



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

**'ESTUDIO DEL EFECTO DE LA UNIFORMIZACION
DE TAMAÑO DE PARTICULA DE LA SEMOLINA
SOBRE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD DE LA
PASTA ALIMENTICIA, FORMATO SPAGHETTI'.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN ALIMENTOS
P R E S E N T A

PATRICIA BECERRA ARTEAGA

DIRECTOR DE TESIS:

Q.F.B. DORA LUZ VILLAGOMEZ ZAVALA

ASESOR DE TESIS:

I.B.Q. JOSE LUIS PEREZ GUTIERREZ

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO, 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.

C O N T E N I D O

	<u>PAG.</u>
RESUMEN	1
INTRODUCCION	4
OBJETIVOS	25
PLAN DE TRABAJO	29
DIAGRAMA GENERAL DE EXPERIMENTACION . .	28
METODOLOGIA	34
RESULTADOS	65
ANALISIS DE RESULTADOS	106
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	127
BIBLIOGRAFIA	134
I N D I C E	142

R E S U M E N

El presente estudio tuvo como objetivo, mejorar los atributos de calidad del spaghetti popular, por medio de la uniformización del tamaño de partícula de la sémola empleada en su elaboración y la evaluación de los efectos proporcionados por esta uniformización en la materia prima y el producto terminado.

La uniformización de tamaño de partícula de la sémola, se logró mediante el tamizado de ella en el laboratorio y una clasificación en un molino de trigo industrial. A las fracciones obtenidas y a la sémola sin fraccionar se evaluaron sus propiedades físicas, químicas y reológicas; a los productos elaborados a partir de ellas, sus propiedades físicas y químicas, también se evaluó la calidad de los productos después del cocimiento.

Los resultados del análisis de las fracciones de sémola y de la sémola sin fraccionar, indicaron que la uniformiza-

ción de tamaño de partícula mejoró la calidad de la sémola--
sin fraccionar en: granulometría más uniforme, mayor conte-
nido de proteína y calidad de glúten en las fracciones de me-
nor tamaño de partícula, color amarillo claro de las fraccio-
nes con mayor tamaño de partícula. En el producto terminado
tuvo efecto positivo en los atributos de apariencia: dismi-
nuyó notablemente el contenido de puntos blancos en la super-
ficie del producto (70.00 por ciento), además mejoró el co--
lor del mismo cuando fueron empleados en la elaboración de -
los productos las fracciones de mayor tamaño de partícula.
En el producto cocido aumentó ligeramente el índice de tole-
rancia al cocimiento y el contenido de sólidos en el agua de
cocimiento disminuyó en un 40.00 por ciento.

CUADROS, FIGURAS Y DIAGRAMAS

	PAG.
CUADRO I CLASIFICACIÓN DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS SEGÚN SU FORMA	7
CUADRO II RENDIMIENTO DEL PROCESO DE MOLIENDA COMERCIAL DE TRIGO CRISTALINO . . .	12
FIGURA I ETAPAS DE LA OPERACIÓN DE SECADO .	14
DIAGRAMA No. 1 PROCESO DE MANUFACTURA DE PASTAS -- ALIMENTICIAS	18
DIAGRAMA No. 2 DIAGRAMA GENERAL DE EXPERIMENTACIÓN	28
DIAGRAMA No. 3 FRACCIONAMIENTO DE LA SÉMOLA COMERCIAL EN LABORATORIO	37
DIAGRAMA No. 4 VARIABLES CONTROLADAS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE SPAGHETTI	53
DIAGRAMA No. 5 DIAGRAMA ACUMULADO DE LOS DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA SÉMOLA COMERCIAL Y FRACCIONES OBTENIDAS EN EL LABORATORIO	67
DIAGRAMA No. 6 DIAGRAMA ACUMULADO DE LOS DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA SÉMOLA COMERCIAL Y FRACCIONES OBTENIDAS EN EL MOLINO DE TRIGO	68

CAPITULO I

INTRODUCCION

CAPITULO I

INTRODUCCION

Una de las formas más antiguas de consumo del trigo son las pastas alimenticias, las cuales son elaboradas con harina o sémola de trigo y agua como base, agregando opcionalmente otros ingredientes, pueden consumirse de inmediato o almacenarse por tiempo considerable, dependiendo del tipo específico. Estas son conocidas como tallarines, macarrones, codos, letras o otros nombres comunes. (31, 34)

Hay diferentes tipos de pastas, según su composición, pueden clasificarse en populares, enriquecidas y especiales. Las populares se fabrican únicamente con harina o sémola, agua y colorante, además son las de mayor consumo. A las enriquecidas se les agrega, aparte de los ingredientes antes mencionados, huevo fresco o deshidratado, clara de huevo, gluten de trigo, vitaminas y minerales, u otros ingredientes y las especiales son aquellas que reciben un tratamiento adi

cional, por ejemplo: las conocidas como de preparación para el consumo al instante y las sazonadas. (7, 32)

De acuerdo a su forma de presentación, suelen clasificarse las pastas alimenticias en: largas, cortas, de fantasía y otras (Cuadro I). (15, 34)

Entre el uso de harina y sémola, es preferible el uso de la segunda por obtenerse pastas de mejor calidad, ya que teniendo la sémola como base, independientemente de otros factores e ingredientes que intervienen en la elaboración de las pastas alimenticias es superior la calidad. (3, 22)

La sémola de acuerdo con la norma oficial mexicana para pastas alimenticias, es el producto obtenido por la trituración y tamizado del grano de trigo panadero o cristalino - - (Triticum Vulgare y Triticum Durum), hasta un grado de extracción del 70%, clasificándola como: sémola gruesa, sémola fina y semolina o semolín conforme al tamaño de partícula. (34,14)

La norma oficial mexicana clasifica a la sémola como harina de grado III, dando las siguientes especificaciones:

NOTA: En el presente trabajo se empleó el término "sémola" indistintamente.

CUADRO I

CLASIFICACION DE PASTAS ALIMENTICIAS SEGUN SU FORMA

PASTA LARGA	PASTA CORTA		PASTA FANTASIA	OTRAS
	Menudas	Huecas		
Spaghetti	Pípirin	Codos	Corbata	Tallarines
Macarron	Letras	Pipas	Almeja	Fideos
	Números	Concha	Otros	Canelones
	Munición	Otros		Lasagne

FUENTE: Norma oficial mexicana 1980.

Manual de procedimientos analíticos CONASUPO 1980.

SENSORIALES

Color: Blanco ligeramente amarillo, característico.

Olor: Sin olor extraño, característico.

Sabor: Farináceo, característico del producto.

FISICAS Y QUIMICAS

	Mínimo	Máximo
Proteína B.S.* (N x 5.7)	10.50%	- -
Cenizas B.S.	- -	0.70%
Gluten húmedo	29.70%	- -
Humedad	- -	14.00%
Granulometría:	El 73.00% como mínimo de retención de las fracciones de dos tamices 50 y 100 U.S.*	

MICROBIOLOGICAS:

La harina no debe contener microorganismos patógenos, toxinas microbianas e inhibidores microbianos.

* B.S. = Base Seca

* U.S. = Unidades Estandar (americanas)

CONTAMINANTES QUIMICOS: No deberá contener ningún contaminante químico en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud.

MATERIA EXTRAÑA OBJETABLE: El producto no debe de contener insectos, fragmentos de insectos, pelos y extretas de roedores, así como cualquier otra materia extraña.

No se permite el empleo de conservadores y agentes antimicrobianos. (33)

De acuerdo a los estándares de identidad de la Food and Drug Administration (F.D.A.) se define la sémola como el producto obtenido de la molienda, tamizado y purificación de los granos de trigo cristalino (Triticum Durum).

Los estándares de identidad del F.D.A. para la sémola -- son los siguientes:

SEMOLA: Humedad.	15.00% máximo
Cenizas B.S.	00.92% máximo
Granulometría:	Pasa totalmente a través de un tamiz 20 U.S. pero no más del tres por ciento pasa a través - un tamiz 100 U.S.; el mayor porcentaje se queda retenido en un ta

miz 60 U.S., empleando los tamices 20, 40, 60, 80 y 100 U.S.

(3,5)

Para la obtención de pastas alimenticias de buena calidad, debe emplearse sémola de buena calidad, tanto en atributos físicos y químicos. Los primeros dependen básicamente del proceso de molienda como es el tamaño de partícula el cual está relacionado con la calidad del producto terminado. Por lo que se prefiere para la elaboración, el tamaño de partícula que pase a través de un tamiz 80 U.S.; o bien de tamaño de partícula que pase a través de un tamiz 40 U.S. y se retiene en un tamiz 80 U.S.; además de tamaño uniforme, buena apariencia con una cantidad de siete puntos de salvado en una superficie plana de una pulgada cuadrada como máximo. Los atributos de calidad químicos, dependen en mayor proporción de la variedad del trigo empleado en la obtención de la sémola. Se prefiere sémola de gluten medio fuerte, color amarillo intenso y buena integración de contenido de humedad no mayor al 15.00 por ciento, con contenido de proteína en base seca de 13.00 a 15.20 por ciento y contenido de cenizas en base seca no mayor a 00.92 por ciento. (5, 22, 31)

La sémola se obtiene a partir de los granos de trigo -- cristalino (Triticum durum) a través del proceso de molienda

el cual consta de cuatro etapas: limpieza, acondicionamiento, molienda y purificación. Con la limpieza se remueven -- las materias extrañas del trigo, con el acondicionamiento se lleva el grano de trigo a una humedad adecuada para que el salvado se vuelva correoso y el endospermo se torne suave, - facilitando la separación de ambos, obteniéndose mejor rendi miento.

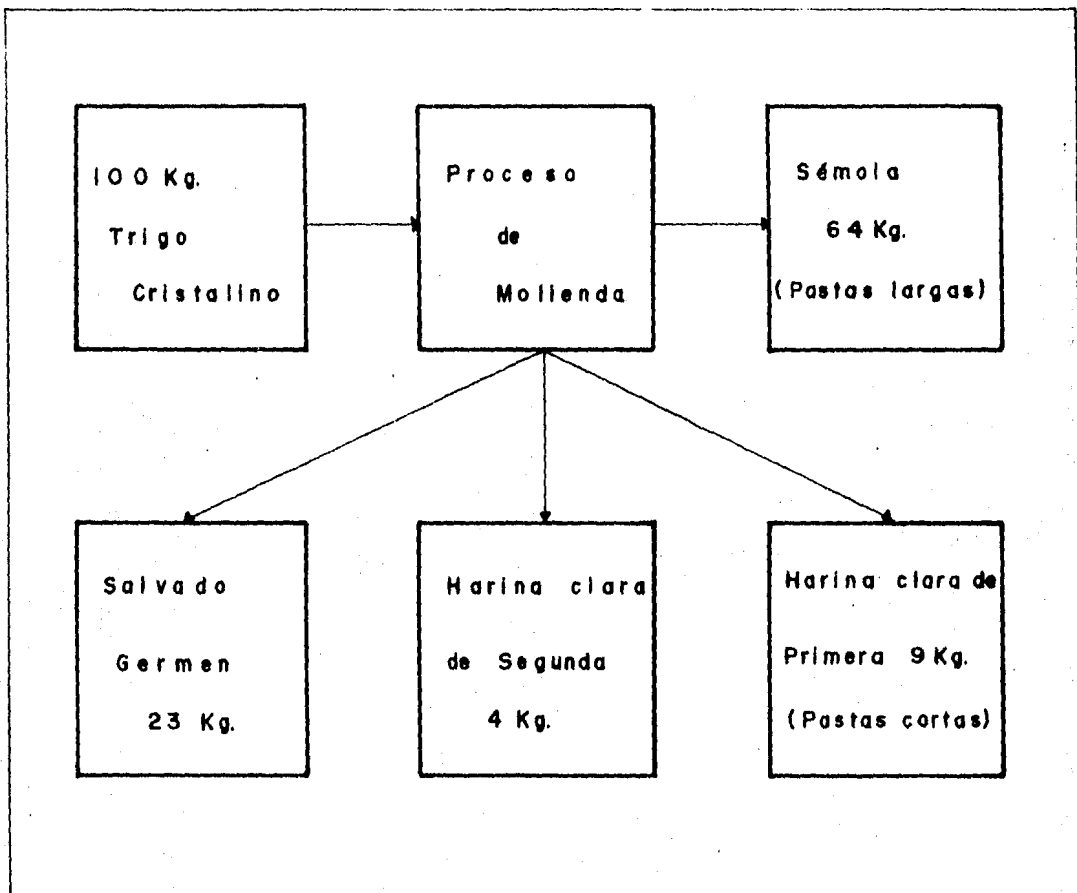
La etapa de molienda consta de tres series de suboperaciones: Trituraciones, tamizados y reducciones; cuyo objeto es separar las partes anatómicas del grano (salvado, gérmen- y endospermo), obtener la máxima cantidad de sémola y la mínima de harina. La purificación tiene la finalidad de elimi nar las pequeñas partículas de salvado de el endospermo que- constituye la sémola. (3, 25, 31)

Un buen proceso de molienda comercial de trigo cristali no, produce de 60 a 64 por ciento de sémola y de 8 al 12 por ciento de harina. (Cuadro II) (3)

Las cualidades del trigo cristalino (Triticum durum) -- que lo hacen insustituible para la obtención de sémola son: su endospermo córneo con respecto al trigo panadero - - - - (Triticum vulgare), que facilita su fragmentación para obte ner el tamaño de partícula adecuado de gluten medio fuerte. Además el trigo cristalino es altamente pigmentado, caracte-

CUADRO II

RENDIMIENTOS DEL PROCESO DE MOLIENDA COMERCIAL DE TRIGO CRISTALINO



FUENTE: Orville J. Banasik
Pasta Processing
Cereal Foods WORLD Vol. 23 pag. 168

rística preferida en la manufactura de las pastas alimenticias. (5, 12, 31)

Finalmente, es importante mencionar el agua a utilizar en la fabricación de pastas alimenticias, debe ser pura, libre de aromas, potable y con las características químicas siguientes:

Dureza	30° máximo
Residuo después de la evaporación	500 mg máximo
Concentración de calcio y magnesio	200 mg máximo
Concentración de sulfato	90 mg máximo
Concentración de cloruros	10 mg máximo

La utilización de agua dura en la elaboración de pastas imparte al producto terminado coloración oscura, fragilidad y sabor desagradable. (2, 3, 32)

PROCESO DE ELABORACION DE PASTAS ALIMENTICIAS

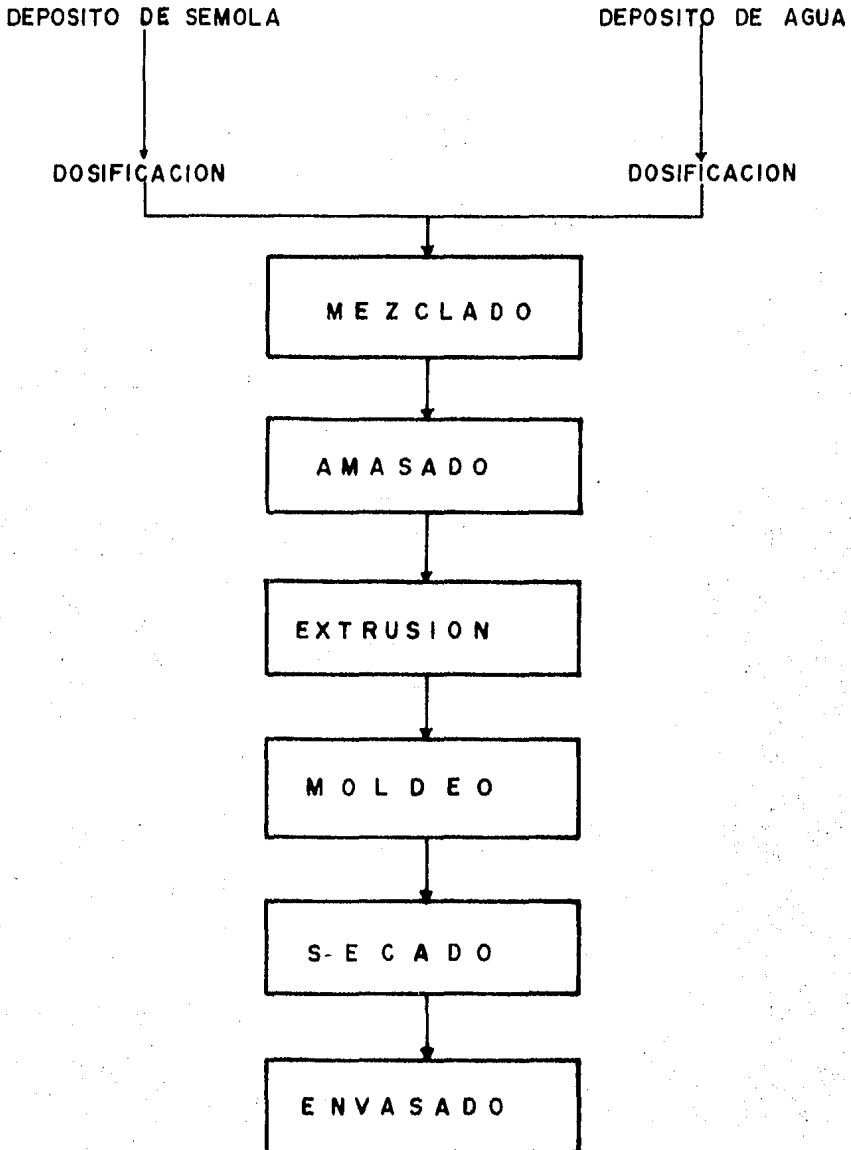
El Diagrama No. 1, muestra las operaciones del proceso de manufactura de las pastas alimenticias que consiste en: mezclado, amasado, extrusión, moldeo, secado y envasado.

MEZCLADO

El mezclado consiste en incorporar agua a la sémola, --

D I A G R A M A N o . 1

P R O C E S O D E M A N U F A C T U R A D E P A S T A S A L I M E N T I C I A S



llevándose a cabo dos reacciones simultáneamente, la hidratación del almidón y la hidratación de las proteínas.

El mezclado se realiza a vacío para lograr la completa-homogenización de la sémola con el agua. El tiempo de mezclado es mínimo para disminuir la oxidación de los pigmentos la cual es más rápida durante el comienzo del mezclado, dependiendo de la velocidad de mezclado y de la temperatura -- inicial de la sémola será la temperatura del agua, considerándose óptima de 35 a 40°C. En cuanto a las proporciones - de sémola y agua se consideran los siguientes factores: la - variedad de trigo de la cual la sémola fue obtenida, contenido de proteínas, calidad de gluten, contenido de humedad y - tamaño de partícula de la sémola, además del tipo de pasta a producir. (2, 18)

AMASADO

La reacción principal que se lleva a cabo en el amasado es la formación del gluten que constituye la columna vertebral de las pastas alimenticias.

El amasado también se efectúa a vacío con el fin de eliminar las posibles burbujas de aire y facilitar un contacto más íntimo entre las partículas de la sémola para lograr la-homogenización entre los gránulos más y menos hidratados, mediante ósmosis. Debido a que el amasado a vacío favorece -

la actividad enzimática a causa de que la masa es más compacta, deben usarse temperaturas por arriba o por debajo de aquellas donde se desarrolle dicha actividad enzimática para el caso del amasado es abajo de 30°C y arriba de 42°C; la humedad dependerá de la forma de la pasta que se desee producir, siendo para las largas de 29 a 31% independientemente de la humedad inicial de la sémola. Finalmente, la aeración conduce a que la pasta se estrelle, especialmente durante el cocimiento. (2, 6, 18)

EXTRUSION

En la extrusión se realiza la estabilización de los retículos de gluten y se incrementa la plasticidad de la masa.

La presión necesaria en la extrusión depende de la forma de la pasta, pudiendo variar de 80 a 130 kg cm², por ejemplo para el spaghetti se recomienda de 90 a 120 kg cm². A su vez la temperatura de la masa considerada óptima para esta operación es de 40°C a 50°C. (2, 6)

MOLDEO

En el moldeo se da la forma a la masa, mediante moldes colocados después del extrusor, los cuales pueden ser con al ma de teflón, que ayuda a preservar la tonalidad del color a marillo natural, o con centro de bronce que por el contrario hacen perder el color. Estos moldes dan forma a la masa, a-

la cual se le pasa un flujo de aire caliente que ocasiona un endurecimiento temporal en la superficie, evitando así que -- las piezas moldeadas se unan entre sí. La masa formada es - cortada por cuchillas al largo requerido. A la masa moldeada y cortada se le da el nombre de formato. (2, 18)

SECADO

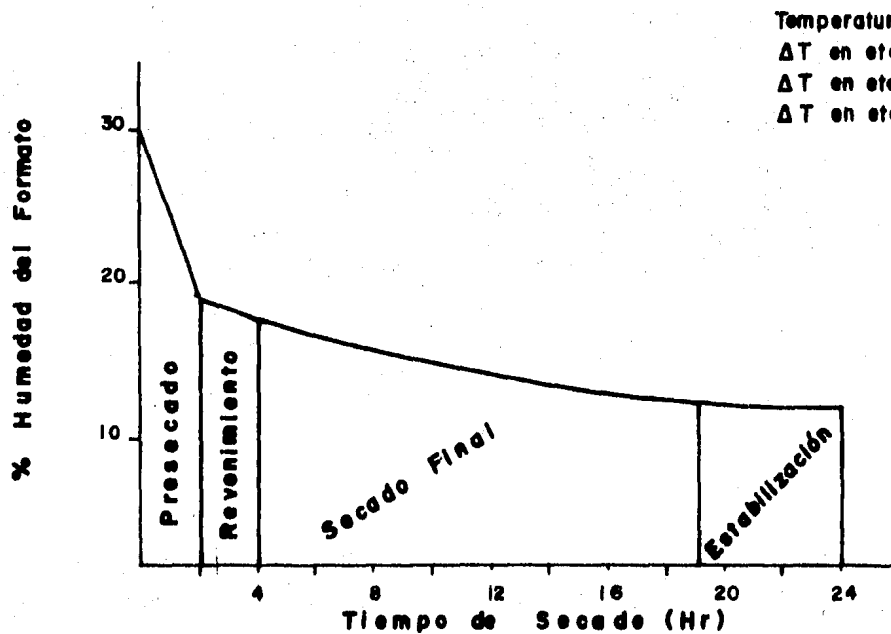
Como el contenido de humedad del formato es de 29 a 31% éste expone al formato a un fácil ataque de microorganismos, por esta razón se requiere reducir su humedad a 12.5 o 13.0% lo cual, es logrado a base de tres etapas en la operación de secado: presecado, revenimiento y secado definitivo; siendo necesarias a causa de los esfuerzos que se presentarían en - los retículos de gluten, si la operación de secado se llevara a cabo en una sola etapa, ocasionando cuarteaduras y otros defectos físicos en el producto terminado (Figura I).

En la etapa de presecado se elimina la humedad superficial del formato de un 10 a 12 por ciento del contenido de humedad total en un breve período de tiempo. Ello elimina la actividad enzimática y microbiológica, inhibe el obscurecimiento enzimático y la formación de mohos, a la vez que vuelve más manejable al formato. También reduce el tiempo de la etapa de secado definitivo.

