
24	9.0

Gráfica No. 4

CURVA TIPICA DE UN SECADOR DINAMICO
% DE HUMEDAD VS. TIEMPO.



Tiempo Horas (hrs.)	Humedad del Producto. (%)
4	29.5
8	23.4
12	17.1
16	14.7
20	13.2
24	12.2
28	11.1

Gráfica No. 5

Variables que afectan el proceso de secado

El proceso de secado, bien sea en su fase de presecado o secado; puede verse afectado por diferentes variables; las más importantes son las que a continuación se detallan:

1. Humedad relativa del medio ambiente.
2. Temperatura de secado.
3. Ventilación
4. Tiempo de exposición.
5. Grosor de la capa de secado y superficie expuesta.
6. Calibre de la pasta.

1. Humedad relativa

La humedad relativa es el punto de partida del proceso de secado; para que el material pueda ser secado debe de existir un desequilibrio entre la humedad del producto y la humedad del medio ambiente, para que la humedad, al buscar el equilibrio, tienda a pasar del medio de mayor humedad al de menor humedad. Por tanto, la humedad relativa del medio debe de ser menor de 100% y mientras más "seco" sea el medio ambiente, mayor será el poder secante.

(Véase la gráfica anexa # 6)

VARIABLES QUE AFECTAN EL PROCESO DE SECADO

El proceso de secado, bien sea en su fase de presecado o secado; puede verse afectado por diferentes variables; las más importantes son las que a continuación se detallan:

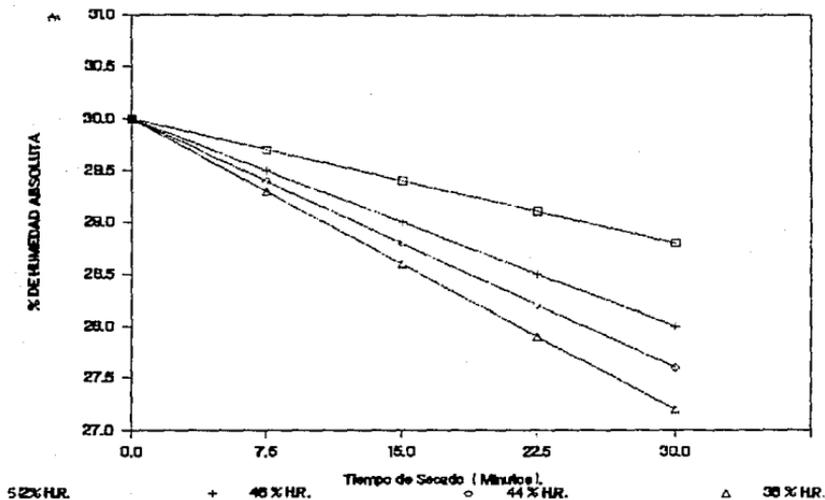
1. Humedad relativa del medio ambiente.
2. Temperatura de secado.
3. Ventilación
4. Tiempo de exposición.
5. Grosor de la capa de secado y superficie expuesta.
6. Calibre de la pasta.

1. Humedad relativa

La humedad relativa es el punto de partida del proceso de secado; para que el material pueda ser secado debe de existir un desequilibrio entre la humedad del producto y la humedad del medio ambiente, para que la humedad, al buscar el equilibrio, tienda a pasar del medio de mayor humedad al de menor humedad. Por tanto, la humedad relativa del medio debe de ser menor de 100% y mientras más "seco" sea el medio ambiente, mayor será el poder secante.

(Véase la gráfica anexa # 6)

PERDIDA DE HUMEDAD DEL PRODUCTO
A DIFERENTE % DE HUMEDAD RELATIVA.



Humedad Inicial.	Humedad Final.	% de Humedad.
30.0	$30.0 - 1.2 = 28.8$	52.0
30.0	$30.0 - 2.0 = 28.0$	46.0
30.0	$30.0 - 2.4 = 27.6$	44.0
30.0	$30.0 - 2.8 = 27.2$	36.0

Gráfica No. 6

Como puede observarse, a menor humedad relativa en el medio, es mayor la cantidad de agua extraída del producto, esto debido a que existe una mayor capacidad de "absorción" de agua del medio; por ello, se tiene que si la humedad del medio tuviera un valor del 100% la extracción de agua sería mínima o nula prácticamente, y si la humedad relativa tuviera un valor de 0% el poder secante para extraer el agua del sólido sería muy fuerte y se efectuaría drásticamente.

2. Temperatura

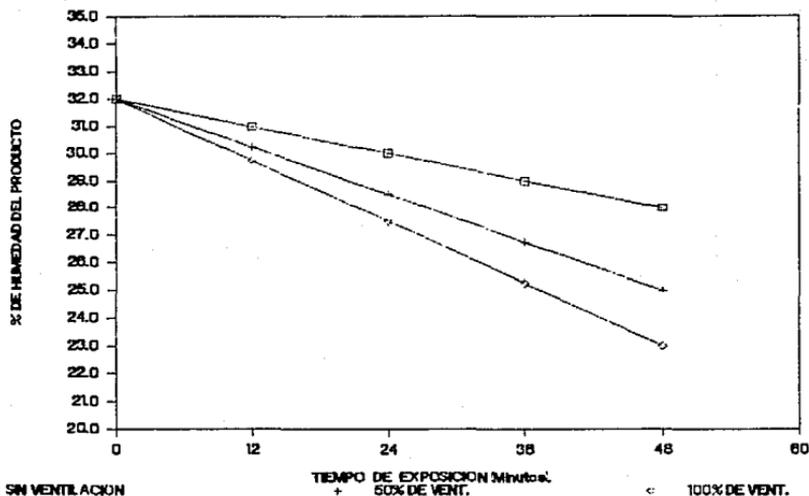
La temperatura afecta directamente en la humedad relativa; como parámetro de control se maneja la temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo; la diferencia de temperaturas leída en una tabla psicométrica nos indica el porcentaje de humedad relativa existente en el medio, de tal forma que a diferentes podemos tener el mismo porcentaje de humedad relativa y no necesariamente ser el mismo porcentaje de agua que se extraiga del producto. Para mayor claridad observemos la gráfica # 7 adjunta.

Es importante someter a cierta temperatura el producto, ya que de esta forma disminuye el tiempo de secado; podría secarse el producto a temperatura ambiente, pero el tiempo sería de 72 horas o quizá más, empero si se calienta, el tiempo se verá reducido.

3. Ventilación

Como regla constante se busca reducir al máximo los tiempos de proceso, por esto se comienza a trabajar con pasta ventilada, es decir, que el producto a secar es sometido a una corriente de aire forzado a pasar entre el producto a fin de ayudar a la extracción de agua de la pasta; en la medida en que la pasta esté más o menos tiempo ventilada, será que pierda más o menos humedad. Siendo esta una función directa como se indica en la gráfica # 8.

PERDIDA DE HUMEDAD ABSOLUTA A DIFERENTES
GRADOS DE VENTILACION.



Humedad Inicial Producto.	Humedad Final Producto.	Diferencia	Condición.
32.0	28.0	4	Sin Vent.
32.0	25.0	7	50% Vent.
32.0	23.0	9	100% Vent.

Tiempo 60 minutos.

De acuerdo a la gráfica, para un mismo tiempo de exposición a condiciones de trabajo constante, exceptuada la ventilación, el producto pierde más humedad cuando es mayor la ventilación. Otro factor importante de la ventilación es que evita que la pasta se pegue entre sí (pasta apelmasada). Así, la ventilación cubre dos aspectos importantes, disminuir el tiempo de secado e influir en el aspecto y presentación final de la pasta.

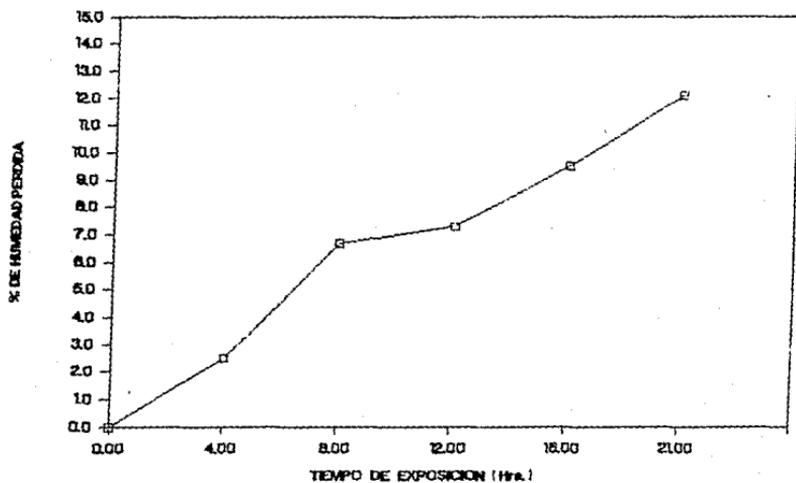
4. Tiempo de exposición

Al igual que la ventilación, el tiempo de exposición afecta a la pérdida de humedad de tal forma, que a mayor tiempo de exposición mayor la extracción de humedad, como se puede observar en la siguiente tabla:

Tiempo	Humedad inicial	Humedad final %	Diferencia humedad
0	23.1	23.1	0
4	23.1	20.6	2.5
8	23.1	16.4	6.7
12	23.1	15.8	7.3
16	23.1	13.6	9.5
21	23.1	11.0	12.1

(Ver gráfica anexa No. 9)

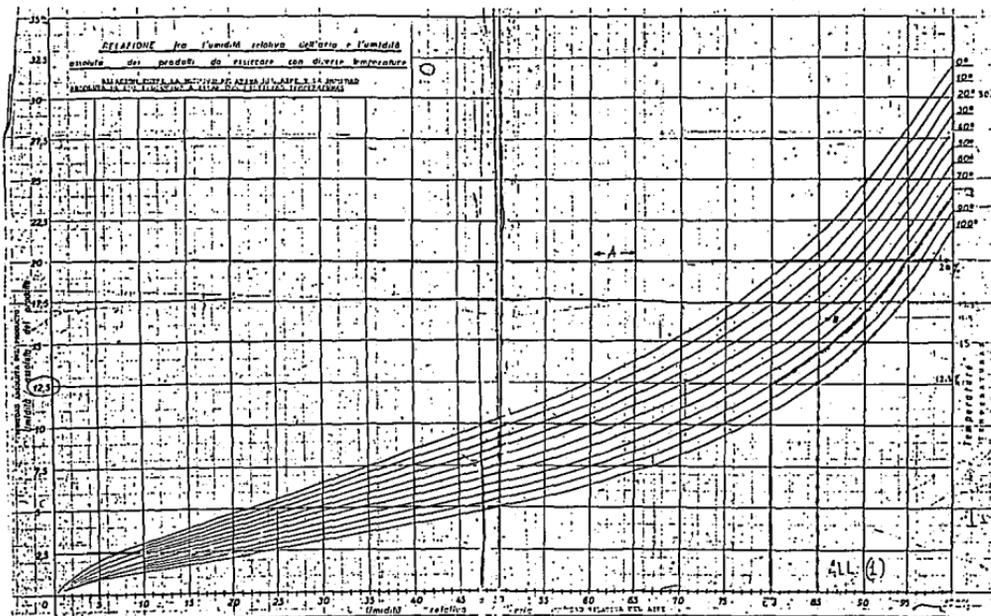
% DE HUMEDAD PERDIDA AL MODIFICAR
EL TIEMPO DE EXPOSICION



Tiempo	Perdida de Humedad.
0	0.0
4	2.5
8	6.7
12	7.3
16	9.5
21	12.1

Gráfica No. 9

Cabe hacer notar que el tiempo de exposición es con el equipo en movimiento, es decir, la pasta alimenticia no se encuentra estática ya que si esto sucediera se tendrían problemas de estrellamiento del producto; pasta quebradiza y de mal aspecto, según el tiempo que la pasta se haya quedado inmóvil.



