

T
664.755
SAL



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Comportamiento reológico de pastas con sémola y pastas con harina
de trigo utilizando lipasa como mejorador enzimático”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

MAGISTER EN CIENCIAS ALIMENTARIAS

Presentada por:

Lady Elizabeth Saltos Arana

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2011

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fortaleza para culminar esta etapa, a mi directora de tesis, Dra. Lourdes Zumalacarregui, al MSc. Luis Miranda y a la Ing. Clarita Benavides por su invaluable ayuda y mis familiares por estar siempre a mi lado.



DEDICATORIA

A mi ángel guardián; Toyita, quien durante nuestra vida juntas demostró su inmenso amor y sacrificio por nosotras sus hijas.

A mis hermanas; Andrea y Madelayne, a mi segunda mama Mercy y a mi segundo papa Jorge.

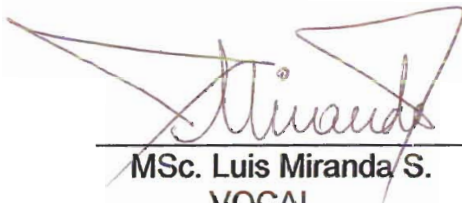
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



MSc. Francisco Andrade S.
PRESIDENTE
DELEGADO DEL DECANO



MSc. José Antonio Suarez
CO-DIRECTOR DE TESIS



MSc. Luis Miranda S.
VOCAL



DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la Espol)

A handwritten signature in dark ink, appearing to be "L. Saltos", is written over a horizontal line.

Lady Elizabeth Saltos Arana

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza el estudio del comportamiento reológico de pastas elaboradas con sémola y pastas con harina de trigo haciendo uso de la enzima lipasa como mejorador enzimático. Inicialmente se procede a caracterizar la pasta con sémola de trigo para conocer principalmente sus especificaciones reológicas, luego se dosifica "in situ" diferentes concentraciones de lipasa en condiciones normales del proceso, analizando así el comportamiento de la viscosidad en función de la dosis añadida por medio de su caracterización. Seguido a esto, se estudia el comportamiento cinético de la actividad enzimática.

Se realiza un diseño experimental evaluando temperaturas y tiempos en la etapa de pre secado que pudieran acarrear riesgos de la inactivación de la lipasa. Posteriormente, se evalúan estadísticamente los resultados de las pruebas de pastas con sémola y con harina con lipasa.

Finalmente, se realiza un análisis sensorial comparativo de las dos alternativas para definir la formulación final del producto propuesto con su respectiva estimación de costos.



BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLOS G.
F. I. M. C. P.

ABSTRACT

In the present paper, we study the rheological behavior of pasta made with semolina and wheat flour doughs using lipase enzyme as a breeder. First proceed to characterize wheat semolina pasta to meet your specifications mainly rheological then dosed in situ different concentrations of lipase in normal process conditions, and analyzing the behavior of viscosity as a function of the dose added by means of their characterization. Following this, we studied the kinetic behavior of enzyme activity.

Experimental design is done by evaluating temperatures and times in the pre drying risks that could result in the inactivation of lipase. Subsequently evaluated statistically the results of tests with semolina pasta and flour lipase.

Finally, sensory analysis is performed comparing the two alternatives to define the final shape of the proposed product with its respective cost estimates.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Pastas: definición, clasificación, propiedades reológicas.....	2
1.2 Sémola y harina de trigo: definición, propiedades, aporte nutricional y aplicación en la industria alimentaria.....	8
1.3 Tecnología y parámetros de proceso en la elaboración de pasta tipo espagueti.....	13
1.4 Aditivos enzimáticos aplicados en la elaboración pasta tipo espagueti.....	17

CAPITULO II

2. PRUEBAS EXPERIMENTALES

2.1 Materiales, equipos y métodos.....	19
2.2 Caracterización del espagueti con sémola de trigo.....	23
2.2.1 Pruebas reológicas: Viscosimetría, Mixogramas.....	23
2.2.2 Pruebas físicas.....	24

2.3 Aplicación de diferentes concentraciones de lipasa en espagueti con harina de trigo.....	26
2.4 Caracterización del espagueti con harina de trigo y lipasa	32
2.4.1 Pruebas reológicas: Viscosimetría, Mixogramas.....	32
2.4.2 Pruebas físicas.....	33
2.5 Estudio del comportamiento cinético de la lipasa.....	34
2.6 Diseño del experimento para determinar pérdidas de actividad enzimática.....	35
2.6.1 Variables y niveles para pruebas experimentales.....	35
2.6.2 Determinación de corridas experimentales.....	36
2.7 Formulación.....	38

CAPITULO III

3. ANALISIS DE RESULTADOS

3.1 Validación estadística de los resultados obtenidos.....	39
3.1.1 Validación de pruebas con sémola.....	39
3.1.2 Validación de pruebas con harina y lipasa.....	40
3.2 Resultados y análisis de evaluación sensorial.....	43
3.3 Caracterización del producto final.....	44
3.4 Estimación de costos.....	44

CAPITULO VI

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

m	Metros
cm	Centímetros
Kg	Kilogramo
mg	Miligramo
g	Gramos
mg/kg	Miligramo por Kilogramo
°C/min	Grados centígrados/minutos
kcal	Kilocalorias
h	Hora
min.	Mínimo
seg.	Segundo
Máx	Máximo
°C	Grados centígrados
Min	Minuto
rpm	Revoluciones por minuto
ml	Mililitros
g/cc	Gramos por centímetro cúbico
P	Tenacidad
L	Extensibilidad
Nm	Newton metro
ppm	Partes por millón

SIMBOLOGÍA

%	Porcentaje
#	Número

INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1.1	Temperaturas de secado por piso..	16
Tabla 2.1	Pruebas físicas de pasta con sémola.....	25
Tabla 2.2	Dosis de lipasa aplicadas en la masa.....	26
Tabla 2.3	Pruebas físicas en pasta con harina y lipasa.....	33
Tabla 2.4	Factores y niveles	35
Tabla 2.5	Corridas experimentales aleatorias.....	37
Tabla 3.1	Prueba de Kruskal-Wallis para Par por Muestra.....	39
Tabla 3.2	Análisis de Varianza para Inactivación lipasa.....	41
Tabla 3.3	Coeficiente de regresión para Inactivación lipasa	42
Tabla 3.4	ANOVA para Calificación por Muestras.....	43
Tabla 3.5	Pruebas de Múltiple Rangos para Calificación por Muestra.....	44
Tabla 3.6	ANOVA para Calificación por Juez	44
Tabla 3.7	Formula de espagueti con harina y lipasa.....	45
Tabla 3.8	Costos comparativos de formulación	45

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe un alto índice de consumo de pastas alimenticias, producidas a partir de diferentes materias primas, partiendo desde las tradicionales con harina de trigo hasta otras más selectivas, lo que pone de manifiesto la necesidad de mantener la competitividad en función de sus características reológicas, sensoriales y económicas.

La pasta elaborada con harina de trigo presenta pegajosidad entre sus hilos a los pocos minutos de haber sido cocida, lo cual es una característica no deseable en el producto final, que ha incrementado las estadísticas de quejas de los consumidores. Lo anterior no ocurre con pastas de sémola debido a que esta posee un mayor contenido de aminoácidos (gliadina y glutenina) que en el amasado forman el gluten, que actúa de manera compacta adheriendo el almidón. La pasta a base de sémola es costosa, por lo que la utilización de aditivos que compacten la pasta utilizando harina podría permitir precios competitivos. Debido a esto, en la industria alimentaria el desarrollo de aditivos enzimáticos tiene una participación muy importante, representando una alternativa viable para cubrir las necesidades actuales.

Es por esto, que el presente trabajo está enfocado en la búsqueda del mejoramiento de las propiedades reológicas de la pasta elaborada con harina de trigo aplicando lipasa, teniendo como patrón de análisis pasta elaborada con sémola de trigo.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Pastas: definición, clasificación, propiedades reológicas.

Definición

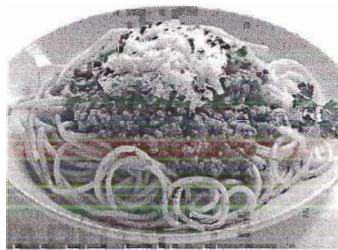


Figura 1.1 Pastas

Productos obtenidos por la deshidratación de porciones en formas variadas de masa preparada con: semolina de trigos duros o de trigo durum, semolina de trigo no duro o no durum, harina de trigo duro o de trigo durum, harina de trigo no duro o de trigo no durum, maíz, arroz, o cualquier otro cereal diferente al trigo, soya o la combinación de las mismas, con agua y con o sin uno o más de los ingredientes opcionales. (Norma Técnica Salvadoreña, NSO 67.03.03:09, Pastas Alimenticias. Especificaciones).

Se entiende los productos no fermentados, obtenidos por la mezcla de agua potable con harina y/u otros derivados del trigo aptos para consumo humano, sometidos a un proceso de laminación y/o extrusión y a una posterior desecación (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1375:2000, Pastas Alimenticias o Fideos. Requisitos).

Es importante considerar que una pasta en su punto debe estar cocida *al dente*, como dicen los italianos. Cuidando este detalle, la pasta resulta mucho más sabrosa y saludable para el organismo.

La expresión italiana *al dente*, quiere decir que al morder un trozo de pasta se debe encontrar el exterior blando y el interior duro. El punto justo de cocción, según han demostrado las investigaciones llevadas a cabo en Inglaterra por los Doctores O'Deal y Nestel favorece la acción de las amilasas, poderosas enzimas segregadas por el páncreas que resultan fundamentales para conseguir una buena y sana digestión.

Por lo tanto, si las pastas están demasiado cocidas, pierden consistencia, su sabor no se fusiona tan fácilmente con las salsas que las complementan y la digestión resulta más lenta.

La cocción, o lo que es lo mismo, el tratamiento térmico de la pasta, elimina una parte muy significativa de los microorganismos que pudiera contener. Como consecuencia, raramente estará implicada en procesos patológicos de origen microbiano. No obstante, merece la pena destacar algunos riesgos asociados a la forma de elaboración, manipulación y conservación de la pasta.

El recalentamiento de la pasta tras su refrigeración provoca la pérdida de hidratos de carbono y, por tanto, de parte de la energía que aporta al organismo. Como norma general, debe atenderse el tiempo transcurrido entre la preparación y el consumo de la pasta. En algunos países, como Italia, la pasta se consume prácticamente después de su preparación, pero en otros, como el nuestro, es frecuente esperar un tiempo que puede oscilar entre unas decenas de minutos hasta varias horas.

Elaborar la pasta con mucha antelación con respecto a su consumo puede provocar efectos inesperados. Dado lo poco conveniente de meter platos demasiado calientes en el frigorífico, la pasta se deja enfriar un tiempo. Si éste es excesivo, las posibilidades de recontaminación del alimento aumentan de forma proporcional. En estas condiciones, en efecto, la velocidad de reproducción de los microorganismos se incrementa exponencialmente de acuerdo al tiempo transcurrido.

El mejor consejo, por tanto, es consumir el producto inmediatamente después de su preparación. De este modo, además de garantizar su seguridad, se mantendrán las condiciones organolépticas óptimas.

Clasificación

Las pastas alimenticias se clasifican: según su clase, contenido de humedad, su forma y composición:

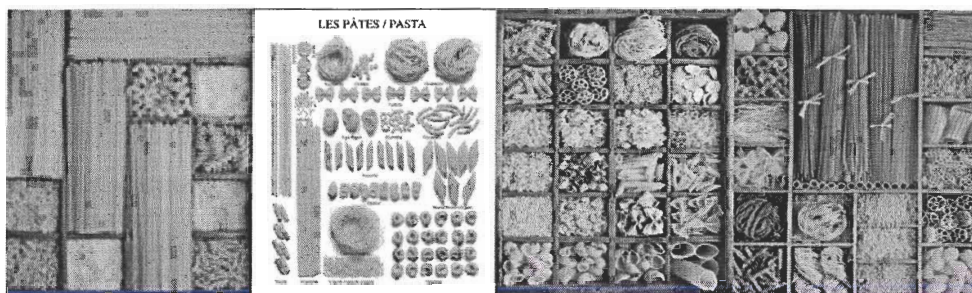


Figura 1.2 Variedades de Pastas

Por su clase

- a. **Pastas alimenticias o fideos simples:** Son los productos definidos en el concepto general de la NTE INEN 1375:2000 sin la adición de ningún otro ingrediente.
- b. **Pastas alimenticias o fideos compuestos:** Son los productos definidos en el concepto general de la NTE INEN 1375:2000 a los que se les ha incorporado en el proceso de elaboración alguna o varias de las siguientes sustancias comestibles: gluten, soya, huevos frescos o deshidratados, leche, verduras frescas, desecadas o en conserva, jugos y extractos.
- c. **Pastas alimenticias o fideos rellenos:** Son los productos definidos en el concepto general de la NTE INEN 1375:2000 simples o compuestos que contienen en su interior un preparado elaborado con una o varias de las siguientes sustancias comestibles: carne de animales de abasto, grasas de animales o vegetales, productos de pesca, verduras, huevos frescos o deshidratados, derivados lácteos u otras sustancias comestibles aprobadas por la autoridad sanitaria competente, con la adición de especias y condimentos autorizados.
- d. **Pastas o fideos especiales:** Son los productos obtenidos por la mezcla de derivados del trigo y/u otras farináceas, aptas para el consumo humano, y/o adicionados otros ingredientes permitidos, excepto aquellas que sean usados para enmascarar defectos físicos y sabores no deseados.



BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLOS G."
F. I. M. C. P.

Por su contenido de humedad

- a. Pastas alimenticias o fideos frescos: Son las pastas alimenticias que presentan aspecto homogéneo y caracteres organolépticos normales, con una humedad máxima del 28%.
- b. Pastas alimenticias o fideos secos: Son las pastas alimenticias sometidas a un adecuado proceso de desecación. Deben presentar un aspecto homogéneo, caracteres organolépticos normales y tener una humedad máxima del 14%.

Por su forma

- a. Pastas alimenticias largas o fideos largos: Tallarines, espaguetti, fettuccini y otros.
- b. Pastas alimenticias cortas o fideos cortos: Su nombre deriva, generalmente de la figura formada y que tienen una longitud menor a 6 cm.; lazos, codiños, caracoles, conchitas, tornillo, macarrón, letras, números, animalitos y otros.
- c. Pastas alimenticias enroscadas o fideos enroscados: Son las pastas alimenticias o fideos largos que tienen forma de rosca, nido, madeja o espiral.

Por su composición

- a. Pastas alimenticias con huevo o fideos con huevo o al huevo: Son las pastas a las cuales, durante el proceso, se les incorpora como mínimo, dos huevos frescos, enteros o su equivalente en huevo congelado, deshidratado, por cada kilogramo de harina, debiendo tener un contenido de por lo menos 350mg/kg de colesterol, calculado sobre sustancia seca en la pasta.
- b. Pastas alimenticias con vegetales o fideos con vegetales: Son las pastas alimenticias a las cuales durante el proceso se les agrega vegetales frescos, deshidratados o congelados o en conserva, jugos y extractos como: zanahorias, remolachas, espinacas, tomates, pimientos o cualquier otro vegetal aprobado por la autoridad sanitaria competente.

- c. Pastas alimenticias de sémola de trigo durum o fideos de sémola de trigo durum: Son las pastas alimenticias elaboradas exclusivamente con sémola de trigo durum.
- d. Pastas alimenticias de sémola o fideos de sémola: Son las pastas alimenticias elaboradas exclusivamente con sémola.
- e. Pastas alimenticias de sémola de trigo durum y sémola o fideos de sémola de trigo durum y sémola: Son las pastas alimenticias elaboradas con la mezcla de sémola de trigo durum y sémola.
- f. Pastas alimenticias de harina de trigo o fideos de harina de trigo: Son las pastas alimenticias elaboradas exclusivamente con harina de trigo enriquecida con vitaminas y minerales.
- g. Pastas alimenticias de mezclas o fideos de mezclas: Son las pastas alimenticias elaboradas con mezclas de harina con sémola o semolina de trigo, agua potable, con la adición de otras sustancias de uso permitido.