Durante la etapa de presecado se crea en el formato, un

FIGURA I

ETAPAS DE LA OPERACION SECADO



Temperatura del aire bulbo seco = 50°C
 ΔT en etapa presecado = 4°C
 ΔT en etapa revenimiento = 1°C
 ΔT en etapa de secado final = 3.5°C - 5°C

FUENTE = Hummel C.
Macaroni Products
Food treated
London (1968)

ΔT = Temperatura del aire bulbo seco menos temperatura del aire bulbo húmedo

desequilibrio en su contenido de humedad, entre la parte interna y la superficie, siendo mayor el contenido en la parte interna, es decir, se crea un gradiente de humedad. Por - - ello se hace necesario restablecer el equilibrio de humedad - en el formato presecado, lo cual se lleva a cabo en la etapa de revenimiento, al mantener al formato en un medio ambiente saturado con el fin de que la humedad del interior del formato se difunda por capilaridad a la superficie, deteniéndose - la evaporación de la superficie y ocasionando el reblandeci - miento del formato, de ahí que teóricamente no existe seca - do. El tiempo de duración de la etapa de revenimiento es i - gual o dos veces mayor a tiempo de residencia del formato en el presecado. (2, 6, 18)

Una vez equilibrado el contenido de humedad del formato se procede a remover la mayor parte del contenido de humedad superficial en la etapa de secado definitivo, la cual se realiza en dos etapas: secado final y estabilización. En el - secado final se elimina la humedad superficial del formato - revenido, de 6 a 8 por ciento de la humedad restante, enton - ces inicia la estabilización, a fin de que el formato alcan - ce su humedad de equilibrio reduciendo gradualmente la tempe - ratura del secado final hasta llegar a la temperatura del medio ambiente a la salida del secador.

El tiempo necesario para el secado definitivo es de nuee

ve a diez veces mayor que el tiempo de presecado, debido a - que es más lenta la velocidad de difusión de la humedad por capilaridad. (2,18)

ENVASADO

Al salir el producto terminado del secador, se conduce por medio de elevadores y bandas transportadoras a tolvas de dosificación para repartirse en las envasadoras donde se empaqueta. En el caso de la pasta larga se transporta en elevadores de cangilones ya cortada al largo deseado. Para su empaqueta se emplean bolsas de polietileno de baja densidad o celofán que lo preserva de la contaminación y protege de los daños durante el almacenamiento y movimientos posteriores de distribución. (20)

Un proceso no controlado puede causar los siguientes defectos físicos en la pasta alimenticia: burbujas de aire en el producto seco por vacío inadecuado en la operación de amasado, quemaduras debido a un tiempo prolongado de formato en el presecado, deformación causada por el empleo de aire completamente seco en el secado definitivo y estrellamiento debido a un secado inadecuado. (18)

El pretender establecer los atributos que deben reunir una pasta alimenticia para que sea considerada de buena calidad, reviste cierto grado de dificultad, ya que no pueden --

ser definidos sobre determinados parámetros básicos, a causa de que las opiniones respecto a las características consideradas óptimas, dependen grandemente de conceptos subjetivos-derivados de hábitos en la alimentación, tradiciones, preferencias personales, etc. No obstante, sin consideraciones a argumentos subjetivos, generalmente se acepta que una pasta alimenticia debe reunir las siguientes características antes del cocimiento: superficie lisa sin estrellamiento, color - amarillo brillante más o menos intenso, de número de microorganismos reducido, sin presencia de microorganismos patógenos; y después del cocimiento debe mostrar un color semejante al producto seco, de resistencia al diente ideal, es decir, que su consistencia no sea correosa o suave al paladar, algo entre los dos extremos, de dos veces mayor en peso y volumen con respecto a la pasta seca, con la menor cantidad de sólidos presentes en el agua donde se cuece la pasta y con gran tolerancia al tiempo de cocimiento. (2,12)

En cambio, para lograr las características anteriores, existen normas específicas de calidad que sirven para evaluar al producto antes de ser cocido en la norma oficial mexicana y los estándares de identidad de la F.D.A.

Las especificaciones de la norma oficial mexicana para pastas alimenticias populares son:

SENSORIALES; Color: Ambar brillante
 Olor: Característico, no extraño
 Consistencia: Dura
 Aspecto: no debe presentarse agrieta---
 miento y/o estrellamiento en -
 el momento de envasado.

FISICAS Y QUIMICAS:	Mínimo	Máximo
Cenizas B.S.	- -	0.70%
Proteína B.S.	9.50%	- -
Extracto etéreo	0.25%	- -
Base seca		
Humedad	- -	14.00%

MICROBIOLOGICAS:	Cuenta de hongos máxima	100/col g
	Cuenta de levaduras máxima	30/col g
	Cuenta de coliformes foca-	
	les en un gramo	(-)
	Salmonella en 25 gramos	(-)
	Staphilococcus aureus en un	
	gramo. (34)	(-)

Por otro lado, los estándares de identidad de la F.D.A.
 mencionan:

FISICAS Y QUIMICAS	Mínimo	Máximo
Proteína Base seca (N x 5.7)	- -	11.30%
Humedad	- -	13.00%
Diámetro spaghe tti	1.52	2.79 mm
Diámetro pasta hueca	2.79	6.80 mm (7)

En el mercado existen pastas alimenticias de buena, regular y mala calidad, como ya se ha mencionado, el grado de calidad, está directamente relacionado con aquella de la sémola empleada en la elaboración y con el control del proceso de manufactura.

El spaghetti popular, elaborado en la compañía "A" posee calidad regular. Los atributos de calidad inferiores de dicho formato son de aspecto visual y examen analítico. Los de aspecto visual son: color obscuro, presencia de puntos blancos en la superficie. Con respecto al examen analítico se menciona alto contenido de cenizas, contenido de humedad bajo y alta acidez. (9)

Por los atributos inferiores antes mencionados, se puede pensar que la operación de secado es deficiente y/o en materia prima fuera de especificaciones. Sin embargo, estas -

características de calidad del spaghetti podrían mejorarse - si se lograra la optimización de las condiciones de la operación de secado y mejorar la calidad de la materia prima (sémola).

Otro estudio menciona los atributos de calidad de la sémola empleada en la manufactura del spaghetti popular por la compañía " A", los cuales son: gluten tenaz de poca coloración e integración, en lo que respecta a la distribución de tamaño de partícula, la sémola posee una granulación con tendencia a fina de distribución no uniforme, lo cual no corresponde a los estándares de calidad establecidos por las normas, ni a las recomendaciones bibliográficas para la elaboración de spaghetti popular de buena calidad. (10) Por ello, se decidió realizar el estudio para mejorar los atributos de calidad de la sémola que emplea la compañía " A" en la elaboración de spaghetti popular mediante la uniformización del tamaño de las partículas de la sémola y así determinar el grado de influencia de esta variable en los atributos de calidad de la pasta alimenticia.

CAPITULO II

OBJETIVOS

CAPITULO II

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Mejorar los atributos de calidad de la pasta alimenticia popular, formato spaghetti, por medio de la uniformización del tamaño de partícula de la sémola empleada en su manufactura y la evaluación de los efectos proporcionados por esta uniformización en la materia prima y en el producto terminado.

OBJETIVOS PARTICULARES

2.1. Uniformización del tamaño de partícula de la sémola comercial empleada para la manufactura de pastas alimenticias populares de formato spaghetti. Mediante un tamizado a nivel laboratorio y otra uniformización efectuada en un molino de trigo industrial.

2.2. Evaluación de los atributos de calidad de la sémola comercial, de las fracciones obtenidas en el laboratorio y las obtenidas por el molino de trigo.

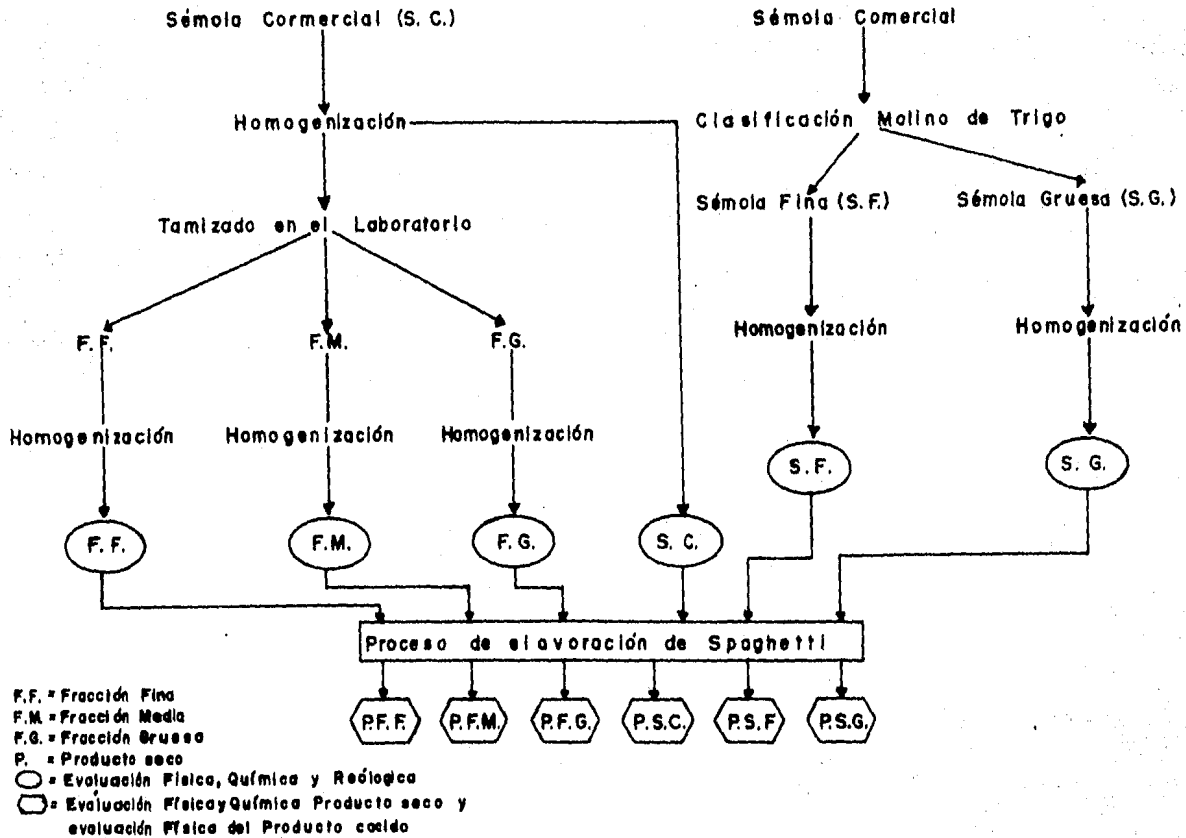
2.3. Evaluación de los atributos de calidad de las pastas alimenticias populares de formato spaghetti elaboradas a partir de la sémola comercial, de las fracciones obtenidas - en el laboratorio y las obtenidas por el molino de trigo.

2.4. Observar la magnitud del cambio en los atributos de calidad de las pastas alimenticias elaboradas a partir de las fracciones obtenidas, tomando como referencia la pasta - elaborada a partir de la sémola comercial.

2.5. Sugerir mejoras en los atributos de calidad de la sémola que va a destinarse para la manufactura de pastas alimenticias populares de formato spaghetti.

DIAGRAMA No. 2

DIAGRAMA GENERAL DE EXPERIMENTACION



CAPITULO III

PLAN DE TRABAJO

CAPITULO III

PLAN DE TRABAJO

En base a las investigaciones previas a este trabajo, - se llegó a la conclusión de que la materia prima (sémola comercial) empleada en la manufactura del spaghetti popular -- por la compañía "A", no cumple con las normas de calidad establecidas, ni tampoco con las recomendaciones bibliográficas en lo referente a las características físicas y químicas sobresaliendo la granulometría. (10)

3.1. Identificación y homogenización de muestras.

3.2. Uniformización del tamaño de partícula de la sémola comercial.

Se solicitó al molino de trigo industrial que elabora la sémola comercial, la fraccionara con el propósito de uniformizar el tamaño de partícula. Por otro lado se uniformizará el tamaño de partícula de la sémola comercial ya identificada y homogenizada, por medio de un tamizado en el laboratorio

rio. La uniformación de tamaño se llevará a cabo tomando como punto de referencia, la norma oficial mexicana, los estándares de identidad de la F.D.A. y las recomendaciones bibliográficas.

3.3. Identificación y homogenización de las fracciones obtenidas en el laboratorio.

3.4. Evaluación de la calidad de la sémola comercial, de las fracciones obtenidas en el laboratorio y las enviadas por el molino de trigo.

Al realizar la uniformización de tamaño de partícula de la sémola comercial, hay modificaciones físicas y de composición, esto tal vez modificará las propiedades reológicas de las fracciones y los atributos de calidad del producto terminado (pasta alimenticia popular de formato spaghetti). (25,31)

Por lo que a la sémola comercial, a las fracciones obtenidas en el laboratorio y las enviadas por el molino de trigo se le evaluará su calidad y los cambios ocasionados por la uniformización de tamaño, mediante las determinaciones:

DETERMINACIONES FISICAS Y QUIMICAS.

a) Determinación de la granulometría para poder evaluar la uniformación de tamaño de partícula.

- b) Determinación del contenido de humedad, contenido de proteína, contenido de cenizas y contenido de gluten, porque están relacionados con algunos atributos de calidad del producto terminado. (5, 6, 22, 28, 33, 42)
- c) Determinación del contenido de acidez por estar relacionado con el sabor del producto terminado y sirve como parámetro de evaluación del control de la operación de secado en el proceso de manufactura de pastas alimenticias. (32, 33)
- d) Determinación del contenido de pigmentos por estar relacionados con el color de la pasta alimenticia. (23)
- e) Determinación del tamaño de los gránulos de almidón porque al parecer influye sobre las características de calidad del producto terminado durante el cocimiento del mismo. (8)

DETERMINACIONES REOLOGICAS

- a) Evaluación reológica mediante el farinógrafo para poderpredecir la calidad del gluten y el comportamiento de -- las muestras en la operación de amasado del proceso de - fabricación de pastas alimenticias. (24, 28, 31)
- b) Evaluación reológica mediante el amilógrafo para la de-- terminación de la temperatura de gelatinización de los - gránulos de almidón y la actividad amilolítica de las muestras, porque al parecer influyen sobre las características de la pasta alimenticia durante el cocimiento de la misma. (4, 8)

3.5. Elaboración de las pastas alimenticias populares-- de formato spaghetti a partir de la sémola comercial, de las fracciones obtenidas en el laboratorio y las enviadas por el molino de trigo en una máquina comercial y secador estático en el laboratorio.

3.6. Evaluación de las pastas alimenticias populares-- de formato spaghetti fabricadas.

Se evaluará la calidad de las pastas alimenticias populares de formato spaghetti fabricadas para poder inferir si se mejora la calidad, tomando como punto de referencia el spaghetti popular, elaborado a partir de la sémola comercial. Los atributos de calidad a evaluar serán la apariencia y -- los que fijan las normas de calidad para pastas alimenticias, además se valorará la calidad del producto terminado después de cocido.

3.7. En base a la información obtenida de los análisis ejecutados, sugerir alternativas de mejora en la elaboración de pastas alimenticias populares-- de formato spaghetti.

CAPITULO IV

METODOLOGIA

CAPITULO IV

METODOLOGIA

4.1. IDENTIFICACION DE MUESTRAS

La sémola de estudio se elaboró a partir de una mezcla de dos variedades de trigo cristalino, 80 por ciento de la variedad Yávaros y 20 por ciento de la variedad Mexicali. Fue obtenida en el molino de trigo industrial de Ciudad Obregón, Sonora, perteneciente a la compañía " A". De ese lote se tomaron dos muestras, una de ellas el molino de trigo la fraccionó mediante la modificación del diseño en el sistema de clasificación del proceso de molienda, obteniendo dos fracciones, las cuales él las identificó como sémola de granulación fina (S.F.) y sémola de granulación gruesa (S.G.). Obteniendo los siguientes rendimientos: para la sémola de granulación fina 60 por ciento y para sémola de granulación gruesa 13 por ciento, con un grado de extracción del 73 por ciento.

4.2. RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO Y HOMOGENIZACIÓN.

Las muestras fueron recibidas en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de la Compañía " A " en costales de 44 kgs de capacidad. Se recibieron cinco costales de sémola comercial, dos de sémola de granulación fina y dos de sémola de granulación gruesa. Las muestras se guardaron en el almacén del laboratorio a temperatura ambiente tal como se recibieron.

Posteriormente, se procedió a homogenizar cada muestra en una mezcladora de marca Mapimpianti de capacidad de 100 kgs y el tiempo de duración del mezclado fue de 15 minutos.

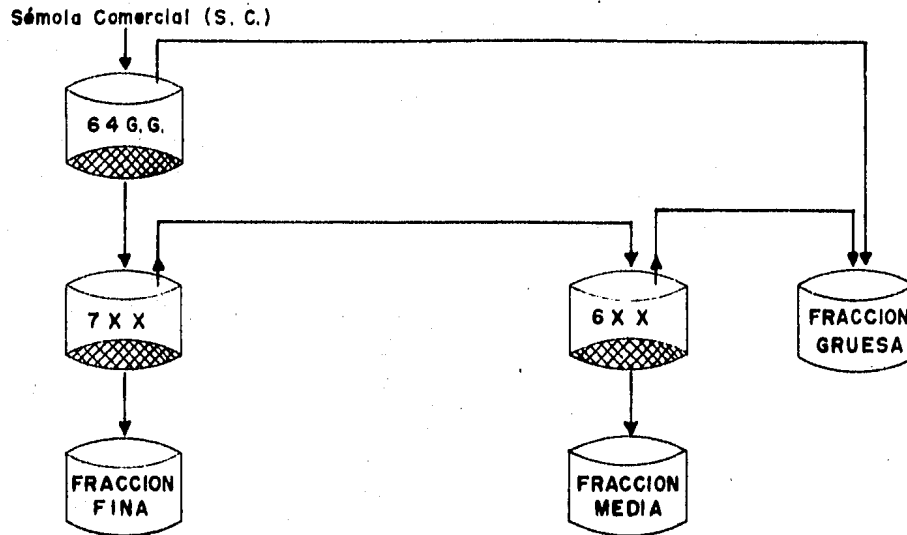
4.3. UNIFORMACIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE LA SÉMOLA COMERCIAL EN EL LABORATORIO

Una vez homogenizada la sémola comercial, se realizó la uniformación del tamaño de partícula de ella, por medio de un tamizado. El tamizado de la sémola comercial, se efectuó en dos etapas: la primera consistió en el paso de ella a través del cernidor del molino Quadrumat Senior Mill Brabender empleando los tamices 64 GG y 7 XX. La segunda etapa fue realizada en un tamizador Buhler Miag Brabender utilizando solamente el tamiz 6 XX (Diagrama No. 3).

DIAGRAMA No. 3
FRACCIONAMIENTO DE LA SEMOLA COMERCIAL
EN EL LABORATORIO

1° ETAPA DE TAMIZADO

2° ETAPA DE TAMIZADO



Abertura de la malla 64G.G. = 265 micras
Abertura de la malla 7XX = 208 micras
Abertura de la malla 6XX = 233 micras

El tamizado de la sémola comercial se efectuó en la primera etapa, colocando 500 gramos de sémola comercial y el -- tiempo de tamizado fue de diez minutos. Se obtuvieron tres-- fracciones, la primera fracción fue retenida por el tamiz -- 64 GG, la segunda fracción fue retenida por el tamiz 7 XX y-- la tercera fracción pasó a través del tamiz 7 XX. Esta última fracción fue identificada como fracción fina (F.F.).

Para la segunda etapa de tamizado, fueron utilizados -- 200 gramos de la segunda fracción obtenida en el primer tamizado y el tiempo de operación fue de diez minutos. Obteniéndose dos fracciones denominadas cuarta y quinta fracción. La cuarta fracción se retuvo en el tamiz 6 XX, esta fracción -- fue mezclada con la primera fracción, las cuales fueron identificadas como fracción gruesa (F.G.). La quinta fracción -- paso a través del tamiz 6 XX y ésta fue identificada como --, fracción media (F.M.).

4.4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA SEMOLA COMERCIAL, DE LAS FRACCIONES OBTENIDAS EN EL LABORATORIO Y LAS ENVIADAS-- POR EL MOLINO DE TRIGO.

DETERMINACIONES FISICAS Y QUIMICAS

a) Determinación de la distribución de tamaño de partícula.

Se determinó la granulometría para conocer la distribución de tamaño.

PROCEDIMIENTO:

Se colocaron los tamices 200, 100, 80, 60, 40, y 20 U.S. sobre la bandeja del cernedor Cenco Meizer Sieve Shaker. Se depositaron 100 gramos de muestra sobre el tamiz superior y se ajustó todo el ensamble del sistema adecuadamente. Se sometió todo el juego de tamices a una vibración de 70 revoluciones por minuto durante diez minutos. Pasado este tiempo, se recolectaron los residuos que quedaron sobre los tamices y bandeja separadamente, se pesaron.

CALCULOS:

% de retención en el tamiz	20 U.S. = gramos retenidos
% de retención en el tamiz	40 U.S. = gramos retenidos
% de retención en el tamiz	60 U.S. = gramos retenidos
% de retención en el tamiz	80 U.S. = gramos retenidos
% de retención en el tamiz	100 U.S. = gramos retenidos
% de retención en el tamiz	200 U.S. = gramos retenidos
% a través del tamiz	200 U.S. = gramos de la bandeja.

b) Determinación de humedad.

La determinación del contenido de humedad se llevó a cabo por el método 44 15A de la A.A.C.C., método directo, en la estufa a presión atmosférica. Se fundamenta en la evaporación del agua superficial de la muestra. (1)

CALCULO:

Contenido de humedad en por ciento: $\frac{A}{B} \times 100$

En donde:

A = humedad perdida en gramos

B = peso original de la muestra en gramos

c) Determinación de cenizas.

Para la determinación del contenido de cenizas se utilizó el método 08 12 de la A.A.C.C. empleando tres gramos de muestra. El método se basa en la eliminación de la materia orgánica de la muestra, mediante la incineración a 600°C. El residuo restante se considera que son las cenizas y la pérdida en peso es la materia orgánica. (1)

CALCULO:

Contenido de cenizas en por ciento: $\frac{C}{B} \times 100$

En donde: C = peso de las cenizas en gramos

B = peso original de la muestra en gramos

d) Determinación de proteína.

La determinación del contenido de proteína se efectuó conforme al método de la A.A.C.C. número 46 10 (método mejorado Kjeldahl). Método químico que se basa en la descomposición de los compuestos de nitrógeno orgánico por ebullición con ácido sulfúrico.

El hidrógeno y el carbón de la materia orgánica se oxidan hasta agua y dióxido de carbono. El ácido sulfúrico se transforma en dióxido de azufre, el cual reduce el material nitrogenado a amoníaco. Este amoníaco se libera después por la adición de hidróxido de sodio, y se destila, recibiendo en una solución de ácido sulfúrico. Se titula el amonio con una solución valorada de hidróxido de sodio, y se destila recibiendo en una solución de ácido sulfúrico. Se titula el amonio con una solución valorada de hidróxido de sodio. Se usó el óxido de mercurio como catalizador y el sulfato de sodio para aumentar la temperatura de la mezcla y acelerar la digestión. (1)

CALCULO:

$$\text{Por ciento de Nitrogeno} = \frac{(D-S) \times N \times 0.014007 \times 100}{B}$$

En donde:

D = mililitros de hidróxido de sodio utilizados en la titulación del blanco.

S = mililitros de hidróxido de sodio empleados en la titulación de la muestra.

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

0.014007 = miliequivalente del nitrógeno

B = peso original de la muestra en gramos

$$\text{Por ciento de proteína en base seca} = \frac{\text{Por ciento de nitrógeno} \times 5.7}{(100 - H)} \times 100$$

En donde:

5.7 = factor de conversión de nitrógeno a proteína

H = contenido de humedad de la muestra original en por-
ciento.

e) Determinación de gluten.