Gráfica 7. Relación entre la humedad relativa del aire y la humedad absoluta de los productos a secar con distintas temperaturas.

Grosor de la capa y superficie expuesta

El grosor de capa es muy importante, los equipos que trabajan con este sistema están limitados por el espacio que se tenga entre piso y piso.

Se recomienda que el grosor del tapete sea de 23 a 30 cm; esto dependerá del tipo de pasta que se trate, ya que no es igual para pasta hueca corta, que para pasta corta compacta. La primera ocupa mayor volumen, por lo tanto la velocidad del equipo debe ser mayor para evitar que el grueso de la capa sea tal que la pasta no se seque ni se deforme y la ventilación no será tan intensa a fin de no estrellar la pasta. Mientras tanto, en la pasta corta compacta se cuida el nivel del tapete y regula la velocidad del equipo; pero la ventilación será mayor a fin de penetrar muy bien por todos los espacios posibles de ventilación en la pasta.

Esta variable es de gran utilidad en los procesos de secado, ya que la modificación de ésta ayuda a proteger la pasta alimenticia, cuando empieza a estrellarse, ya que al aumentar el grosor del tapete se crea una mayor humedad interna, mientras que si la pasta se encuentra húmeda o con un porcentaje de humedad mayor que el requerido; puede disminuirse el grosor del tapete a fin de que la ventilación sea más severa y la pasta finalmente adquiera el porcentaje de humedad deseado.

CALIBRE DE PASTA

El calibre de la pasta juega un papel de vital importancia, debido a la presión ejercida sobre la superficie del inserto, a través del proceso de extrusión sufre de desgastes irregulares a lo ancho de la figura, ocasionando que en el centro sea más grueso que en los extremos.

Esta situación provoca problemas en el proceso de secado, ya que el calor necesario no se podrá aplicar de igual forma; esto es que si se toman los extremos como punto de control, el producto en el centro permanecerá húmedo, provocando al final el estrellamiento cuando la humedad busque la estabilidad.

En el otro caso, si tomamos el centro del producto como punto de control.

El calor aplicado será tal, que los extremos de menor calibre, se estrellarán por deshidratación excesiva durante el proceso de secado, bien sea en su fase de presecado o secado final.

Por esta razón, el calibre de la pasta es un punto de control de especial cuidado y en donde el mantenimiento de los insertos es primordial, así como el tener juegos de inserto, de repuesto.

2.4 Teoría del secado

Se entiende por secado la eliminación de agua de los materiales en proceso. Esta eliminación es en cantidades relativamente pequeñas; a diferencia de la evaporación, en la que se pierde agua en cantidades mayores y en forma de vapor a su punto de ebullición. En el secado se elimina el agua como vapor con aire.

Este secado, al igual que muchos otros casos, se utiliza para la preservación de alimentos, debido a la facilidad de manipulación y la conservación de alimentos por períodos largos.

Los métodos de secado se pueden clasificar de dos formas:

- I. Por su sistema de alimentación, que puede ser en lotes o continuos.
- II. Por el principio físico utilizado:
 - a. Por contacto directo de aire caliente a presión atmosférica y con extracción de humedad por medio del aire.
 - b. Al vacío, con presión reducida y calor indirecto.
 - c. Por congelación, mediante la sublimación.

En el caso de los secadores continuos se utiliza aire caliente a pre-

sión atmosférica. Estos secadores presentan las siguientes características:

Transportadores perforados o de fondo de tamiz.

El producto a secar se transporta en forma continua a través del túnel con gases calientes (aire, vapor de agua).

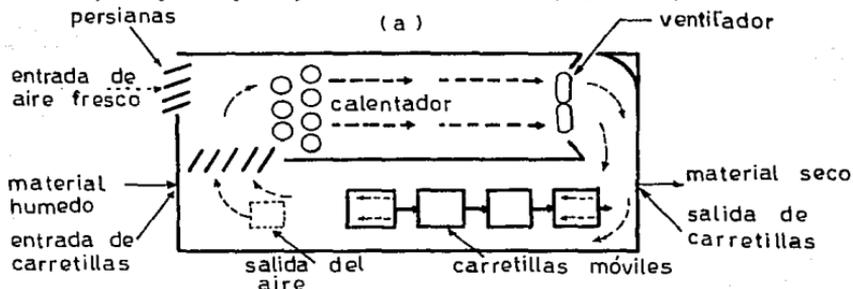
El flujo del aire caliente se puede efectuar a contracorriente, corriente o una combinación de ambas, que se fuerza a pasar a través del transportador y la capa de producto.

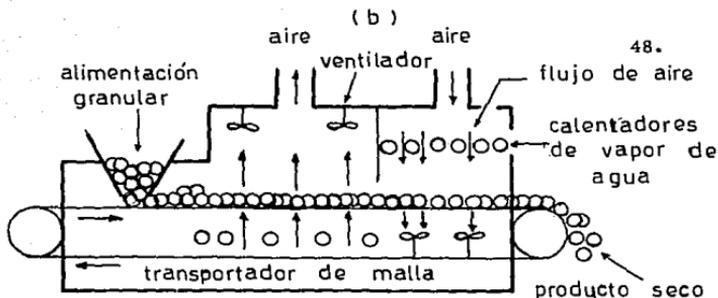
Esta capa varía y puede ser de 25 a 250 mm.

Diferentes secciones de aire con ventilación y serpentines de calentamiento.

Un ventilador adicional que extrae la humedad en forma controlada.

Los siguientes dibujos agrupan dos diferentes tipos de transportadores y las partes principales que la integran. (Fig. 5 y 6)





Figuras. (a) Secador de carretillas.
(b) Secador de banda.

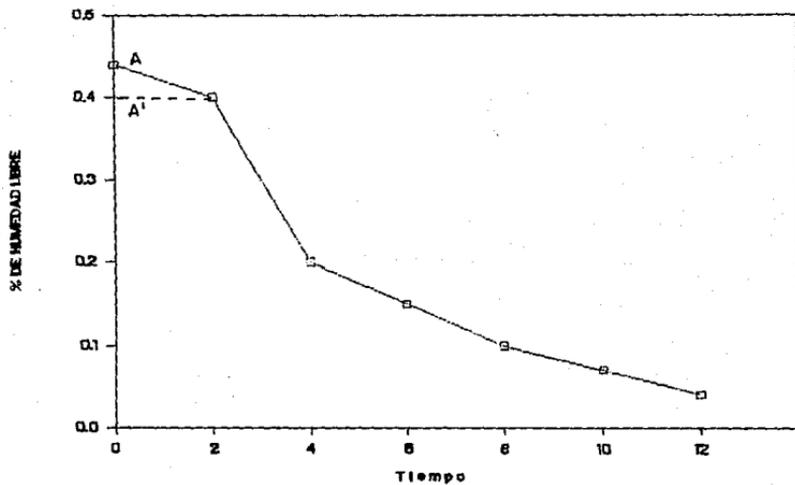
Para un proceso de secado X_1 , una curva típica de secado es la que a continuación se detalla en la gráfica anexa No. 10.

Puede observarse la forma como el contenido de humedad libre disminuye a través del tiempo, y que la pérdida de humedad es mucho mayor al principio que al final de la curva.

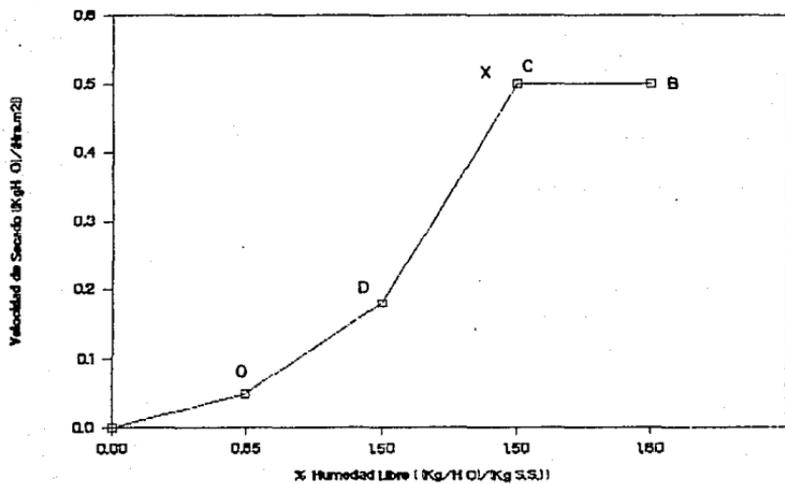
Con estos datos puede obtenerse una curva de velocidad de secado, en función de la humedad libre, la cual tendría la siguiente representación. (Gráfica anexa No. 11)

En esta gráfica hay un período de velocidad inestable que va de A o A' a B y que depende de la temperatura inicial del producto a secar. De B a C se observa un período de velocidad constante y esto obedece a que en un principio el contenido de humedad libre es mayor y por tanto el comportamiento es como si se tratara únicamente de agua a evaporar, independiente del soporte que el sólido pudiera proporcionar; si el sólido es poroso, la mayor parte del agua proviene

CURVA TIPICA DE SECADO



VELOCIDAD DE SECADO



1.60	0.50
1.50	0.50
1.50	0.18
0.65	0.05
0.00	0.00

Gráfica No. 11

del interior del sólido y será continua mientras la velocidad de evaporación sea igual a la velocidad con la que el agua llega a la superficie.

De los puntos C-D-O queda comprendido el período de velocidad decreciente; el período X_c es el punto de contenido crítico de humedad. En este punto no hay suficiente agua para mantener una película continua en la superficie, la cual no está totalmente mojada y la velocidad de secado comienza a disminuir al reducirse el contenido de humedad hasta llegar a un punto en que el producto está totalmente seco o con la humedad deseada.