Propiedades Reológicas

La Reología es una rama de la ciencia que estudia la deformación de un cuerpo sometido a esfuerzos externos.

Respecto al área de los alimentos, la reología está dirigida hacia dos ámbitos. En primer lugar responder en forma cuantitativa a fenómenos de orden cualitativos como son la percepción de los alimentos a través de los sentidos y por otra parte está dirigida al diseño del equipo y la evaluación de la calidad de los alimentos (Ulloa y Castro, 2001).

La textura de los fideos es un criterio de calidad muy importante que puede afectar el procesamiento, envasado, almacenamiento y manipulación posiblemente, la reacción del consumidor. Con la finalidad de evaluar esta propiedad se han desarrollado diversas técnicas instrumentales, tales como aquellas basadas en pruebas de torsión y tensión. Estas técnicas son efectivas para determinar propiedades físicas fundamentales (De Hombre y Castro, 2003).

Dependiendo del formato de la pasta las propiedades reológicas requeridas van cambiando, pero no de forma drástica. Lo importante es saber medir estas propiedades en la masa para determinar los valores óptimos que permitan obtener un producto final de calidad (Jiménez, 2007).

La viscosidad, la elasticidad y la fuerza tensil son factores determinantes del comportamiento de las masas (Feldman y Cols., 2004).

La viscosidad está directamente relacionada con la gelatinización del almidón, ya que se puede medir de manera continua la resistencia a la agitación de una suspensión de harina-agua mientras se va elevando la temperatura a la velocidad constante de $1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ a partir de 25°C hasta 95°C . De esta forma se detectan los cambios de viscosidad del producto después de la gelatinización del almidón (a los 60°C). Harinas con alta actividad α -amilásica darán viscosidades bajas. Por el contrario harinas con poca actividad α -amilásica darán viscosidades elevadas.

La determinación de la elasticidad y la fuerza tensil o tenacidad son llevadas a cabo según el principio del alveógrafo que consiste en hacer una masa, someterla a hidratación constante y luego a una deformación por hinchamiento, con ayuda de aire insuflado bajo ella; simultáneamente un manómetro sincronizado registra las variaciones de presión dentro del alveolo hasta la ruptura de la bola formada.

Estas variaciones de presión son registradas en una gráfica denominada alveograma.

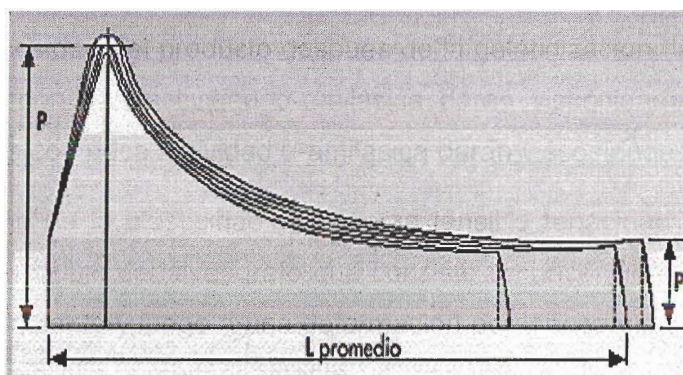


Figura 1.3 Alveograma

Donde **P** es la tenacidad, **L** es la extensibilidad y el área bajo la curva es el trabajo; a mayor tenacidad y extensibilidad que presente la masa mayor será el trabajo que deba efectuar.

Existen adicionalmente otras propiedades reológicas de las masas que caracterizan a las pastas (producto terminado), como son el debilitamiento de la proteína, gelificación del almidón, entre otras.

1.2 Sémola y harina de trigo: definición, propiedades, aporte nutricional y aplicación en la industria alimentaria

Sémola de trigo

Definición: Es la harina gruesa (poco molida) que procede del trigo y de otros cereales con la cual se fabrican diversas pastas alimenticias, se obtiene moliendo el endospermo (albumen farináceo) del trigo duro (*Triticum durum*), el cual presenta el color amarillo natural del grano.

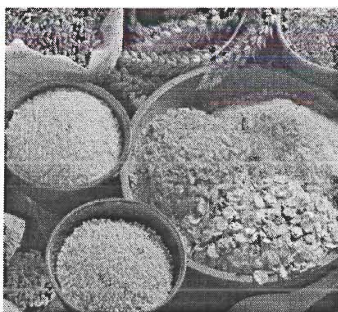


Figura 1.4 Sémola de trigo

Propiedades: La sémola conserva las sustancias alimenticias y vitales del grano entero, con un importante porcentaje de celulosa y fragmentos de germen.

El trigo duro del cual proviene es reconocido como el cereal más noble por sus excelentes cualidades alimenticias. Es muy distinto del trigo blando y se nota incluso a simple vista. El trigo duro tiene tallo fuerte, espiga grande y erguida. Los granos son alargados, translúcidos, muy duros y de color amarillo ámbar.

Es rica en hidratos de carbono que proceden del elevado contenido de almidón que hay en los granos, siendo gran fuente de energía. Contiene alto contenido de gluten que es una glucoproteína que se encuentra en la semilla de muchos cereales combinada con almidón.

El gluten es responsable de la elasticidad de la masa, tiene un bajo contenido de sodio lo que resulta beneficioso para las personas que sufren de hipertensión.

Aporte nutricional

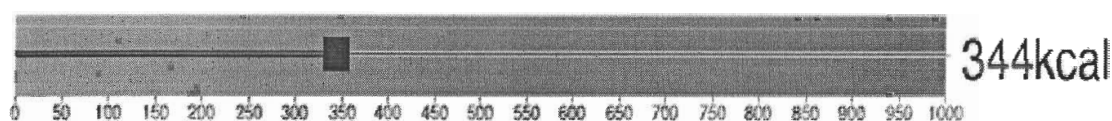
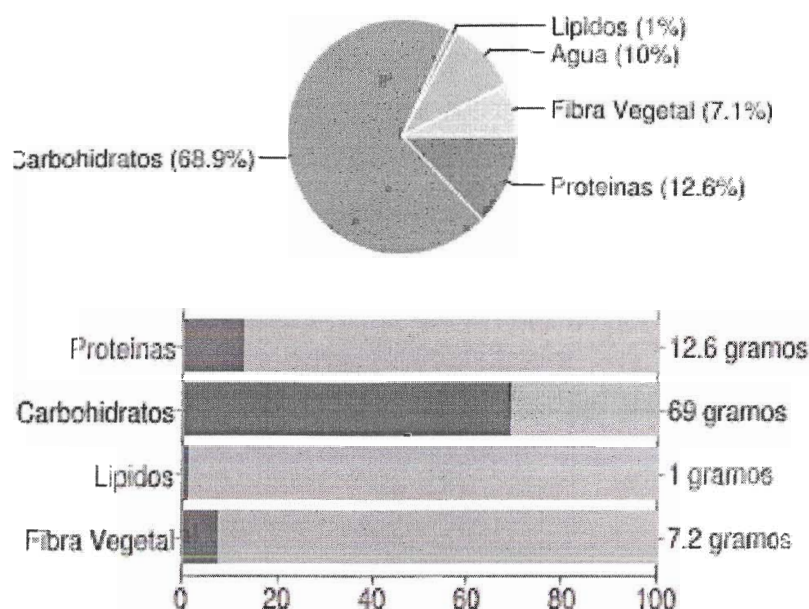


Figura 1.5 Aporte nutricional de la sémola

344 kcal equivalentes a 1440 kJ

Aplicación en la industria alimentaria:

De la sémola se obtiene macarrones, espaguetis y fideos además tiene una aplicación especial para la preparación de cremas, sopas, papillas, purés y tortas. Las pastas alimenticias elaboradas exclusivamente con sémola de trigo se clasifican como de <<calidad superior>>.

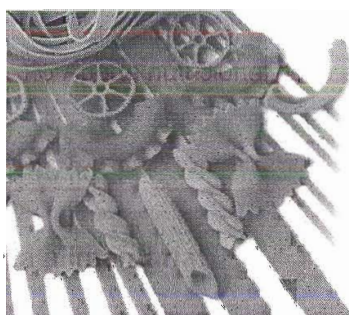


Figura 1.6 Pastas de Sémola

Harina de trigo

Definición: Es un producto que se obtiene de la molienda del endospermo del trigo hasta alcanzar una granulometría fina.

Harina de trigo es el nombre genérico de los productos que se obtienen al moler el grano de trigo libre de sus envolturas celulósicas. De la molienda gradual de dicho cereal se obtienen diferentes clases de harinas, tipificadas comercialmente en Argentina como: cuatro ceros (0000) pastera, tres ceros (000) panadera, dos ceros (00), cero (0), medio cero (medio 0), harinilla de primera y harinilla de segunda.

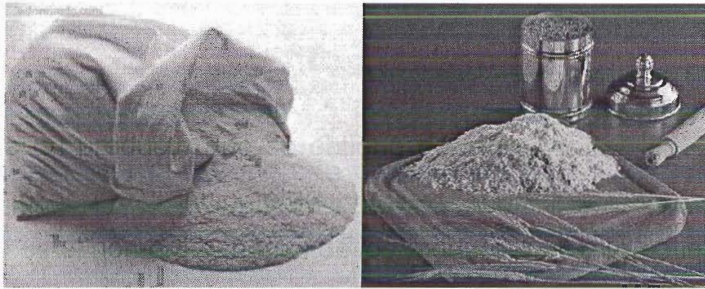


Figura 1.7 Harina de trigo

Propiedades de la harina de trigo:

El principal producto del trigo que se consume es la harina, la que se produce de los trigos blandos se utiliza principalmente para la elaboración de pan. Amasada con agua la harina de trigo tiene la propiedad de formar una masa flexible y moldeable, presenta mayor contenido de carbohidratos que la sémola. Así también presenta las siguientes propiedades:

- **Color.** La harina puede ser blanca o de un color crema suave. Una coloración ligeramente azulada es anormal y advierte sobre el inicio de una alteración.

Numerosas impurezas son producto de un nivel de extracción elevado o de un mal acondicionamiento del trigo.

- **Olor.** Una harina normal tiene un olor propio, ligero y agradable. Las harinas alteradas poseen, por lo general, un olor desagradable.

- **Sabor.** Su gusto tiene que ser a coia fresca. Las harinas alteradas poseen un gusto amargo, agrio y rancio.
- **Granulometría.** El grano de finura de la harina varía según los molinos, tan sólo la práctica permite al panadero discernir al tacto la granulación de la harina. Una prueba basada en tamizados sucesivos permite separar las partes más gruesas, llamadas redondas, de las más finas, denominadas planas.

Aporte nutricional

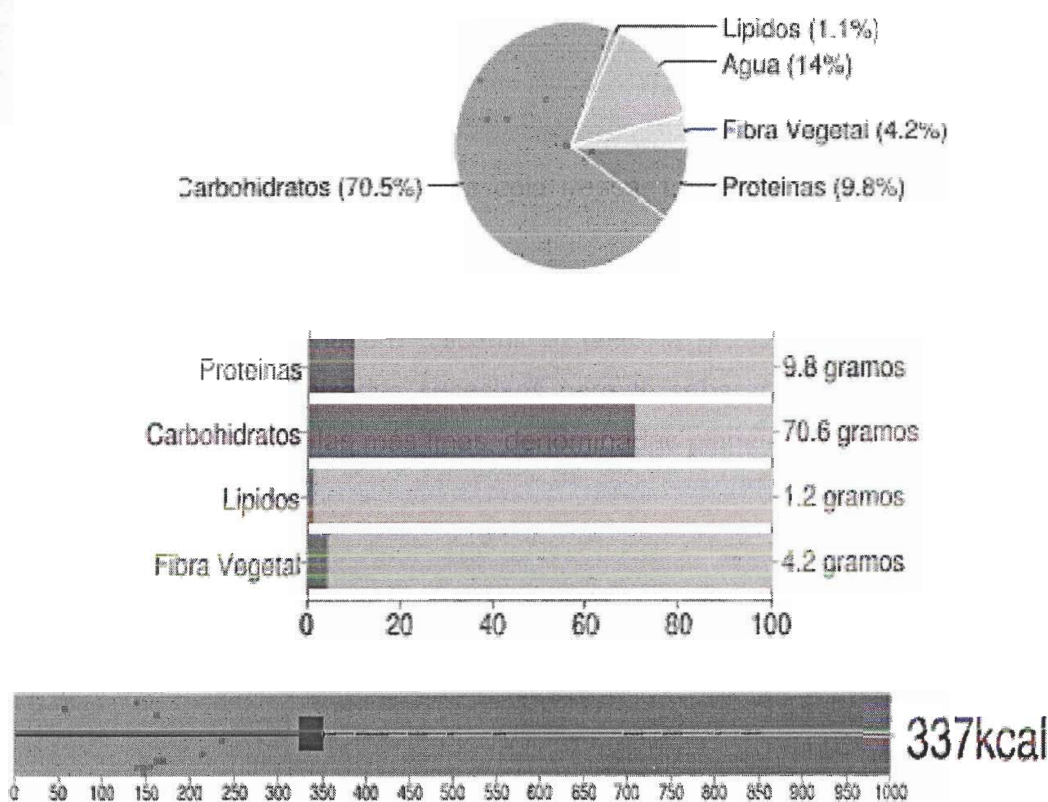


Figura 1.8 Aporte nutricional de la harina

337 kcal equivalentes a 1411 kJ

Aplicación en la industria alimentaria:

La harina de trigo de acuerdo a su composición puede usarse de diversas maneras en la industria alimentaria. Las harinas que contienen un alto contenido de proteínas es decir entre el 11 y 15% son usadas en la elaboración del pan ya que estas permiten obtener un buen leudado debido a la formación de gluten, aproximadamente el 71% de la harina de trigo producida es usada para este fin.

Las harinas más refinadas son usadas en pastelería, estas tienen escasa formación de gluten. Las pastas se elaboran a partir de harina de trigo duro, a continuación se cita aplicaciones de la harina en la industria de alimentos:

Pan ácimo o sin levadura

El pan ácimo o pan sin levadura, se elabora mezclando harina con agua y formando la masa, a la que se le adiciona sal y se le da forma antes de someterla a temperatura alta.

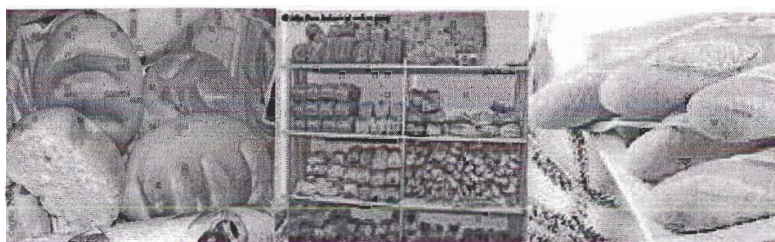


Figura 1.9 Pan ácimo o sin levadura

Pan con levadura

La mayor evolución en la panificación, se dio durante el antiguo Egipto, ya que, ellos fueron quienes descubrieron el proceso de fermentación. El pan fermentado, tiene muchas variedades en diversas regiones del mundo.