La determinación del contenido de gluten se llevó a cabo por el método 30 10 de la A.A.C.C. (método de lavado manual). El método se basa en determinar la cantidad de gluten de la muestra después de eliminar todo el almidón y materia soluble en agua. Además se observó su color e integración. (1).

CALCULO:

$$\text{Por ciento de gluten húmedo} = \frac{E}{B} \times 100$$

En donde:

E = peso de la muestra libre de almidón y materia soluble en agua.

B = Peso de la muestra original en gramos en base seca.

f) Determinación de acidez.

La determinación del contenido de acidez se realizó conforme al manual de procedimientos analíticos de CONASUPO (1980)

Este método es aplicable a sémolas y a toda clase de pastas alimenticias. Se basa en la extracción de los ácidos grasos de la muestra por medio de un solvente y en la titulación de la solución así obtenida con una solución valorada de hidróxido de sodio. El tiempo de extracción se modificó a 16 horas para eliminar la influencia del tamaño de la partícula - en la determinación. (15)

CALCULO:

$$\text{Por ciento de acidez en base húmeda} = \frac{G \times N \times 0.0280 \times 100}{B}$$

En donde:

G = mililitros de hidróxido de sodio utilizados en la titulación de la muestra.

N = Normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

B = Peso de la muestra original en gramos

0.0280 miliequivalente del ácido linoléico.

$$\text{Por ciento de acidez en base seca} = \frac{\text{por ciento de acidez base húmeda}}{100 - H} \times 100$$

En donde:

H = Contenido de humedad de la muestra original en por ciento.

g) Determinación de pigmentos.

El contenido de pigmentos fue determinado por el método-14 50 de la A.A.C.C. Se fundamenta en la medición de la absorción máxima del extracto obtenido con n-butanol saturado con agua a 445 nm, el contenido de pigmentos fue expresado como partes por millón de leutin debido a que se encuentra en mayor proporción en las sémolas obtenidas a partir de la variedad de trigo cristalino. La determinación se efectuó en el Spectronic 20 Bausch Lomb. (1, 36)

CALCULO:

$$\text{Contenido de pigmentos en base húmeda (p.p.m.)} = \frac{A'}{a b}$$

En donde:

A' = absorción leída a una longitud de onda de 445 nm.

a = absorbilidad 2.330 mg/100 mililitros o celda de un centímetro.

b = celda de un centímetro.

$$\text{Contenido de pigmentos en base seca (p.p.m.)} = \frac{\text{contenido de pigmentos base húmeda}}{(100 - H)} \times 100$$

En donde:

H = contenido de humedad de la muestra original.

h) Determinación de tamaño de los gránulos de almidón.

Para la determinación de tamaño de los gránulos de almidón fue necesario hacer una tinción con lugol. De la muestra teñida se tomaron unas gotas y se depositaron en un porta objetos, expandiéndolas en toda la superficie. Posteriormente se examinó en el microscopio, determinando directamente el tamaño del gránulo de almidón mediante un micrómetro de retícula. Anotándose las lecturas de diez observaciones.

CALCULO:

Tamaño del gránulo de almidón (micrás) = lectura tomada en el micrómetro x 8.2

En donde:

8.2 = es el factor de aumento del objetivo utilizado.

i) Determinación de color.

La determinación de color se realizó mediante el espectrofotómetro de reflectancia Agtron modelo M 400. Observándose las instrucciones de calentamiento y calibración propias del aparato y antes de leer el color que se toma como definitivo, se hicieron lecturas preliminares a una misma muestra con filtros verde, azul y rojo. Para obtener la longitud de onda de mayor respuesta encontrándose ésta en el filtro rojo. Se expandió la escala del aparato tomando el filtro 52 como cero y el 85 como 90. Se volvió a ajustar a-

cero y a 100 el aparato y se hicieron las lecturas de las -- muestras, (entre menor sea el número de la lectura, más obscuro es el color de las muestras, cuando el tamaño de partícula - no varía).

Determinaciones reológicas:

a) Determinación de la calidad del gluten.

La determinación de la calidad del gluten se realizó por el método 54 24 de la A.A.C.C. (método del farinógrafo para harina). (1)

El farinógrafo es útil para determinar la absorción de - agua por la sémola, así como para la evaluación de la fuerza del gluten durante el amasado en el proceso de elaboración - de pastas alimenticias.

El farinógrafo mide la plasticidad y maleabilidad de la masa, registrando en una gráfica la resistencia que ofrece la masa a las espas amasadoras de un mezclador durante la ac--- ción de un mezclado prolongado y relativamente suave a tempe- ratura constante.

La muestra se analiza en dos estadios. El primero o lla- mado curva de titulación: se pesan 300 g de la muestra de - sémola o harina en base 14% de humedad y con el farinógrafo -

en movimiento se adiciona desde la bureta, una cantidad de agua suficiente para que aparezca una línea continua en el papel grabador que indique 500 Unidades Farinigráficas (U.F.)

Un segundo estadio es el trazado del farinograma propiamente dicho. Se pesan nuevamente 300 g de harina o sémola, se adiciona la cantidad de agua previamente determinada y se deja el aparato en movimiento por un período no inferior a 20 minutos.

En la curva (farinograma), se determinaron varios parámetros que indican las propiedades de la harina o sémola analizada.

1. Absorción de agua.

La absorción se define como la cantidad de agua necesaria para que el centro de la línea del farinograma, alcance la línea de 500 U.F. para la masa sémola-agua.

2. Tiempo de llegada.

Es el tiempo en minutos necesario para que el trazo de la curva alcance la línea de 500 U.F. después de adicionar el agua. Este valor es una medida del grado al cual la sémola absorbe el agua.

3. Tiempo de desenvolvimiento de la masa.

Es el tiempo desde el inicio (después de añadir el agua) hasta el desenvolvimiento máximo de la curva (punto más alto) inmediatamente antes de la primera indicación de ablandamiento de la masa. Este valor también se llama "tiempo pico". Ocasionalmente se puede observar dos tiempos picos, se debe tomar el segundo como punto de desenvolvimiento de la masa.

4. Estabilidad.

Se define como la diferencia de tiempo relativo entre el punto donde el trazo de la curva intercepta la línea de - - 500 U.F. y el tiempo relativo donde el punto del trazo de la curva deja la línea de 500 U.F. Este valor da una indicación de la tolerancia de la sémola al mezclado.

5. Tiempo de salida.

Es el tiempo desde la adición de agua hasta el tiempo relativo donde la curva deja la línea de 500 U.F. Es igual a la suma del tiempo de llegada y el de estabilidad. Cuanto mayor es el tiempo de salida, más fuerte es la sémola.

6. 20 minutos de queda.

Es el cambio de altura del centro de la curva en el pico (500 U.F.) al centro de la curva 20 minutos después de la -- primera adición de agua. Este valor da generalmente el grado de quiebra y la fuerza de la harina.

7. Índice de tolerancia.

Es la diferencia en unidades farinográficas desde la parte superior de la curva en el pico hasta la parte superior de la curva cinco minutos después. (38)

b) Determinación de la temperatura de gelatinización del almidón y la actividad amilolítica.

La determinación de la temperatura de gelatinización del almidón y la actividad amilolítica se realizó conforme al método 22 10 de la A.A.C.C. (actividad diastásica de harina, - con el amilógrafo). El método mide el efecto de la temperatura sobre el almidón y las enzimas, donde la actividad alcanza su nivel máximo. (1)

El amilógrafo es un viscosímetro registrador de torsión que consta de un vaso cilíndrico, calibrado con capacidad de 500 mililitros donde se coloca una suspensión de sémola-agua 80 gramos de muestra en base, 14% de humedad y se adicionan 450 mililitros de agua destilada, a una velocidad constante de 75 revoluciones por minuto y donde la temperatura aumenta uniforme y automáticamente 1.5°C por minuto.

El amilógrafo es calibrado arbitrariamente en unidades amilográficas, lo que representa la viscosidad en una escala de 0 a 1000. Los valores de actividad amilolítica de una ha-

rina o sémola, son inversamente proporcionales a los valores dados en el amilógrafo.

El registrador del amilógrafo grafica una curva que registra las variaciones de viscosidad a lo largo del análisis. Esta curva se llama amilograma.

Los cambios que sufre el almidón durante el transcurso del amilograma por la acción del calor, son los siguientes:

- i) Absorción reversible de agua con hinchamiento limitado de los gránulos de almidón, con un pequeño incremento de la viscosidad.
- ii) Hinchamiento rápido con un considerable aumento del tamaño de los gránulos de almidón que pierden su birrefringencia, aumento rápido en la viscosidad.
- iii) Los gránulos de almidón se rompen y aparecen moléculas libres hidratadas de almidosa y amilopectina, la viscosidad de la pasta se reduce hasta alcanzar un cierto valor estable.

Para determinar las características del almidón de las sémolas, se determinaron a cada una los siguientes parámetros:

1. Viscosidad máxima: Es el valor alcanzado por la curva - amilográfica, expresado en unidades amilográficas (U.A.)
2. Viscosidad: Es el valor alcanzado por la curva amilográfica después de dos minutos de la viscosidad máxima, expresado también en unidades amilográficas (U.A). Los valores de viscosidad son inversamente proporcionales a la actividad amilolítica.
3. Temperatura de gelatinización: Es la temperatura en °C correspondiente al punto más alto de la curva amilográfica, es decir, a la viscosidad máxima, Calculada con base en el tiempo de funcionamiento del amilógrafo.
4. Tiempo de gelatinización: Es el tiempo en minutos empleado en alcanzar la viscosidad máxima, calculado también - con base en el tiempo de funcionamiento del aparato. (27)

4.5 ELABORACIÓN DE LOS PRODUCTOS

La elaboración de las pastas alimenticias populares de - formato spaghetti a partir de la sémola comercial, de las -- fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo se - efectuó en la máquina comercial F - 20 de marca Mapimpianti - de capacidad de 20 kg/hr y en un secador estático automático de la misma marca de capacidad de 50 kg de producto seco.

En el proceso de manufactura de las pastas alimenticias populares de formato spahetti, se controlaron las siguientes variables: (Diagrama No. 4)

MEZCLADO.

En la operación de mezclado el agua entró a temperatura de 42°C.

AMASADO.

La operación de amasado se efectuó con un vacío de 48 -- cm de Hg.

EXTRUSION.

En la operación de extrusión la velocidad del gusano -- transformador fue de 50 revoluciones por minuto y la presión del cabezal de 100 a 120 kg/cm².

MOLDEO.

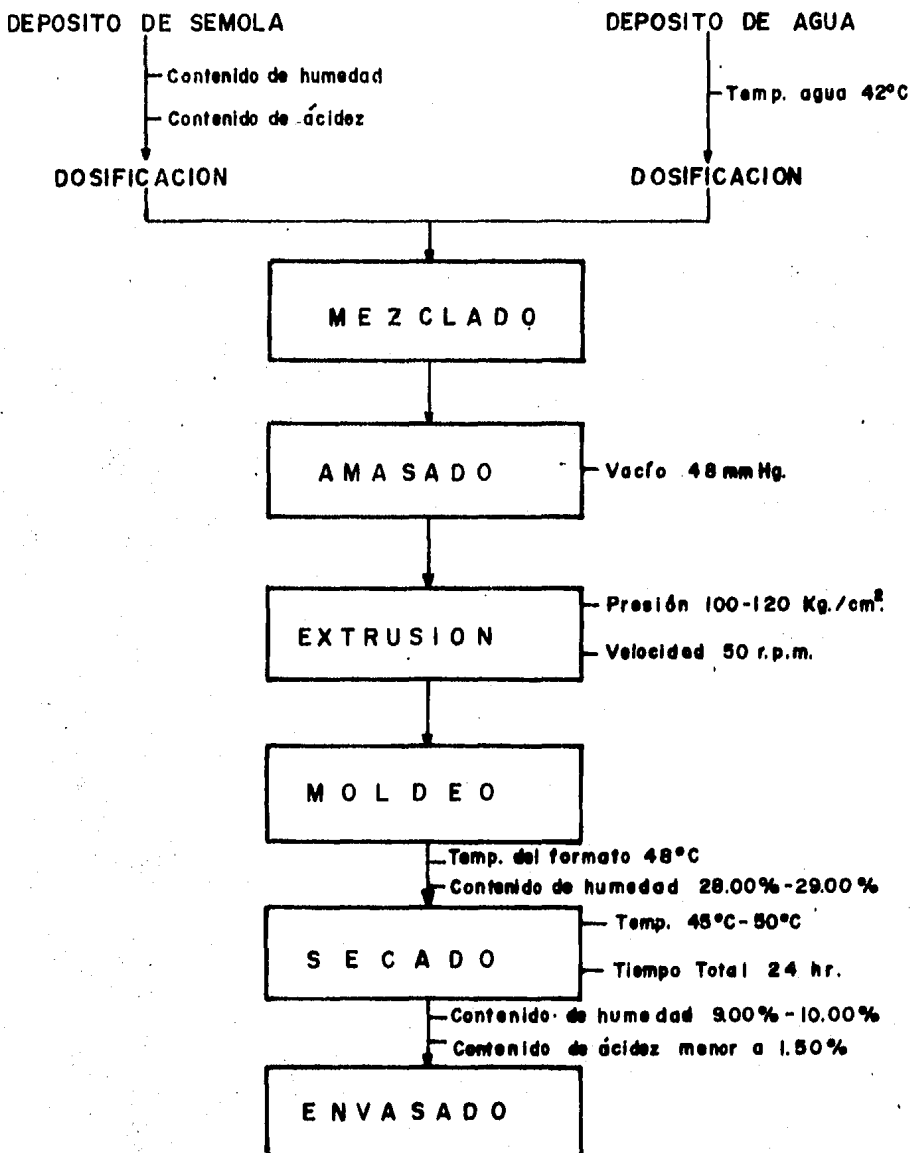
El molde empleado fue de alma de teflón. A la salida -- del molde al formato, se le determinó la temperatura y contenido de humedad. El formato de contenido de humedad de -- 28.00% a 29.00% y temperatura de 48°C siguió el proceso.

SECADO:

El tiempo total de secado fue de 24 horas y se dividió -- en la forma siguiente: la etapa de presecado duró una hora.

DIAGRAMA No. 4

VARIABLES CONTROLADAS EN EL PROCESO DE ELABORACION DE SPAGHETTI



la temperatura se mantuvo en 45°C y se utilizó toda la ventilación (dos ventiladores). En la etapa de revenimiento se mantuvo la temperatura a 40°C empleando un ventilador y el tiempo de residencia del formato fue de una hora. La etapa de secado definitivo duró 20 horas, la temperatura fue bajando paulatinamente de 45 a 30°C, aplicando toda la ventilación y las dos horas restantes se dejó la pasta reposar dentro del secador apagado con el fin de alcanzar la temperatura ambiente.

Pasado el tiempo de reposo se sacó la pasta del secador y se le determinó contenido de humedad y contenido de acidez. Las pastas sin estrellamiento de contenido de humedad de 9.00 a 10.00% y contenido de acidez menor de 1.5% se cortaron a un largo de 25 centímetros y se guardaron en bolsas de papel estraza, colocándose ellas en bolsas de polietileno perfectamente cerradas para posteriores análisis.

Las determinaciones de contenido de humedad y contenido de acidez, se realizaron por el mismo método empleado en la evaluación de la calidad de las sémolas. El producto seco antes de ser analizado se molió en un molino Wiley con malla de abertura de diámetro circular de un milímetro y fue homogenizado en una bolsa de polietileno.

Los productos elaborados fueron identificados como:

- Producto elaborado a partir de la sémola comercial (P.S.C.)
- Producto elaborado a partir de la fracción fina (P.F.F.)
- Producto elaborado a partir de la fracción media (P.F.M.)
- Producto elaborado a partir de la fracción gruesa (P.F.G.)
- Producto elaborado a partir de la sémola fina (P.S.F.)
- Producto elaborado a partir de la sémola gruesa (P.S.G.)

4.6 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS FABRICADOS

A. EVALUACION DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS SECOS.

Determinaciones físicas y químicas:

- a) Determinación del contenido de puntos blancos en la superficie del producto (apariencia del producto).

Para la determinación del contenido de puntos blancos en la superficie del producto. Se tomaron 100 - gramos de pasta y se procedió a su inspeccion visual, los spaghettis con uno o más puntos blancos en su superficie se pesaron.

CALCULO:

Contenido de puntos blancos en la superficie del producto (%) = $\frac{\text{peso de la pasta en gramos con puntos blancos en la superficie}}{\text{peso de la pasta en gramos}} \times 100$

- b) Determinación del contenido de pigmentos y el color.

La determinación del contenido de pigmentos y el co--

lor se realizarón por el mismo método empleado en la evaluación de la calidad de la sémola. El producto seco antes de ser analizado se molió en el molino Wiley y fue homogenizado en una bolsa de polietileno.

Además se realizó una prueba de preferencia de color con los productos elaborados, esta prueba se realizó con 20 personas no entrenadas. A las 20 personas se les mostró los seis productos fabricados, empacados en bolsas de celofán, se pidió que mencionaran si todas las muestras eran iguales o diferentes. Al siguiente día se les mostró nuevamente los seis productos en diferente orden y otro producto elaborado a partir de la S.C. y se les pidió que mencionaran si todas las muestras eran iguales o diferentes, las personas que notaron la diferencia agruparon los productos y mencionaron cual de los grupos preferían. Se tomó como acertada la evaluación de las personas que colocaron en un mismo grupo los dos productos elaborados a partir de la sémola comercial.

B. EVALUACION DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS COCIDOS.

Determinaciones físicas:

- a) Determinación del grado de cocimiento, grado de absorción y aumento del volúmen de los productos después del cocimiento.

Para la determinación del grado de cocimiento, grado de absorción y aumento de volumen de los productos -- después del cocimiento, se efectuó el siguiente procedimiento:

i) Grado de cocimiento.

El grado de cocimiento del producto es tiempo empleado para la total gelatinización del almidón presente en el producto.

PROCEDIMIENTO:

100 gramos de muestra seca y entera, fueron depositados en una olla que contenía 100 mililitros de agua potable en ebullición y se tomó el tiempo a partir de este momento. A continuación se tapó la olla durante 12 minutos para evitar pérdida de agua por evaporación.

Pasado este tiempo se tomaba una muestra de spaghetti cada minuto, la cual se depositó en dos vidrios de reloj, aplastando el producto entre ellos. Esta prueba se suspendió cuando se pudo ver a través de ellos, se tomó este momento como el tiempo final

CALCULO:

$$\text{Grado de cocimiento} = \text{tiempo final} \\ \text{(minutos)}$$

ii) Grado de absorción.

El grado de absorción es la cantidad de agua absorbida por el producto durante su cocimiento.

- Peso de pasta cruda o seca.

El peso de pasta cruda o seca es el peso del producto seco.

- Peso de pasta cocida.

El peso de pasta cocida es el peso de la pasta cocida y escurrida.

PROCEDIMIENTO:

Una vez cocida la pasta se tomó la olla y su contenido se depositó en un embudo buchner de porcelana, colocado sobre una probeta de vidrio de 1000 mililitros. La pasta se dejó escurrir durante diez minutos y fue pesada.

CALCULO:

$$\text{Grado de absorción} = \frac{(\text{peso pasta cocida} - \text{Peso pasta cruda})}{\text{peso pasta cruda}} \times 100$$

iii) Aumento de volumen de la pasta cocida.

El aumento de volumen de la pasta cocida con respecto a la pasta cruda en por ciento es el porcentaje de volumen que aumentó el producto durante el cocimiento.

- Volumen de pasta cruda es el volumen que ocupa la -- pasta más su volumen absorbido.

PROCEDIMIENTO:

Para la determinación del volumen ocupado por la pasta. 100 gramos de producto seco y entero fueron depositados en una probeta de un litro que previamente se le -- había adicionado 600 mililitros de agua. Se tomó la -- lectura alcanzada por el desplazamiento del producto. Una vez tomada la lectura, el contenido de la probeta -- se depositó en un embudo buchner, la pasta se dejó escu -- rrir diez minutos y se pesó. El peso de la pasta escu -- rrida menos el peso de la pasta cruda, son los milili -- tros absorbidos por la pasta cruda.

CALCULO:

Vol. pasta cruda = (Vol. Final - Vol. inicial) + Vol. absorbido

En donde:

Vol. = volumen en mililitros

- Volumen de la pasta cocida.

Es el volumen ocupado por la pasta cocida. El pro-- ducto cocido se introdujo en una probeta de 1000 mili -- litros conteniendo también 600 mililitros de agua y se -- tomó la lectura alcanzada por el desplazamiento del -- producto cocido.

CALCULOS:

$$\text{Vol. pasta cocida} = \text{Vol. final} - \text{Vol. inicial}$$

$$\begin{array}{l} \text{Aumento de vol} \\ \text{pasta cocida} \\ (\%) \end{array} = \frac{(\text{Vol. pasta cocida} - \text{Vol. pasta cruda})}{\text{Vol. pasta cruda}} \times 100$$

En donde:

Vol. - volumen en mililitros

vol. = volumen

b) Determinación del contenido de sólidos en el agua de cocimiento.

Para la determinación del contenido de sólidos en el agua de cocimiento se realizó el siguiente procedimiento: Se tomó la lectura del volumen ocupado por el agua de la probeta donde se dejó escurrir la pasta cocida, su contenido se vació en una botella con tapa y se agitó. Parte de esta agua se vertió en ocho tubos graduados de la centrífuga, con capacidad cada uno de 15 mililitros. Los tubos se colocaron en la centrífuga clínica y se centrifugó durante cinco minutos a 3000 revoluciones por minuto. Se tomó la lectura de sedimentos de cada tubo.

CALCULO:

Se sacó el promedio de las ocho lecturas tomadas y se empleó la relación de 15 mililitros de muestra, -

contienen tal cantidad de sedimentos, cuanto tendrá el volumen de agua de la probeta, considerando éste el 100 por ciento.

- c) Determinación del índice de tolerancia al cocimiento. El índice de tolerancia al cocimiento es el tiempo en minutos que tarda la pasta en desintegrarse, menos su grado de cocimiento.

PROCEDIMIENTO:

100 gramos de muestra seca y entera fueron depositados en una olla que contenía 1000 mililitros de agua potable en ebullición y se tomó el tiempo a partir de este momento. A continuación se tapó la olla durante 12 minutos para evitar pérdida de agua por evaporación. Se destapó la olla y se hizo la prueba -- con un tenedor cada minuto, tres spaghetis fueron enrollados en el tenedor, en el momento en que se trozaron se tomó el tiempo.

CALCULO:

Índice de tolerancia al cocimiento (minutos) = (tiempo final - tiempo inicial) - grado de cocimiento.

4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

Para el análisis estadístico de los resultados se empleó el análisis de varianza (ANOVA) en una sola dirección y para conocer cuales de las medias de los tratamientos son significativamente diferentes a un nivel de confianza del 5.00% - se utilizó la Prueba de Tukey (diferencia mínima significativa honesta. Este análisis estadístico debe tomarse con -- cierta reserva, debido a que se trabajó con un solo lote. (28,29)

M A T E R I A L E S

EQUIPO, REACTIVOS Y MATERIALES DE LABORATORIO.

Equipo:

Molino tipo Wilye, con abertura de la malla de diámetro-circular de un milímetro

Balanza analítica de precisión 0.0001 gramos

Balanza granataria

Mufla

Estufa con sistema de circulación de aire

Estufa doméstica

Parrilla eléctrica

Cernedor Cenco Meizer

Cernedor del molino Quadrumat Seniur Mill Brabender

Tamizador Buhler Miag

Tamices con mallas de aberturas: 6XX, 7XX, 64GG, 20, 40,
60, 80, 100 y 200 U.S.