La forma como se pierde la humedad en el período de velocidad decreciente, está regido por dos fenómenos diferentes y depende del material de que se trate.

Los mecanismos de movimiento del agua son:

- a. Por difusión. En este caso se verifica cuando exista una diferencia de concentraciones entre el interior del sólido y la superficie, generalmente se presenta con sólidos no porosos donde se forman soluciones de una sola fase con la humedad; tal es el caso de jabones, pastas y gelatinas.

- b. Movimiento capilar. Este tiene lugar cuando se secan sólidos granulares y porosos como arcillas, arenas, tierra; la humedad libre, sin combinar, se desplaza a través de capilares y espacios vacíos de los sólidos, este mecanismo es similar al desplazamiento del combustible a través de la mecha en un quinqué, en lo cual interviene la tensión superficial.

A medida que se evapora el agua en el interior del sólido, se forma un menisco de líquido en cada poro; esto origina fuerzas capilares por la tensión interfacial entre el agua y el sólido; dichas fuerzas constituyen el impulso para desplazar el agua a través de los poros hasta la superficie.

Efectos de la contracción

La contracción es un fenómeno que afecta con frecuencia la velocidad de secado al perder la humedad el sólido y el efecto más prominente es cuando se desarrolla una capa dura en la superficie del sólido que resulta impermeable al flujo del líquido o vapor de agua y disminuye la velocidad de secado; esta barrera a la migración de la humedad se conoce como endurecimiento superficial.

La misma contracción puede causar que el material se deforme y cambie su estructura.

En algunas ocasiones se utiliza aire húmedo para secar; disminuye así la velocidad de secado y, por tanto, los efectos de la contracción.

2.5 Equipo empleado y características

Para el estudio y descripción del equipo y maquinaria se utiliza el mismo diagrama de bloques que ya se presentó y que es el siguiente:

Almacenamiento y transporte

Para esta operación se cuenta con un sistema de silo de almacenamiento con una capacidad de 95 000 Kg., y tiene en la parte interior un mecanismo de compuerta para una adecuada operación; el sistema de transporte es automático, mediante gusanos sinfín y sopladores; su tablero de control se encuentra en la parte superior, en el interior de la planta productiva.

Los sopladores son de 40 CP y tienen una presión de trabajo de 0.4 Kg/cm².

Por este sistema de transporte la harina llega hasta la báscula, en donde se trabaja a pesadas constantes de 200 Kg.

Pesado y cernido

Para esta operación, la báscula cuenta con un sistema de separación o ciclón. (7.1)

El ciclón tiene como finalidad hacer una separación de los sólidos, los cuales se acumulan por centrifugación en la parte inferior y se separan del aire, que en este caso es el vehículo, el cual sale por la parte superior a través de unas mangas de lona (7.2), las que tienen por función la máxima recuperación de polvos finos.

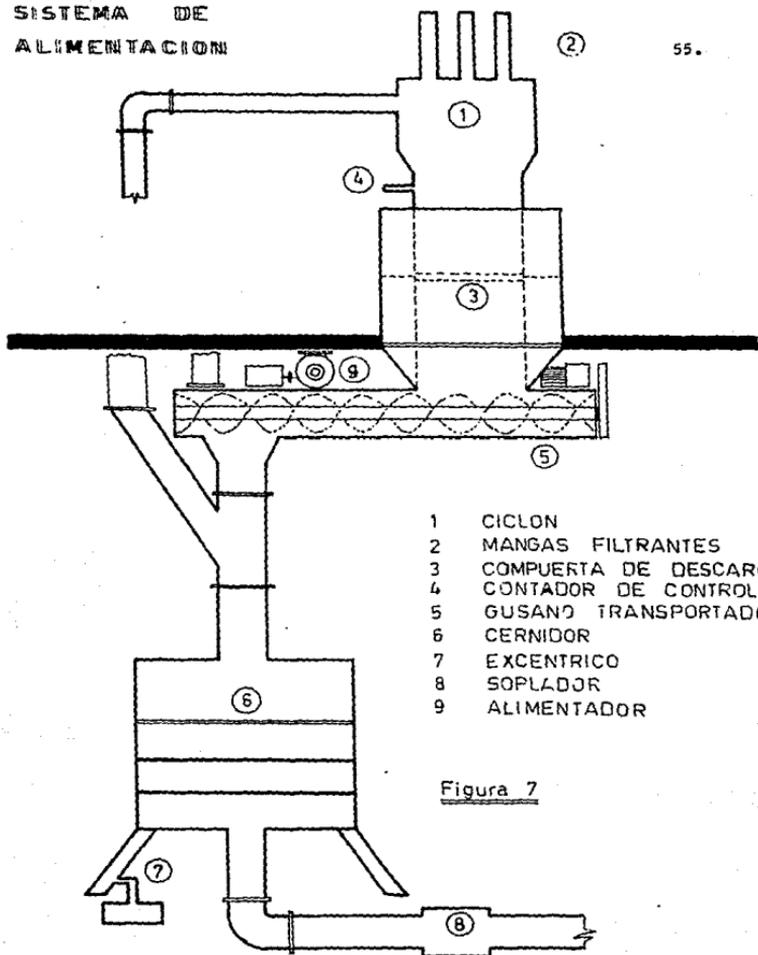
Como segundo paso está la descarga; la báscula está provista de una compuerta (7.3) que al estar cerrada se acumula la harina, al tenerse 200 Kg., el brazo de la báscula acciona un microswitch que manda la señal de apertura, y , a su vez, acciona un contador mecánico (7.4)

Con el cual se registra y controla el número de pasadas.

A la descarga, el producto cae a un gusano transportador (7.5), que alimenta el sistema de cerrado (7.6), el cual consta con un mecanismo de agitación accionado por un excéntrico (7.7), el cual favorece la separación de cuerpos extraños y alimenta la harina a un soplador (7.8), que transportará en forma neumática la harina hasta las tolvas de alimentación a prensas. (Ver Fig.)

SISTEMA DE
ALIMENTACION

55.



- 1 CICLON
- 2 MANGAS FILTRANTES
- 3 COMPUERTA DE DESCARGA
- 4 CONTADOR DE CONTROL
- 5 GUSANO TRANSPORTADOR
- 6 CERNIDOR
- 7 EXCENTRICO
- 8 SOPLADOR
- 9 ALIMENTADOR

Figura 7

Las tolvas de alimentación tienen una capacidad de 3 000 Kg., y se encuentran en la parte superior de las prensas que están provistas de un vibrador eléctrico que impide el embancamiento de la harina.

Amasado y extrusión

El proceso de amasado se realiza en un equipo llamado prensa (Fig. # 8), dicho equipo consta de un sistema de alimentación de agua (8.1) y uno de alimentación de mezcla de polvos de harina, huevo, color, u otros ingredientes (8.2); ambos cuentan con una válvula de control de alimentación (8.3), con la cual se obtiene la proporción requerida para el amasado y extrusión. Las tinajas de amasado son dos; la primera de dimensiones angostas, cuyas paletas miden 9 cm., aproximadamente y tienen por función mezclar y preamasar (8.4); otra segunda de dimensiones mayores que tiene por objeto homogenizar la masa para lo cual cuenta con paletas colocadas en forma tangencial de 18 cm., de longitud (8.5); esta función de amasado es impulsada por un motor de 5 CP. Del amasado pasa a un sistema de compresión, el cual consta de un gusano o tornillo sinfín (8.6) y un sistema de enfriamiento en el cañón que aloja a dicho gusano o tornillo compresor (8.7).

El gusano compresor tiene el cuerpo construido con acero y un recubrimiento de cromo duro, lo cual permite una superficie completamente tersa, para evitar que la masa se acumule, trabaja con un

motor de 25 HP, a 1250 RPM, y un reductora 60 RPM de salida. El cañón tiene una chaqueta de enfriamiento, la cual evita sobrecalentamientos y cuyo gasto es de 15 l/min., en la válvula de salida se regula el gasto de agua y proporciona temperatura en un rango de 28-34°C.

Al final del gusano compresor está el cabezal (8.8), que permite el reparto de masa por el molde formador; para esto se vale de un difusor de distribución y un premolde, cuya función es evitar desgastes en el cabezal y homogeneizar la masa por toda la cavidad cabezal-molde. Estos moldes pueden ser cilíndricos de 350 a 380 mm., o rectangulares de 35 x 70 x 975 mm., dependiendo del tipo de pasta.

Una vez que ha pasado por el cabezal, el producto se encuentra con el molde o dado formador, (Fig. 9), este puede ser circular o rectangular y tiene las mismas medidas que el cabezal, los moldes pueden ser de una sola pieza o bien de insertos o pastillas intercambiables y reemplazables. Los insertos pueden ser de bronce, teflón o una combinación de ambos (Fig. 10).

1: ALIMENTACION DE AGUA.
 2: ALIMENTACION DE SOLIDOS.
 3: VALVULA DE CONTROL.
 4: TINAS DE AMASADO.
 5: TINAS DE AMASADO.

6: TORNILLO (GUSANO) SIN FIN.
 7: CAÑON.
 8: CABEZAL.
 9: MOLDE.
 10: DIFUSOR.
 11: SISTEMA DE VACIO.