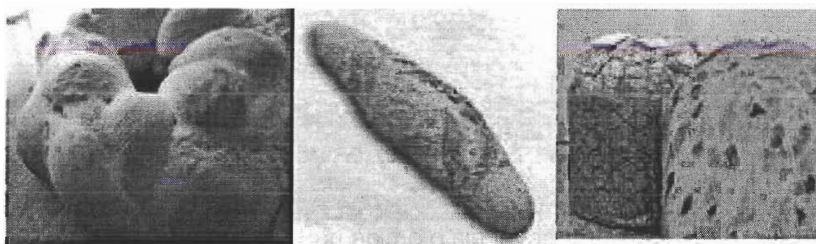


Figura 1.10 Pan con levadura

Galleta

Las galletas, son elaboradas de masa cocida de harina de trigo, con una pequeña cantidad de agua. El trigo, utilizado para las galletas, es la variedad Compactum (también conocida como Club), el cual es débil, debido a que tiene muy poca cantidad de gluten y de proteína y casi siempre, es de baja extracción. La mayor producción de este tipo de trigo, se da en el Reino Unido, el cual, es un importante fabricante de galletas a nivel mundial.



Figura 1.11 Galletas

Pastas alimenticias

Las pastas, son alimentos elaborados a base de harina de trigo, mezclada con agua y a la cual se le puede adicionar huevo, sal u otros ingredientes.

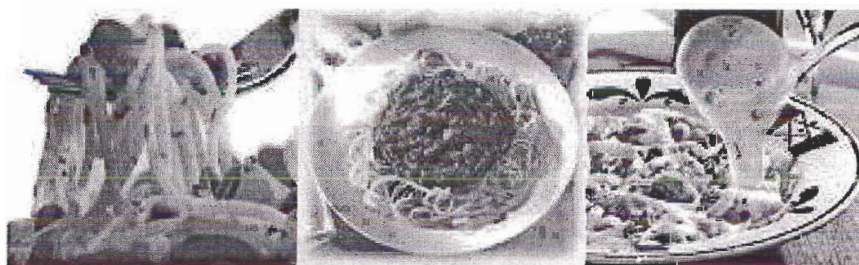


Figura 1.12 Fideos y espaguetis

Carne vegetal

Desde el Lejano Oriente, particularmente desde la China y el Japón, se ha difundido un alimento de alto valor proteico, basado en el gluten del trigo, es llamado carne vegetal o seitán.

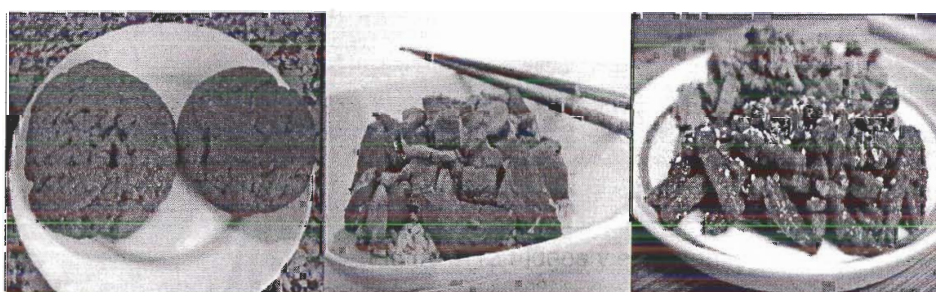


Figura 1.13 Carne vegetal

1.3 Tecnología y parámetros de proceso en la elaboración de pasta tipo espagueti.

Los avances tecnológicos que se presentan en las líneas de fabricación de las pastas ofrecen métodos modernos de amasado, moldeado, secado y envasado reduciendo el tiempo del proceso de manera considerable, lo que trae como

consecuencia un incremento en volúmenes de producción y una disminución de costos. Sin embargo, en algunos casos pueden repercutir en la estabilidad de vitaminas y minerales añadidos, utilizados para fortificar la pasta, así como también de aditivos para mejorar sus características debido a las altas temperaturas de proceso.

A continuación se presenta un proceso de elaboración de pasta tipo espagueti empleado en la empresa interesada en la evaluación; se cita su respectivo diagrama de flujo y descripción de etapas.



BIBLIOTECA "GONZALO TEVALLOS G.
F. I. M. C. P.

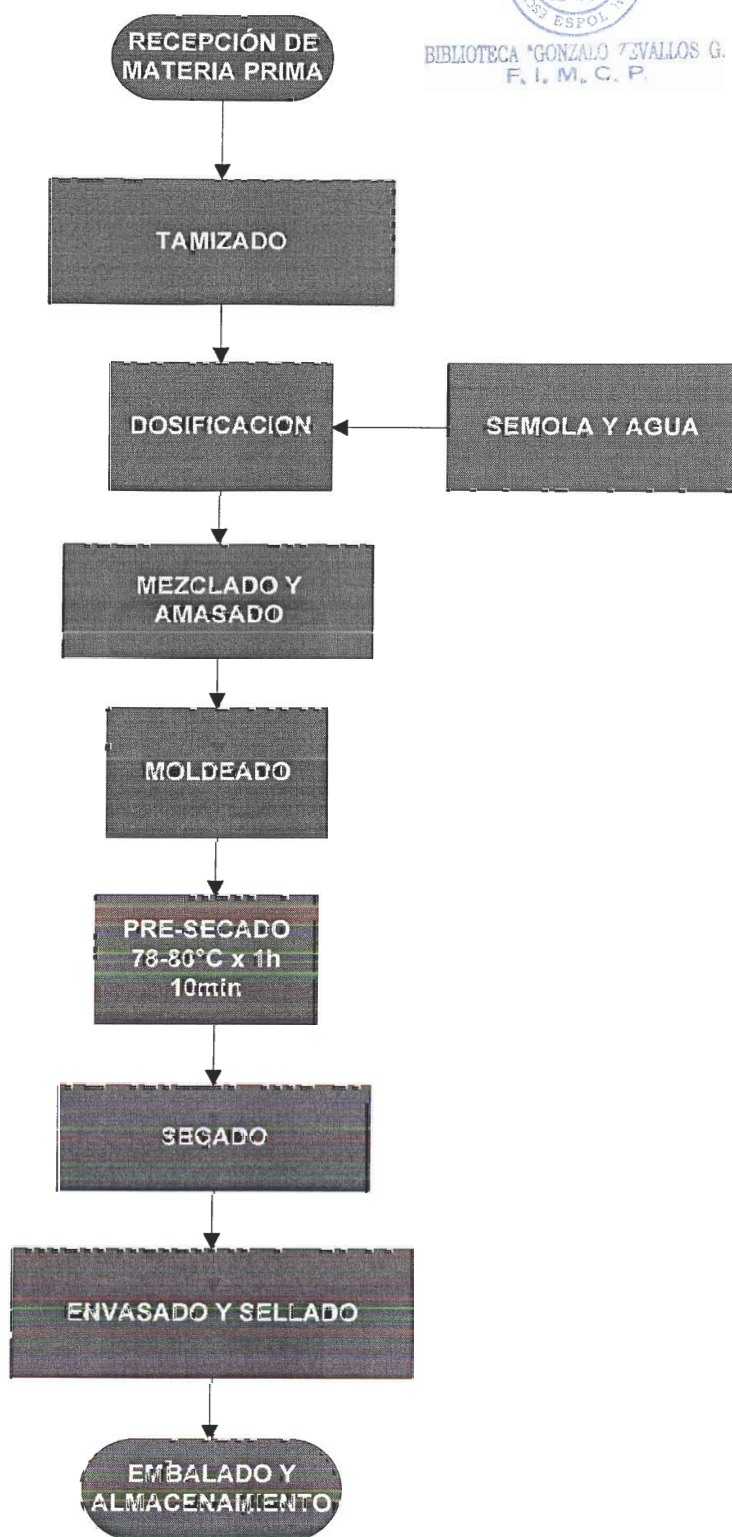


Figura 1.14 Diagrama de la elaboración de pastas tipo espagueti
Elaborado por: L. Saltos-2011

Descripción del proceso:

a. Recepción de las materias primas

La materia prima principal para el proceso de pastas es la sémola, la que es recibida en las bodegas guardando su correcto paletizado y rotulado, pasa por un proceso de análisis por el Departamento de Aseguramiento de Calidad para verificar que cumpla con las especificaciones de aprobación definidas.

b. Tamizado

La sémola es vertida en una tolva que está provista de un tamiz que permite separar algún tipo de impurezas que esta pueda traer.

d. Dosificación

La sémola se dosifica mediante tuberías impulsadas por aire. El agua está dispuesta en una olla cuya dosificación es automática, ya que el equipo usa sensores para calcular las cantidades a dosificar de acuerdo al "seteo" dado en el mando de control.

e. Mezclado y amasado

La sémola y el agua dosificados se mezclan y amasan en las cámaras de amasado que están cerradas y al vacío (con presión de 60-65 mmHg equivalentes a 7.8 – 8.5 kPa). El mezclado se realiza por medio de paletas hasta formar una masa homogénea de poca humedad y consistente gracias al gluten que facilita el moldeado.

f. Moldeado

De la cámara de amasado, mediante tornillos sin fin, la masa obtenida pasa por presión a los moldes que le van a dar la forma definitiva. A este proceso se llama extrusión.

La masa extruída pasa por moldes alargados que tienen orificios de los cuales salen los fideos largos que son cortados por cuchillas rotativas a la longitud del

formato. La pasta es transportada al secador sobre unos transportadores horizontales denominados "cañas".

g. Pre-secado

La pasta ya moldeada, pasa al proceso de pre-secado, que se realiza en un túnel con corriente de aire caliente a una temperatura entre 78-80 °C. Esta etapa se demora 1 hora y 10 minutos aproximadamente. La humedad a la salida de esta etapa es de 17 a 20 %. En este equipo, la pasta es transportada sobre "cañas".

h. Secado

El producto entra al túnel de secado, transportado sobre las "cañas". Este túnel tiene tres pisos de secado. El proceso se realiza por convección, utilizando aire caliente. Cada piso tiene una temperatura de trabajo diferente y a la salida de cada uno, la pasta va a tener diferentes humedades. En la tabla 1.1 se presentan las temperaturas en cada piso de secado y la humedad a la salida de cada uno.

Tabla 1.1 Temperaturas de secado por piso

Piso de secado	Temperatura (°C)	% de Humedad a la salida de cada piso
1	65-70	13-15
2	60-65	12-14
3	54-59	11-12.5

Fuente: Empresa de estudio.

A la salida del secado, se enfría el producto a 35-38 °C. El tiempo total de secado hasta el enfriamiento, dura aproximadamente 12 horas.

i. Envasado y Sellado

La pasta es llevada en canguilones hasta una tolva, que la dirige hacia la envasadora, es un equipo automático, que tiene balanzas incorporadas que controlan el peso neto que va a ser empacado en cada unidad según su presentación. Esta envasadora tiene una selladora de mordazas metálicas

calientes con sensores que detectan las fotocélulas del laminado de empaque para formar cada unidad.

j. Embalado y Almacenamiento

De forma manual se colocan las unidades en fundas o cartones según su presentación, luego son paletizadas, rotuladas y ubicadas en el área de cuarentena para su revisión y aprobación, finalmente son almacenadas en bodegas limpias y ventiladas para su posterior comercialización.

1.4 Aditivos enzimáticos aplicados en la elaboración de pasta tipo espagueti.

Durante mucho tiempo se creyó que la α - y la β -amilasa eran las únicas enzimas que podían usarse en la industria de la molinería y sus derivados. Esta creencia ha cambiado radicalmente desde la introducción de las hemicelulasas que son heteropolisacáridos (polisacárido compuesto por más de un tipo de monómero), formado, en este caso un tanto especial, por un conjunto heterogéneo de polisacáridos, a su vez formados por un solo tipo de monosacáridos unidos por enlaces β (1-4) (fundamentalmente xilosa, arabinosa, galactosa, manosa, glucosa y ácido glucurónico), que forman una cadena lineal ramificada. Entre estos monosacáridos destacan más: la glucosa, la galactosa o la fructosa. La hemicelulosa se caracteriza por ser una molécula con ramificaciones, como lo es el ácido urónico, capaz de unirse a las otras moléculas mediante enlaces que constituyen la pared rígida que protege a la célula de la presión ejercida sobre esta por el resto de las células que la rodean.

En la actualidad, se encuentra en estudio la aplicación de enzimas o mezclas enzimáticas para mejorar características de las pastas, sin embargo, por la diversidad tecnológica en los procesos de fabricación de las mismas, aun no se ha logrado obtener los resultados esperados.

En este trabajo se utiliza a la lipasa como objeto de estudio, en vista de que la bibliografía señala que presenta propiedades idóneas para favorecer las características reológicas de las pastas.

La lipasa es una enzima obtenida del *Thermomyces lanuginosus* y producida por una fermentación sumergida de un microorganismo modificado del *Aspergillus oryzae*; esta puede ser utilizada en la fabricación de pastas y/o fideos hechos a base a harinas de trigo o pan, se debe considerar que presenta inestabilidad catalítica a temperaturas altas (superiores a 85°C). Esta enzima convierte los lípidos no polares en diglicéridos y monoglicéridos, es decir emulsificantes. También existen lípidos polares en la harina de trigo, los fosfolípidos y glicolípidos que pueden convertirse en lisoformas hidrofílicas por medio de algunas lipasas o fosfolipasas especiales. La formación "in situ" de emulsificantes produce un reforzamiento de la masa y reducción de la rapidez de endurecimiento.

El almidón presente en sémolas y harinas está compuesto principalmente de: amilosa y amilopectina. Es bien conocido que la amilosa puede formar complejos con moléculas como yodo, alcoholes y lípidos. La biosíntesis "in situ" de complejos de amilosa-lípidos en almidón con ácidos naturales grasos y fosfolípidos ha sido demostrada (Morrison et al (1993)). Otros han demostrado que la formación del complejo ocurre durante los tratamientos de calor y humedad, (Biliaderis et al., (1999)).

Las grasas y las proteínas tienden a recubrir el almidón, lo que retrasa la hidratación del gránulo y disminuye la tasa de hinchado. La amilosa es capaz de encapsular lípidos, en un complejo que es relativamente insoluble y resiste la gelatinización.

Los lípidos polares (surfactantes/ emulsificantes y ácidos grasos) forman un complejo con el almidón modificando la reología de la pasta o gel resultante disminuyendo la viscosidad y consistencia, inhibiendo la cristalización de las moléculas de almidón durante la retrogradación.

La lipasa, también reduce las pecas de la masa e incrementa la estabilidad del color en los fideos y pasta durante los procesos de laminado y extrusión. Las pastas tratadas con esta enzima tienen una mejora substancial en la firmeza, reducción en la pegajosidad y mayor tolerancia a la sobre-cocción; presentan como característica adicional que brinda una superficie más brillante y mejor estabilidad de color después de cocido.

CAPÍTULO 2

2. PRUEBAS EXPERIMENTALES

Las pruebas de pastas y los análisis físicos de las mismas necesarios en este estudio se llevaron a cabo en una empresa que se dedica a la elaboración de productos de consumo masivo, entre ellos fideos y tallarines o espaguetis, ubicada en la zona industrial de la ciudad de Guayaquil. Cuenta con un proceso productivo que tiene un diseño continuo con rendimiento de 1000 kg/h del cual el mínimo tiempo de proceso es de 30 minutos requiriendo en este tiempo 220 kg de sémola o harina que equivalen a 5 sacos de 44 kg. Mientras que los análisis correspondientes a la caracterización reológica se efectuaron en los laboratorios del proveedor de la enzima lipasa, quien cuenta con los equipos y tecnología que se describen en el contenido de este capítulo.

2.1 Materiales, equipos y métodos

En esta etapa se describen los implementos que se utilizan para las diferentes pruebas.

Materiales

Las materias primas requeridas son la sémola, harina de trigo y lipasa cuyas fichas técnicas se encuentran citadas en los Anexos 1, 2, 3 respectivamente.

Equipos

El equipo principal utilizado para la caracterización de las muestras es el Mixógrafo, cuyas especificaciones se describen a continuación:

Función:

La función principal del equipo es determinar las características físicas de las harinas, caracterizando el comportamiento reológico de una masa sometida a doble obligación de amasadura y de temperatura de una manera predictiva hacia el producto terminado.