Aparato de digestión Kjeldahl

Aparato de destilación Kjeldahl

Centrifuga clínica

Spectronic 20 Bausch Lomb

Microscopio

Micrómetro de retícula

Espectrómetro de reflectancia Agtron Modelo M 400

Farinógrafo Brabender

Amilógrafo Brabender

Máquina comercial F-20 de marca Mapimpianti

Secador estático automático de marca Mapimpianti.

Reactivos:

Acido sulfúrico al 98%, libre de nitrógeno

Oxido de mercurio

Sulfato de sodio grado reactivo.

Hidróxido de sodio en perlas

Zinc granulado

Rojo de Metilo

Alcohol etílico absoluto

Fenolftaleína

Alcohol n - butílico

Lugol

Agua destilada

Material de laboratorio:

Espátula

Crisol de porcelana

Caja de aluminio con tapa

Matraz Kjeldahl de 800 mililitros

Matraz aforado con tapón de 1000 mililitros

Matraz aforado con tapón de 100 mililitros

Matraz balón de 1000 mililitros

Matraz erlenmeyer de 250 mililitros con tapón

Matraz erlenmeyer de 125 mililitros con tapón

Matraz erlenmeyer de 500 mililitros

Bureta semiautomática de 25 mililitros

Bureta manual de 10 mililitros

Bureta manual de 50 mililitros

Pipeta volumétrica de 50 mililitros

Probeta de vidrio graduada de 1000 mililitros

Probeta de vidrio graduada de 100 mililitros

Probeta de vidrio graduada de 25 mililitros

Vaso de precipitado de 1000 mililitros

Botella de vidrio de 2000 mililitros con tapón

Portaobjeto

Olla de aluminio de 2000 mililitros

Vidrio de reloj

Embudo bucher de porcelana de 20 centímetros de diámetro

Tenedor

Termómetro

CAPITULO V

RESULTADOS

A) RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y REOLÓGICO DE LAS MATERIAS PRIMAS

T A B L A I

DISTRIBUCION DE TAMANO DE PARTICULA DE LA SEMOLA COMERCIAL
FRACCIONES OBTENIDAS EN EL LABORATORIO Y MOLINO DE TRIGO

MATERIA ^b PRIMA	622 (%)	335 (%)	214 (%)	163 (%)	112 ^a (%)
S.C.	00.80	15.80	17.30	22.20	43.90
F.F.	00.10	00.30	8.10	40.10	51.50
F.M.	00.10	00.60	42.80	35.50	21.00
F.G.	4.00	80.50	13.90	00.90	00.70
S.F.	00.00	00.00	21.20	30.90	27.30
S.G.	00.90	76.10	19.00	2.50	1.50

a = Diámetro medio de partícula en micras

b

S.C. = Sémola comercial

F.F. = Fracción Fina

F.M. = Fracción media

F.G. = Fracción gruesa

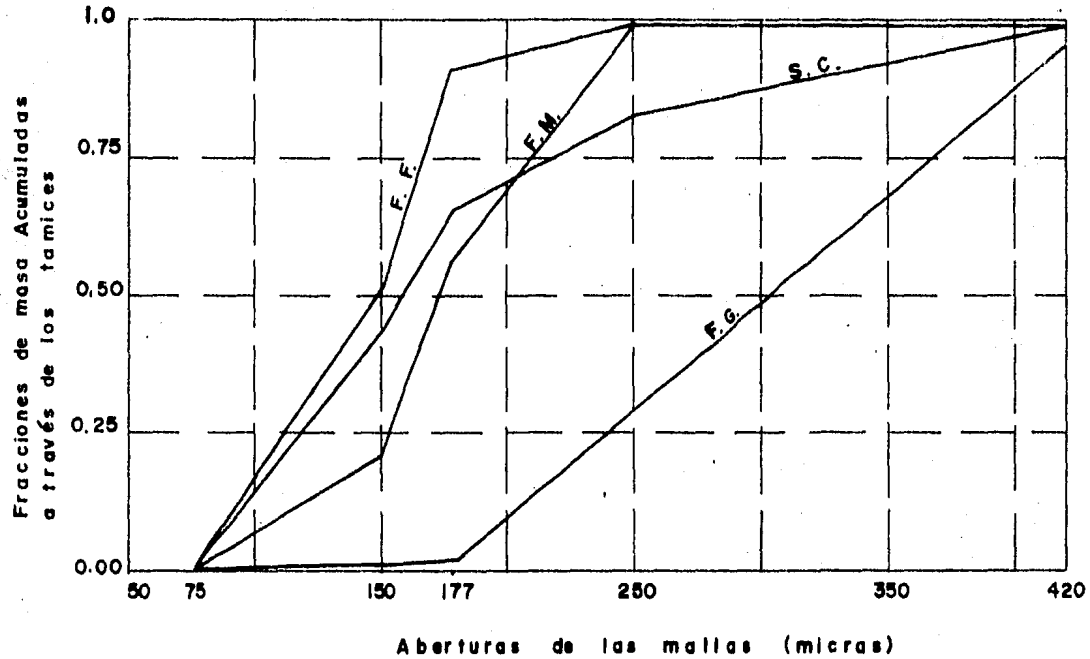
Laboratorio

S.F. = Sémola Fina

S.G. = Sémola Gruesa Molino

DIAGRAMA No. 5

Diagrama acumulado de los datos del Análisis Granulométrico de la sémola comercial y fracciones obtenidas en el laboratorio.



S. C. = Sémola Comercial

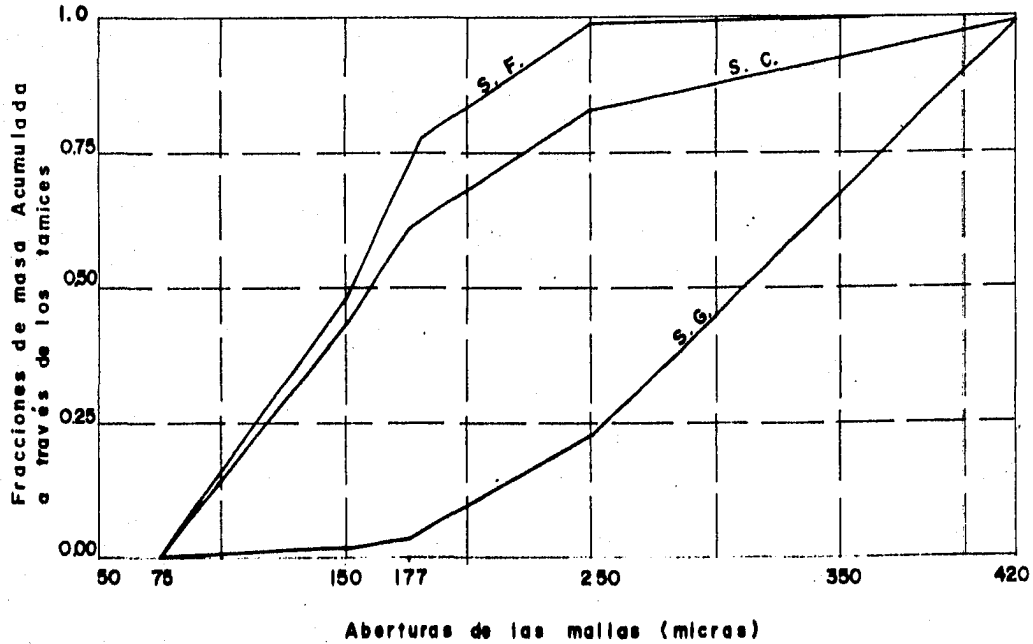
F. M. = Fracción Media

F. F. = Fracción Fina

F. G. = Fracción Gruesa

DIAGRAMA No. 6

Diagrama acumulado de los datos del Análisis Granulométrico de la sémola comercial y fracciones obtenidas en el moliho de trigo.



S. C. = Sémola Comercial

S. F. = Sémola Fina

S. G. = Sémola Gruesa

T A B L A II

ANALISIS FISICO DE LA SEMOLA COMERCIAL, DE LAS FRACCIONES
OBTENIDAS EN EL LABORATORIO Y MOLINO DE TRIGO

MATERIA ^a PRIMA	HUMEDAD (%)	COLOR (%)	TAMANO DEL GRANULO ^b DE ALMIDON PROMEDIO (micras)
S.C.	11.25	82	1.60
F.F.	11.05	87	1.07
F.M.	11.25	78	1.33
F.G.	10.55	65	1.86
S.F.	10.99	85	1.27
S.C.	11.08	71	1.60

b = Base húmeda

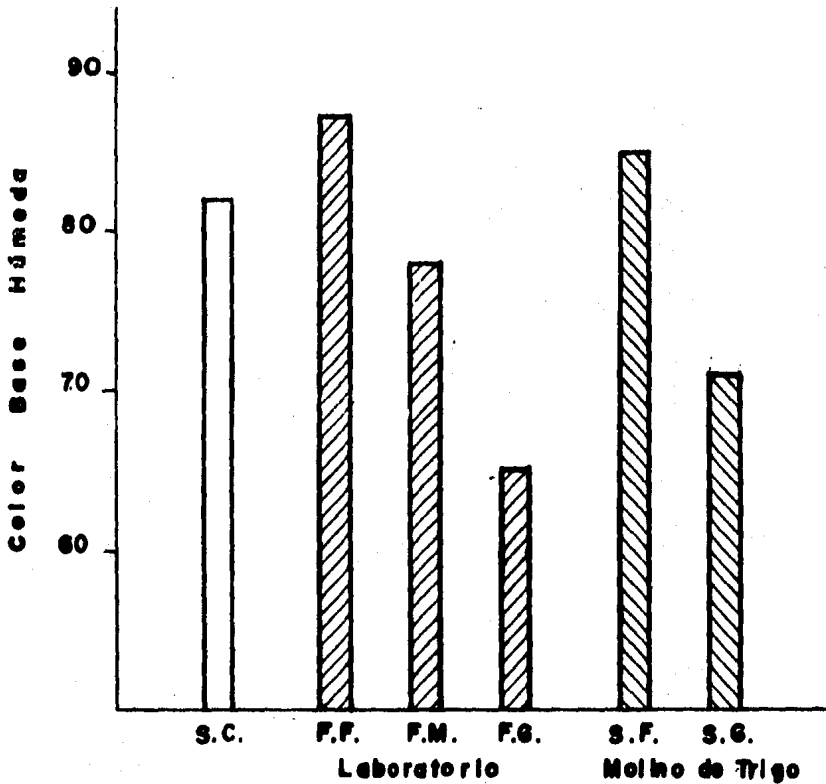
^aS.C. = Sémola comercial
F.F. = Fracción fina
F.M. = Fracción media
F.G. = Fracción gruesa

Laboratorio

S.F. = Sémola fina
S.G. = Sémola gruesa Molino

GRAFICA No. I

COMPORTAMIENTO DEL COLOR CON EL FRACCIONAMIENTO



S.C. = Sémola Comercial

F. F. = Fracción Fina

S.F. = Sémola Fina

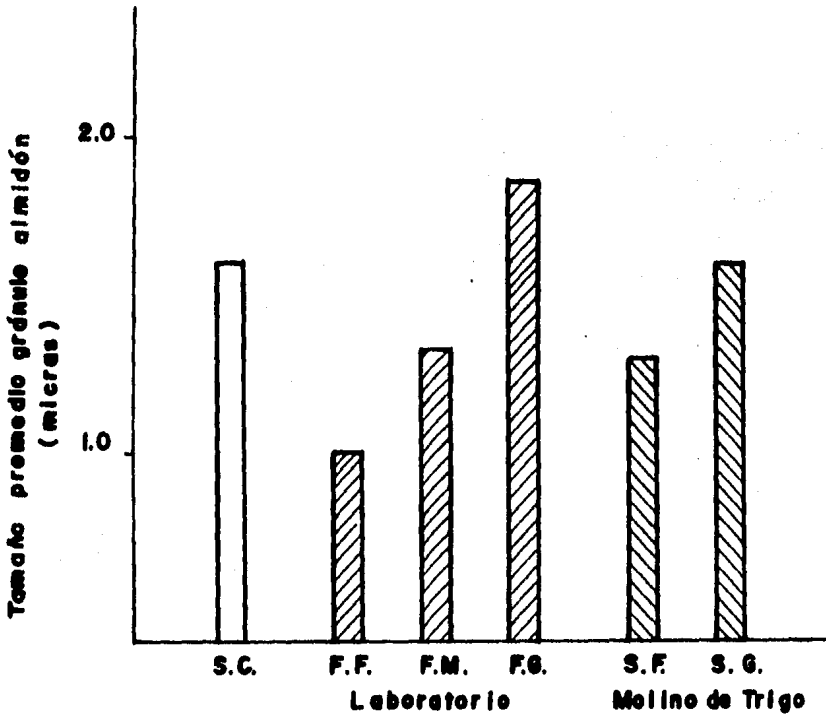
F.M. = Fracción Media

S.G. = Sémola Gruesa

F. G. = Fracción Gruesa

GRAFICA No. 2

DISTRIBUCION DEL TAMAÑO PROMEDIO DEL GRANULO DE ALMIDON CON EL FRACCIONAMIENTO



S.C. = Sémola Comercial

F. F. = Fracción Fine

S.F. = Sémola Fine

F. M. = Fracción Media

S.G. = Sémola Gruesa

F. G. = Fracción Gruesa

T A B L A III

ANALISIS QUIMICO DE LA SEMOLA COMERCIAL, DE LAS FRACCIONES
OBTENIDAS EN EL LABORATORIO Y MOLINO DE TRIGO

MATERIA PRIMA ^a	PROTEINA (%)	CENIZAS (%)	GLUTEN HUMEDO (%)	ACIDEZ (%)	PIGMENTOS (p.p.m.) ^b
S.C.	11.40	00.82	27.00 ^c	1.18	4.68
F.F.	12.09	00.92	30.95	1.18	4.81
F.M.	11.38	00.81	28.80 ^c	1.10	4.73
F.G.	10.95	00.58	29.45 ^c	00.86	4.36
S.F.	11.84	00.71	30.70	1.18	4.76
S.G.	10.98	00.61	29.50 ^c	00.87	4.69

^b Base Seca

p.p.m = partes por millón

^c partículas no integradas al gluten.

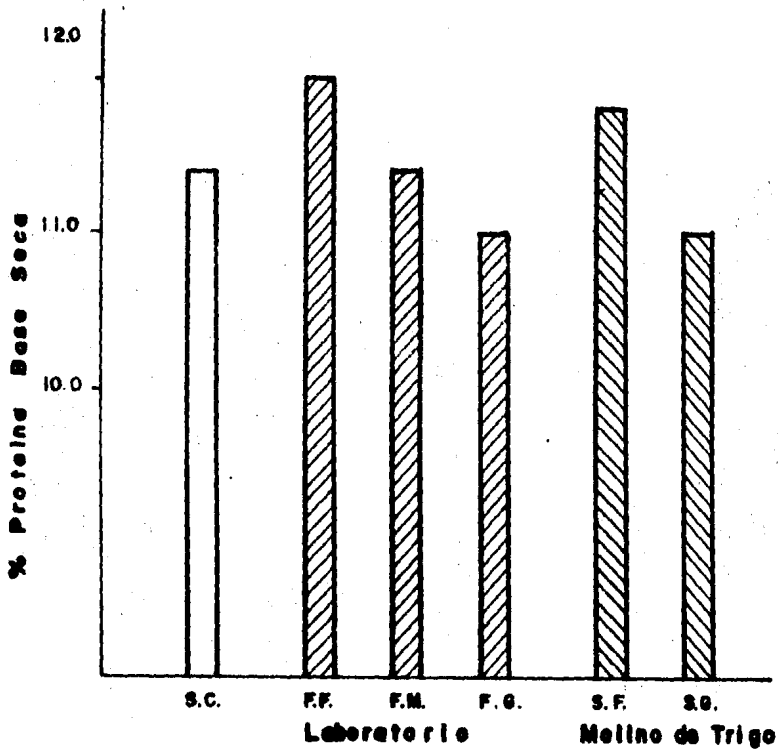
^a S.C. = Sémola comercial
F.F. = Fracción fina
F.M. = Fracción media
F.G. = Fracción gruesa

Laboratorio

S.F. = Sémola fina
S.G. = Sémola gruesa Molino

GRAFICA No. 3

DISTRIBUCION DE LA PROTEINA CON EL FRACCIONAMIENTO



S.C. = Sémola Comercial

F.F. = Fracción Fino

S.F. = Sémola Fino

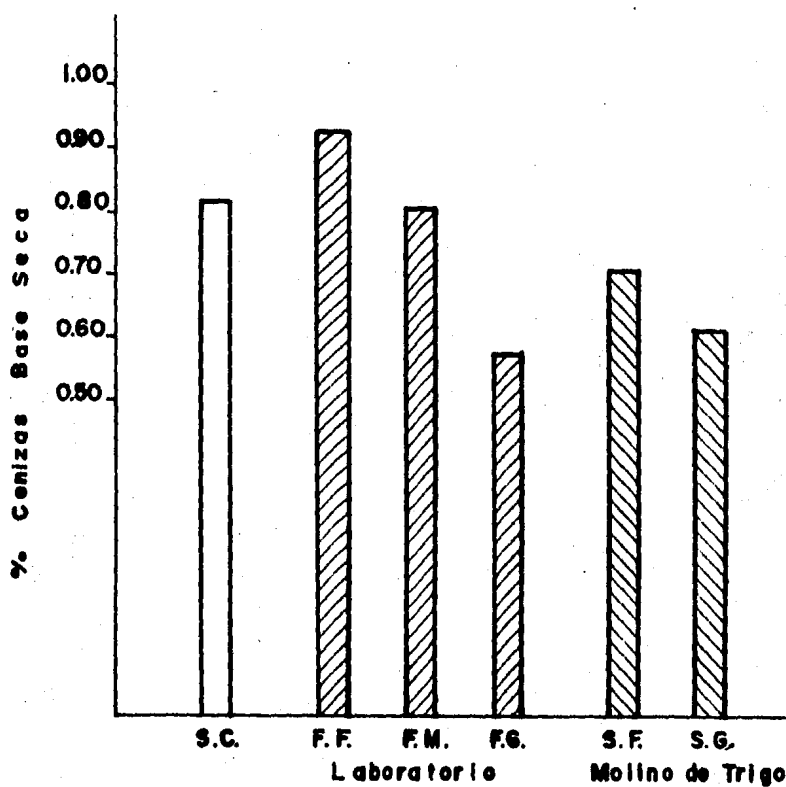
F.M. = Fracción Medio

S.G. = Sémola Gruesa

F.G. = Fracción Gruesa

GRAFICA No. 4

DISTRIBUCION DE LAS CENIZAS CON EL FRACCIONAMIENTO



S.C. = Sémola Comercial

F.F. = Fracción Fino

S.F. = Sémola Fina

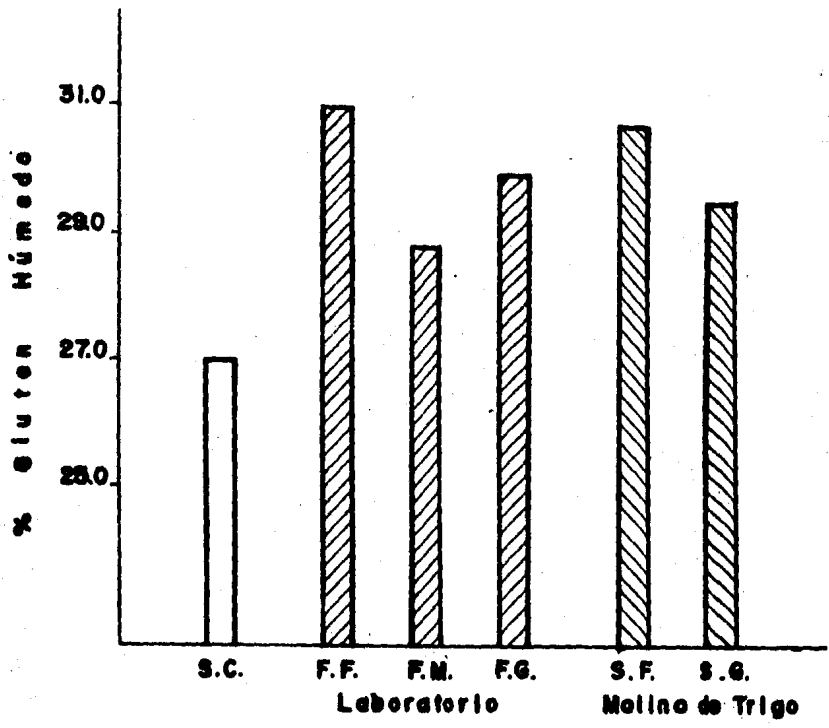
F.M. = Fracción Media

S.G. = Sémola Gruesa

F.G. = Fracción Gruesa

GRAFICA No. 5

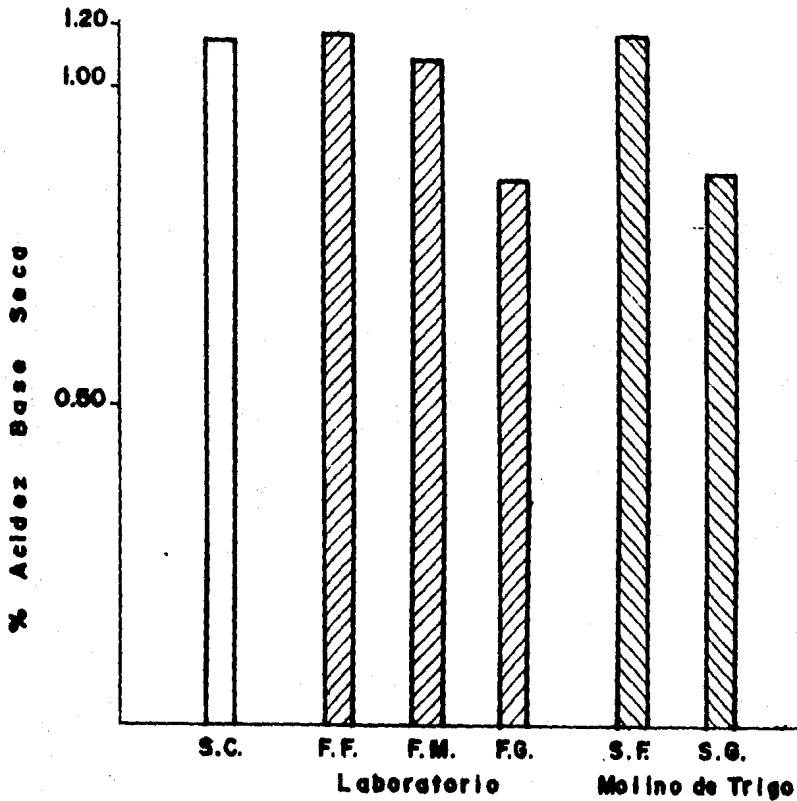
COMPORTAMIENTO DEL GLUTEN HUMEDO CON EL FRACCIONAMIENTO



S.C. = Sémola Comercial
F. F. = Fracción Fine S.F. = Sémola Fino
F. M. = Fracción Media S. G. = Sémola Gruesa
F. G. = Fracción Gruesa