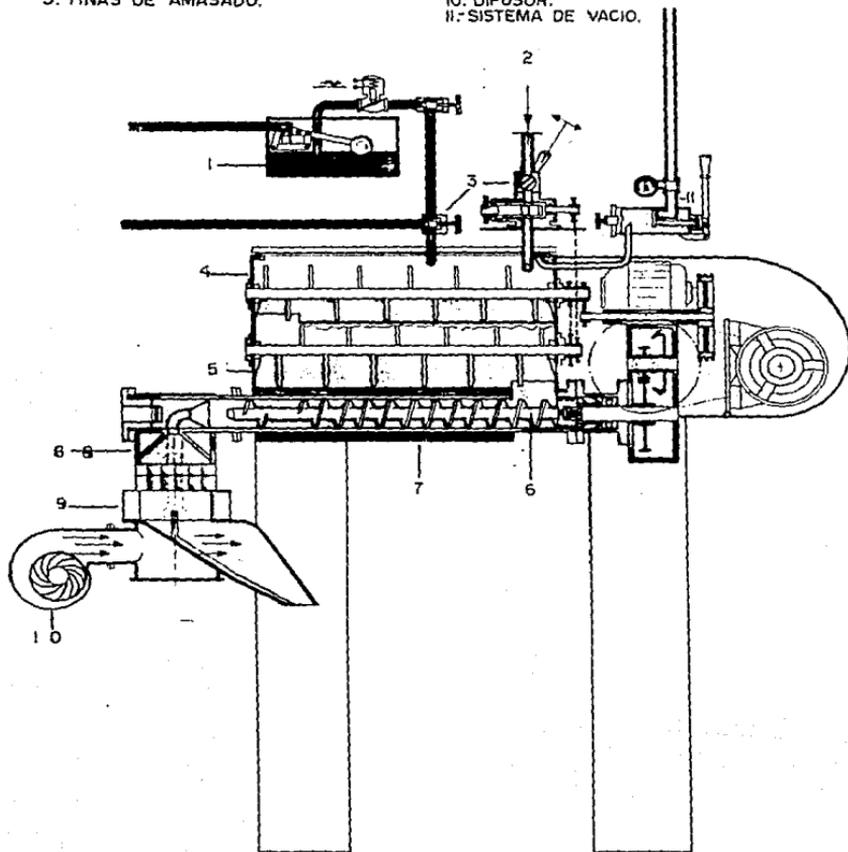
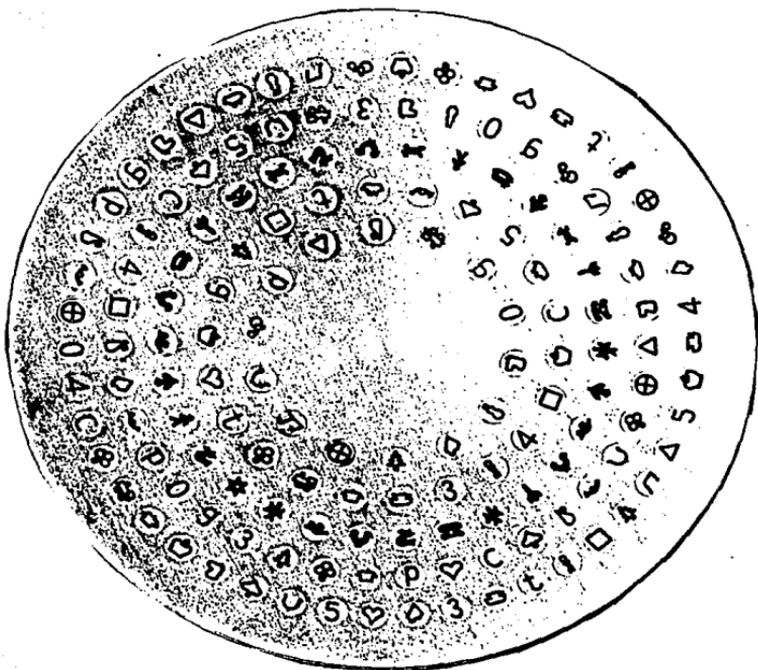


FIGURA N.º 8

PRENSA

MOLDE CIRCULARFigura 9

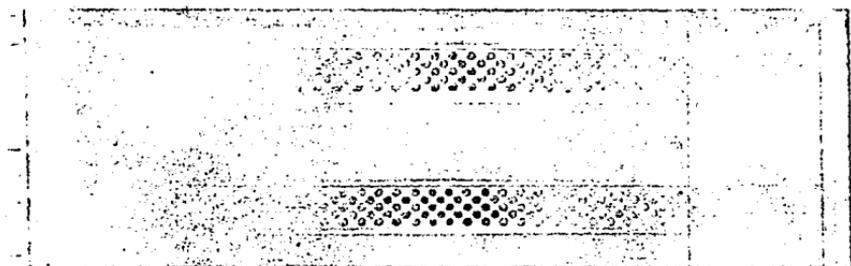
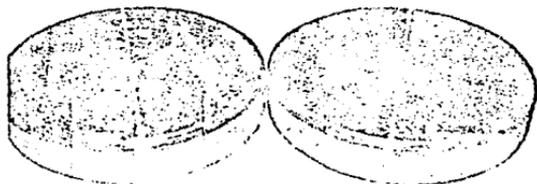


Figura 9 bis



INSERTOS

Figura 10

Una vez formada la pasta, se pasa por un sistema de corte; el tipo de inserto, así como el sistema de corte, dan por resultado la figura final que tenga el producto.

Tipos de corte

Pasta corta; hueca y compacta:

El sistema de corte de esta pasta está dado por un brazo portacuchillas, cuchillas y un variador de velocidad (Fig. # 11); el brazo portacuchillas puede ser de uno, dos o tres brazos.

El rango de velocidad oscila de 100 a 300 rpm y proporciona figuras entre uno y cinco centímetros o más, según las necesidades y especificaciones. El producto ya cortado es sometido a una ventilación intensa mediante una turbina (Fig. 8.10) la cual tiene un motor de 2 HP, y 1 350 rpm, y tiene como función secar ligeramente la superficie del producto para evitar que se peguen entre sí y el apelmazamiento.

Pasta larga; hueca y compacta:

Una vez formado el producto, es sometido a una corriente de aire caliente a fin de evitar que se peguen los hilos entre sí; esta corriente proviene de turbinas laterales de motores de 0.5 a 1.0 HP

SISTEMA DE CORTE

64.

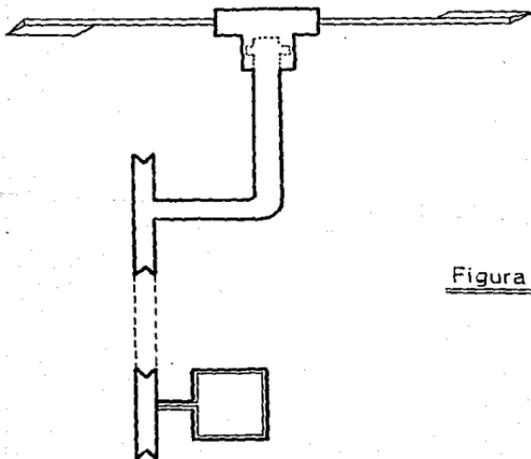
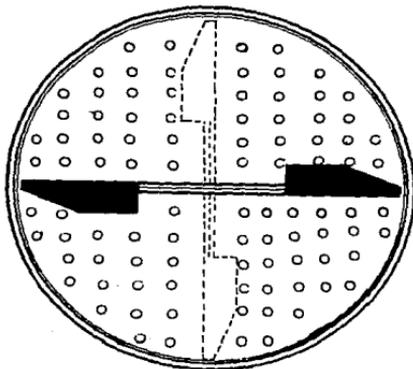


Figura 11.

y un rango de 2 300 a 3 300 RPM. El sistema de corte depende del tipo de figura; larga, enrollada o encadejada.

Larga (tallarín largo, spaghetti y macarrón):

En este caso se cuenta con dos cuchillas de corte, una superior y una inferior y, en ambos casos, las cuchillas son helicoidales, es decir, de tipo podadora de pasto. La cuchilla inferior tiene por función desbarbar o emparejar el corte del producto al homogenizar el largo de las puntas, para esto funciona en forma continua accionada por un motor de 3/4 HP, y 1 185 RPM y está constituida por un cuerpo hueco con cuchillas seccionables de fleje templado de 1 mm.

La cuchilla superior está constituida en el mismo material y tiene por función determinar el largo del producto que normalmente es de 56 cm. para ello está sincronizada a un mecanismo de engranes y levas que, previo ajuste, da un corte cada 60 segundos, tiempo en el cual se adquiere la longitud deseada.

Esta pasta se va a depositar en unas cañas o tendederos mediante los cuales se transportará por medio de cadenas de arrastre a las siguientes fases de presecado y secado.

Pasta larga enrollada o encadejada (tallarín, fideos):

Al igual que el sistema de pasta larga, la pasta encadejada tiene

aparte, un sistema de cuchillas superiores e inferiores; en este caso, la cuchilla superior es de tipo tijera, es decir, es una sola cuchilla distribuida a todo lo largo de la pasta en el cabezal y corta a un solo tiempo, normalmente de 5 segundos, y proporciona un producto de 28 a 30 centímetros de longitud. La cuchilla inferior puede ser helicoidal y su trabajo es continuo o de tijera y a un solo tiempo, en ambos casos, la principal función es de emparejar el corte. Para la pasta larga se cuenta con un sistema de recuperación, el cual se ejemplifica a continuación en la figura 12.

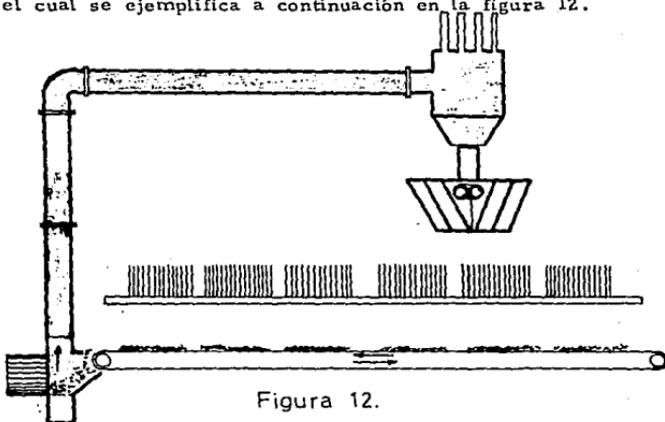


Figura 12.

El producto, que ya fue cortado por la cuchilla inferior (Fig. # 12.1) es depositado a una banda transportadora (12.2), la cual lo alimenta a una turbina de recuperación (12.3), que lo sube hasta un ciclón de separación (12.4) con sus respectivas mangas de respiración (12.5),

este ciclón separa y alimenta el producto mediante una esclusa (12.6) a la amasadora nuevamente. Esta esclusa tiene como finalidad romper y dosificar en forma paulatina para obtener un amasado homogéneo.

Una vez formado el producto, independientemente del tipo de figura o forma que tenga, pasa a un proceso de secado; éste se realiza en dos etapas: PRESEGADO Y SECADO, cuyos sistemas integrantes son:

Base de transporte.

Sistema de calefacción.

Sistema de ventilación.

Sistema de extracción y recambio.

El uso y descripción de cada uno de ellos se detallan a continuación y se ilustran en las figuras 13 y 14.

Base de transporte

Para el transporte de la pasta alimenticia hay diferentes sistemas como:



Cañas

En caso de las pastaslargas, el transporte es a base de cañas de aluminio; dichas cañas tienen 2.00 m de largo por 0.05 m. de ancho, y son desplazadas a través del equipo de secado por un sistema de cremallera ubicado en forma longitudinal que avanza el producto en cuatro tiempos.

- a. Avance de la caña sobre el riel de teflón.
- b. Descenso de la cremallera.
- c. Regreso de la cremallera al punto original.
- d. Subida y agarre de la siguiente caña.

Para tal función cuenta con un doble excéntrico ubicado en forma central respecto al total del equipo y el avance a un tiempo de 30 segundos por caña, teniendo un total de 28 horas de transporte.

Tapetes

Un segundo sistema de transporte son los tapetes sinfín, los cuales

están formados por una tamiz de 15 mallas por pulgada cuadrada; tienen una longitud que varía de los 15 a los 80 m de largo y de 1.0 a 2.0 m de ancho y tiene un soporte de aluminio en forma transversal y una separación de 0.13 m de distancia.