Permite medir en tiempo real, el torque o par (expresado en Nm) producido por el paso de la masa entre dos fraseadores y así estudiar las características reológicas de la masa como el debilitamiento de las proteínas, la actividad enzimática y la gelatinización y gelificación del almidón.

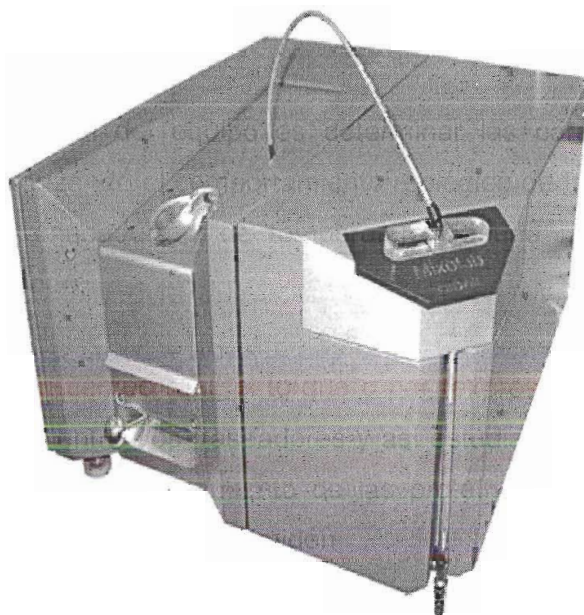


Figura 2.1 Mixógrafo

Técnica de uso:

- Preparar la prueba a partir del programa "Mixolab Chopin".
- Elegir un protocolo predefinido a partir del menú previamente instalado.
- Indicar el nombre de la prueba.
- Introducir la tasa de deshidratación deseada y su base.
- Indicar el contenido de agua de la harina utilizada.
- Hacer clic en el icono de inicio para comenzar la prueba, automáticamente la prueba estará lista para realizarse.
- Aparecerá una nueva ventana indicándole que coloque la harina a analizar.
- Tras cierto tiempo, un mensaje intermitente aparece indicando que "Coloque la boquilla en la vasija previamente limpia antes de colocarla".

- Cuando todos los parámetros hayan alcanzado su valor de consigna, la prueba comienza (autocero, comienzo de registro del par, etc).
- Luego de esto el equipo estará presto para otorgar resultados finales apareciendo en la pantalla las tablas y graficas; todos estos resultados se podrán registrar, imprimir o suprimir.
- Limpiar adecuadamente todos los componentes usados en el equipo.

Pantalla de resultado:

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (° C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5,05	1,07	29,7	0,08	9,58
C2	17,28	0,40	52,7		
C3	23,37	1,48	75,0		
C4	34,25	1,10	78,2		
C5	45,05	1,46	56,0		

índice:

9-42-332

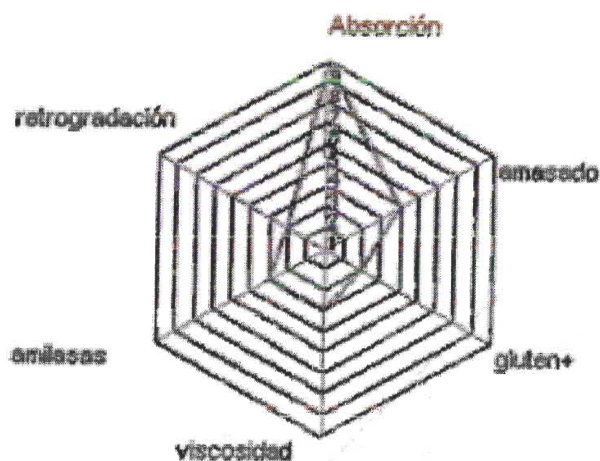


Figura 2.2 Pantalla de resultado del mixógrafo

Lectura de respuestas:

1: Desarrollo

A temperatura constante, el principio de la prueba permite determinar el poder de absorción de agua de las harinas y medir las características de las masas durante la amasadura (estabilidad, elasticidad, potencia absorbida).

2: Debilitamiento de las proteínas (α)

En cuanto la temperatura de la masa aumenta, la consistencia disminuye. La intensidad de este debilitamiento depende de la calidad de las proteínas.

3: Gelatinización del almidón (β), C3

A partir de cierta temperatura, los fenómenos vinculados a la gelatinización del almidón se vuelven preponderantes y se observa entonces un incremento de la consistencia, relacionándose directamente con la viscosidad. La intensidad de este incremento depende de la calidad del almidón y, eventualmente, de los aditivos añadidos.

4: Actividad amilásica (γ)

El valor de la consistencia al final del escalón depende mayoritariamente de la actividad amilásica endógena o añadida. Cuanto más grande sea la disminución de la consistencia, más importante será la actividad amilásica.

5: Gelificación del almidón

Al enfriarse, se reduce el almidón y la consistencia del producto aumenta. Algunos productos químicos tienen una acción sobre este fenómeno y limitan la importancia de este, permitiendo así retrasar el secamiento y conservar mayor flexibilidad al producto elaborado.

Como equipos complementarios para el desarrollo de las pruebas se usó una estufa, una balanza y una hornilla.

Métodos

Se realizan análisis físicos de las pastas como: %humedad, cenizas, proteínas y acidez cuyas técnicas se encuentran citadas en los anexos 4, 5, 6 y 7 respectivamente.

Además, medición de almidón en agua de cocción para observar su desprendimiento y tiempo de resistencia a sobre cocción de la pasta, que según referencias de preparación del consumidor está en un rango de 10 a 15 min. Cabe recalcar que estas últimas técnicas son cualitativas y sus resultados se muestran por medio de fotografías. A continuación se cita la técnica de medición de almidón con Lugol

Técnica de medición de almidón

Materiales

- Agua de cocción de pastas
- Dos matraces
- Gradilla
- Reactivo Lugol

Procedimiento

Se preparan dos tubos de ensayo. En uno de ellos se añade una pequeña cantidad de agua de cocción de pastas y en el otro agua. En ambos se adiciona unas gotas de Lugol. El tubo con agua mostrará el color del Lugol sin reaccionar (resultado -) y el que tiene agua de cocción de pastas el color de la reacción con el almidón (resultado +).

Técnica para cocción de pastas

- Colocar en la hornilla una olla con 1 l de agua a hervir.
- Pesar 100g de pasta seca y añadirlos en la olla
- Revolver constantemente y dejar cocinar por 8 minutos
- Retirar del fuego, colar la pasta y servir.

2.2 Caracterización del espagueti con sémola de trigo

Se ha considerado que el espagueti elaborado con sémola de trigo presenta características reológicas deseadas, por lo que sirve como patrón de análisis de los ensayos. A continuación se describen las pruebas reológicas y físicas realizadas.

2.2.1 Pruebas reológicas: Viscosimetría, Mixogramas

En la caracterización reológica del producto se utiliza el mixógrafo, que entre sus parámetros a evaluar también se encuentra la viscosidad; en el gráfico siguiente se muestra el comportamiento obtenido:

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	4,25	1,09	30,7	0,10	9,98
C2	16,40	0,50	51,9		
C3	23,52	1,53	77,7		
C4	31,40	1,35	85,6		
C5	45,05	2,05	56,8		

Indice: 8-56-355

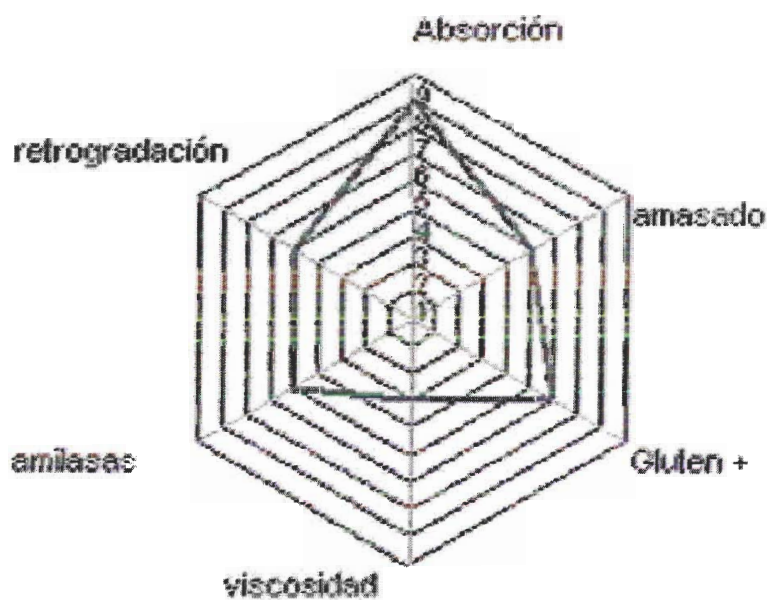


Figura 2.3 Mixograma de la sémola

2.2.2 Pruebas físicas

La tabla 2.1 muestra los valores de la medición de pruebas físicas en la pasta elaborada con sémola:

Tabla 2.1 Pruebas físicas en pasta con sémola

Ensayo	Resultado	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Humedad (%)	13,0	-	14,0	NTE INEN 518
Cenizas (%)	1,0	1,0	1,2	NTE INEN 520
Proteína (%)	14,0	12,0	-	NTE INEN 519
Acides, como Acido Láctico %	380,0	350,0	-	NTE INEN 521

Elaborado por: L-Saltos A., 2011

Prueba de medición lugol en agua de cocción

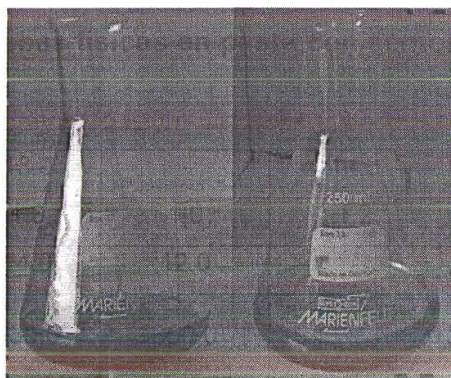


Figura 2.4 Blanco y agua de cocción de pasta con sémola

Pruebas de cocción:

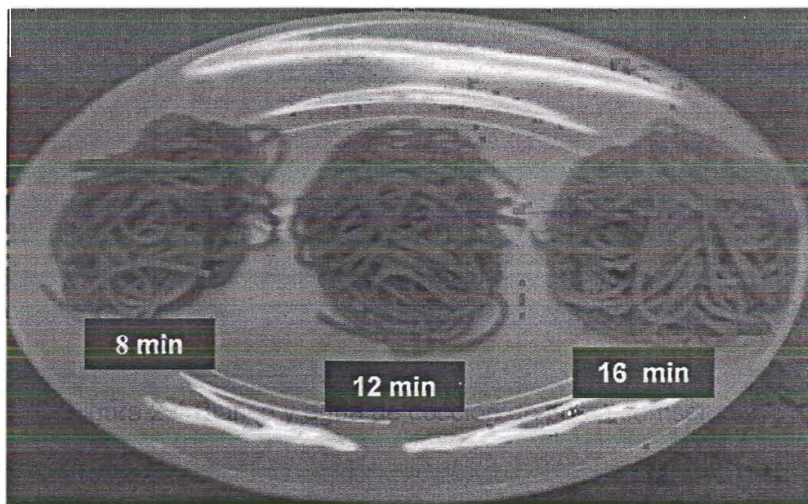


Figura 2.4 Pruebas de cocción pasta con sémola

2.3 Aplicación de diferentes concentraciones de lipasa en espagueti con harina de trigo.

En la masa para espagueti con harina de trigo se aplican las dosis de lipasa recomendadas por el proveedor, a las que se suma una dosis mayor es decir de 300ppm con la finalidad de evaluar su comportamiento y validar la propuesta del proveedor. En la tabla 2.2 se muestra las cantidades utilizadas, así también en la figura 2.6 se puede observar el comportamiento de la viscosidad según cada dosis.

Tabla 2.2 Dosis de lipasa aplicadas en la masa

Muestras	Dosis de lipasa (ppm)
Harina 1	0
Harina 2	150
Harina 3	200
Harina 4	250
Harina 5	300

Elaborado por: L-Saltos A., 2011

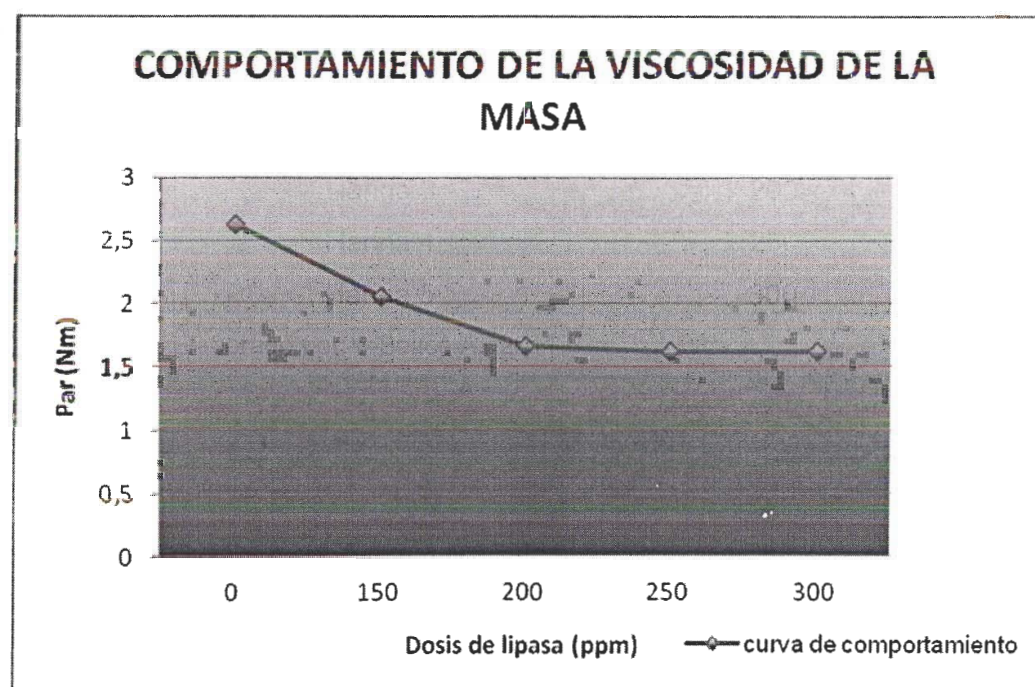


Figura 2.6 Comportamiento de la viscosidad de la masa

Muestra: Harina 1 (0ppm)

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	4,28	1,09	31,1	0,09	9,55
C2	16,50	0,50	52,8		
C3	43,70	2,62	57,3		
C4	44,00	2,58	57,1		
C5	45,05	2,65	56,4		

Índice:

8-58-787

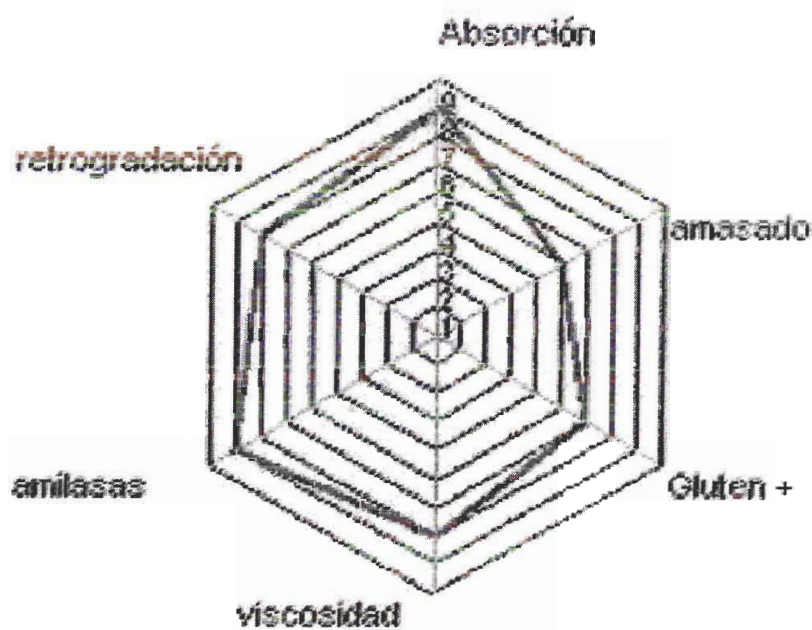


Figura 2.7 Mixograma de la harina 1

Muestra: Harina 2 (150 ppm)