GRAFICA No. 6

DISTRIBUCION DE LA ACIDEZ CON EL FRACCIONAMIENTO



S.C. = Sémolo Comercial

F.F. = Fracción Fino

S.F. = Sémolo Fino

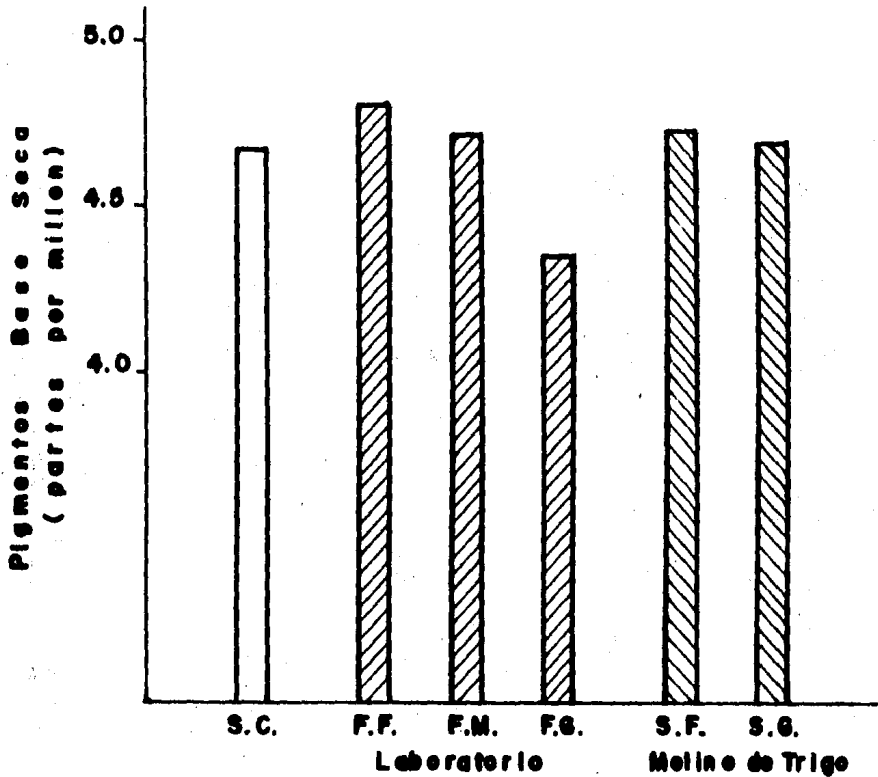
F.M. = Fracción Media

S.G. = Sémolo Grueso

F.G. = Fracción Gruesa

GRAFICA No. 7

DISTRIBUCION DE LOS PIGMENTOS CON EL FRACCIONAMIENTO



S.C. = Sémola Comercial
 F.F. = Fracción Fine S.F. = Sémola Fino
 F.M. = Fracción Media S.G. = Sémola Gruesa
 F.G. = Fracción Gruesa

T A B L A IV

PRUEBAS REOLOGICAS DE LA SEMOLA COMERCIAL, DE LAS FRACCIONES
OBTENIDAS EN EL LABORATORIO Y MOLINO DE TRIGO

A. Farinograma

MATERIA PRIMA	ABSORCION DE AGUA (%)	TIEMPO DE DESENVOLVIMIENTO DE LA MASA (%)	ESTABILIDAD (Minutos)	INDICE DE TOLERANCIA (U.F.)
S.C.	66.90	4.00	8.60	40.00
F.F.	71.00	3.00	8.00	50.00
F.M.	69.30	3.50	8.00	40.00
F.G.	61.10	4.50	10.20	30.00
S.F.	69.30	3.00	6.50	60.00
S.G.	58.40	3.50	7.00	55.00

U.F. = Unidades Farinográficas

^aS.C. = Sémola comercial
S.F. = Fracción Fina
F.M. = Fracción Média
F.G. = Fracción gruesa

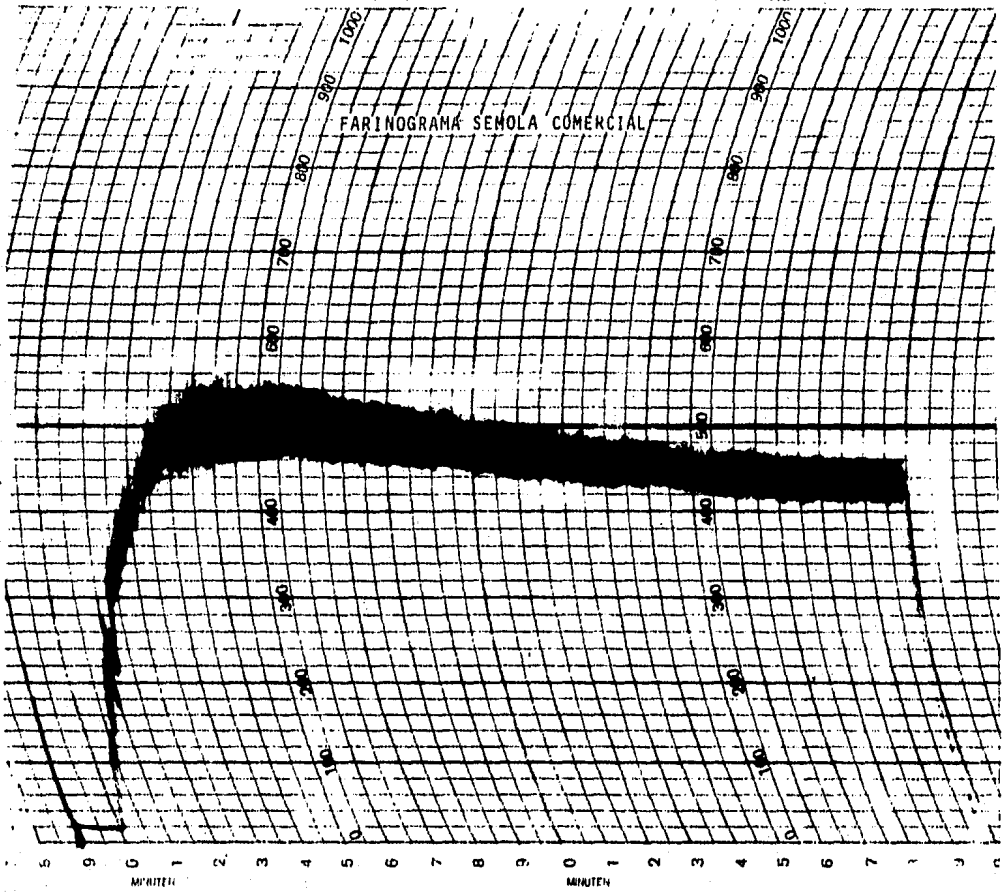
Laboratorio

S.F. = Sémola fina
S.G. = Sémola gruesa Molino

SEBURG

Wahl Germany, Seiburg, Tel. 0203-770951

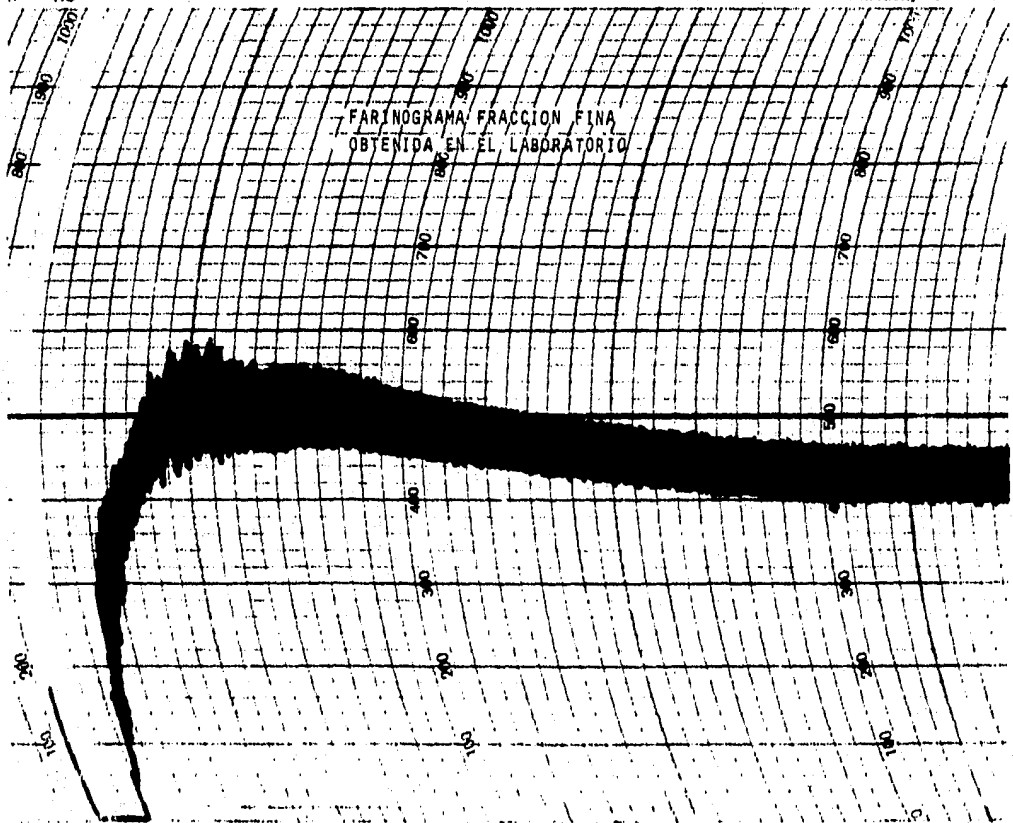
Diagrammer No. 297002



nm N°
11 10

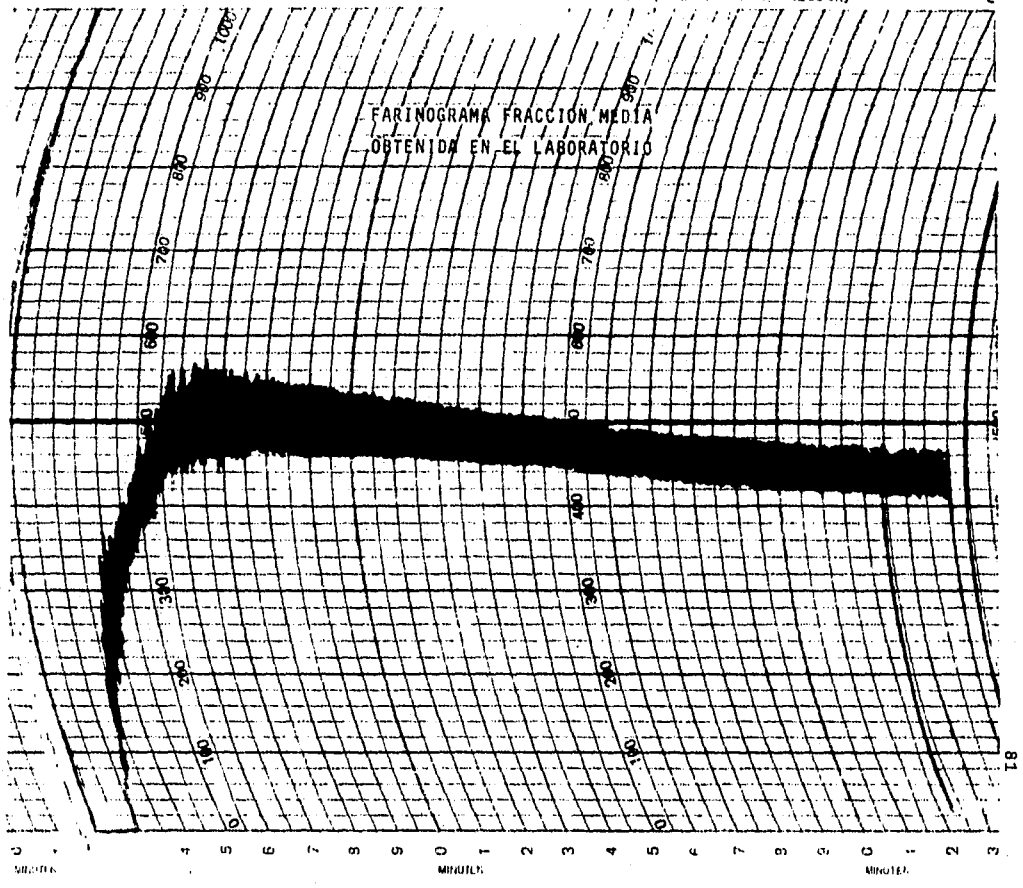
BRABENDER OHG DUISBURG West Germany

Plastizität Kon.
Plasticity Const.



FARINOGRAMA FRACCION FINA
OBTENIDA EN EL LABORATORIO

08

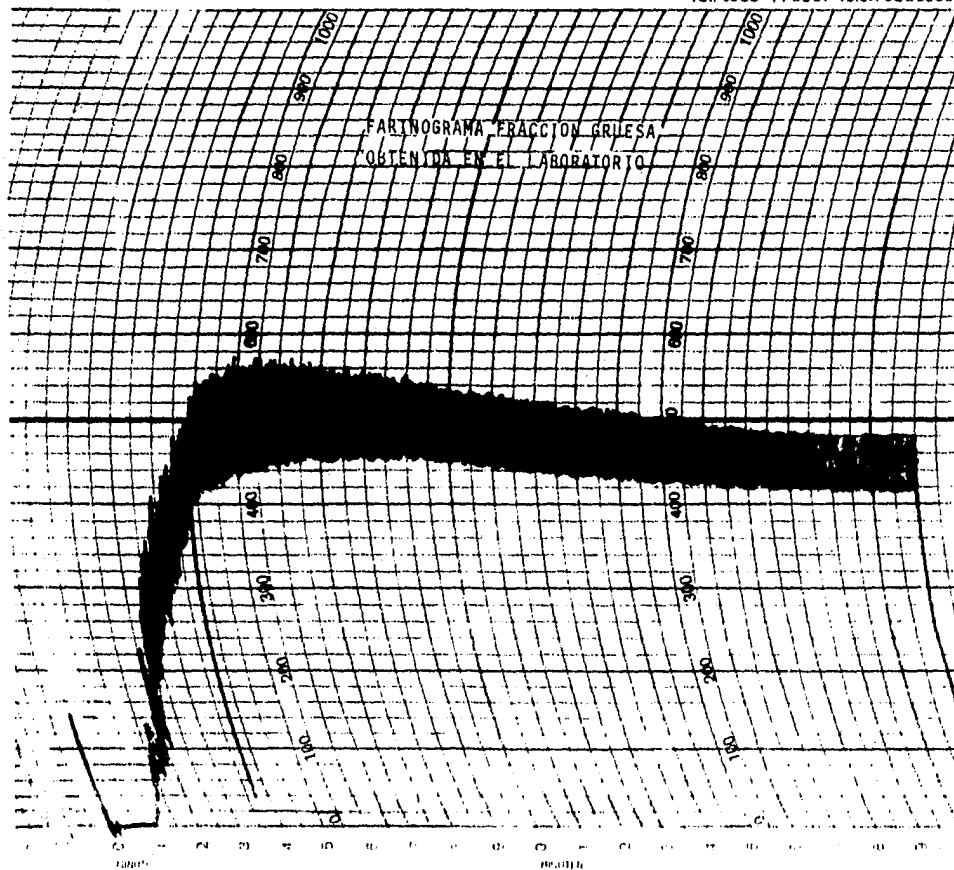


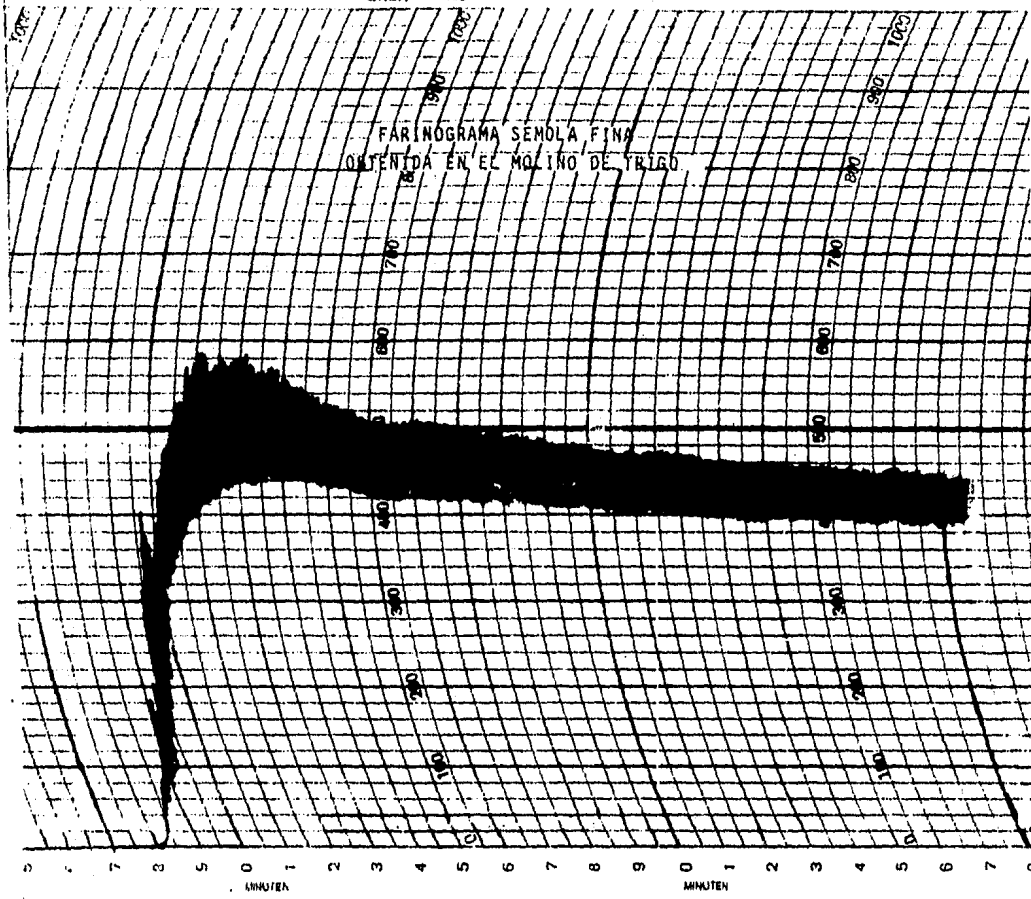
MINUTOS

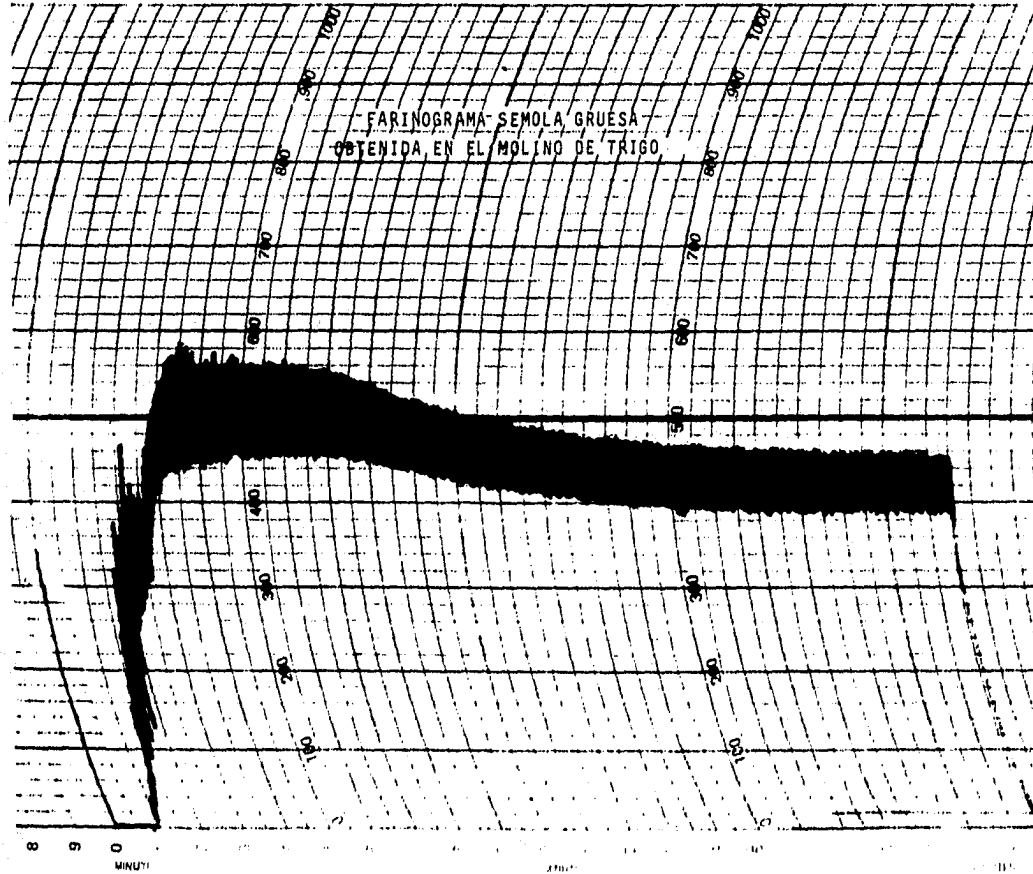
MINUTOS

MINUTOS

10







T A B L A V

PRUEBAS REOLOGICAS DE LA SEMOLA COMERCIAL, DE LAS FRACCIONES
OBTENIDAS EN EL LABORATORIO Y MOLINO DE TRIGO

B. Amilograma

MATERIA PRIMA	VISCOSIDAD MAXIMA (U.A.)	DISMINUCION DE LA VISCO SIDAD DESPUES DE LA VIS COSIDAD MAXIMA (U.A.)	TEMPERATURA DE GELATINIZACION (°C)	TIEMPO DE GELATINI- ZACION (minutos)
S.C.	410.00	40.00	88.75	42.50
F.F.	510.00	50.00	89.50	43.00
F.M.	460.00	40.00	89.50	43.00
F.G.	300.00	20.00	92.50	45.00
S.F.	455.00	40.00	89.50	43.00
S.G.	340.00	30.00	91.00	44.00