El material del que están formados son de poliéster/nylon al 50%) y también pueden estar formados de poliéster/poliamida en la misma proporción.

El sistema mediante el cual se desplazan los tapetes es de rodillos, uno motriz y otro accionado; estos rodillos tienen cinco cadenas de arrastre, lo cual permite un avance a todo lo ancho del tapete, así se evitan torciones en el mismo.

Bastidores

Los bastidores independientemente de su accionar, están formados de tres partes:

- a. Perfiles angulares metálicos (armazón)
- b. Tapetes de nylon (soporte)
- c. Marco de madera (fijadores)

En los bastidores desplazables, el producto ya no se mueve durante todo el proceso de secado, sino que se desplaza el bastidor a base de empujadores y descendedores a todo lo largo del equipo.

En los bastidores fijos el producto es el que se desplaza a través del bastidor, mediante un zarandeo; movimiento ocasionado por un excéntrico interconectado a los bastidores, los cuales tienen flejes de muelle para el avance del producto.

Sistema de calefacción

El sistema de calefacción en todos los casos opera con radiadores o serpentines, por los cuales pasa agua caliente, vehículo por medio del cual se efectúa la transferencia de calor; para tal efecto, el serpentín tiene una serie de aletas que favorecen la transferencia y el número de éstas oscila de 10 a 12 por pulgada cuadrada y de una a 1.5 pulgadas de diámetro.

Según las necesidades de calor, éstos varían en diámetro, tamaño y cantidad; así, en el presecado donde normalmente las condiciones de secado son más drásticas, estos radiadores pueden ser:

Pastas largas: Dos radiadores dobles con un total de 15 serpentines por radiador, ubicados en forma paralela y cuyas dimensiones son de 2.00 m de largo por 0.80 m de ancho.

Pasta larga, fideo: 13 radiadores repartidos a lo largo del secado (40 M:s.) de igual número de conchas; los 3 primeros son de 7 serpentines, los 2 segundos son de 6 serpentines; 2 más de 5 serpentines y 6 finales de 2 serpentines, todos ellos de 2.00 mm de largo por 0.40 mm de ancho.

Pasta hueca: Este equipo cuenta con 4 radiadores de 8 serpentines dobles cada uno; están ubicados en la parte inferior del equipo y tienen área de contacto de 0.80 m por lado.

Para la parte del secado los radiadores son de diferentes características, de acuerdo a las necesidades; así, se tiene la siguiente descripción:

Pasta larga: 8 radiadores sencillos repartidos y distribuidos a diferentes distancias y altitudes en galera de secado; sus dimensiones son de 2.00 m de largo por 1.5 m de ancho.

Pasta larga, fideo: 44 radiadores de un serpentina repartidos en 11 (Braibanti) conchas y 4 pisos equivaliendo a un radiador por concha, sus dimensiones son de 2.00 m de largo por 0.0245 m de ancho.

Pasta hueca: 30 radiadores individuales ubicados en 6 naves y 5 pisos, de 2.00 m de largo por 0.0254 m de ancho.

Sistema de ventilación/extracción, recambio

La ventilación que se tenga estará en función directa de punto de proceso, y será para el caso de presecado la mayor intensidad, para lo cual tendrá ventiladores hasta de 55 cm. de diámetro (fig. 12.1)

El sistema de extracción en este punto, normalmente es a base de extractores de tipo forzado, con un extractor (Fig. 12.2), regulado por un huminostato que permite mantener las condiciones de secado adecuado; el recambio de aire, si es necesario, se realiza por medio de compuertas (Fig. 12.3)

En el caso del secado, la ventilación no es tan forzada, el número de ventiladores así como su tamaño, es muy variable, pudiendo ser desde ocho y 12 en secado estático, hasta 80 en secado de tipo variable; el sistema de extracción para secadores estáticos está regulado a través de compuertas de recambio y extractores de tiro natural y para los variables es de tipo secuencial, es decir, se tiene la extracción y el recambio a lo largo de todas las contexturas, en todos los pisos. (Fig. 13)

Figura 13. PRESECADO. Catalogo de maquinaria y equipo PAVAN.

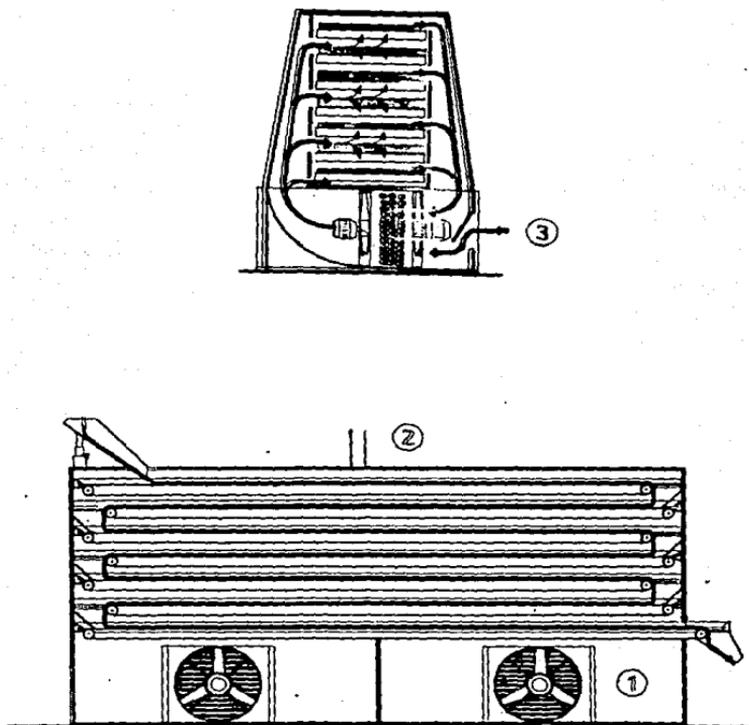
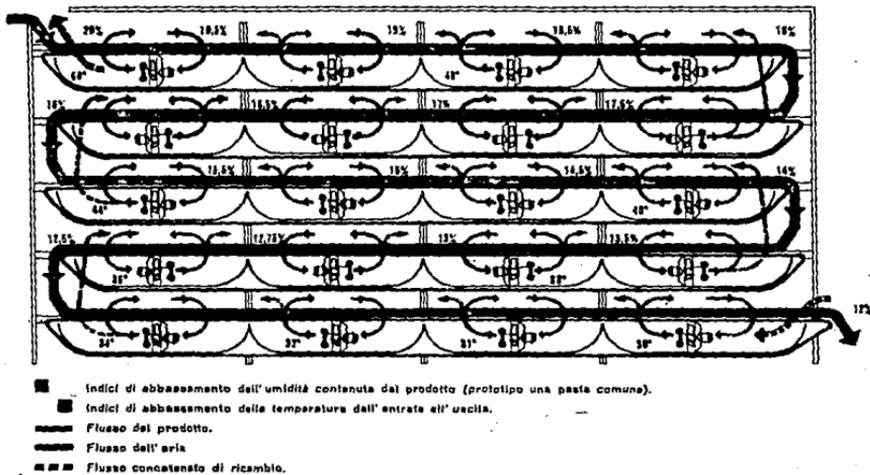


Figura 14. SECADERO. Catalogo de maquinaria y equipo PAVAN.



CAPITULO III

CONTROL DEL PROCESO

3.1 Ventajas

El control del proceso surge como una necesidad de continuidad; es decir, nace de la exigencia de entregar un producto con los atributos y características de calidad siempre iguales; por ello se entiende un producto con una calidad constante o mejorada, pero no decreciente.

El control de proceso presenta las siguientes ventajas:

- a. Controla, mantiene y mejora la calidad final del producto.
- b. Se minimizan las fallas y desviaciones.
- c. Permite detectar fallas en el sistema de trabajo; sean de operación, maquinaria, instalaciones o equipo.
- d. Permite predecir comportamiento y corregir desviaciones.
- e. Permite un aprovechamiento máximo de los recursos (equipo, inversiones, servicios auxiliares, etcétera).

El sistema mediante el cual funciona el control de procesos se basa en la inspección de los puntos críticos, su verificación y modificación, y sólo si se encuentra fuera de las normas de trabajo.

Para tal efecto, se establece una rutina de inspección-control para los puntos críticos a una determinada frecuencia. Dichos puntos se presentan a continuación, así como su frecuencia e importancia.

(Ver cuadro anexo).

CUADRO 1

FRECUENCIA

PUNTOS DE INSPECCION	HORA	DIA	SEMANA	MES
Temperatura de agua de alimentación	X			
Velocidad de amasado				X
Nivel de amasado	X			
Presión de barrena	X			
Lectura de vacío	X			
Granulación de la harina			X	
Temperatura de enfriamiento de cañón	X			
Tiempo de corte	X			
Ventilación del cabezal	X			
Peso de la figura	X			
Humedad del producto en la prensa		X		
Temperatura de presecado	X			
Humedad relativa del presecado	X			
Ventilación de presecado				X
Velocidad de presecado		X		
Humedad del producto en la salida del presecado		X		

CUADRO 1 (Continuación)

PUNTOS DE INSPECCION	HORA	DIA	SEMANA	MES
Temperatura de secado	X			
Ventilación de secado	X			
Humedad relativa de secado	X			
Humedad del producto salida secado		X		
Humedad del producto a la salida del presecado		X		
Temperatura de secado	X			
Ventilación de secado	X			
Humedad real del secado	X			
Humedad del producto a la salida del secado		X		
Temperatura de agua de intercambiador	X			
Limpieza de filtros			X	
Limpieza piletta de bomba de vacío			X	
Revisión de ventilación-función rotación				X
Calibre de pasta			X	

CAPITULO IV**CONDICIONES DE OPERACION****POR TIPO DE PASTA****ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

**PERFILES DE SECADO Y CONDICIONES ESTANDAR
DE TRABAJO**

CONDICIONES DE OPERACION EQUIPO No. 2Pasta hueca

Presión de barrena	75 kg/cm ²
Vacío	50 cm Hg.
Temperatura agua de amasado	27°C
Temperatura agua de enfriamiento de barrena	28°C
% de humedad a la salida de la barrena	29.8%
% de humedad a la salida de trabatto	27.6%
% de humedad a la salida de presecado	24 %
% de humedad a la salida de lo. piso	20 %
2o. piso	15.6%
3o. piso	13.6%
4o. piso	11.0%
5o. piso	11.0%
Temperatura de presecado: Temp. bulbo seco	55°C
Temp. bulbo hú- medo	50°C
Humedad relativa	76 %

Temperatura en secado:

1o. piso:	1a. zona	38.6	2a. zona	47
2o. piso	1a. zona	44.3	2a. zona	43
3o. piso	1a. zona	39	2a. zona	41
4o. piso	1a. zona	42	2a. zona	42
5o. piso	1a. zona	--	2a. zona	--

Ventilación de trabajo encendido 100%

Ventilación de presecado encendida 100%

Ventilación de secado 1o. piso encendido 100%

Ventilación de secado 2o. piso encendido 100%

Ventilación de secado 3o. piso encendido 100%

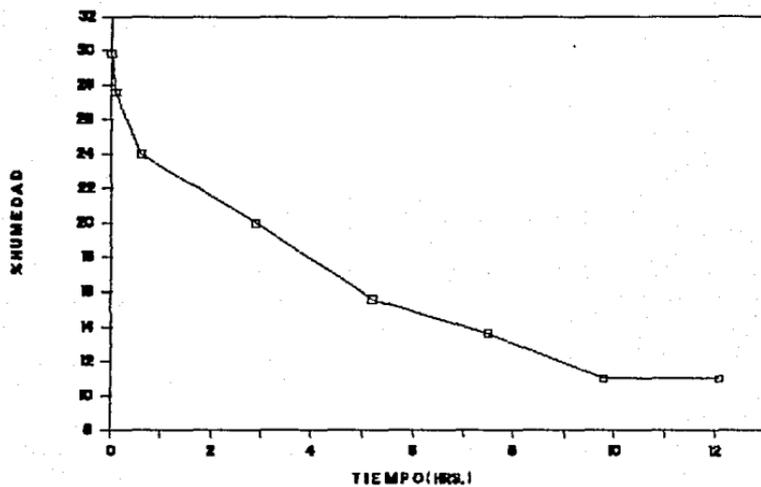
Ventilación de secado 4o. piso encendido 100%

Ventilación de secado 5o. piso apagado 100%

Velocidad 480-500 k/hr.