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	3,67	1,09	30,8	0,11	22,83
C2	30,72	0,55	54,2		
C3	38,27	2,05	79,1		
C4	42,87	1,46	84,5		
C5	59,05	3,18	56,3		

Indice: 8-56-687



Figura 2.8 Mixograma de la harina 2

Muestra: Harina 3 (200 ppm)

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5,07	1,09	31,1	0,08	9,40
C2	16,52	0,49	51,8		
C3	23,00	1,66	75,1		
C4	30,00	1,77	85,3		
C5	45,12	2,67	58,1		

Indice:

8-55-587

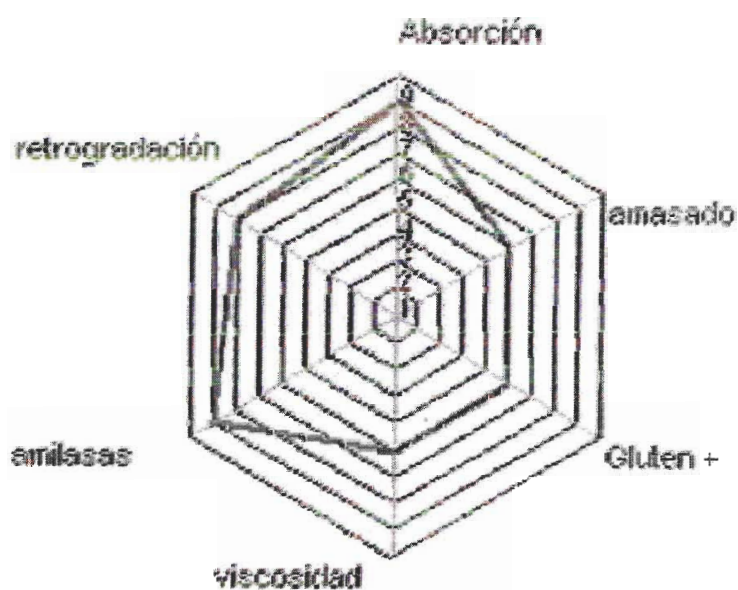


Figura 2.9 Mixograma de la harina 3

Muestra: Harina 4 (250 ppm)

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (° C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5,30	1,14	29,3	0,08	10,13
C2	17,15	0,50	53,8		
C3	23,57	1,62	77,0		
C4	31,23	1,33	84,2		
C5	45,05	2,03	56,0		

índice: 9-64-445

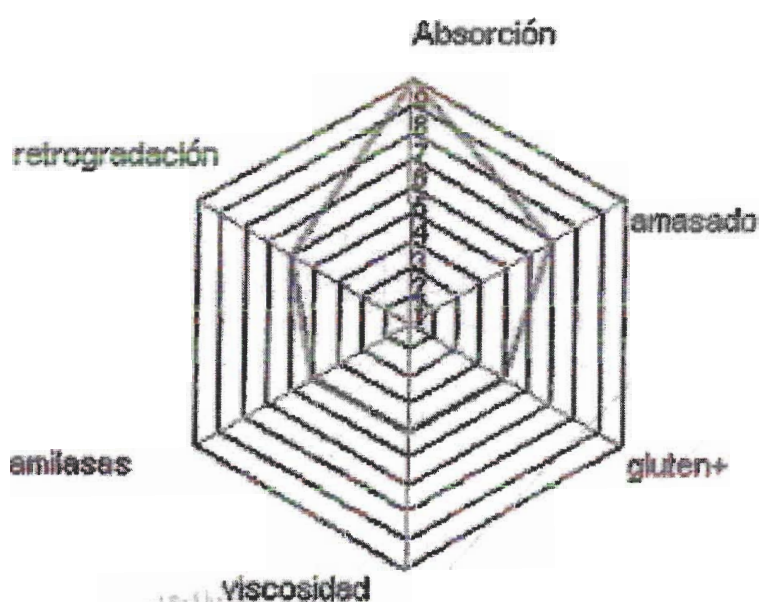


Figura 2.10 Mixograma de la harina 4

Muestra: Harina 5 (300 ppm)

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (° C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5,30	1,14	29,3	0,08	10,13
C2	17,15	0,50	53,8		
C3	23,57	1,62	77,0		
C4	31,23	1,33	84,2		
C5	45,05	2,03	56,0		

Índice:

9-64-445

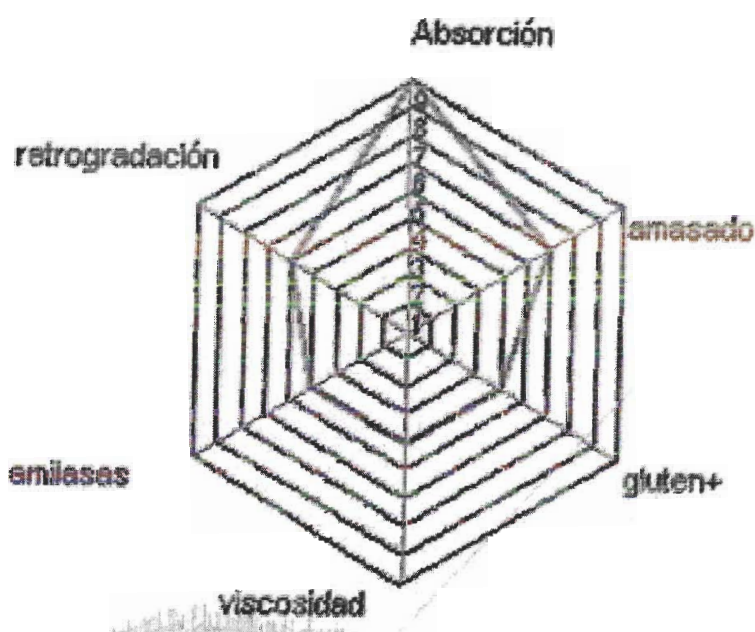


Figura 2.11 Mixograma de la harina 5

De acuerdo a los resultados obtenidos en las diferentes pruebas, se puede observar que a medida que se aumenta la concentración de lipasa la viscosidad de la masa disminuye progresivamente hasta un valor de 1.62 Nm estabilizándose con una dosis de lipasa de 250 ppm, ya que al aumentar la dosis a 300 ppm no se observa una disminución de viscosidad. Esto sugiere que con la dosis de 250 ppm se consumió el sustrato disponible que en este caso son las moléculas de grasa, siendo innecesario sobrepasar esta última.

2.4 Caracterización del espagueti con harina de trigo y lipasa

Se considera a la muestra de harina con la dosis de lipasa de 250 ppm para realizar las pruebas físicas dado el comportamiento reológico obtenido en el literal 2.3.

2.4.1 Pruebas reológicas: Viscosimetría, Mixogramas

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (° C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5,30	1,14	29,3	0,08	10,13
C2	17,15	0,50	53,8		
C3	23,57	1,62	77,0		
C4	31,23	1,33	84,2		
C5	45,05	2,03	56,0		

Índice: 9-64-445

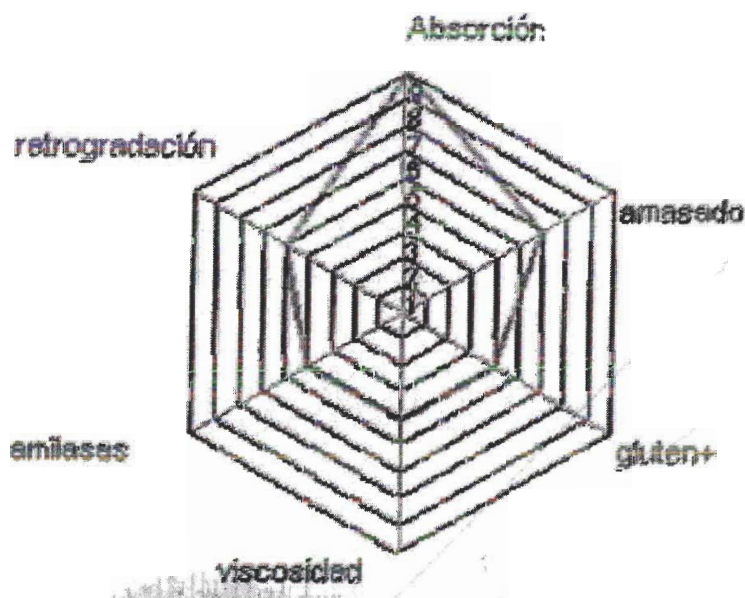


Figura 2.12 Mixograma de harina con lipasa 250ppm

2.4.2 Pruebas físicas

La tabla 2.3 muestra los valores de la medición de pruebas físicas en la pasta elaborada con harina de trigo y lipasa:

Tabla 2.3 Pruebas físicas en pasta con harina y lipasa

Ensayo	Resultado	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Humedad (%)	13,5	-	14,0	NTE INEN 518
Cenizas (%)	0,8	-	0,85	NTE INEN 520
Proteína (%)	14,0	10,5	-	NTE INEN 519
Acidez, como Ac. Láctico%	385,0	350,0	-	NTE INEN 521

Elaborado por: L- Saltos A, 2011

Prueba de medición lugol en agua de cocción

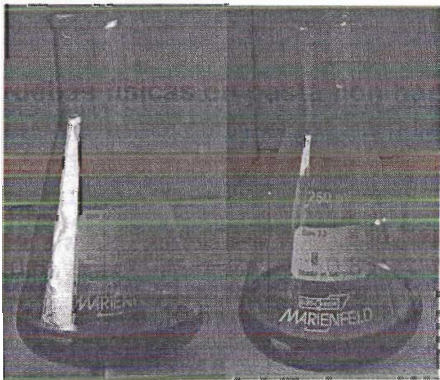


Figura 2.13 Blanco y agua de cocción de pasta con harina y lipasa

Pruebas de cocción:

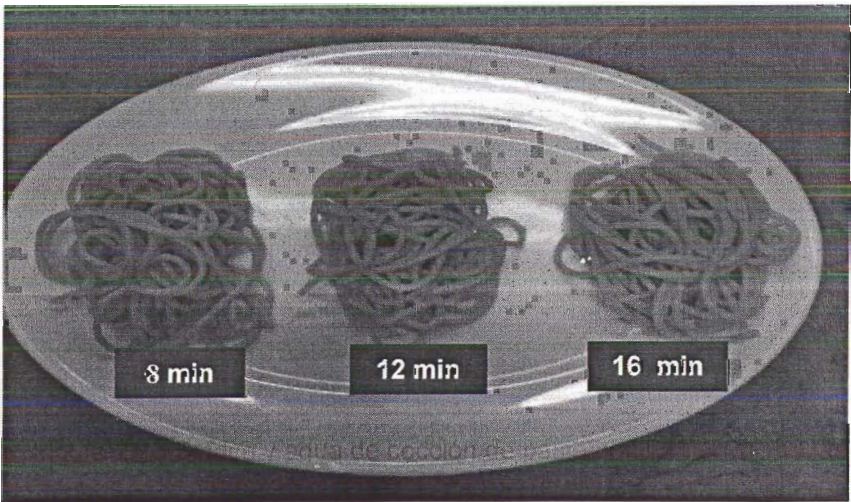


Figura 2.14 Pruebas de cocción pasta con harina y lipasa

2.5 Estudio del comportamiento cinético de la lipasa

La cinética enzimática estudia la velocidad de las reacciones químicas que son catalizadas por las enzimas. El estudio de la cinética y la dinámica de una enzima permiten explicar los detalles de su mecanismo catalítico, su papel en el metabolismo, cómo es controlada su actividad en la célula y cómo puede ser inhibida su actividad. Un ensayo enzimático es un procedimiento llevado a cabo en el laboratorio, mediante el cual se puede medir la velocidad de una reacción enzimática. Como las enzimas no se consumen en la reacción que catalizan, los ensayos enzimáticos suelen medir los cambios experimentados bien en la concentración de sustrato que va decreciendo, o en la concentración de producto que va aumentando.

Para el estudio de la cinética enzimática de la lipasa se toma como variable dependiente la viscosidad expresada según el mixógrafo en Par (Nm), debido a que esta enzima actúa sobre los lípidos que se encuentran en la harina liberando ácidos grasos (lípidos polares) formando un complejo con la amilosa presente en el almidón, provocando una disminución de la viscosidad en la masa. El ensayo se realiza a temperatura de 35°C, analizando la muestra rotulada como harina 4 descrita en el literal 2.3 en intervalos de cada 10 min. Tal comportamiento se muestra en la figura 2.15

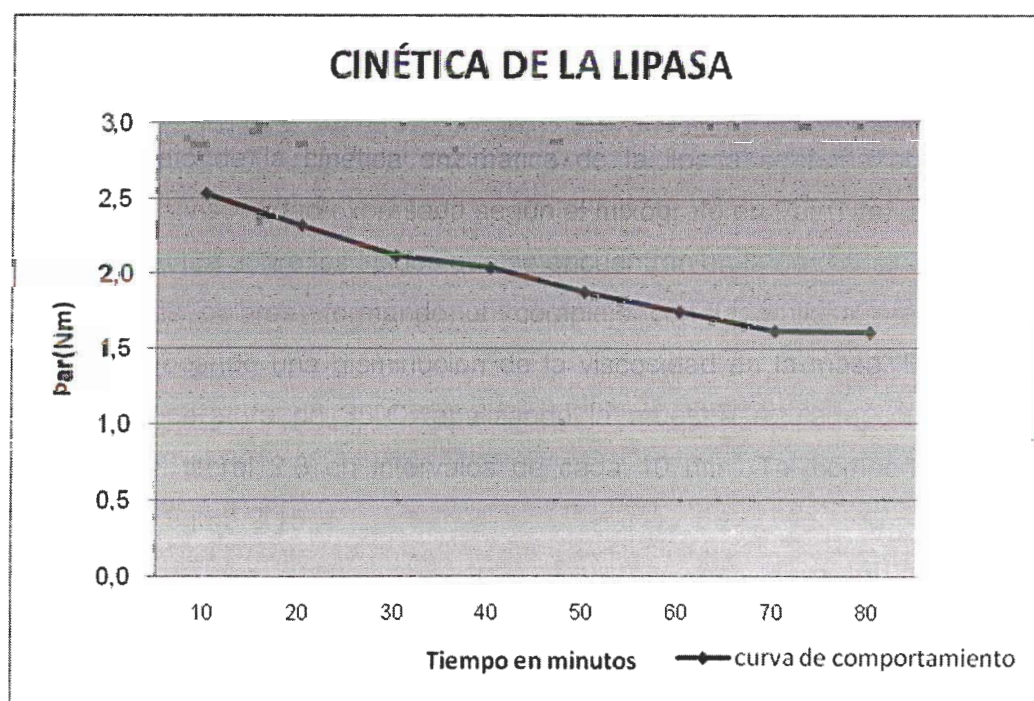


Figura 2.15 Cinética enzimática de la lipasa

2.6 Diseño del experimento para determinar pérdidas de actividad enzimática.

Un experimento es una prueba o ensayo. El experimento diseñado es una prueba o serie de pruebas en las cuales se inducen cambios deliberados en la variable de entrada de un proceso o sistema, de una manera que sea posible observar e identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida (según Montgomery, 1996).

Experimentos factoriales: Son aquellos en los que se prueban varios niveles de dos o más factores. El número de tratamientos es el resultado de combinar los diferentes niveles de los factores o variables.

Factor o variable: Es un ingrediente que interviene en un tratamiento.