U.A. = Unidades Amilográficas

^aS.C. = Sémola comercial

F.F. = Fracción fina

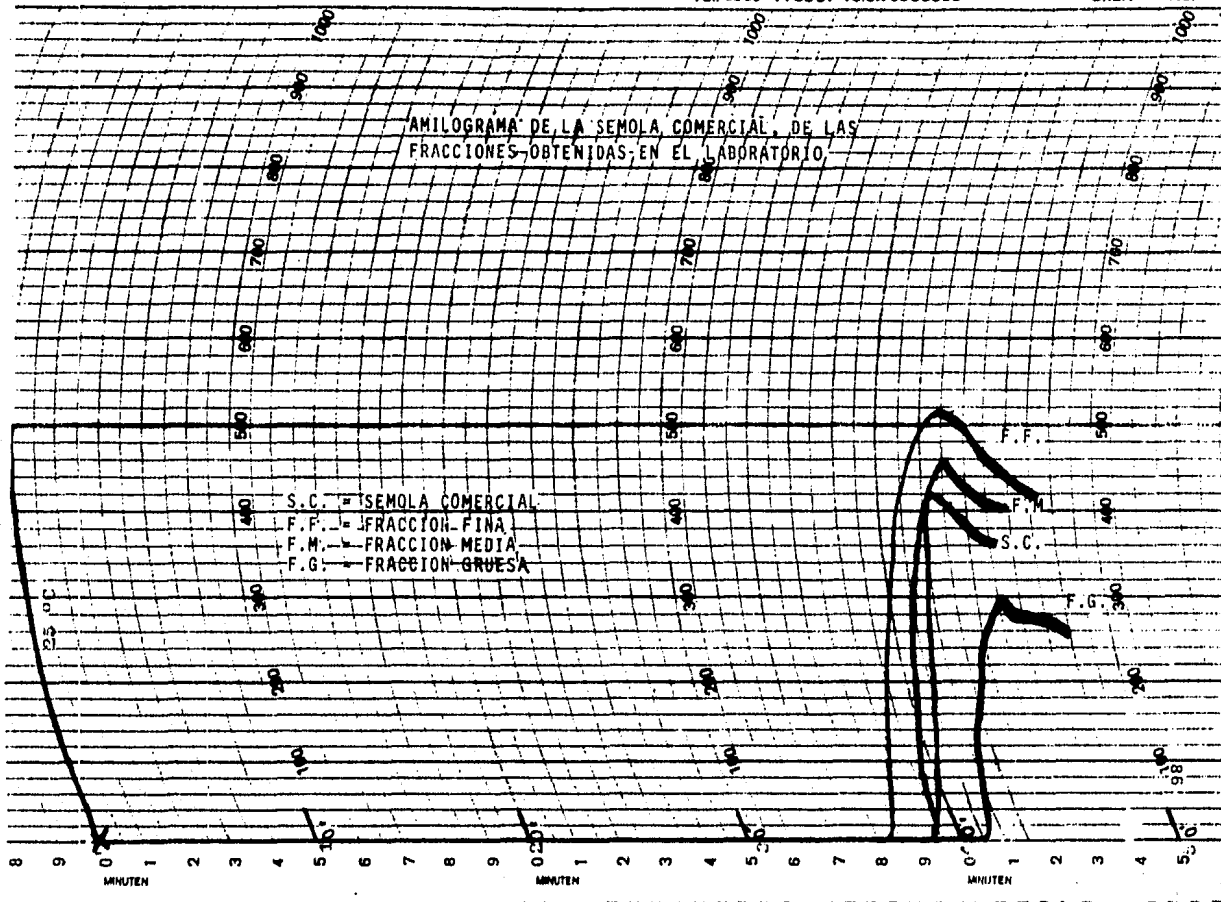
F.M. = Fracción media

F.G. = Fracción gruesa

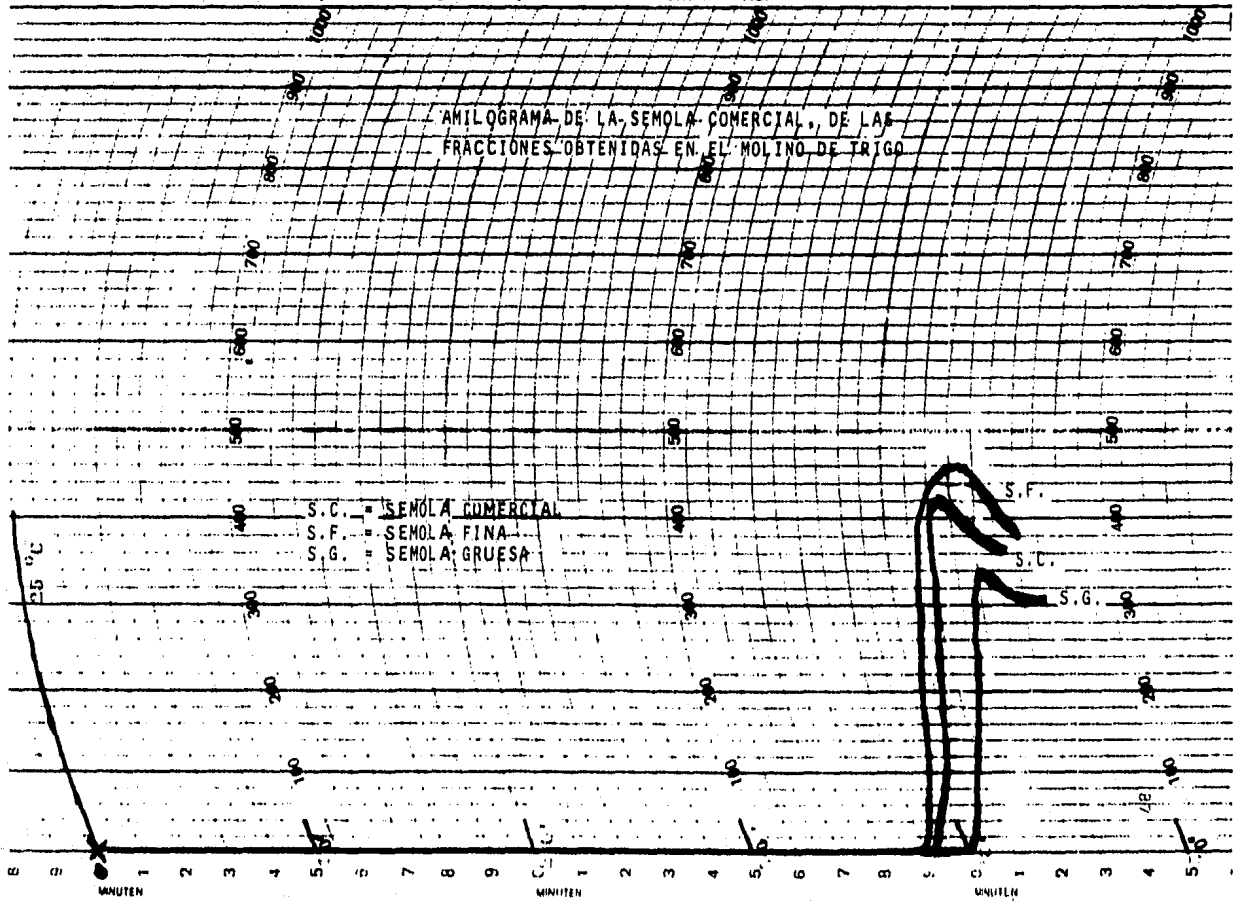
Laboratorio

S.F. = Sémola fina

S.G. = Sémola gruesa Molino



AMILOGRAMA DE LA SEMOLA COMERCIAL, DE LAS
FRACCIONES OBTENIDAS EN EL MOLINO DE TRIGO



S.C. = SEMOLA COMERCIAL
S.F. = SEMOLA FINA
S.G. = SEMOLA GRUESA

25 °C

B) RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO
Y DE LAS PRUEBAS FÍSICAS DE LOS PRODUC-
TOS TERMINADOS.

T A B L A VI

ANALISIS FISICO DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS
(SPAGHETTI SECO)

PRODUCTO ^a SECO	HUMEDAD (%)	APARIENCIA (PUNTOS BLANCOS) (%)	COLOR ^b
P.S.C.	9.24	76.50	52.00
P.F.F.	9.92	11.00	50.00
P.F.M.	9.46	15.00	51.00
P.F.G.	9.20	21.00	56.00
P.S.F.	9.79	13.50	52.00
P.S.G.	9.41	18.50	63.00

^ap = Producto seco (spaghetti)

^bBase húmeda

S.C. = Sémola Comercial

F.F. = Fracción fina

F.M. = Fracción media

F.G. = Fracción gruesa

Laboratorio

S.F. = Sémola fina

S.G. = Sémola gruesa Molino

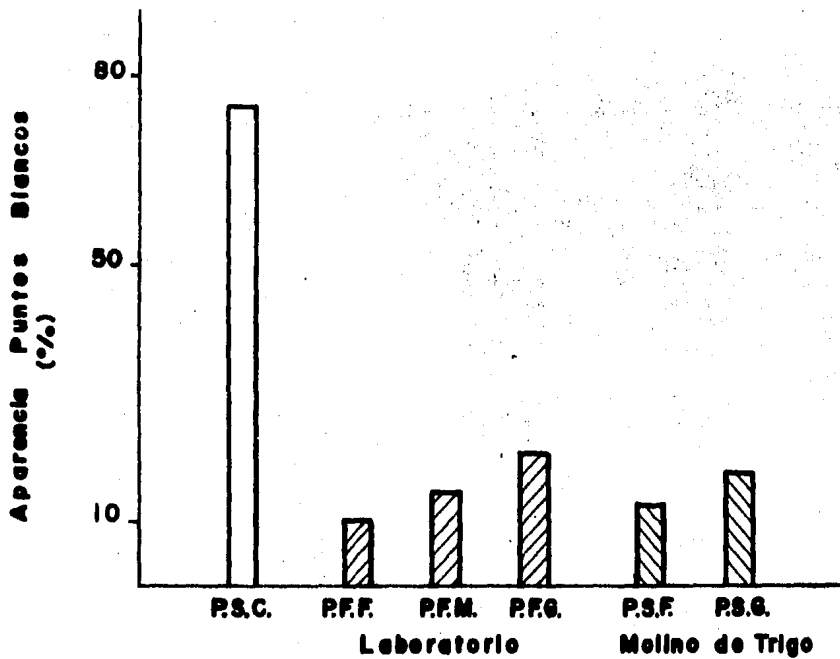
*Prueba de color realizada con 20 personas no entrenadas; 18 de ellas agrupa
ron a los productos de la siguiente forma: P.F.G. y PS.G. = Grupo 1

P.S.C., P.F.F., F.F.M. y P.S.F. = Grupo 2

16 personas tuvieron preferencia por el grupo 2

GRAFICA No. 8

COMPORTAMIENTO DE LA APARIENCIA DEL PRODUCTO CON EL FRACCIONAMIENTO



P. = Producto seco (Spaghetti)

S.C. = Sémola Comercial

F. F. = Fracción Fino

S.F. = Sémola Fino

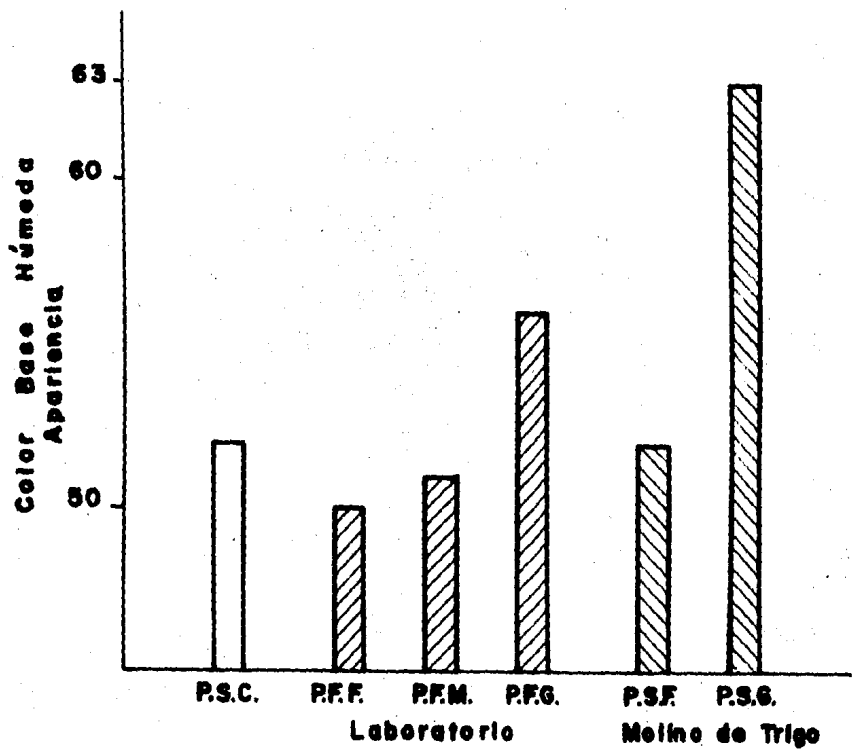
F. M. = Fracción Media

S.G. = Sémola Gruesa

F. G. = Fracción Gruesa

GRAFICA No. 9

COMPORTAMIENTO DEL COLOR DEL PRODUCTO CON EL FRACCIONAMIENTO



P. = Producto seco (Spaghetti)
S.C. = Sémola Comercial
F. F. = Fracción Fino S.F. = Sémola Fino
F. M. = Fracción Medio S.G. = Sémola Gruesa
F. G. = Fracción Gruesa

T A B L A VII
ANALISIS QUIMICO DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS
(SPAGHETTI SECO)

PRODUCTO SECO	ACIDEZ (%)	PIGMENTOS (p.p.m.)
P.S.C.	1.27	3.94
P.F.F.	1.24	4.28
P.F.M.	1.31	3.95
P.F.G.	0.92	3.77
P.S.F.	1.32	4.19
P.S.G.	0.93	3.95

^b Base seca p.p.m. = partes por millon

^ap = Producto seco (Spaghetti)

S.C. = Sémola comercial

F.F. = Fracción fina

F.M. = Fracción media

F.G. = Fracción gruesa

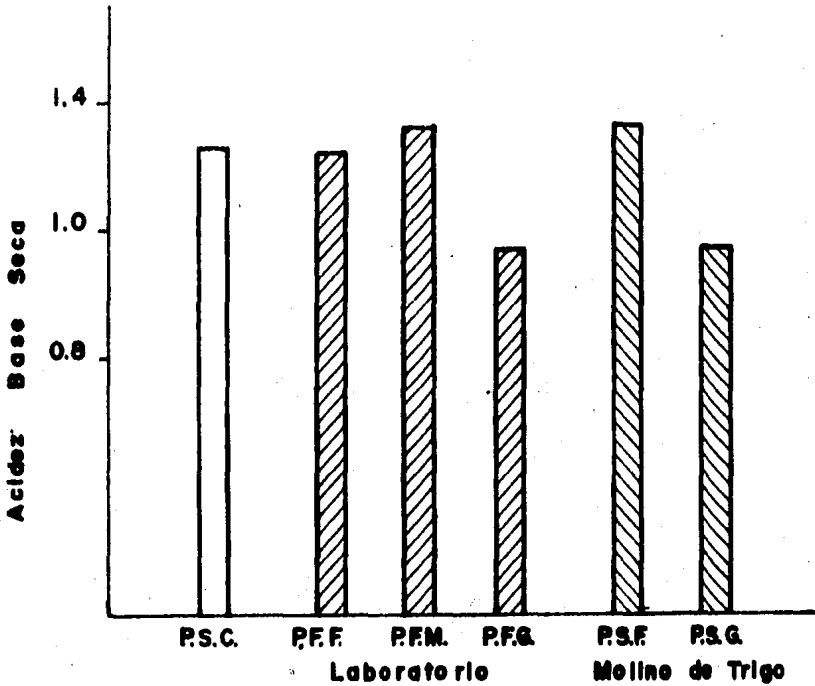
Laboratorio

S.F. = Sémola fina

S.G. = Sémola guresa Molino

GRAFICA No. 10

COMPORTAMIENTO DE LA ACIDEZ DEL PRODUCTO CON EL FRACCIONAMIENTO



P. = Producto seco (Spaghetti)

S.C. = Sémola Comercial

F. F. = Fracción Fina

S. F. = Sémola Fina

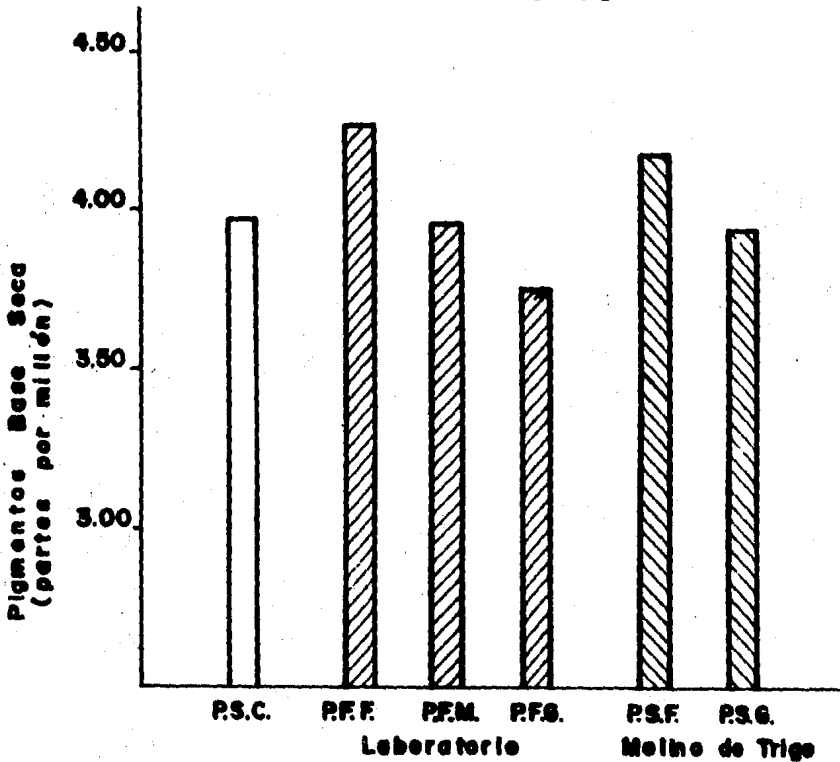
F. M. = Fracción Media

S. G. = Sémola Gruesa

F. G. = Fracción Gruesa

GRAFICA No. 11

COMPORTAMIENTO DE LOS PIGMENTOS DEL PRODUCTO CON EL FRACCIONAMIENTO



P. = Producto seco (Spaghetti)

S.C. = Sémola Comercial

F. F. = Fracción Fin

S. F. = Sémola Fin

F. M. = Fracción Media

S. G. = Sémola Gruesa

F. G. = Fracción Gruesa

T A B L A VIII

PRUEBAS FISICAS DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS
(SPAGHETTI COCIDO)

PRODUCTO COCIDO	GRADO DE COCIMIENTO (minutos)	GRADO DE ABSORCION (%)	AUMENTO DE VOLUMEN (%)	SOLIDOS EN EL AGUA DE COCIMIENTO (%)	INDICE DE TOLERANCIA AL COCIMIENTO (minutos)
P'.S.C.	15.00	199.00	188.00	4.66	7.00
P'.F.F.	15.00	198.00	189.00	2.10	8.50
P'.F.M.	15.00	201.00	189.00	2.66	8.00
P'.F.G.	15.00	192.00	185.00	2.55	8.00
P'.S.F.	15.00	199.00	189.00	2.66	8.50
P'.S.G.	15.00	195.00	185.00	2.73	8.00

^a p' = Producto cocido (spaghetti)

S.C. = Sémola comercial

F.F. = Fracción fina

F.M. = Fracción media

F.G. = Fracción gruesa

Laboratorio

S.F. = Sémola fina

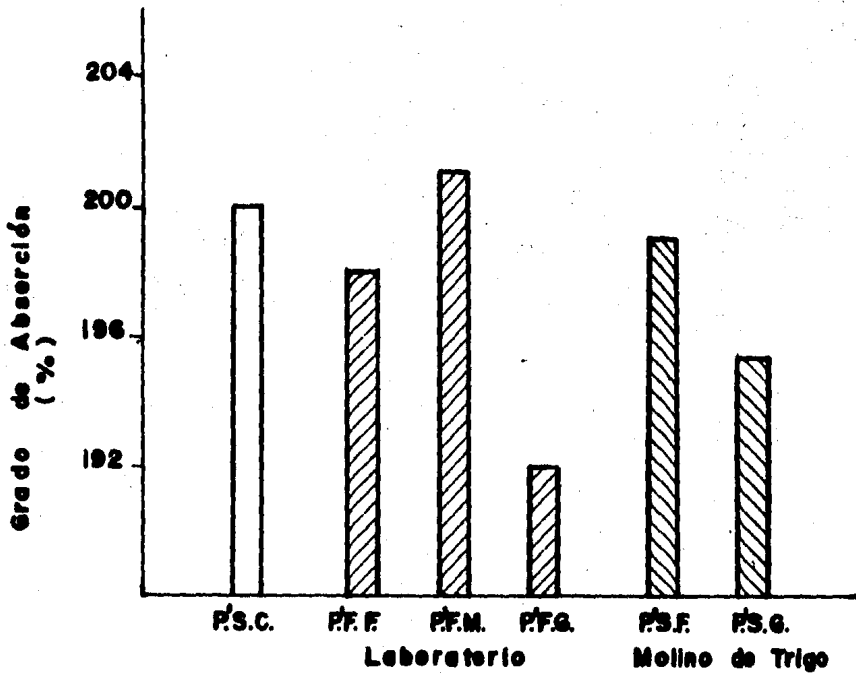
S.G. = Semola gruesa

Molino

* El color de todos los productos cocidos fue similar

GRAFICA No. 12

COMPORTAMIENTO DEL GRADO DE ABSORCION DEL PRODUCTO CON EL FRACCIONAMIENTO



P' = Producto cocido (Spaghetti)

S.C. = Sémola Comercial

F. F. = Fracción Fina

S.F. = Sémola Fina

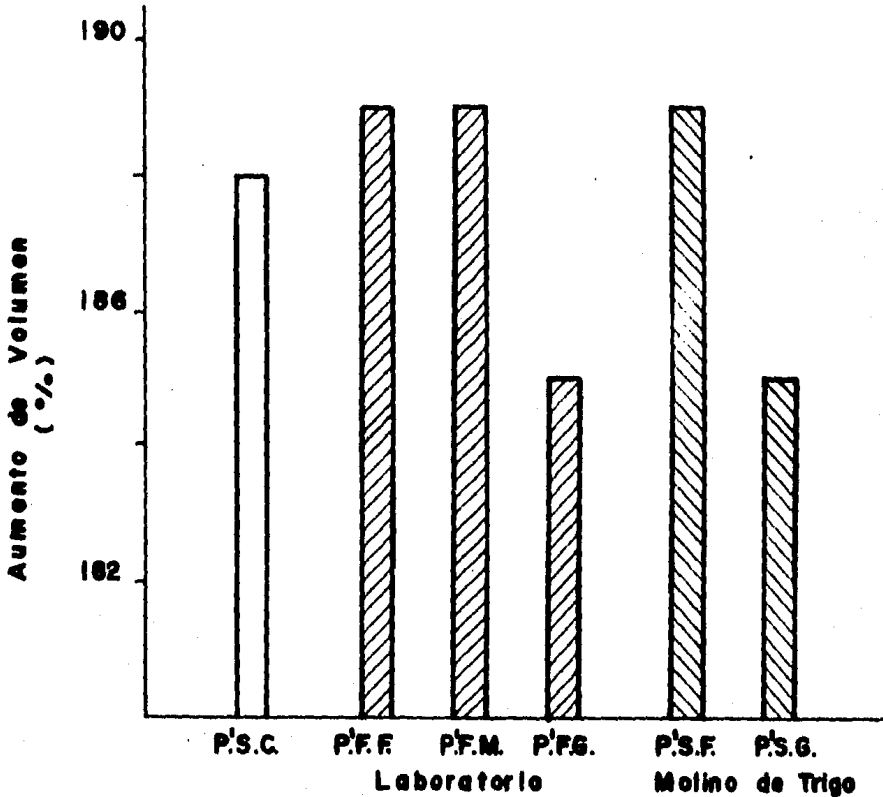
F.M. = Fracción Media

S.G. = Sémola Gruesa

F.G. = Fracción Gruesa

GRAFICA No. 13

COMPORTAMIENTO DEL AUMENTO DE VOLUMEN DEL PRODUCTO CON EL FRACCIONAMIENTO



P' = Producto cocido (Spaghetti)