(Ver gráfica anexa)

CURVA ESTANDAR DE SECADO
PASTA CORTA PAVAN

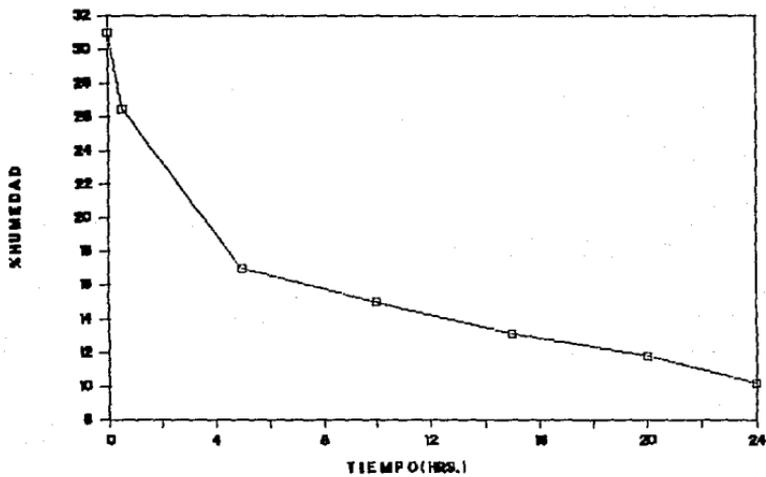


Gráfica No. 12

CONDICIONES DE OPERACION EQUIPO No. 3Fideo mediano

Presión de barrena	65 k/cm ²
Vacío	40 cm Hg.
Temperatura agua de alimentación	38°C
Temperatura agua de enfriamiento barrena.	28°C
Cortes por minuto	13
Tiempo por bastidor	78 seg/bast.
Temperatura presecado: Bulbo húmedo	30°C
Bulbo seco	40°C
% humedad relativa	49°C
Temperatura de secado: Bulbo húmedo	45°C
Bulbo seco	39°C
% humedad relativa	69°C
Tiempo de presecado	30 minutos
Tiempo de secado	23.5 horas
% de humedad a la salida de la prensa	31 %
% de humedad a la salida de presecado	26.5%
% de humedad a la salida del 1o. piso	17 %
2o. piso	15 %
3o. piso	13.1%
4o. piso	11.8%
5o. piso	10.2%

Ventilación cabezal	100% encendido
Ventilación presecaado	100% encendido
Ventilación secado	100% encendido

CURVA ESTÁNDAR DE SECADO
PASTA FIDEO BRAIBANTI

Gráfica No. 13

CONDICIONES DE OPERACION EQUIPO No. 4

Vacío	54 cm Hg.
Agua de alimentación	40°C
Presión	75 kg/cm ²
Peso por corte promedio 8 cadejos	1 050 gr.
Cortes por minuto	12

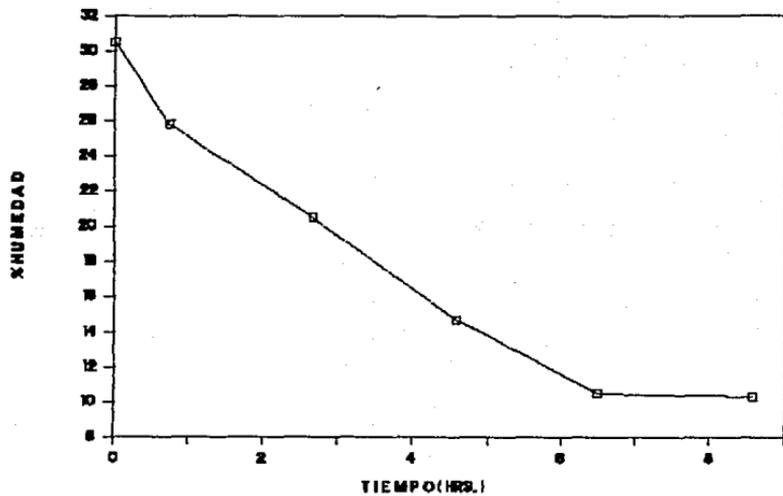
Humedad

Prensa	30.5%
Presecado	25.8%
1a. tela	20.5%
2a. tela	14.7%
3a. tela	10.5%
4a. tela	10.3%

Temperatura de presecado	1a. zona	40°C
	2a. zona	42°C
	3a. zona	45°C
	4a. zona	42°C
	5a. zona	40°C
Temperatura de secado	1o. piso	60°C
	2o. piso	48°C
	3o. piso	40°C
	4o. piso	40°C

Ventilación prensa encendida	100%
Ventilación presecado 33% inicial encendido	100% y en contra 60% restante encendido 100% alternada (mitad a favor, mitad en contra)
Ventilación secado encendido al 100%	

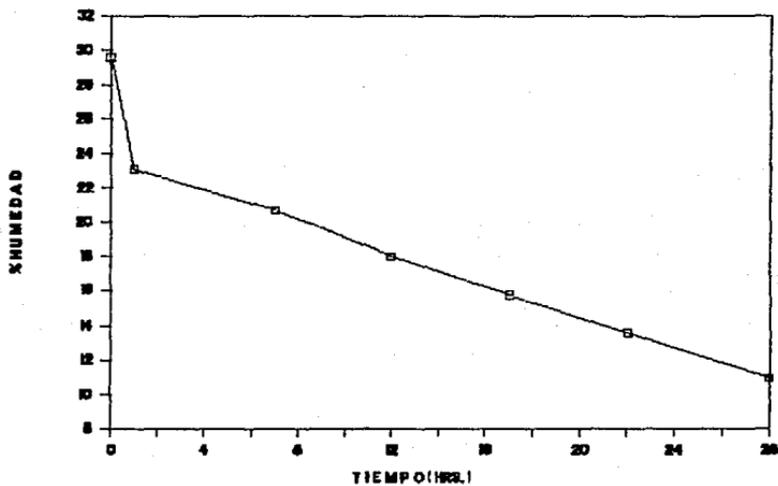
CURVA ESTANDAR DE SECADO
PASTA FIDEO PAVAN



Gráfica No. 14

CONDICIONES DE OPERACION EQUIPO No. 5Spaghetti

Presión de barrena		70 kg/cm ²
Temperatura de agua de alimentación		38°C
Temperatura de agua de enfriamiento		28°C
Vacío		45 cm hg.
Cortes por minuto		2
Temperatura presecado	Bulbo seco	45°C
	Bulbo húmedo	40°C
	% Humedad relativa	74 %
Tiempo de secado		27 horas
Tiempo de presecado		0.95 horas (55 minutos)
Ventilación cabezal	100 encendido	
Ventilación presecado	100% encendido	
Ventilación secado	100% encendido	
Humedad a la salida de prensa:		29.6%
Humedad a la salida de presecado		23.1%
Humedad a la salida del	1o. piso	20.7%
	2o. piso	18.0%
	3o. piso	15.8%
	4o. piso	13.6%
	5o. piso	11 %

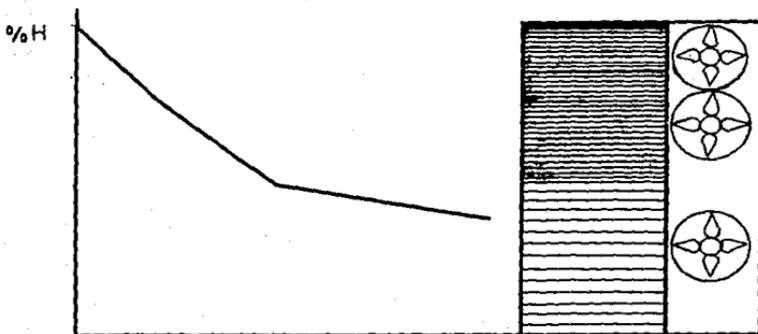
CURVA ESTANDAR DE SECADO
PASTA LARGA BRAIBANTI

Gráfica No. 15

ANALISIS DE PERFILES

1. Como se observa en las gráficas, hay diferentes zonas de secado: está la fase de presecado con pérdidas de un 4 a un 8%, lo que representa un 35.0% de la humedad total a extraer; esto se logra en un intervalo muy corto que fluctúa de los 30 a 60 minutos y que representa el 4.5% del tiempo total de secado.
2. Se observa también una zona de secado, en la cual se tiene una tendencia constante en su velocidad y se extrae el 65% de humedad en un 75% del tiempo total de secado. Cabe hacer notar que para el equipo de pasta fideo mediano, se denotan claramente 2 zonas de secado, y esto obedece al hecho del diseño del equipo, ya que el 60% inicial de la capacidad del equipo es sometido a una ventilación de mayor intensidad y el restante 40% a una menor

Para ejemplificar esto, obsérvese la figura 14.



3. Por último, hay una zona de reposo para la pasta corta y fideo cambray. Esto es porque su elaboración se efectúa en un secador tipo variable en donde las condiciones de secado de la fase final pueden ser controladas a voluntad, al dejar este último intervalo sin calor ni ventilación, con el objeto de enfriar la pasta y no tener mayores pérdidas de humedad por secado.

Esta situación no se presenta para el caso de fideo y spaghetti, ya que su secado es estático, sin diferencia significativa en la cámara de secado; las condiciones de trabajo son las mismas desde el inicio hasta el término; aunque puede observarse que hay una pérdida ligera de humedad continua, lo que proporciona un estado semejante al de reposo.