Nivel: Es cada una de las dosis o categorías de cada factor.

Todo experimento con dos o más factores tiene un arreglo de tratamientos y un diseño experimental. Se habla de un experimento con un tratamiento con un arreglo factorial en un diseño completamente al azar o en un diseño de bloques al azar. La aleatorización de los tratamientos se lleva a cabo de acuerdo con el diseño experimental de que se trate.

2.6.1 Variables y Niveles para pruebas experimentales

Las variables o factores independientes del experimento que se analizan son la temperatura y el tiempo, identificadas como T y t respectivamente, usando para cada factor tres niveles, a continuación en la tabla 2.4 se muestra los factores y niveles a utilizar.

Tabla 2.4 Factores y niveles

Factor	Niveles		
	78	80	82
Temperatura (°C)	78	80	82
Tiempo (min)	70	75	80

Elaborado por: L- Saltos A., 2011

Donde los niveles considerados están en función de los rangos a los que opera el equipo.

2.6.2 Determinación de corridas experimentales

En la realización de este proyecto se utiliza un modelo factorial 3^k por triplicado donde:

3: número de niveles del experimento.

k: números de factores del experimento.

Corridas experimentales = 3×3^2

Corridas experimentales = 27

El modelo correspondiente a este experimento está dado por la ecuación:

$$y_{k(ij)} = \mu + T_i + t_j + Tt_{ij} + \varepsilon_{k(ij)}$$

Donde $y_{k(ij)}$ es la variable de respuesta, es decir las pérdidas de actividad enzimática de la lipasa, μ es un parámetro para todos los tratamientos llamado la media general.

T_i : Es el efecto del factor temperatura.

t_j : Es el efecto del factor tiempo.

Tt_{ij} : Es el efecto de la interacción entre la temperatura y el tiempo.

$\varepsilon_{k(ij)}$ corresponde al error que incorpora todas la fuentes de variabilidad en el experimento.

Las hipótesis evaluadas son:

$$H_{01}: T_i = 0 \text{ vs } H_{11}: T_i \neq 0$$

$$H_{02}: t_j = 0 \text{ vs } H_{12}: t_j \neq 0$$

$$H_{03}: Tt_{ij} = 0 \text{ vs } H_{13}: Tt_{ij} \neq 0$$

Tabla 2.5 Corridas experimentales aleatorias

	BLOQUE	Temperatura	Tiempo
		°C	min
1	1	0,0	-1,0
2	1	-1,0	0,0
3	1	1,0	0,0
4	1	0,0	0,0
5	1	0,0	1,0
6	1	-1,0	-1,0
7	1	1,0	-1,0
8	1	-1,0	1,0
9	1	1,0	1,0
10	2	0,0	1,0
11	2	-1,0	-1,0
12	2	-1,0	0,0
13	2	1,0	-1,0
14	2	-1,0	1,0
15	2	1,0	0,0
16	2	0,0	-1,0
17	2	1,0	1,0
18	2	0,0	0,0
19	3	0,0	1,0
20	3	1,0	1,0
21	3	-1,0	1,0
22	3	1,0	-1,0
23	3	-1,0	-1,0
24	3	-1,0	0,0
25	3	0,0	0,0
26	3	1,0	0,0
27	3	0,0	-1,0

Fuente: Statgraphics Plus

2.7 Formulación

A continuación se muestran en la tabla 2.6 las formulas de composición de la pasta elaborada con sémola (Patrón) y la de harina con lipasa seleccionada (Harina 4).

Tabla 2.6 Formulas

Ingredientes	Formula (%)	Patrón (g)	Formula (%)	Harina 4 (g)
Sémola de trigo	83.33	1000.00	-	-
Harina de trigo	-	-	83.32	1000.00
Agua	16.67	200.00	16.66	200.00
Enzima lipasa	-	-	0.02	0.25
TOTAL	100.00	1200.00	100.00	1200.25

Elaborado por: L- Saltos A., 2011

CAPÍTULO 3

3. ANALISIS DE RESULTADOS

3.1 Validación estadística de los resultados obtenidos

Se realiza la validación de los resultados haciendo uso del software estadístico Statgraphics Plus para Windows 5.1.

3.1.1 Validación de pruebas con sémola

Se presenta a continuación en la tabla 3.1 una comparación entre los resultados obtenidos de viscosidad expresados en términos de Par (Nm) de la muestra de sémola y las harinas.

Como los datos no siguen una distribución normal (ver anexo 8) se procede a usar la prueba de Kruskal-Wallis, mostrando los siguientes resultados:

Tabla 3.1 Prueba de Kruskal-Wallis para Par por Muestra

<i>Muestra</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
Harina 1	10	55,5
Harina 2	10	45,5
Harina 3	10	35,3
Harina 4	10	19,6
Harina 5	10	21,6
Sémola	10	5,5

Estadístico = 55,7837 Valor-P = 9,00439E-11

Fuente: Statgraphics Plus

Con un valor p menor a 0.05 (valor p = 9,00439E-11) existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Para determinar cuáles medianas son significativamente diferentes de otras se analiza el siguiente diagrama de cajas:

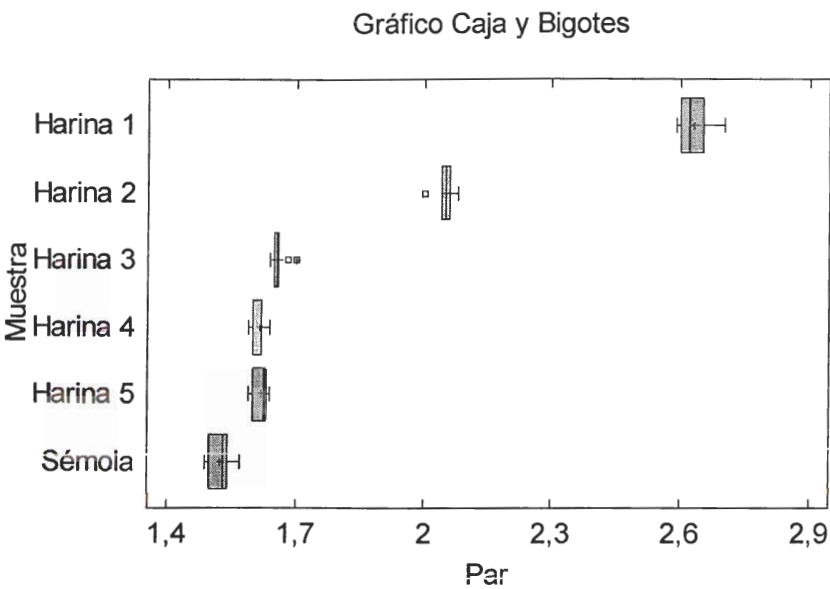


Figura: 3.1 Diagrama de Cajas

Se puede observar las muestras de harinas 1, 2 y 3 son significativamente diferentes a la muestra de sémola, las muestras de harina 4 y 5 no presentan diferencias significativas entre sí, además ninguna de las muestras se iguala a los valores obtenidos con la muestra de sémola sin embargo, la diferencia que existe entre las harinas 4 y 5 con la sémola son muy pequeñas.

3.1.2 Validación de pruebas con harina y lipasa

A continuación se presenta en la tabla 3.2 los resultados obtenidos del diseño de experimentos.

Tabla 3.2 Análisis de Varianza para Inactivación lipasa

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Temperatura	1,55467	1	1,55467	24022,50	0,0000
B:Tiempo	0,00222222	1	0,00222222	34,34	0,0000
AB	0,000533333	1	0,000533333	8,24	0,0098
Bloques	0,0000518519	2	0,0000259259	0,40	0,6754
Error total	0,00122963	19	0,0000647173		
Total (corr.)	1,69272	26			

Fuente: Statgraphics Plus

R-cuadrada = 99,9274 porciento
R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 99,9101 porciento
Error estándar del est. = 0,00804471
Error absoluto medio = 0,00447188
Estadístico Durbin-Watson = 3,07229 (P=0,9963)
Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,548304

Con un nivel de confianza del 95% se puede decir que existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula (H_{01}), que indica que el efecto del factor temperatura no tiene influencia sobre la variable de respuesta, a favor de la hipótesis alternativa (H_{11}) ya que el valor p es menor a 0.05 ($p=0.0000$).

Con un valor p menor a 0.005 ($p=0.0000$) se puede decir que existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula (H_{02}), que indica que el efecto del factor tiempo no tiene influencia sobre la variable de respuesta, a favor de la hipótesis alternativa (H_{12}).

Con un valor p menor a 0.05 ($p=0.0098$) existe evidencia estadística suficiente para rechazar H_{03} a favor de H_{13} , es decir que la interacción entre la temperatura y el tiempo sí tiene influencia sobre la pérdida de inactivación enzimática. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo explica 99,9274% de la variabilidad en Inactivación lipasa,

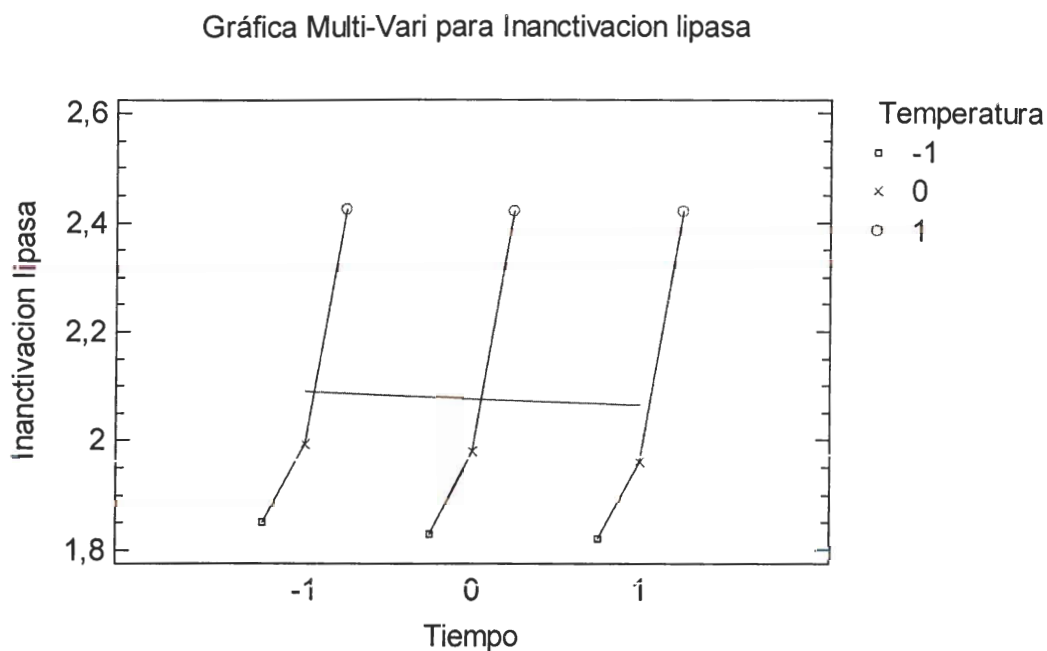


Figura 3.2 Interacción de factores

Como se puede observar en la figura 3.2 la pérdida de inactivación de la lipasa es menor con la temperatura más baja, es decir 78°C y el tiempo de pre secado más alto es decir 80 minutos.

Tabla 3.3 Coeficiente de regresión para Inactivación lipasa

Coeficiente	Estimado
Constante	1,97704
A:Temperatura	0,293889
B:Tiempo	-0,0111111
AB	0,00666667

Fuente: Statgraphics Plus

$$\text{Inactivación lipasa} = 1,97704 + 0,293889 \cdot \text{Temperatura} + 0,00666667 \cdot \text{Temperatura} \cdot \text{Tiempo} - 0,0111111 \cdot \text{Tiempo}$$

3.2 Resultados y análisis de evaluación sensorial

Se realizan evaluaciones sensoriales de las pastas con sémola, harina con lipasa y harina con el propósito de conocer el nivel de preferencia que tienen los jueces. Estos análisis fueron realizados en el laboratorio del departamento de Investigación y Desarrollo de la empresa productora de pastas, con un total de 30 jueces entre ellos hombres y mujeres cuyas edades fluctúan entre 20 y 50 años.

El método de evaluación escogido para los tres productos fue el de escala hedónica (Category & Scaling test), de 10 puntos donde 1 es me disgusta muchísimo y 10 es me gusta muchísimo el cual nos permite determinar el nivel de agrado entre varias muestras, es fácil de comprender y de aplicar, además no requiere de entrenamiento o experiencia de los participantes. El formato utilizado se presenta en el anexo 9.

Las muestras se ofrecieron individualmente en horas de la mañana, proporcionándole a los jueces agua como agente neutralizante y tenedores, cada muestra se rotula con una codificación de tres dígitos tomada al azar, donde:
159: espagueti con harina; 317: espagueti con harina y lipasa; 478: espagueti con sémola.

Para analizar los resultados de las degustaciones de las diferentes muestras se aplica el análisis de varianza de una vía. A continuación se detalla los resultados obtenidos:

Tabla 3.4 ANOVA para Calificación por Muestras

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	114,867	2	57,4333	15,27	0,0000
Intra grupos	327,133	87	3,76015		
Total (Corr.)	442,0	89			

Fuente: Statgraphics Plus

Con un valor p menor a 0.05 (valor p = 0.0000) existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de calificación entre un nivel de muestra y otra, con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 3.5 Pruebas de Múltiple Rangos para Calificación por Muestra

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Muestra	Caso s	Media	Grupos Homogéneos
159	30	4,3	X
317	30	6,63333	X
478	30	8,06667	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
159 - 317	*	-1,33333	1,19389
159 - 478	*	-2,76667	1,19389
317 - 478	*	-1,43333	1,19389

* indica una diferencia significativa.

Fuente: Statgraphics Plus

En la tabla 3.5 no existirían diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's, por lo tanto las tres muestras son diferentes entre sí.

Tabla 3.6 ANOVA para Calificación por Juez

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	174,0	29	6,0	1,34	0,1663
Intra grupos	268,0	60	4,46667		
Total (Corr.)	442,0	89			

Fuente: Statgraphis Plus

Puesto que el valor-P de la prueba es mayor a 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de calificación entre un nivel de juez y otro, con un nivel del 95,0% de confianza, como se lo muestra en la tabla 3.6.

3.3 Caracterización del producto final

Luego de realizar las diversas pruebas reológicas y sensoriales para cada muestra se selecciona la identificada como harina 4 que tiene una dosis de lipasa de 250 ppm es decir 250 mg por cada 1000g de harina, debido a que presenta el mejor comportamiento reológico y físico comparado con las demás dosis, esto a su vez le

da características cercanas al patrón de análisis que es la pasta elaborada con sémola. A continuación en la tabla 3.7 se presenta la fórmula definitiva y especificación determinada.

Tabla 3.7 Fórmula de espagueti con harina y lipasa

Ingredientes	Formula (%)	Harina 4 (g)
Harina de trigo	83.32	1000.00
Agua	16.66	200.00
Enzima lipasa	0.02	0.25
TOTAL	100.00	1200.25

Elaborado por: L- Saltos A., 2011

De acuerdo a los resultados obtenidos en el diseño de experimentos el tiempo de pre-secado debe ser de 80 minutos con una temperatura de 78 °C.

Así también, el producto final obtenido con esta formulación cumple con el criterio de mantener la estructura íntegra entre sus hilos al cabo de 16 minutos, es decir tolerando una sobre cocción de 8 minutos y su desprendimiento de almidón es ligero.

3.4 Estimación de costos

A continuación se presenta en la tabla 3.8 el costo comparativo entre la formulación de espagueti con sémola y con harina y lipasa, donde se puede observar que por cada 1000 gramos de materia prima utilizada al aplicar la formulación con harina de trigo y lipasa existe un ahorro de \$0.04 frente a la de sémola.