S.C. = Sémola Comercial

F. F. = Fracción Fina

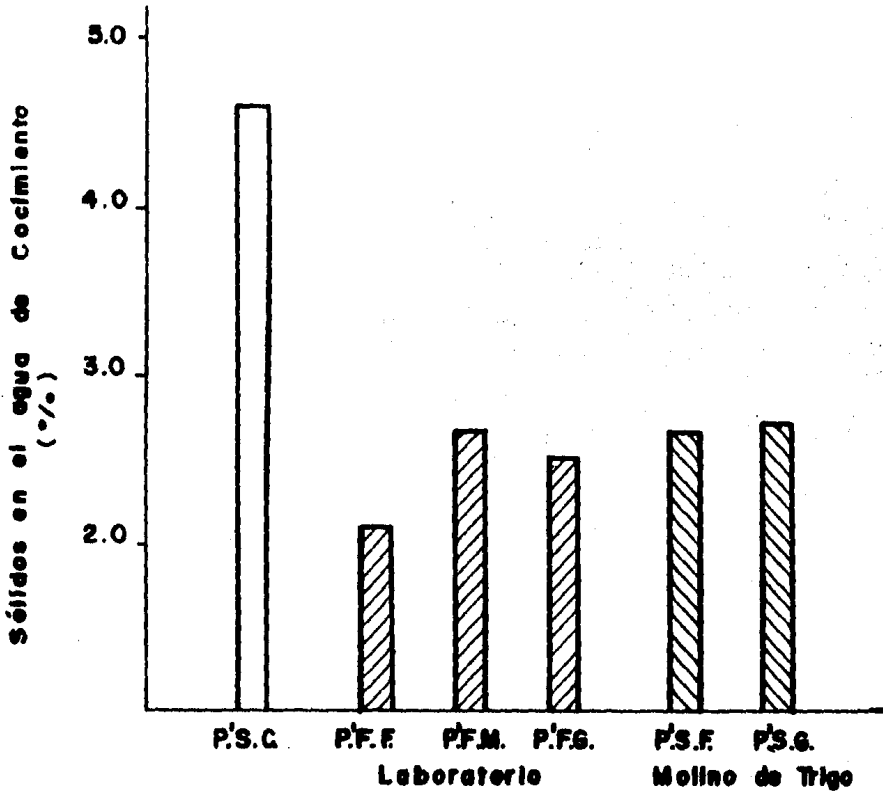
S. F. = Sémola Fina

F. M. = Fracción Media

S. G. = Sémola Gruesa

F. G. = Fracción Gruesa

GRAFICA No. 14

COMPORTAMIENTO DE LOS SOLIDOS EN EL AGUA DE
COCIMIENTO CON EL FRACCIONAMIENTO

P. = Producto cocido (Spaghetti)

S.C. = Sémola Comercial

F. F. = Fracción Fina

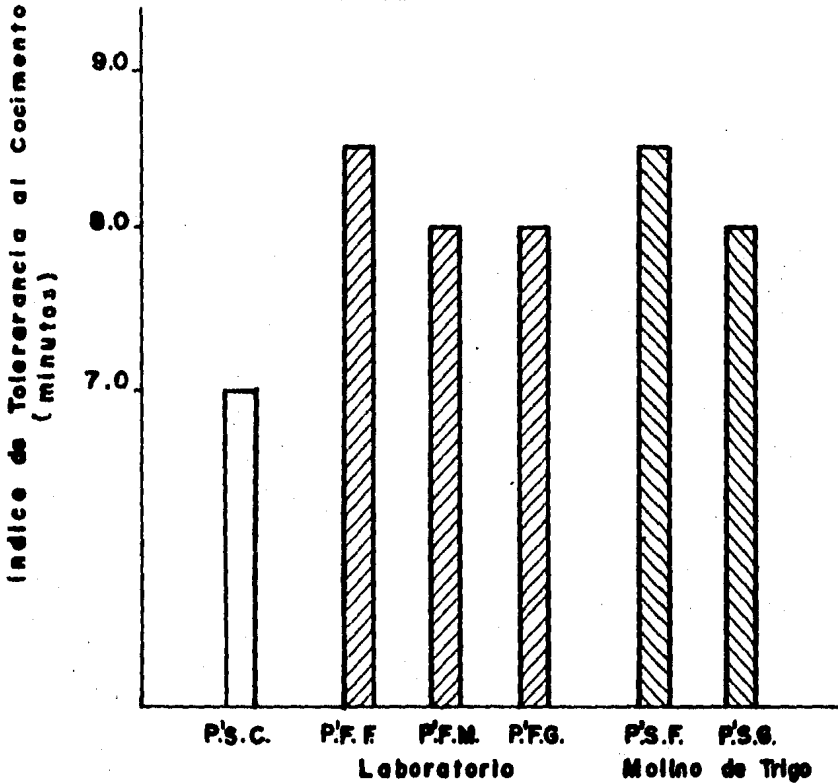
S. F. = Sémola Fina

F. M. = Fracción Medie

S. G. = Sémola Gruesa

F. G. = Fracción Gruesa

GRAFICA No. 15
COMPORTAMIENTO DEL INDICE DE TOLERANCIA CON EL
FRACCIONAMIENTO



P. = Producto cocido (Spagetti)

S.C. = Sémola Comercial

F. F. = Fracción Fina

S.F. = Sémola Fina

F.M. = Fracción Media

S.G. = Sémola Gruesa

F.G. = Fracción Gruesa

C) RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

T A B L A IX

ANALISIS ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO DE LA SEMOLA COMERCIAL, FRACCIONES OBTENIDAS EN EL LABORATORIO Y MOLINO

MATERIA PRIMA COMPARACION	COLOR	TAMANO PROMEDIO DEL GRANULO DE ALMIDON (micras) ^b
S.C.- F.F.	+	N.S.
S.C.- F.M.	+	N.S.
S.C.- F.G.	+	N.S.
S.C.- S.F.	+	N.S.
S.C.- S.G.	+	N.S.
F.F.- S.F.	N.S.	N.S.
F.M.- S.F.	+	N.S.
F.G.- S.G.	+	N.S.

^b Base Húmeda

+ = Significancia a 5.00%
de nivel de confianza

^a S.C. = Sémola comercial

N.S. = No significativo estadísticamente.

F.F. = Fracción fina

Laboratorio

S.F. = Sémola fina Molino

F.M. = Fracción media

S.G. = Sémola gruesa

F.G. = Fracción gruesa

T A B L A X

ANALISIS ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO DE LA SEMOLA COMERCIAL, FRACCIONES OBTENIDAS EN EL LABORATORIO Y MOLINO

MATERIA ^a PRIMA COMPARACION	PROTEINA (%)	CENIZAS (%)	GLUTEN HUMEDO (%)	ACIDEZ (%)	PIGMENTOS ^b (p.p.m.)
S.C.- F.F.	+	+	+	N.S.	+
S.C.- F.M.	N.S.	N.S.	+	+	N.S.
S.C.- F.G.	+	+	+	+	+
S.C.- S.F.	+	+	+	N.S.	N.S.
S.C.- S.G.	+	+	+	+	N.S.
F.F.- S.F.	+	+	N.S.	N.S.	N.S.
F.M.- S.F.	+	+	+	+	N.S.
F.G.- S.G.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	+

^b Base Seca p.p.m. = partes por millón

+ = Significativo a 5.00%
de nivel de confianza

^a S.C. = Sémola comercial
F.F. = Fracción fina Laboratorio
F.M. = Fracción media
F.G. = Fracción gruesa

N.S. = No significativo estadísticamente.

S.F. = Sémola fina Molino
S.G. = Sémola gruesa

T A B L A X I
ANALISIS ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO
DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS (SPAGHETTI SECO)

PRODUCTO SECO ^a COMPARACION	APARIENCIA (PUNTOS BLANCOS) (%)	COLOR ^b
P.S.C.- P.F.F.	+	+
P.S.C.- P.F.M.	+	+
P.S.C.- P.F.G.	+	+
P.S.C.- P.S.F.	+	N.S.
P.S.C.- P.S.C.	+	+
P.F.F.- P.S.F.	N.S.	+
P.F.M.- P.S.F.	N.S.	+
P.F.G.- P.S.G.	N.S.	+

^b Base Húmeda
ap = Producto seco (Spaghetti)
S.C. = Sémola comercial

F.F. = Fracción fina
F.M. = Fracción media Laboratorio
F.G. = Fracción gruesa

+ = Sinifcativo a 5.00 % de nivel de confianza

N.S. = No significativo estadísticamente.

S.F. = Sémola fina
S.G. = Sémola gruesa Molino

T A B L A XII

ANALISIS ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO
DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS (SPAGHETTI SECO)

PRODUCTO SECO ^a COMPARACION	ACIDEZ (%)	PIGMENTOS (p.p.m.) ^b
P.S.C.- P.F.F.	N.S.	+
P.S.C.- P.F.M.	N.S.	N.S.
P.S.C.- P.F.G.	+	+
P.S.C.- P.S.F.	N.S.	N.S.
P.S.C.- P.S.G.	+	N.S.
P.F.F.- P.S.F.	N.S.	+
P.F.M.- P.S.F.	N.S.	N.S.
P.F.G.- P.S.G.	N.S.	+

^bBase seca p.p.m. = partes por millón

P = Producto seco (spaghetti)

^aS.C. = Sémola comercial

F.F. = Fracción Fina

F.M. = Fracción Media

F.G. = Fracción Gruesa

Laboratorio

+ = Significativo a 5.00 %
de nivel de confianza

N.S. = No significativo estadís-
ticamente.

S.F. = Sémola fina

S.G. = Sémola gruesa Molino

T A B L A XIII

ANALISIS ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS FISICAS
DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS (SPAGHETTI COCIDO)

PRODUCTO ^a COCIDO COMPARACION	GRADO DE COCIMIENTO (minutos)	GRADO DE ABSORCION (%)	AUMENTO DE VOLUMEN (%)	SOLIDOS EN EL AGUA DE COCIMIENTO (%)	INDICE DE TOLERANCIA AL COCIMIEN. (Minutos)
PIS.C.- PIF.F.	N.S.	N.S.	N.S.	+	+
PIS.C.- PIF.M.	N.S.	N.S.	N.S.	+	+
PIS.C.- PIF.G.	N.S.	+	N.S.	+	+
PIS.C.- PIF.F.	N.S.	N.S.	N.S.	+	+
PIS.C.- PIF.G.	N.S.	+	N.S.	+	+
PIF.F.- PIS.F.	N.S.	N.S.	N.S.	+	N.S.
PIF.M.- PIS.F.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	+
PIF.G.- PIS.G.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

^aPI = Producto cocido (spaghetti)

S.C. = Sémola comercial

F.F. = Fracción fina

F.M. = Fracción media

F.G. = Fracción gruesa

Laboratorio

+ = Significativo a 5.00 % de nivel de confianza

S.F. = Sémola fina Molino

S.G. = Sémola gruesa

N.S. = No significativo estadísticamente

CAPITULO VI
ANALISIS DE RESULTADOS

CAPITULO VI

ANALISIS DE RESULTADOS

6.1. EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD DE LAS SÉMOLAS

Los resultados de la distribución de tamaño de partícula de la sémola comercial, de las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo son presentados en la Tabla I.

La sémola comercial (S.C.) tuvo un diámetro medio de partícula de 335 a 112 micras, con el mayor porcentaje de 112 micras (43.90%), el resto se encontró distribuido de 335 a 163 micras y un porcentaje mínimo de 622 micras (0.80%).

Del fraccionamiento de la S.C. por tamizado en el laboratorio se obtuvieron tres fracciones: La fracción fina (F.F.) que tuvo un diámetro medio de partícula localizado en un rango de 163 a 112 micras (40.10% y 51.50% respectivamente), con un pequeño porcentaje de 214 micras (8.10%). La fracción media (F.M.) tuvo un diámetro medio de partícula de 214 a 112 micras, concentrándose en 214 y 163 micras (42.80% y -

35.50% respectivamente) y con el 21.00% de 112 micras. La fracción gruesa (F.G.) tuvo un diámetro medio de partícula localizado en el rango de 335 a 214 micras, concentrándose en 335 micras (80.50%) y con un pequeño porcentaje de 622 micras (4.00%).

Del fraccionamiento de la S.C. realizado por el molino de trigo industrial se obtuvieron solamente dos fracciones: La fracción identificada como sémola fina (S.F.) que tuvo un diámetro medio de partícula de 214 a 112 micras, concentrándose en 163 y 112 micras (30.90% y 47.30% respectivamente) y con el 21.20% de 214 micras. Se observó su semejanza con la fracción fina (F.F.) obtenida en el laboratorio. La sémola gruesa (S.G.) tuvo un diámetro medio de partícula de 335 a 214 micras concentrándose en 335 micras (76.10%) y con un porcentaje mínimo de 214 micras (2.50%). Se apreció que el fraccionamiento efectuado en el molino de trigo no logró una distribución de tamaño de partícula tan uniforme como el realizado en el laboratorio, advirtiéndose que ambas fracciones obtenidas en el molino de trigo contiene partículas que corresponden a la fracción media (F.M.) obtenida en el laboratorio.

En el diagrama No. 5 se apreció que la F.G. tuvo la distribución de tamaño de partícula más uniforme, seguida de la F.F. y F.M.; y en el diagrama No. 6 se observó que la dis

tribución de tamaño de partícula más uniforme fue en la S.G. También en los diagramas se apreció el tamaño de partícula de las fracciones en base a la abertura de la malla; la F.F. tuvo un tamaño de partícula menor a 177 micras (paso la mayor parte a través del tamiz 80 U.S.), la granulometría de la fracción es una de las sugeridas en la bibliografía para la elaboración de pastas alimenticias. En la F.M. el 79.00% de las partículas es menor a 150 micras (fue retenida en el tamiz 100 U.S.), cumplió con las especificaciones que fija la norma oficial mexicana para una harina de grano III. La F.G. paso totalmente a través del tamiz 20 U.S., el 0.70% a través del tamiz 100 U.S. y además el 80.50% fue mayor a - - 250 micras (se retuvo en un tamiz 60 U.S.), la granulometría de la fracción es sugerida en la bibliografía para la elaboración de pastas alimenticias y también está dentro de los - estandares de identidad de la F.D.A. para sémola. El tamaño de la S.F. fue menor de 250 micras (paso totalmente a través de un tamiz 60 U.S.) la granulometría de esta fracción no correspondió a norma alguna o referencia bibliográfica para la sémola utilizada en la elaboración de pastas alimenticias. La S.G. tuvo un diámetro mayor a 177 micras y menor a 420 micras cumpliendo con los estandares de identidad de la F.D.A. y su granulometría es sugerida en la bibliografía para la sémola empleada en la elaboración de pastas alimenticias.(31)

Los resultados del análisis físico de la sémola comercial, de las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo son presentados en la Tabla II.

El contenido de humedad de las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo fue similar al de la sémola comercial.

El color de las fracciones fue más claro, conforme disminuyó el tamaño de partícula de las fracciones (Gráfica No. 1) y el color apreciado visualmente fue más crema siendo este simplemente el efecto de la cantidad de luz reflectada sobre la superficie de las partículas. (31)

La F.G. tuvo mejor aspecto, su color apreciado visualmente fue amarillo claro pero con notorios puntos de salvado, y como su tamaño de partícula fue mayor al de la F.M. y F.F. por ello reflectó menor cantidad de luz. El color de la F.M. y F.F. apreciado visualmente fue amarillo crema. Las fracciones obtenidas en el molino de trigo tuvieron semejante tendencia. La S.G. tuvo mejor aspecto que la F.G. por no ser apreciados los puntos de salvado en la superficie de las partículas.

La diferencia de tamaño que tuvo el diámetro promedio de los gránulos de almidón de la sémola comercial, de las --

fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo es mínima. Se observó en la gráfica No. 2 la tendencia: conforme disminuyó el tamaño de partícula de las fracciones, el diámetro promedio de los gránulos de almidón disminuyó ligeramente.

En la fracción gruesa se localizaron los gránulos de almidón de mayor tamaño, tal vez por provenir de la parte central del endospermo del grano de trigo. (14) Un comportamiento similar tuvieron las fracciones obtenidas en el molino de trigo.

Los resultados del análisis químico de la sémola comercial, de las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo son mostrados en la Tabla III.

Se observó que el contenido de proteína tuvo la misma tendencia que el contenido de cenizas en las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo. El contenido de proteína y cenizas, aumentó al disminuir el tamaño de partícula de las fracciones (Gráfica No. 3 y Gráfica No. 4) Esta tendencia se puede explicar en base a la composición química del grano de trigo, el contenido de proteína y cenizas se encuentra distribuido diferencialmente en el grano de trigo siendo más alto en la superficie del endospermo que en el centro, las partículas de sémola de tamaño mayor-

al parecer provienen del centro del endospermo que es más fuerte y tiene la mínima tendencia a quebrarse durante el proceso de molienda. (16, 17, 30, 41)

La F.F. tuvo el mayor contenido de proteína y cenizas (12.09%, 0.92% respectivamente) y el menor contenido la tuvo la F.G. (10.95%, 0.58% respectivamente). Semejante tendencia presentaron las fracciones obtenidas en el molino de trigo.

La diferencia presentada en el contenido de proteína y cenizas de la sémola comercial y las fracciones obtenidas tanto en el laboratorio y molino de trigo, se debió a que la sémola comercial proviene de todo el endospermo del grano de trigo. (14, 30)

En lo referente al contenido de cenizas, el contenido de la S.G. (0.61%) fue ligeramente mayor al de la F.G. (0.58%) siendo que la S.G. contiene mayor porcentaje de partículas de menor tamaño al de la F.G. y el contenido de la S.F. (0.71%) fue menor al de la F.M. y F.F. (0.81% y 0.92% respectivamente) las diferencias anteriores se debieron talvez, a que el molino de trigo industrial además de clasificar por tamaño las partículas de la sémola comercial, también purificó las fracciones que obtuvo. (13, 25, 31)

Los resultados de contenido de acidez en las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo tuvieron similar tendencia al contenido de proteína y cenizas (Gráfica -- No. 6), disminuyó el contenido de acidez al disminuir el tamaño de partícula de las fracciones porque al parecer mayor cantidad de germen es concentrado en las fracciones más finas lo que implica el mayor contenido de acidez en ellas. (14, 21, 25, 31)

El contenido de acidez fue mayor en la F.F. (1.18%) y menor en la F.M. y F.G. (1.10% y 0.86% respectivamente) debido al mayor contenido de ácidos grasos insaturados y los niveles más altos de actividad lipoxidasa que contiene el germen del grano de trigo, el cual es distribuido a través del sistema de molienda contaminando con germen en mayor proporción a las fracciones más finas. (2, 29, 31). Un comportamiento similar tuvieron las fracciones obtenidas en el molino de trigo.

Se observó que el contenido de gluten húmedo tuvo tendencia parecida al contenido de proteína en las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo. El contenido de gluten húmedo aumentó al disminuir el tamaño de partícula de las fracciones (Gráfica No. 5).

El contenido del gluten húmedo más elevado lo tuvieron-

las fracciones de tamaño de partícula más fina de distribución uniforme y el contenido más bajo fue el de la sémola comercial de distribución de tamaño de partícula no uniforme.

Durante la determinación de contenido de gluten húmedo se apreció que este tuvo poca integración, quedando partículas de sémola no integradas en el tamiz 60 U.S. utilizado durante el lavado de la masa formada. Esta pérdida fue más notoria en la sémola comercial ocasionando errores en la determinación. Se obtuvo menor pérdida en la F.M. y en las fracciones de tamaño de partícula mayor (F.G. y S.G.) casi no hubo pérdidas. Las pérdidas probablemente se deban a lo heterogéneo del tamaño de partícula y al tamaño de la partícula. En la determinación el tiempo de reposo de la masa formada es constante sin embargo, el tiempo de desarrollo de la masa en las fracciones de tamaño de partícula mayor de distribución uniforme fue mayor (Tabla IV). (35)

Los resultados de contenido de pigmentos son muy parecidos. El contenido de pigmentos aumentó mínimamente conforme disminuyó el tamaño de partícula de las fracciones (Grafica No. 7). El comportamiento de las fracciones obtenidas en el molino de trigo es similar al obtenido en las fracciones del laboratorio. Este comportamiento se explica en base a la composición química del grano de trigo, el mayor contenido de pigmentos carotenoides se localizan en las capas externas

del grano y las partículas más finas provienen de la parte exterior del endospermo y capas externas del grano. (14, 25, 31)

Los resultados de las pruebas reológicas de la sémola comercial, de las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo de los farinogramas realizados son presentados en la Tabla IV y los farinogramas son anexados.

Los resultados indican el aumento de absorción de agua y la ligera disminución de la fuerza del gluten conforme disminuye el tamaño de partícula de las fracciones.

La F.G. tuvo un más bajo grado de absorción de agua - - (61.10%) en comparación con la F.M. y F.F. (69.30% y 71.00% respectivamente) a la misma consistencia (500 unidades farinográficas). La F.M. muestra ligeramente más baja absorción de agua que la F.F. Semejante comportamiento de absorción de agua mostraron las fracciones obtenidas en el molino de trigo. El incremento en el grado de absorción de agua al -- disminuir el tamaño de partícula de las fracciones es causado por el mayor contenido de proteína menor tamaño de partícula e incremento en el daño de los gránulos de almidón el cual es mayor conforme avanza el sistema molienda. (13,14)

El tiempo de desenvolvimiento de la masa es menor en la

F.F., ligeramente mayor en la F.M. y mayor en la F.G. o sea disminuyó el tiempo de desenvolvimiento de la masa al disminuir el tamaño de partícula de las fracciones, esto se debió al mayor contenido de proteína, que aumentó al disminuir el tamaño de partícula de las fracciones (24, 38, 40)

Los resultados mostraron la mayor estabilidad de la masa de la F.G. (10.20 minutos), la F.M. y F.F. tuvieron igual estabilidad (8.00 minutos). El índice de tolerancia aumentó al disminuir el tamaño de partícula siendo la curva del farinograma más ascendente en las fracciones de mayor tamaño de partícula indicando ello que el gluten es más fuerte. Investigaciones realizadas (6, 11, 28), concuerdan con el comportamiento antes mencionado. Las fracciones obtenidas en el molino de trigo siguen el mismo comportamiento de la fracción obtenida en el laboratorio solo que su índice de tolerancia fue mayor, debido a su distribución de tamaño de partícula -- menos uniforme. (24)

Sin embargo la operación de amasado en el proceso de -- elaboración de pastas alimenticias se realizó a absorción de -- agua constante (28.00% - 29-00%). La investigación hecha -- (24) acerca del efecto del tamaño de partícula de las sémolas -- elaboradas a partir de la variedad de trigo cristalino -- a absorción de agua constante (31.50%) indicó el siguiente -- comportamiento: la consistencia de la masa y el índice de --

de tolerancia aumentó conforme disminuyó el tamaño de partícula de las fracciones de sémola en estudio. Cabe mencionar que el tamaño de partícula estudiado en la investigación, es similar a el de las fracciones obtenidas en el laboratorio. También menciona la relación inversa entre el grado de absorción de agua y la consistencia de la masa -- cuando el contenido de proteína es la constante. En base al comportamiento antes mencionado y la relación anterior -- el comportamiento seguido por las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo es invertido cuando la absorción de agua se mantiene constante, siendo este: la fuerza del gluten aumenta ligeramente conforme disminuye el tamaño de partícula de las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo.

No se realizaron las farinogramas a una absorción de agua constante de 28.00% - 29.00% por no poseer el farinógrafo utilizado expansor de escala.

Los resultados de las pruebas reológicas de la sémola comercial y de las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo de los amilogramas realizados son presentados en la Tabla V y los amilogramas son anexados.

Los resultados mostraron el aumento de la actividad -- amilolítica y de la velocidad de gelatinización del almidón--

ligeramente más rápida conforme disminuyó el tamaño de partículas de las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo.

Observando los amilogramas obtenidos a partir de las fracciones, se apreció el cambio en su aspecto provocado por la granulometría de las fracciones. La curva más elevada fue la de la F.F. (510 unidades amilográficas) seguida de la F.M. y F.G. La misma tendencia presentaron las fracciones obtenidas en el molino de trigo. (6)

La disminución de la viscosidad después de dos minutos de haber alcanzado la viscosidad máxima es mayor en la F.F., indicando ésta que posee la mayor actividad amilolítica, seguida de la F.M. y F.G. La mayor actividad amilolítica es debida al mayor daño sufrido en los gránulos de almidón de las fracciones más finas, lo que da mayor facilidad de ataque a las enzimas beta-amilasas. (13, 31) Semejante comportamiento tuvieron las fracciones obtenidas en el molino de trigo.