En todos los casos, este último intervalo corresponde al 20% del tiempo total de secado.

4. Como caso especial están los fideos, tanto en su forma de cambray como mediano; la humedad final del producto corresponde entre 10 y 11%. Esto se genera a raíz del tipo de formato con el que se trabaja y que es conocido como cadejo.

En este producto existe un amarre de hilos en su parte central, por lo que la pérdida de humedad en este punto es menor que en la superficie del mismo; esto ocasiona que si el producto

final tiene en forma global una humedad del 13% en la parte central hay un 15%; con esto se ocasionan problemas de aspecto, ya que sufre un apelmazamiento en su parte central y su cocimiento resulta desagradable. Y ese puede ser el resultado menos grave, pues con la humedad pueden desarrollarse hongos y levaduras.

Por eso se busca que la humedad final sea del 10 al 11%.

5. Como producto terminado en su valorización de calidad, deba tenerse cuidado que no se presenten problemas de mal aspecto, como:

- a. Pasta estrellada.
- b. Manchas por falta de vacío.
- c. Producto opaco.
- d. Producto deforme.

Tampoco debe haber problemas de humedad final; todos los productos fluctúan entre el 10 y 12% de humedad.

En cuanto a la prueba de cocimiento, la cual se considera como parámetro base de valoración y la cual se describe en el anexo 1, en todos los casos se cumple con los requisitos formulados para pruebas de cocimiento que establece la NOM-F-235-1980, así como las reglas que marca la política interna, sin registrar problemas de apelmazamiento o pasta batida, principalmente.

CAPITULO V

**PRONTUARIO DE PROBLEMAS
Y SOLUCIONES**

CUADRO DE FALLAS

1.	Pasta con burbujas	
2.	Opaca y áspera	
3.	Pinta	
4.	Pegada	
5.	Deforme	
6.	Mal cortada	PRENSA
7.	Apelmazada	
8.	Estrellada	
9.	Húmeda	
10.	Deshidratación excesiva (sin estrellar)	
7.	Apelmazada	
8.	Húmeda	
9.	Estrellada	PRESECADO
10.	Deshidratación sin estrellar	
9.	Estrellada	
8.	Húmeda	SECADO
10.	Deshidratación sin estrellar	

CUADRO 2

	PRENSA								PRESECADO				SECADO					
	V A C I O.	H ₂ O A L I M E N T A C I O N	H ₂ O E N F R I A M I E N T O.	P R E S I O N.	V E N T. C A B E Z A L.	S I S T. D E C O R T E	G R A M U L A C I O N.	H A R I N A	T E M P E R A T U R A.	H U M E D A D.	G R O S O R.	V E L O C I O A D.	R O D I L L O S.	V E N T I L A C I O N.	T E M P.	V E J N T.	H U M E D.	T I E M.
1.- CON BURBUJAS.	X							X										
2.- OPACA Y ASPERA.	X			X				X										
3.- PINTA.	X		X	X			X	X	X		X	X						
4.- PEGADA.		X		X	X	X								X				
5.- DEFORME.				X	X	X							X					
6.- MAL CORTADA.				X		X												
7.- APELNASADA.		X		X	X		X		X	X	X			X				
8.- ESTRELLADA.		X		X					X	X	X	X		X	X	X	X	X
9.- HUMEDA.		X		X	X				X	X	X			X	X	X	X	X
10.- DESHIDRATACION EXCESIV (SIN ESTRELLAR).		X		X	X				X	X	X			X	X	X	X	X

PRONTUARIO DE SOLUCIONES Y PROBLEMAS

1. Determine el tipo de defecto que presenta el producto.
2. En los casos en que la falla se encuentra del 1 al 6, se revisará única y exclusivamente las condiciones de operación para la elaboración de la pasta alimenticia en la prensa de extrusión, y comparar las condiciones normales del equipo en cuestión, las cuales se encuentran en el capítulo de perfiles de secado y condiciones estándar de trabajo.

Para los casos específicos, se cita el punto de control que deberá revisarse:

Caso 1 y 2: Pasta con burbujas, opaca y áspera.

Falta de vacío; revisar:

Bomba de vacío, que esté funcionando.

Limpieza del tanque de reserva.

Limpieza del filtro.

Que no tenga obstrucciones la tubería.

Que no existan fugas en el sellado

Caso No. 3 Pasta pinta. Los puntos a revisar son:

Presión de barrena.

Tiempo de corte (RPM)

Estado del molde (pastillas).

Limpieza de mascarilla de cabezal.

Caso No. 6 Pasta mal cortada. Se revisará:

Presión de barrena.

Tiempo de corte.

Estado de pastillas del molde de trabajo.

Caso No. 7 Pasta apelmazada. La revisión se llevará a cabo en:

Prensa

Humedad a la salida.

Ventilación de cabezal.

Presecado

Temperatura óptima de proceso.

Ventilación óptima de proceso.

Tiempo de presecado.

Casos 8, 9

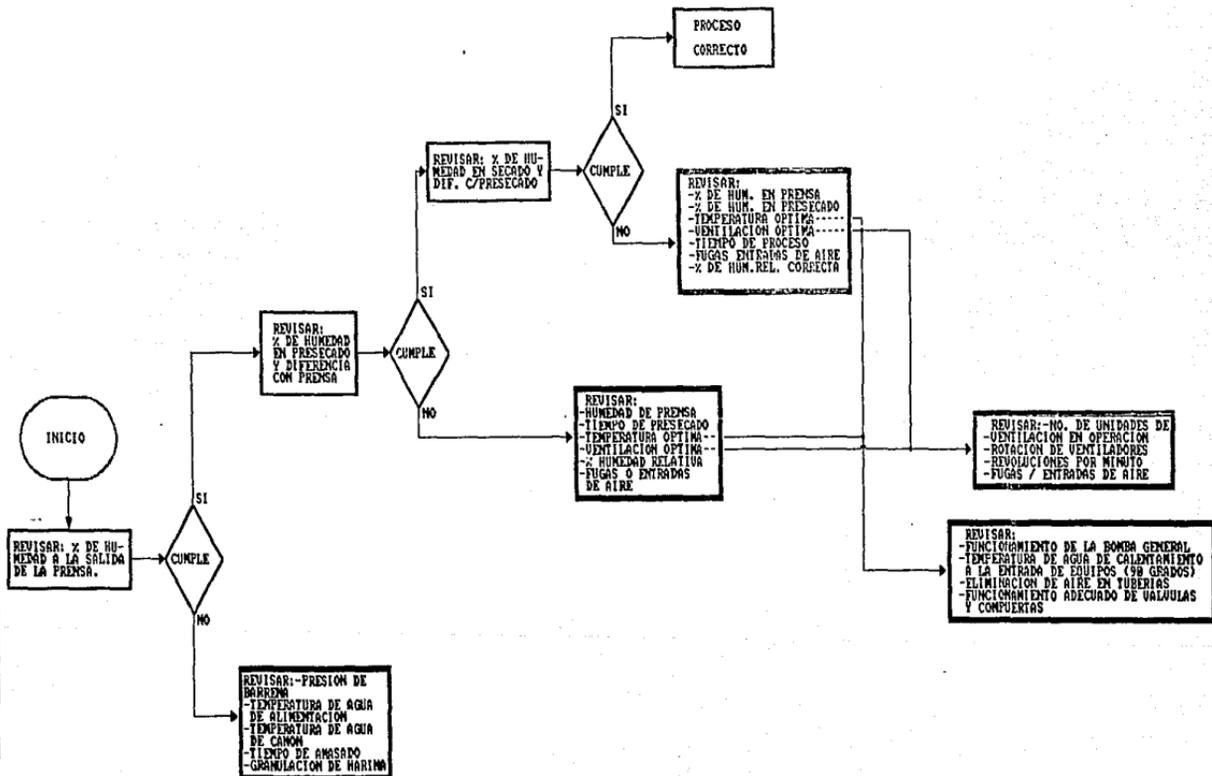
y 10

Revisar todo el proceso y considerar:

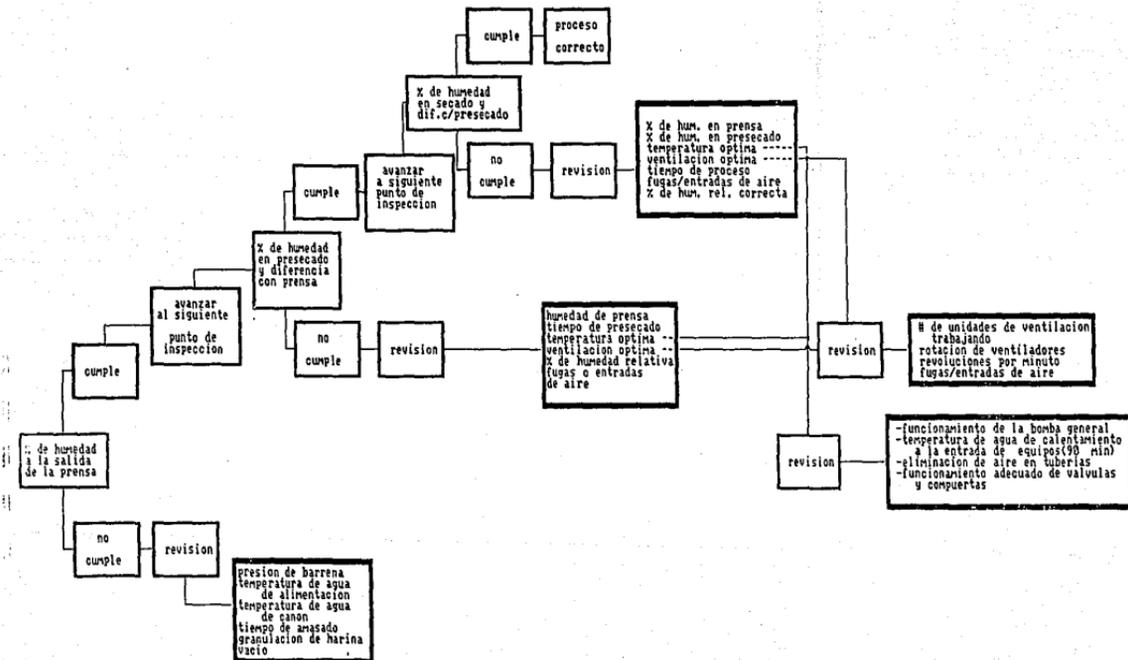
La cantidad de humedad extraída en cada punto del

secado; por tanto, se procede de la siguiente forma:

FLUJOGRAMA DE INSPECCION Y REVISION DE PROCESO DE ELABORACION DE PASTAS ALIMENTICIAS



FLUJOGRAMA DE INSPECCION Y REVISION DE PROCESO DE ELABORACION DE PASTAS ALIMENTICIAS



Dentro de los problemas existentes en el presecado están los siguientes tres casos, que son a su vez, los que se repiten con mayor frecuencia:

1. Deshidratación excesiva general.

Ocasiona un producto quebradizo, de muy mal aspecto y, que desde la salida del presecado, se observa estrellado, lo que ocasiona problemas de control en la fase de secado; normalmente esto sucede por las siguientes razones:

- a. Exposición prolongada (más del tiempo normal) del producto al calor y ventilación.
- b. Humedad relativa muy baja (por debajo del 68%) por un incremento en las temperaturas de trabajo o bien por un exceso de extracción de humedad sin control.