Tabla 3.8 Costos comparativo de formulación

Ingredientes	Precio (\$/g)	Patrón (g)	Precio(\$)	Harina 4 (g)	Precio(\$)
Sémola de trigo	0.00086	1000.00	0.860	-	-
Harina de trigo	0.00080	-		1000.00	0.800
Agua	0.00001	200.00	0.002	200.00	0.002
Enzima lipasa	0.08000	-		0.25	0.02
TOTAL		1200.00	0.862	1200.25	0.822

Elaborado por: L- Saltos A., 2011

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La dosis máxima recomendable de lipasa para elaborar pastas a partir de harina de trigo es de 250 ppm ya que a valores superiores de concentración no se observa un cambio significativo en las características reológicas de las pastas tipo espagueti.
- La elaboración de pastas a partir de harina con aplicación de 250 ppm de lipasa denota una resistencia a la sobre-cocción de 8 minutos y una mejora significativa en la pegajosidad de los hilos con relación a la pasta sin lipasa.
- Las condiciones de proceso óptimas en la etapa de pre-secado para la elaboración de pastas a partir de harina de trigo y lipasa son de 78°C durante 80 minutos, permaneciendo dentro del rango de operación del equipo, bajo estas condiciones la actividad enzimática no se ve mayormente afectada.
- En las pruebas sensoriales se puede observar que la muestra elaborada a partir de sémola tuvo la mejor puntuación, sin embargo la pasta elaborada a partir de harina y 250ppm de lipasa tuvo una buena aceptación, quedando con la puntuación más baja la pasta elaborada a partir de solo harina.

- De acuerdo al análisis de costos realizado, por cada kilogramo de materia prima existe un ahorro de \$0.04 al utilizar la formulación de harina y 250 ppm de lipasa frente al empleo de sémola.
- Con lo expuesto anteriormente se puede decir que sí es técnica y económicamente factible elaborar pastas a partir de harina de trigo usando lipasa como aditivo obteniendo un producto con características reológicas y sensoriales aceptables por los consumidores.

RECOMENDACIONES

- Utilizar la formulación obtenida en este trabajo en la fabricación de pastas tipo espagueti como una alternativa competitiva en el mercado.
- Realizar un estudio de estabilidad de la pasta tipo espagueti obtenida a partir de la formulación definida.

ANEXOS

 Sucesores de J. Paredes M.S.A.	LABORATORIO	Fecha : 13/12/2007 16:59:25
	DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD	

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

PRODUCTO: SEMOLA MOLINOS CORDILLERA

LOTE No: 041207

CANTIDAD: 20000 kg.
(400 unidades)

ENVASE: Doble empaque polietileno y sacos de polipropileno.

PRESENTACIÓN: Bultos de 50 kg. c/u

FECHA DE ELABORACIÓN: Diciembre de 2007

FECHA DE VENCIMIENTO: Junio de 2008

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS:

Humedad %	14.17
Gluten húmedo %	27.5

Granulometría	% Retención	% Acumulado
# Malla		
475	3.57	3.57
355	30.98	34.55
300	35.22	69.77
200	24.21	93.98
150	4.60	98.58
132	0.72	99.30
Fondo	0.70	100

ANÁLISIS SENSORIAL:

Aspecto	Homogéneo
Color	Característico
Olor	Libre olores extraños
Sabor	Farináceo característico

CONSERVACIÓN: Para garantizar el tiempo de vida útil mantener en un lugar limpio, fresco y seco.

Norma Técnica INEN: 616:98


Ing. Catalina Salinas

CONTROL DE CALIDAD

SUCESORES DE J. PAREDES M. S.A

Sucesores de J. Paredes M. S. A., Maldonado Oe-1-17 Teléfono: 2677668 Quito - Ecuador e mail: sucesor@fideospaca.com

IMPORTADORES:

Para Colombia: Distribuidora Oriental de Colombia Ltda. Carrera 44 N° 18A-90 - Barrio Pandiaco - Pasto Colombia, Telf.: 7312957 Fax: 7311352

Para USA: ANFAB, New York Produce, 125 Seaview drive Secaucus NJ 07094 Telf.: (201) 2230909 Fax: (201) 2239944

Para ESPAÑA: Típicos Ecuamadrid S. L., Piso Santa María de la Cabeza 4128045 Madrid - España Telf.: (34) 914682915;

Ecuatoriana de Importaciones S.L., Calle Roma, 10 - Nave 2, 28980, Polígono Industrial Cerro del Rubal, Telf: (91) 699 5375

Fax: (91) 405 3081 Parla, Madrid

Cusubamba - Ue1 - 17 y Av. Maldonado / Telfs: 2678-980 / 2678-979 / Fax: 2673-005

Cañillo - Pastel: 17-07 8396 / e-mail: sucesor@molinos.com / Quito - Ecuador

ANEXO 2


MOLINOS del ECUADOR c.a.

Desde 1952 sirviendo a nuestro país


**DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD
CERTIFICADO DE ANALISIS**

NOMBRE DEL CLIENTE	SUMESA	
TIPO DE HARINA:	LUZ SUMESA	LUZ SUMESA
LOTE:	10.-11	5.-9
FECHA DE EMBOLSAMIENTO:	21-Dic-06	5-Ene-07
FECHA DE ENVIO:	11-Ene-07	

DESCRIPCION DEL ANALISIS	RESULTADOS	RESULTADOS
FISICO - QUIMICOS		
HUMEDAD (%)	13,09	13,02
GLUTEN HUMEDO (%)	26,48	26,24
GLUTEN SECO (%)	8,61	8,78
CENIZAS (%)	0,68	0,65
PROTEINAS (%)	9,12	8,88
REOLOGICOS		
ABSORCION (%)	58,8	58,2
ESTABILIDAD (min)	4,8	4,7
FALLING NUMBER	426	410
ORGANOLEPTICOS		
COLOR (adimensional)	-3,17	-2,79
OLOR	característico	característico
SABOR	característico	característico
ADITIVOS		
OXIDANTE (PPM)	POSITIVO	POSITIVO
PREMEZCLA VITAMINICA (PPM)	POSITIVO	POSITIVO

OBSERVACIONES:

Supervisor

Dpto. de Control de Calidad



ANEXO 3

Noopazyme®

Descripción

Noopazyme es una lipasa purificada obtenida del *Thermomyces lanuginosus* y producida por una fermentación sumergida de un microorganismo modificado de *Aspergillus oryzae*.

Aplicación

Noopazyme puede ser utilizada en la fabricación de pastas y/o fideos hechos en base a harinas de trigo o pan. Reduce las pecas de la masa e incrementa la estabilidad del color en los fideos y pasta durante los procesos de laminado y extrusión. Los fideos y pastas tratados con Noopazyme tienen una mejora substancial en la firmeza, una reducción en la pegajosidad y mayor tolerancia a la sobre-cocción. Los fideos y pasta cocida tienen una superficie más brillante y mejor estabilidad de color.

En formulaciones que contengan grasas o aceites con cadenas cortas de ácidos grasos, sensibles a la lipasa.

Propiedades

Noopazyme tiene la forma de un polvo granular, blanco a cremos, de libre flujo y que no produce polvo. El tamaño de partícula promedio es de 150 micrones.

Actividad

Noopazyme tiene una muy buena actividad catalítica, sin embargo esta baja a altas temperaturas ($>85^{\circ}\text{C}$) y pHs extremos (efectividad disminuye).

Dosificación

La dosis recomendada de Noopazyme se encuentra en un rango de 150 – 250 ppm

Sin embargo, la dosis óptima deberá ser determinada mediante pruebas de producción.

Envase

Tambores de fibra con 20 Kg. netos de peso.

Solubilidad

Los componentes activos de Noopazyme son fácilmente solubles en agua. Sin embargo, las soluciones de Noopazyme pueden ser turbias debido a los excipientes utilizados para estandarizar su concentración.

Seguridad

Las enzimas son proteínas y la inhalación del polvo puede inducir a sensibilidad o causar reacciones alérgicas. Pueden causar irritaciones a la piel, ojos, membranas mucosas. Usar máscaras de respiración, guantes y anteojos cuando se manipula el producto.

Almacenaje

Se recomienda guardar en un lugar seco y fresco.

INEN

30

AL 02.02-302

CDU 664.2:543.81

Norma
EcuatorianaHARINAS DE ORIGEN VEGETAL
DETERMINACION DE LA PERDIDA POR CALENTAMIENTOINEN 518
1980-12

49

OBLIGATORIA

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método para determinar el contenido de humedad y otras materias volátiles en las harinas de origen vegetal.

2. TERMINOLOGIA

2.1 **Pérdida por calentamiento:** En las harinas de origen vegetal y para efectos de esta norma, es la pérdida de una determinada cantidad de masa en las condiciones del presente método.

3. RESUMEN

3.1 El método se base en calentar las harinas de origen vegetal a $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$ y pesar.

4. INSTRUMENTAL

4.1 *Pesafiltro de vidrio*, con tapa esmerilada.

4.2 *Desecador*, con cloruro de calcio u otro deshidratante adecuado.

4.3 *Estufa*, con regulador de temperatura.

4.4 *Balanza analítica*, sensible al 0,1 mg.

5. PREPARACION DE LA MUESTRA

5.1 Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios y secos (vidrio plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.

5.2 La cantidad de muestra de las harinas de origen vegetal y extraída dentro de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.

5.3 Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

6.2 Calentar el pesafiltro y tapa durante 30 min en la estufa a $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$. Enfriar en el desecador hasta tem-

- 6.3 Pesar, con aproximación al 0,1 mg, 2 g de muestra preparada, transferirla al pesafiltro y distribuirla uniformemente en su fondo.
- 6.4 Calentar el pesafiltro y su contenido durante una hora, en la estufa calentada a $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$, sin la tapa.
- 6.5 Colocar la tapa con el pesafiltro antes de sacarlo y trasladarlo al desecador; tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, pesar.
- 6.6 Repetir las operaciones de calentamiento, enfriamiento y pesaje, hasta que la diferencia de masa entre los resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no exceda de 0,1 mg.

7. CALCULOS

7.1 La pérdida por calentamiento en muestras de harina de origen vegetal se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$P_c = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

Siendo:

- P_c = pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa.
- m_1 = masa del pesafiltro vacío con tapa, en g.
- m_2 = masa del pesafiltro y tapa, con la muestra sin secar, en g.
- m_3 = masa del pesafiltro y tapa, con la muestra seca, en g.

8. ERRORES DE METODO

8.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,190/o; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

9. INFORME DE RESULTADOS

- 9.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.
- 9.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.
- 9.3 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Método A.O.A.C. de Análisis 14. *Cereal foods. Wheat flour, Air oven Method.* Official Final Action. Association of Official Analytical Chemists. Washington, 1975.

Norma Centroamericana ICAITI 34 086 h 2. *Harinas de origen vegetal. Determinación del contenido de humedad.* Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. Guatemala, 1974.

Método AACC. 3401. *Flour Specifications. American Association of Cereal Chemists, Inc.* St. Paul Minnesota, U.S.A. 1969.

Norma Colombiana ICONTEC 282. *Métodos de ensayo de la harina de trigo. Determinación de la humedad.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1969.

Norma Española UNE 34 400 h 5. *Métodos de ensayo de la harina de trigo. Determinación de la humedad.* Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo. Madrid, 1967.

Norma Venezolana NORVEN 218 P. *Harina de trigo. Métodos de análisis. Humedad.* Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1965.

Norma Chilena INDITECNOR 23-21 Ch. *Harina de trigo para panificación. Métodos de ensayo. Humedad.* Instituto Nacional de Investigaciones Tecnológicas y Normalización. Santiago, 1956.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

La Norma INEN 518 fue sometida a Consulta Pública de 1978-04-25 a 1978-06-09 y se tomaron en cuenta todas las observaciones recibidas.

La Norma en referencia fue estudiada por el Comité Técnico AI 02.02, HARINAS DE ORIGEN VEGETAL, y aprobada por éste en 1979-06-20.

Formaron parte del Comité Técnico las siguientes personas:

INTEGRANTES:

Sr. Patricio Hidalgo P.
 Sr. Godifrey Berry
 Sr. Gustavo Negrete
 Dra. Marlene de San Lucas
 Sr. Pedro Novillo
 Ing. Edgar Alvarado
 Ing. Poema Jiménez
 Sr. Rafael Clavijo
 Ing. César Cáceres
 Sr. Wilfrido Llaguno
 Ing. Jaime Gallegos
 Ing. Peter Alter
 Dr. Luis Vallejo
 Ing. Washington Moreno

 Srta. Lourdes Chamorro
 Sr. José Bueno
 Dra. Cecilia de Rodríguez
 Sr. Rafael Aguirre
 Ing. Iván Navarrete
 Lic. María Eugenia de Mora
 Dra. Leonor Orozco

ORGANIZACION REPRESENTADA:

MOLINEROS DE LA SIERRA
 INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
 INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
 INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
 MICEI
 MICEI
 MICEI (Guayaquil)
 CENDES
 MAG
 MAG (Guayaquil)
 MAG
 FAO
 INSTITUTO NAC. DE NUTRICION
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TEC-
 NOLOGICAS (Guayaquil)
 ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 MOLINOS POULTIER
 INSTITUTO IZQUIETA PEREZ
 INEN
 INEN
 INEN
 INEN

Esta Norma fue aprobada por el Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, en sesión de 1980-12-11.

El Sr. Ministro de Industrias, Comercio e Integración autorizó y oficializó esta Norma con el carácter de OBLIGATORIA, mediante Acuerdo No. 205 de 1981-03-04, publicado en el Registro Oficial No. 410 de 1981-04-01.

INEN

32

CDU 684.2:543

AL 02.02-304

Norma
EcuatorianaHARINAS DE ORIGEN VEGETAL
DETERMINACION DE LA CENIZAINEN 520
1980-12

43

OBLIGATORIA

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método para determinar el contenido de cenizas en las harinas de origen vegetal.

2. TERMINOLOGIA

2.1 Ceniza. Es el residuo obtenido después de incinerar la muestra, dentro de las condiciones descritas en la presente norma.

3. RESUMEN

3.1 Incinerar la muestra a $550 \pm 15^{\circ}\text{C}$ y pesar el residuo que corresponde a las cenizas en las harinas de origen vegetal.

4. INSTRUMENTAL

4.1 *Crisol de porcelana*, o de otro material inalterable a las condiciones del ensayo.

4.2 *Mufla*, con regulador de temperatura, ajustado a $550 \pm 15^{\circ}\text{C}$.

4.3 *Deseccador*, con cloruro de calcio u otro deshidratante adecuado.

4.4 *Pinza*, para la cápsula.

4.5 *Balanza analítica*, sensible al 0,1 mg.

5. PREPARACION DE LA MUESTRA

5.1 Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios, secos (vidrio plástico u otro material inoxidable) y completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.

5.2 La cantidad de muestra de harina de origen vegetal extraída dentro de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.

5.3 Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

6.2 Calentar el crisol de porcelana vacío en la mufla ajustada a $550 \pm 15^\circ\text{C}$, durante 30 min. Enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg.

6.3 Transferir al crisol y pesar, con aproximación al 0,1 mg, 5 g de la muestra.

6.4 Colocar el crisol con su contenido cerca de la puerta de la mufla abierta y mantenerla allí durante pocos minutos, para evitar pérdidas por proyección de material, lo que podría ocurrir si el crisol se introduce directamente a la mufla.

6.5 Introducir el crisol en la mufla a $550 \pm 15^\circ\text{C}$ hasta obtener cenizas de un color gris claro. No deben fundirse las cenizas.

6.6 Sacar de la mufla el crisol con la muestra, dejar enfriar en el desecador y pesar tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, con aproximación al 0,1 mg.