Los resultados mostraron la ligera diferencia en la rapidez de gelatinización de los gránulos de almidón entre la F.G. (45 minutos) y la F.M. y F.F. (43 minutos). Similar diferencia presentaron las fracciones obtenidas en el molino de trigo. La pequeña diferencia en la rapidez de gelatinización se cree que es debido a la mínima diferencia existente-

entre el tamaño promedio de los gránulos de almidón de las fracciones (Tabla I). (14)

6.2. EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS.

A. PRODUCTO SECO

Con respecto a la calidad de los productos secos elaborados a partir de la sémola comercial, de las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo, los resultados de su análisis físico y químico son presentados en la Tabla VI y la Tabla VII.

El análisis físico mostró que la uniformización del tamaño de partícula de la sémola comercial mediante el fraccionamiento en el laboratorio y molino de trigo disminuyó notablemente el contenido de puntos blancos en la superficie de los productos elaborados, siendo mayor esta disminución en los productos elaborados con las fracciones más finas, (Gráfica No. 8).

El spaghetti elaborado con la S.C. tuvo el mayor contenido de puntos blancos en su superficie (76.50%) además fue el único en que hubo estrellamiento, después de ocho días -- de su elaboración. Esto se debió a la diferencia de tamaño-

de las partículas de la sémola comercial lo cual permite una uniforme hidratación de las partículas durante la operación de mezclado en el proceso de elaboración de pastas alimenticias por la diferente absorción de agua de las partículas -- (Tabla IV), (2)

Los productos elaborados con las fracciones de granulometría fina mostraron un contenido más bajo de puntos blancos en su superficie, tomando como referencia el producto elaborado con sémola comercial. Por ser de granulometría fina y de uniforme tamaño de partícula, la absorción de agua y el tiempo de formación de la masa es similar, por consiguiente la hidratación de las partículas es homogénea y la superficie es más lisa en el producto terminado. (2, 6).

El contenido de acidez de los productos elaborados a partir de la sémola comercial, de las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo es ligeramente mayor al de la materia prima y guardó similar tendencia (Gráfica No. 10). El ligero aumento en el contenido de acidez del producto es debido a la fermentación ácida sufrida por el producto durante la operación de secado, indicando este un buen control de la operación. (32)

El contenido de pigmentos de los productos es ligeramente menor al de la materia prima guardando semejante comporta

miento (Gráfica No. 11). La ligera disminución se debe a la oxidación de los pigmentos xantofilos y carotenoides provocada por la acción de la actividad lipoxidasa presente en la materia prima, siendo su desarrollo óptimo en la operación de secado. (23, 26)

Los resultados de color obtenidos de la prueba panel de preferencia realizada, indicaron que solamente dos tonalidades de color fueron apreciadas por los panelistas en los productos elaborados. El color amarillo claro de los productos elaborados a partir de la F.G., S.G. y el color amarillo obscuro de los productos elaborados a partir de la S.C., F.F., y F.M. y S. F., mostrando su preferencia por los productos de color amarillo claro.

En cambio, en el espectrofotómetro de reflectancia relativa, se detectaron cinco tonalidades de color que agrupadas de acuerdo a los resultados que arrojó la prueba panel fueron: Las tonalidades de color amarillo obscuro con valor de 52 en los productos elaborados a partir de la F.F. y S.C., de 51 en el producto elaborado a partir de la F.M. y de 50 en el producto elaborado a partir de la S.F.; estos valores indican que los productos más oscuros son los elaborados a partir de la F.F. y S.C. Las tonalidades de color amarillo claro con valor de 56 en el producto elaborado a partir de la F.G. y de 63 en el producto elaborado a partir de la S.G.

El producto más claro fue el elaborado a partir de la S.G. - Se observó la correspondencia en las dos formas de evaluación del color.

El color de los productos fue más oscuro conforme disminuyó el tamaño de partícula de las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo (Gráfica No. 9). Parte-se debió a la mayor consistencia de la masa, aumentando ésta conforme disminuye el tamaño de partícula cuando el grado de absorción de agua se mantiene constante, y en menor proporción a la cantidad de partículas oscuras que contiene la materia prima empleada en su elaboración (salvado y puntos castaños inatos de la variedad de trigo empleada en la obtención de la materia prima). Al ser mayor la consistencia en la masa, la estructura de la pasta es más densa y la cantidad de luz reflejada es menor, apreciándose visualmente un color más oscuro y en el espectrofotómetro de reflectancia un valor más bajo. (22, 24, 31)

B. PRODUCTO DESPUES DEL COCIMIENTO.

Los resultados de las pruebas físicas de los productos elaborados a partir de la sémola comercial, de las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo después del cocimiento, son presentados en la Tabla VIII.

El grado de cocimiento de todos los productos elaborados permaneció constante.

Hubo ligeros cambios en el grado de absorción y en el aumento de volumen después del cocimiento de los productos elaborados (Gráfica No. 12 y Gráfica No. 13). Al parecer hubo una ligera disminución del grado de absorción y del aumento de volumen de los productos elaborados a partir de las fracciones de mayor tamaño de partícula (F.G. y S.G.). Esta disminución puede ser debido al menor contenido de proteína y posible menor daño de los gránulos de almidón de las fracciones de mayor tamaño de partícula, lo que da como resultado, una menor captación de agua por el producto, considerando que la velocidad de gelatinización de los gránulos de almidón se mantuvo constante en todos los productos elaborados. (4, 8, 28, 35)

En relación al contenido de sólidos del agua de cocimiento, los productos elaborados a partir de las fracciones obtenidas en el laboratorio y el molino de trigo, con respecto al producto elaborado a partir de la sémola comercial, disminuyó notablemente, aproximadamente en 40% (Gráfica No. 14). El contenido de sólidos en el agua de cocimiento de los productos elaborados a partir de las fracciones de menor tamaño de partícula (F.F. y S. F.) fue ligeramente menor por contener mayor contenido de proteína. (8,28)

El índice de tolerancia al cocimiento fue ligeramente menor en el producto elaborado a partir de la sémola comercial (Gráfica No. 15) tomando como referencia los productos elaborados a partir de las fracciones. Tuvieron ligeramente mayor índice de tolerancia al cocimiento, los productos elaborados a partir de las fracciones de menor tamaño de partícula (F.F. y S.F.) debiéndose éste a su mayor contenido de gluten y calidad del mismo (11, 27, 28)

6.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

El análisis estadístico de los resultados del análisis físico y químico de la sémola comercial, de las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo, es presentado en la Tabla IX y Tabla X.

Los resultados del análisis estadístico, mostraron la diferencia en los parámetros evaluados entre la sémola comercial y las fracciones obtenidas, tanto en el laboratorio y molino de trigo, excepto en el tamaño promedio del gránulo de almidón.

Las diferencias que existieron entre la F.F. y S.F son solamente en el contenido de proteína, contenido de cenizas y color, y las diferencias entre la F.G. y S.G fueron en -

contenido de pigmentos y color, dibiéndose éstas a la posible purificación de las fracciones elaboradas en el molino de trigo y su tamaño de partícula menos homogéneo.

El análisis estadístico de los resultados del análisis físico y químico de los productos elaborados a partir de la sémola comercial, de las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo, son presentados en la Tabla XI y la Tabla XII.

Los resultados del análisis estadístico, mostraron la diferencia en la apariencia del producto elaborado a partir de la sémola comercial y los productos elaborados a partir de las fracciones del laboratorio y molino de trigo.

Las diferencias que existieron entre los productos elaborados a partir de las fracciones de tamaño de partícula menor y los productos elaborados de las fracciones de mayor tamaño de partícula, fueron contenido de pigmentos y color.

El análisis estadístico de los resultados de las pruebas físicas de los productos elaborados a partir de la sémola comercial, de las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo, es presentado en la Tabla XIII.

Los resultados del análisis estadístico indicaron la

diferencia en el contenido de sólidos en el agua de cocimiento e índice de tolerancia al cocimiento del producto elaborado a partir de la sémola comercial y los productos elaborados a partir de las fracciones obtenidas en el laboratorio y molino de trigo, existiendo solamente diferencia en el grado de absorción con los productos elaborados a partir de las fracciones de tamaño de partícula mayor (F.G. y S.G.).

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se logró una distribución de tamaño de partícula más - - homogénea de la sémola comercial, mediante el tamizado - de ella a nivel laboratorio y una clasificación en un molino de trigo industrial.
2. De los dos fraccionamientos efectuados a la sémola comercial, resultó mas uniforme el tamaño de partícula de las fracciones obtenidas en el laboratorio.
3. Con la uniformización de tamaño de partícula se mejora--ron algunos atributos de calidad de la sémola comercial:

a) GRANULOMETRIA

En lo referente a las especificaciones de granulometría, la mayoría de las fracciones obtenidas cumplieron con las normas de calidad y sugerencias de la bibliografía para la sémola empleada en la elaboración de pastas alimenticias. La F.F. cumplió con una de-

las sugerencias de la bibliografía, la F.M. estuvo dentro de las especificaciones que marca la norma oficial mexicana y las fracciones de granulación gruesa (F.G. y S.G.) estuvieron dentro de los estándares de identidad de la F.D.A. y sugerencia bibliográfica.

b) COLOR

Las fracciones de granulación gruesa (F.G. y S.G.) tuvieron mejor aspecto, su color apreciado visualmente fue amarillo claro.

c) PROTEINA Y GLUTEN HUMEDO

El contenido de proteína y gluten húmedo fue mayor en las fracciones de tamaño de partícula menor (F.F y S.F).

4. El efecto que tuvo la uniformización de tamaño de partícula de la sémola comercial sobre algunos atributos de calidad del producto terminado fue positivo. Los atributos mejorados fueron tanto en el producto seco como en el producto después del cocimiento.

a) CONTENIDO DE PUNTOS BLANCOS EN LA SUPERFICIE DEL PRODUCTO SECO.

El contenido de puntos blancos en la superficie de -

Los productos, disminuyó notablemente (aproximadamente en 70.00 por ciento). Siendo mayor esta disminución en los productos elaborados a partir de las - - fracciones de tamaño de partícula menor.

b) COLOR DEL PRODUCTO SECO

El cambio de color en el producto seco, fue apreciado visualmente entre los productos elaborados a partir de las fracciones de granulación más gruesa y - los demás productos.

El spaghetti elaborado a partir de las fracciones de granulación más gruesa fue preferido por su tonalidad más clara.

c) ESTRELLAMIENTO DEL PRODUCTO SECO

Los productos elaborados a partir de las fracciones no presentaron estrellamiento.

d) SOLIDOS EN EL AGUA DE COCIMIENTO DEL PRODUCTO COCIDO

El contenido de sólidos en el agua de cocimiento del producto cocido disminuyó en un 40.00 por ciento.

Siendo ligeramente mayor esta disminución en los productos elaborados a partir de las fracciones de granulación más fina.

e) INDICE DE TOLERANCIA AL COCIMIENTO

El índice de tolerancia aumentó ligeramente en los productos elaborados a partir de las fracciones de uniforme tamaño de partícula.

Como conclusión final, se puede mencionar que el efecto de la uniformización del tamaño de partícula de la sémola comercial, fue positivo en los atributos de calidad de apariencia del spaghetti popular, especialmente cuando fueron empleadas las fracciones de sémola comercial de tamaño de partícula mayor, y en algunos atributos de calidad del producto después del cocimiento.

El análisis estadístico arrojó la diferencia en las propiedades físicas y químicas de la sémola comercial y las fracciones de sémola, además la diferencia entre las fracciones de sémola de menor tamaño de partícula las de mayor.

Existió diferencia en el color de los productos elaborados a partir de las fracciones de sémola de menor tamaño de partícula, con los productos elaborados a partir de las fracciones de sémola de mayor tamaño de partícula.

Hay diferencia en la apariencia del producto elaborado a partir de la sémola comercial con respecto a los demás productos elaborados.

De acuerdo con los resultados obtenidos se recomendaría que se realizaran pruebas panel de color en los productos -- elaborados con mayor rigor.

Realizar un estudio de factibilidad económica de la uniformización de tamaño de partícula de la sémola comercial, - tomando como base el rendimiento obtenido de la fracción de sémola de mayor tamaño de partícula (S.G.) en el molino de - trigo industrial.

Se sugiere en la evaluación de la sémola, que será destinada a la elaboración de spaghetti popular, se hiciera énfasis en el tamaño de partícula de la sémola y en su distribución de tamaño de partícula porque al parecer son los atributos que tienen un efecto más marcado sobre la apariencia - del producto terminado.

Realizar un estudio más a fondo, acerca del efecto que tiene la uniformización de tamaño de partícula de la sémola comercial sobre el estrellamiento del spaghetti popular, - cuando las variables del proceso de elaboración son controladas.

Sería recomendable también realizar un estudio similar al presente, con las sémolas obtenidas a partir de las diferentes variedades de trigo cristalino que existen en la - -

República Mexicana y mezclas de ellas, con el fin de poder -
determinar la influencia de cada variedad de trigo sobre los
atributos de calidad del spaghetti popular.

* Algunas recomendaciones del trabajo se están realizando a nivel
industrial por la compañía "A".

BIBLIOGRAFIA

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

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. (1962)
Approved Methods of AACC. Vol. I, II
Seventh Edition
The association St. Paul, Minnesota
2. ANTONELLI, C. (1980)
The Manufacture and Application of Pasta as a Food and
as a Food Ingredient: a review
Journal Food Tecnology, Vol. 15 pp. 125 - 145
3. BANASLK, ORVILLE J. (1981)
Pasta Processing
Cereal Foods World Vol. 26 pp 166-169
4. BEAN, M. M., KEAGY, P.M., FULLINGTON, J.G.,
Jones, F.T. and Mecham D.K. (1974)
Dried Japanese Noodles, I, Properties of Laboratory
Prepared Noodles Doughs from and Damaged Wheat Flours
Cereal Chemistry Vol, 51 pp 416-423
5. BRUNING, ROBERT 1, (1982)
Fluor and Semolina Quality Characteristics Storage and Handling.
Macaroni Journal, July

6. BUHLER BROTHER LTD (1982)
Ch- 9240 - Uswill/Switzerland
D- 3 300 Brauns Chweing/FRG
7. CODE OF FEDERAL REGULATIONS 21 (1979)
Foods and Drugs Administration Standars
Part of the Semolina and Macaroni Productos
Published by the Office of Federal Register
8. DALBON, G. (1982)
Characteristics of Durum Wheat Starch and Cooking Qualities
of Pasta: Some Preliminary Considerations
Macaroni Journal, April, pp 22 - 26
9. DEPTO. DE INVESTIGACION Y DESARROLLO (1983)
Estudio Comparativo de la Calidad del Spaghetti en el Mer-
cado Metropolitano del Distrito Federal
Iconsa, Tultitlán, Edo. de México.
10. DEPTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO (1983)
Estudio Comparativo de la Calidad de la Sémola Empleada en
la Planta entre la Semolina de Estados Unidos
Inconsa, Tultitlán, Edo. de Méx.
11. DEXTER J.E. AND MATSUO, R.R. (1978)
Effect of Semolina Extraction Rate on Semolina
Characteristics and Spaghetti Quality
Cereal Chemistry Vol. 55 pp 841 - 852
12. DONNELLY B.J. (1978)
Trigo Durum y Productos de Pasta
North American Plant Breeders
Berthoud, Colorado 80 513

13. FERNANDES, J.L. A., SHUEY, W.C. AND MANEVAL R.D.
Bread Wheat Granular Millstreams With a Potential for
Pasta Production. I. Physical and Analytic Properties
Cereal Chemistry, Vo. 51 pp 1308 - 320
14. GAOFFROY, R. (1963)
Técnica Molinera
Editorial Rayear, S.A.
15. GERENCIA DE OPERACIONES INDUSTRIALES, DEPARTAMENTO DE NORMAS
DE CALIDAD. (1980)
Manual de Procedimientos Analíticos Industriales Conasupo
16. HARRIS, R. H. AND WHITE, S.N. (1938)
A Study of Various Characteristics of Mill-Stream
Flours and their Relation to Loaf Volume.
Cereal Chemistry, Vol. 15 pp 439 - 447
17. HINTON, J.J.C. (1959)¹/₂
The distribution of Ash in the Wheat Kernel
Cereal Chemistry, Vol 36 pp 19 -25
18. HUMMEL C. (1966)
Macaroni Products Food Trade Press
London
19. HURLEY D., AGUILAR A., GARIBAY J. Y LANDEROS J. (1980)
Técnicas de Diseño Experimental
Centro de Investigación de Estudios Avanzados
Depto. de Matemáticas
Facultad de Estudios Superiores, Cuautitlán

20. INGLETT, GEORGE E.
Wheat Production and Utilization, Chapter 12
The AVI Publishing Company, INC.
21. INTERNATIONAL GRAIMS PROGRAMS (1980)
Pasta U.S.A.
22. IRVINE, G.N. AND ANDERSON, J.A. (1952)
Factors Affecting The Color of Macaroni
IV Semolina Particle Size
Cereal Chemistry, Vol. 29 pp 65 - 70
23. IRVINE, G.N. AND ANDERSON, J.A. (1953)
Variation in Principal Quality Factors of Durum Wheats
Whith Quality Prediction Tests for Wheat Semolina
Cereal Chemistry, Vol. 30 pp 334-342
24. IRVINE, G.N. BRADLEY J.W. AND MARTIN G.C. (1958)
A Farinograph Technique for Macaroni Doughs
Cereal Chemistry, Vol. 35 pp 153 - 164
25. KENT, N.L. (1971)
Tecnología de Cereales
Tercera Edición
Editorial Acribia
26. MATSUO, R.R., BRADLEY, J.W. AND IRVING G.N. (1970)
Studies on Pigment Destruction During Spaghetti Processing
Cereal Chemistry, Vol. 47 pp 1-5
27. MASTUO, R.R., BRADLEY, J.W. AND IRVING G.N. (1972)
Effect of Content on the Cooking Quality of
Spaghetti
Cereal Chemistry Vol. 49 pp 707 - 711

28. MATSUO, R.R. BRADLEY, J.W. AND IRVING G.N. (1970)
Effect of Gluten on the Cooking Quality of Spaghetti
Cereal Chemistry Vol. 47 pp 173 - 180
29. MILLER, B.S. AND KUMMEROW, F.A. (1958)
The Disposition of Lipasa and Lipoxidasa in Baking and the
Effect of their Relation Products on Consumer Acceptability
Cereal Chemistry, Vol. 35 pp 391 - 398
30. MORRIS, V.H., ALEXANDER, T.L. AND PASCOE, E.D. (1945)
Studies of the Composition of Wheat Kernel, I.
Distribution of Ash and Protein in Center Section
Cereal Chemistry, Vol. 22, pp 35 - 357
31. POMERANZ, Y. (1971)
Wheat Chemistry and Tecnology
Vol. III Chapter 9, 10, 11 and 15
Monograph Series, Second Edition
Published by the American Association of Cereal
Chemists Incorporated, St. Paul, Minnesota
32. RENON, NARCISO Y FERRER, RICARDO (1965)
Fabricación de Pastas Alimenticias
Editorial Serrahima y URPI, S.A.
Barcelona España
33. SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
Norma Oficial Mexicana NOM F - 07 1982
Harina de Trigo
34. SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
Norma Oficial Mexicana, NOM - F - 23 - 1980
Pasta de Harina y/o Sémola para Sopa y sus Variedades

35. SEYAM, A., SHUEY, W.C., MANEVAL, R.D. AND WALSH (1974)
Effect of Particle Size on Processing and Quality of
Pasta Products
Oper. Millers Tech. Bull pp 3497-3502
36. SIMS R.P.A. AND LEPAGE MARIUS (1968)
A Basis for Measuring the Intensity of Wheat
Flour Pigments.
Cereal Chemistry, Vol. 45, pp 605 - 611
37. SNEDECOR, W. GEORGE AND COCHRAN, G. WILLIAM (1971)
Métodos Estadísticos
Compañía Editorial Continental, S.A. México
38. SHUEY W.C. LOCKEN, L. AND LOSKA (1972)
Farinograph Handbook
American Association of Cereal Chemists
The Association St. Paul Minnesota
39. SHUEY W.C. AND TIPPLES, K.H. (1980)
Amylograph Handbook
American Association of Cereal Chemists
The Association St. Paul Minnesota
40. TIPPLES, K.H. MEREDITH AND HOLAS, J. (1978)
Factors Affectin Farinograph and Baking Absorption II
Relative Influence of Flur Components
Cereal Chemistry, Vol. 55 pp 655-660
41. Wichser, F.W. SHELLENBERGER, J.A. AND PENCE (1946)
Relationship of Physical Properties of Wheat
Flour to Granulation
Cereal Chemistry, Vol. 23, pp 381 - 383

42..WINSTON, J.J. AND JACOBS, B.R. (1947)

Using Soybean Lecithin in the Macaroni Industry

Food Industries, Vol. 19 pp 166 - 169

I N D I C E

I N D I C E

	<u>PAG.</u>
RESUMEN	1
 CAPITULO PRIMERO	
INTRODUCCION	4
PASTAS ALIMENTICIAS	5
TIPOS DE PASTAS ALIMENTICIAS	5
MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS EN LA ELABORACIÓN DE PASTAS ALIMENTICIAS POPULARES	6
DEFINICIÓN DE SÉMOLA	6
NORMAS DE CALIDAD DE LA SÉMOLA	6
ATRIBUTOS DE CALIDAD DE LA SÉMOLA CRISTALINA .	10
OBTENCIÓN DE LA SÉMOLA CRISTALINA	10
DIFERENCIAS ENTRE EL TRIGO DESTINADO PARA LA - ELABORACIÓN DE PAN Y DE PASTAS ALIMENTICIAS .	11
AGUA UTILIZADA EN LA FABRICACIÓN DE PASTAS ALI MENTICIAS.	13
PROCESO DE ELABORACIÓN DE PASTAS ALIMENTICIAS	13
ATRIBUTOS DE CALIDAD DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS	20
NORMAS DE CALIDAD DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS .	21
JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	23
PLANTEAMIENTO DEL OBJETIVO DEL TRABAJO . . .	24
 CAPITULO SEGUNDO	
OBJETIVOS	26
DIAGRAMA GENERAL DE EXPERIMENTACIÓN	

CAPITULO TERCERO

PLAN DE TRABAJO	30
---------------------------	----

CAPITULO CUARTO

METODOLOGIA

4.1. IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	35
4.2. RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO Y HOMOGENIZACIÓN	36
4.3. UNIFORMIZACIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE LA SÉMOLA COMERCIAL EN EL LABORATORIO.	36
4.4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA SÉMOLA - COMERCIAL, DE LAS FRACCIONES OBTENIDAS EN EL LABORATORIO Y MOLINO DE TRIGO .	38
A) DETERMINACIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS	38
B) DETERMINACIONES REOLÓGICAS	39
4.5. ELABORACION DE LOS PRODUCTOS.	51
4.6. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS PRODUC- TOS FABRICADOS	55
A) DETERMINACIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS PRODUCTOS SECOS	55
B) DETERMINACIONES FÍSICAS DE LOS PRO DUCTOS COCIDOS	56
4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS MATERIALES	62
EQUIPO, REACTIVOS Y MATERIAL DE LABORA- TORIO	62

CAPITULO QUINTO

RESULTADOS

A) RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y REOLÓGICO DE LAS MATERIAS PRIMAS	65
--	----

B) RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y DE LAS PRUEBAS FÍSICAS DE LOS PRODUCTOS TERMINADOS	88
C) RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	100

CAPITULO SEXTO

ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD DE LAS SÉMOLAS	107
6.2. EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD LOS PRODUCTOS TERMINADOS	119
A) PRODUCTO SECO	119
B) PRODUCTO DESPUÉS DEL COCIMIENTO	122
6.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO .	124

CAPITULO SEPTIMO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	127
BIBLIOGRAFIA	134