2. Deshidratación excesiva superficial

En este caso, la pasta alimenticia se observa bien a la vista y al tacto, pero tiene el inconveniente de que si se cierra el poro superficial, la migración del agua del seno de la pasta a la superficie es mucho más difícil. Esto ocasiona 3 de los siguientes problemas:

- a. Determinar humedad en la prensa, presecado y secado.
- b. Analizar las desviaciones que se obtengan en cada punto, contra los valores estándar de la curva óptima de trabajo.
- c. Determinar, por diferencia de humedades entre estos dos puntos, la sección específica del problema.
- d. Revisar en cada sección los siguientes puntos:

(Ver cuadro anexo)

- a. Que la pasta se observe como normal y continúe el proceso de secado en forma normal, pero debido a un mal presecado, la humedad contenida en la fase de secado tiende a salir ya en su etapa de empaque y almacenamiento; si es así, la pasta se estrellada y por tanto, se ofrece un producto de mala calidad al consumidor, pues la pasta estrellada se desbaratará al ser cocinada.
- b. Que la pasta esté reseca de la superficie. Esto ocasionaría que si no se tiene cuidado y la información adecuada, se trata de secar la pasta con un aumento de las condiciones normales de secado que requiera la pasta con el consiguiente estrellamiento y que lleve a los problemas antes mencionados.
- c. Este tercer caso indica, según el equipo, el poder revenir la pasta, término empírico/práctico que indica que la pasta debe ser sometida a una alta temperatura y humedad excesiva, para abrir nuevamente el poro superficial y dar flexibilidad a la pasta.

Este tipo de problemas se presenta cuando la pasta ha sido sometida a

Alta temperatura

Baja humedad relativa

Exposición directa a la ventilación

3. Deshidratación deficiente o nula

Este tipo de falla normalmente ocasiona que el producto conserve un alto contenido de humedad, respecto a su inicio de proceso, queda entonces con un 29 a 35% de humedad absoluta, lo que ocasiona:

- a. Pasta pegada; apelmazada.
- b. Pasta deformada.
- c. Pasta que al querer ser recuperada o salvada se somete a un secado drástico y se provoca que el producto se estalle, o bien, al someterse a un secado drástico se extrae únicamente la humedad superficial; al empacarse y almacenarse, el producto se estrella.
- d. Que el producto, en el tiempo normal de secado, no tenga el porcentaje adecuado requerido (13%) de humedad; esto provoca que al ser almacenado se vea afectado por hongos y levaduras, o sea, una contaminación peligrosa; el destino final de este producto es la destrucción total como desecho industrial.

El proceso de secado puede presentar dos tipos de problemas que modifican las condiciones normales de secado.

Si se parte del punto de que la humedad absoluta del producto, al inicio del secado, debe ser de 21 a 23%, se tienen los siguientes casos:

- I. Condiciones inadecuadas previas al secado.
- II. Condiciones inadecuadas en el secado.

I. Condiciones inadecuadas previas al secado

Hay dos situaciones:

- a. Cuando el producto presenta una humedad por abajo del contenido normal (21 a 23%).

Esto puede deberse a fallas en el amasado y extrusión, ya que el producto no fue extruído con un 30% de humedad, como es el requerido, o bien por falla en el presecado, por las razones que se mencionan en el capítulo de presecado.

En este caso, las condiciones de secado se modifican y normalmente se juega con variables de la siguiente forma:

Bajando las temperaturas de proceso.

Aumentando la humedad relativa.

Disminuyendo la ventilación de trabajo.

- b. Cuando el producto presenta una humedad por arriba del contenido normal (23 a 30%), regularmente la falla de origen puede ser la elaboración, en donde el producto fue extruído por arriba del 30% y el presecado no extrajo el porcentaje adecuado, queda este último por arriba de lo normal, o bien, que existió alguna falla en el presecado como se mencionó anteriormente.

CONCLUSIONES

El tener un manual de control de procesos para la elaboración de pastas alimenticias, representa un gran avance en la tecnología de elaboración y en la metodología de control, el tener recopilada la información nos da la oportunidad de poder transmitir estos conocimientos con total libertad sin que existan problemas de ocultamiento o información deformada basada en el conocimiento empírico y la experimentación a base de ensayo y error.

Nos proporciona además una base de conocimientos que nos permiten modificar y mejorar en forma precisa el sistema de trabajo, teniendo como base el ensayo y el éxito.

La sistematización en el control del proceso nos permite mantener la uniformidad de trabajo, entregas de producto constante, sin variación ni alteraciones, apegados a un estándar de trabajo y un perfil de secado continuo.

Con sistemas de inspección preestablecidos, con los cuales obtenemos respuestas rápidas y seguras.

Dentro de las ventajas de tener un manual señalaremos:

1. Entendimiento del proceso de elaboración y secado.

2. Sistematización de trabajo.
3. Rapidez en la detección y corrección de fallas con un criterio uniforme.
4. Continuidad y homogeneidad de producto.
5. Fuente de consulta y apoyo.

Los alcances que tendríamos serían los siguientes:

1. Enriquecimiento del acervo sobre el tema.
2. Prevención de fallas.
3. Disminución de desperdicio.
4. Mejorar y mantener la calidad del producto.
5. Reducción de costos de fabricación.

La importancia de someter este manual a revisiones periódicas, salta a la vista, esto, es la base de un proceso de mejoramiento, el cual se debe de mantener en forma indefinida y cuya meta final debe ser la excelencia, en donde los beneficios para el fabricante, el consumidor y la sociedad en general serán los mejores.

APENDICE I

Grado de cocimiento. (Prueba de cocimiento)

La prueba de cocimiento es la determinación que en la norma oficial mexicana No. F-231980 establece para los productos obtenidos en su definición y mediante la cual se obtiene una valoración de la calidad de la pasta.

Dicha prueba se basa en la determinación de la gelatinización total del almidón del producto para lo cual se procede de la siguiente forma:

1. Se pesan 100 gr. de producto terminado, sin importar forma, figura o variedad.
2. En un recipiente adecuado se coloca agua potable hasta el equivalente de un litro.
3. Se somete a ebullición dicha cantidad de agua y se le adicionan 10 gr. de Na.Cl. cuando ésta está comenzando a ebullición.
4. Se adiciona el producto y se somete a cocimiento en ebullición constante.
5. Una vez transcurridos 15 minutos, se retira del fuego procediéndose a hacer una inspección del recipiente.

6. Por medio de una coladera se hace una separación de agua de cocimiento y de producto cocido.
7. Al agua de cocimiento se le revisa el grado de enturbamiento y sedimentación.
8. Al producto terminado cocido, se le inspecciona consistencia, esta no debe desbaratarse ni romperse y cuando se aplasta entre dos placas de acrílico, se debe obtener la gelatinización total no debiendo quedar almidón como tal y que se observó mediante un pequeño hilo blanco.
9. La norma oficial mexicana establece que el producto terminado debe soportar al menos 15 minutos sin que el producto sufra deformaciones, manteniendo por lo tanto su firmeza. En cuanto al agua de cocimiento puede estar ligeramente turbia.

APENDICE 2.

Valoración del producto terminado.

Al producto terminado se le realizan las siguientes pruebas como determinación para su aceptación.

Peso: De 195 a 200 gr/bolsa. Se toleran un máximo de 3 bolsas fuera de estándar por fardos de 4.8 Kg. a 5% máx.

Estrellado: Se considera como pastas estrellada el producto que en su inspección visual presenta grietas, fisuras y rupturas o pedacería, producto de figuras incompletas.

Humedad: 13; máximo. Para dicha determinación se utiliza una termobalanza Cenco y el resultado obtenido no debe sobrepasar el 13% de humedad absoluta, en dicho caso se corre el riesgo de desarrollo de hongos y levaduras ya en el empaque.

Pruebas de cocimiento: 20 min. (sin tolerancias). Dicha prueba es la prueba de mayor peso en la aceptación del producto, la forma de hacerla se describe en el Apéndice I.

BIBLIOGRAFIA

- BADUI, Dergal Química de los alimentos; Ed. Alhambra Mexicana, México, 1981.
- BRAIBANTI & C.S.P.A. Catálogos de equipos para pastas; Milano, Italia.
- DALBON Gerardo/Werver Oehler Relationship between raw materials, diagram and pasta quality; Ed. Centro Ricerche Soc., Braibanti, Milano, 1983.
- Dalbon G., M.A. Pagani P. Resmini Características del almidón de trigo duro y su resistencia durante la cocción de las pastas, algunas consideraciones preliminares; C.R.S., Braibanti, Milano, Octubre 1983.
- DIRECCION General de Normas Norma oficial mexicana NOMF-23 1980, pasta de harina y/o semola para sopa y sus variedades; Ed. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. México, 1980.
- DOTT Ing. Giuseppe Braibanti; Dott Ing. G. Martínez Revolution in the alimentary paste industry; The Automatica Braibanti and Present Sistem of Workmanship The Corn Industry Septiembre, 1935.
- FABRINI, Giuseppe Durum Wheat, Chemistry and Tecnology; Instituto Nzionale della Nutrizione; Rome, Italy 1988.
- FOOD and Drug Administration Macaroni and Noodle Products. 1964.

- GEANKOPLIS Proceso de transporte y operaciones unitarias; Ed. CECSP, México, 1983.
- MORDACCI, George The advantages of using teflon dies.
- NORMAN L. Ken Tecnología de cereales; Ed. Acribia, España, 1971.
- N. Potter La ciencia de los alimentos; Ed. Edutex, S.A. México, 1973.
- PAVAN Catálogo de equipos para secado y presecado de pasta larga y corta; Ed. Pavan, S.P.A., Galliera Venneta, Italia, 1973.
- TAYLOR, Sybron Relative Humidity Tables; Ed. Taylor Scientific Consumer; Division Instruments of Sybron Corp, U.S.A.
- YÁÑEZ Gutiérrez, María M. Estudio del efecto de las variables de proceso en la calidad de fideo mediano; Ed. UNAM, (tesis) México, 1987.
- ZANON, Renato Tecnología de producción y mantenimiento de los equipos para la fabricación de pastas alimenticias; Ed. Inglesa, S.A., Mayo 1986, México, D.F.