6.7 Repetir la incineración por períodos de 30 min, enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa.

7. CALCULOS

7.1 El contenido de cenizas en muestras de harinas de origen vegetal, en base seca, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$C = \frac{100 (m_3 - m_1)}{(100-H) (m_2 - m_1)} \times 100 ?$$

Siendo:

C = contenido de cenizas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.

m_1 = masa del crisol vacío, en g.

m_2 = masa del crisol con la muestra, en g.

m_3 = masa del crisol con las cenizas, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

8. ERRORES DE METODO

8.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,01%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

9. INFORME DE RESULTADOS

9.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación.

9.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

9.3 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

(Continúa)

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

INEN 518 *Harinas de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Método A.O.A.C. de análisis 14. *Cereal foods. Wheat flour. Ash. Direct Method.* Official Final Action. Association of Official Analytical Chemists. Washington, 1975.

Norma Centroamericana ICAITI 34 086 h 6. *Harinas de origen vegetal. Determinación del contenido de cenizas.* Instituto Centroamericano de Investigaciones y Tecnología Industrial. Guatemala, 1974.

Método AACC 3401. *Flour Specification.* American Association of Cereal Chemists Inc. St. Paul Minnesota U.S.A. 1969.

Norma Colombiana ICONTEC 282. *Métodos de ensayo de la harina de trigo. Determinación de cenizas.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1969.

Norma Francesa AFNOR V 03.922. *Produits de L'agriculture. Tourteaux de graines oléagineuses. Détermination des cendres brutes.* Association Française de Normalisation. París, 1967.

Norma Española UNE 34 400 h 8. *Métodos de ensayo de la harina de trigo. Determinación de las cenizas.* Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo. Madrid, 1967.

Norma Venezolana NORVEN 281 P. *Harina de trigo. Métodos de análisis. Cenizas.* Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1965.

Norma Chilena INDITECNOR 23-21 Ch. *Harina de trigo para panificación. Cenizas.* Instituto Nacional de Investigaciones Tecnológicas y Normalización. Santiago, 1956.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

La Norma INEN 520 fue sometida a Consulta Pública de 1978-04-25 a 1978-06-09 y se tomaron en cuenta todas las observaciones recibidas.

La Norma en referencia fue estudiada por el Comité Técnico AI 02.02, HARINAS DE ORIGEN VEGETAL, y aprobada por éste en 1979-06-20.

Formaron parte del Comité Técnico las siguientes personas:

INTEGRANTES:

Sr. Patricio Hidalgo P.
Sr. Godifrey Berry
Sr. Gustavo Negrete
Dra. Marlene de San Lucas
Sr. Pedro Novillo
Ing. Edgar Alvarado
Ing. Poema Jiménez
Sr. Rafael Clavijo
Ing. César Cáceres
Sr. Wilfrido Llaguno
Ing. Jaime Gallegos
Ing. Peter Alter
Dr. Luis Vallejo
Ing. Washington Moreno

Sr ta. Lourdes Chamarro
Sr. José Bueno
Dra. Iclea de Rodríguez
Sr. Rafael Aguirre
Ing. Iván Navarrete
Lic. María Eugenia de Mora
Dra. Leonor Orozco

ORGANIZACION REPRESENTADA:

MOLINEROS DE LA SIERRA
INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
MICEI
MICEI
MICEI (Guayaquil)
CENDES
MAG
MAG (Guayaquil)
MAG
FAO
INSTITUTO NAC. DE NUTRICION
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TEC-
NOLOGICAS (Guayaquil)
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
MOLINOS POULTIER
INSTITUTO IZQUIETA PEREZ
INEN
INEN
INEN
INEN

Esta Norma fue aprobada por el Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, en sesión de 1980-12-11.

El Sr. Ministro de Industrias, Comercio e Integración autorizó y oficializó esta Norma con el carácter de OBLIGATORIA, mediante Acuerdo No. 125 de 1981-02-05, publicado en el Registro Oficial No. 390 de 1981-03-04.

Norma
Ecuatoriana

HARINAS DE ORIGEN VEGETAL
DETERMINACION DE LA PROTEINA

INEN 519
1980-12

20

OBLIGATORIA

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método para determinar el contenido de proteína en las harinas de origen vegetal.

2. TERMINOLOGIA

2.1 **Proteína.** Es la cantidad de nitrógeno total, expresado convencionalmente como contenido de proteína y determinado mediante procedimientos normalizados.

3. RESUMEN

3.1 Se determina el contenido de proteína en harinas de origen vegetal mediante el método Kjeldahl y se multiplica el resultado por un factor para expresarlo como proteína.

3.2 El factor para convertir el contenido de nitrógeno a proteínas se indica en la Tabla 1.

4. INSTRUMENTAL

4.1 *Aparato Kjeldahl*, para digestión y destilación.

4.2 *Matraz Kjeldahl*, de 650 a 800 cm³.

4.3 *Matraz Erlenmeyer*, de 500 cm³.

4.4 *Bureta*, de 50 cm³.

4.5 *Probetas*, de 50 y 200 cm³.

4.6 *Balanza analítica*, sensible al 0,1 mg.

4.7 *Parafina o piedra pómez*.

5. REACTIVOS

5.1 *Acido sulfúrico concentrado*, con densidad 1,84 g/cm³ a 20°C, exento de nitrógeno.

5.2 *Solución 0,1 N de ácido sulfúrico*, debidamente estandarizada.

5.3 *Solución concentrada de hidróxido de sodio*, (Soda Kjeldahl). Disolver 450 g de hidróxido de sodio sólido en agua destilada y diluir la solución hasta 1 000 cm³. La densidad relativa de la solución final debe ser mayor de 1,36 g/cm³ a 25°C.

5.4 *Solución 0,1 N de hidróxido de sodio*, debidamente estandarizada.

5.5 *Sulfato de potasio o sulfato de sodio y sulfato de cobre*, anhidros exentos de nitrógeno, reactivos para análisis (ver Anexo A).

5.6 *Granallas de zinc*, reactivo para análisis.

5.7 *Solución alcohólica de rojo de metilo*. Disolver 1 g de rojo de metilo en 200 cm³ de alcohol etílico al 95°/o v/v.

6. PREPARACION DE LA MUESTRA

6.1 Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios, secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.

6.2 La cantidad de muestra de la harina de origen vegetal extraída dentro de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.

6.3 Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

7. PROCEDIMIENTO

7.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

7.2 Pesar, con aproximación al 0,1 mg, de 0,7 g a 2,2 g de la muestra y transferir al matraz Kjeldahl.

7.3 Agregar 15 g de la mezcla catalizadora sulfato de cobre, sulfato de potasio (o sulfato de sodio) anhidros (ver Anexo A) y 25 cm³ de ácido sulfúrico concentrado.

7.4 Agitar cuidadosamente el matraz y colocarlo en la hornilla del aparato Kjeldahl. Calentar suavemente hasta que no se observe formación de espuma y luego aumentar el calentamiento, rotando el matraz frecuentemente durante la digestión, hasta que el contenido del matraz se presente cristalino e incoloro; continuar el calentamiento durante dos horas y dejar enfriar.

7.5 Agregar aproximadamente 200 cm³ de agua destilada, enfriar la mezcla hasta una temperatura inferior a 25°C y añadir trocitos de parafina o granallas de zinc para evitar proyecciones durante la ebullición.

7.6 Inclinar el matraz con su contenido y verter cuidadosamente por sus paredes, para que se formen dos capas, 50 cm³ de la solución concentrada de hidróxido de sodio (o mayor cantidad, si fuere necesario, para alcanzar un alto grado de alcalinidad).

7.7 Conectar el matraz Kjeldahl al condensador mediante la ampolla de destilación. El extremo de salida del condensador debe sumergirse en 50 cm³ de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico contenido en el matraz Erlenmeyer de 500 cm³, a la que se ha agregado unas gotas de la solución alcohólica de rojo de metilo.

7.8 Agitar el matraz Kjeldahl hasta mezclar completamente su contenido y calentar.

7.9 Destilar hasta que todo el amoníaco haya pasado a la solución ácida contenida en el matraz Erlenmeyer, lo que se logra después de destilar por lo menos 150 cm³.

7.10 Antes de retirar el matraz Erlenmeyer, lavar con agua destilada el extremo del condensador y titular el exceso de ácido contenido en el matraz Erlenmeyer con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio.

7.11 Realizar un solo ensayo en blanco con todos los reactivos, sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento descrito a partir de 7.3 para cada determinación o serie de determinaciones.

8. CALCULOS

8.1 El contenido de proteína en muestras de harina de origen vegetal, en base seca, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$P = (1,40) (F) \frac{(V_1 N_1 - V_2 N_2) - (V_3 N_1 - V_4 N_2)}{m (100 - H)}$$

Siendo:

P = contenido de proteínas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.

V₁ = volumen de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico, empleado para recoger el destilado de la muestra, en cm³.

N₁ = normalidad de la solución de ácido sulfúrico.

V₂ = volumen de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, empleado en la titulación, en cm³.

N₂ = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V₃ = volumen de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado del ensayo en blanco, en cm³.

V₄ = volumen de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio empleado en la titulación del ensayo en blanco, cm³.

m = masa de la muestra, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

F = factor para convertir el contenido de nitrógeno a proteínas, cuyo valor para cada harina se indica en la Tabla 1.

TABLA 1. Factor de conversión de nitrógeno a proteína.

Harina de	Factor F
Trigo	5,7
Maíz	6,25
Arroz	6,25
Soya	6,25
Avena	6,25
Centeno	6,25
Yuca	6,25
Cebada	6,25
Haba	6,25

9. ERRORES DE METODO

9.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,10⁰/o; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

10. INFORME DE RESULTADOS

10.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación.

10.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

10.3 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

INEN 518 *Harinas de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Método A.O.A.C. de análisis 14. *Cereal foods. Wheat flour. Total protein.* Official Final Action. Association of Official Analytical Chemists. Washington, 1975.

Norma Centroamericana ICAITI 34 086 h 4. *Harinas de origen vegetal. Determinación del contenido de proteínas.* Instituto Centroamericano de Investigaciones y Tecnología Industrial. Guatemala, 1974.

Norma Colombiana ICONTEC 282. *Métodos de ensayo de la harina de trigo. Determinación de proteínas.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1969.

Norma Española UNE 34 400 h 7. *Métodos de ensayo de la harina de trigo. Determinación de la proteína.* Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo. Madrid, 1967.

Norma Venezolana NORVEN 281 P. *Harina de trigo. Métodos de análisis. Proteínas.* Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1965.

Norma Chilena INDITECNOR 23-21 Ch. *Harina de trigo para panificación. Métodos de ensayo. Proteína.* Instituto Nacional de Investigaciones Tecnológicas y Normalización. Santiago, 1956.

Método AACC 3401. *Flour Specification.* American Association of Cereal Chemists Inc. St. Paul Minnesota. U.S.A. 1969.

Norma
Ecuatoriana

HARINAS DE ORIGEN VEGETAL
DETERMINACION DE LA ACIDEZ TITULABLE

INEN 521
1980-12

16

OBLIGATORIA

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método para determinar el contenido de acidez en las harinas de origen vegetal.

2. TERMINOLOGIA

2.1 Acidez titulable. Es la acidez de la harina de origen vegetal expresada convencionalmente como ácido sulfúrico y determinada mediante procedimientos normalizados.

3. RESUMEN

3.1 Se titula la acidez como una solución estandarizada de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador.

4. INSTRUMENTAL

4.1 Matraz Erlenmeyer con tapón esmerilado, de 100 cm³.

4.2 Matraz Erlenmeyer, de 50 cm³.

4.3 Pipetas, de 10 y de 25 cm³.

4.4 Bureta, de 25 cm³, con divisiones de 0,05 cm³ ó de 0,1 cm³.

5. REACTIVOS

5.1 Solución 0,02 N de hidróxido de sodio, debidamente estandarizada.

5.2 Solución indicadora de fenolftaleína. Disolver 0,1 g de fenolftaleína en 100 cm³ de alcohol etílico de 60º/o (V/V).

5.3 Alcohol etílico de 90º/o (V/V). Neutralizado.

6. PREPARACION DE LA MUESTRA

6.1 Las muestras para el ensayo deben estar acondicionados en recipientes herméticos, limpios, secos (vidrio plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.

6.2 La cantidad de muestra de la harina de origen vegetal extraída dentro de un lote determinado debe ser

6.3 Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

7. PROCEDIMIENTO

7.1 La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

7.2 Pesar, con aproximación al 0,1 mg, 5 g de la harina de origen vegetal y transferir al matraz Erlenmeyer de 100 cm³.

7.3 Agregar lentamente 50 cm de alcohol de 90% (V/V) neutralizado, tapar el matraz Erlenmeyer y agitar fuertemente.

7.4 Dejar en reposo durante 24 h, agitando de vez en cuando.

7.5 Tomar con la pipeta una alícuota de 10 cm³ del líquido claro sobrenadante y transferir al matraz Erlenmeyer de 50 cm³; agregar 2 cm³ de la solución indicadora de fenolftaleína.

7.6 Agregar lentamente y con agitación la solución 0,02 N de hidróxido de sodio, hasta conseguir un color rosado que desaparece poco a poco.

7.7 Continuar agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30 s.

7.8 Leer en la bureta el volumen de solución empleada, con aproximación a 0,05 cm³.

8. CALCULOS

8.1 La acidez titulable en harinas de origen vegetal, en base seca, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$A = \frac{490 \text{ NV}}{m (100-H)} \times \frac{V_1}{V_2}$$

Siendo:

A = contenido de acidez en las harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa de ácido sulfúrico.

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm³.

V₁ = volumen del alcohol empleado, en cm³.

V₂ = volumen de la alícuota tomada para la titulación, en cm³.

m = masa de la muestra, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

9. ERRORES DE METODO

9.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0.05%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

10. INFORME DE RESULTADOS

10.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación aproximada a centésimas.

10.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición con especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

10.3 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

La Norma INEN 521 fue sometida a Consulta Pública de 1978-04-25 a 1978-06-09 y se tomaron en cuenta todas las observaciones recibidas.

La Norma en referencia fue estudiada por el Comité Técnico AI 02.02, HARINAS DE ORIGEN VEGETAL, y aprobada por éste en 1979-06-20.

Formaron parte del Comité Técnico las siguientes personas:

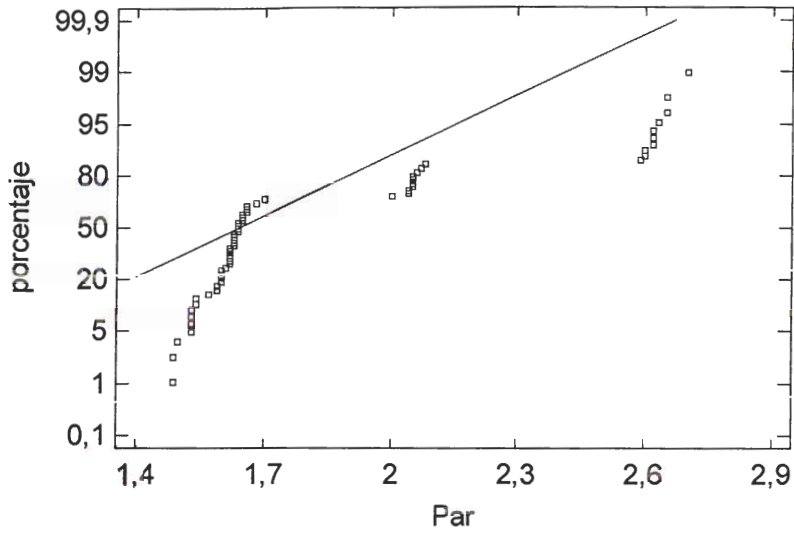
INTEGRANTES:	ORGANIZACION REPRESENTADA:
Sr. Patricio Hidalgo P.	MOLINEROS DE LA SIERRA
Sr. Godifrey Berry	INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
Sr. Gustavo Negrete	INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
Dra. Marlene de San Lucas	INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
Sr. Pedro Novillo	MICEI
Ing. Edgar Alvarado	MICEI
Ing. Poema Jiménez	MICEI (Guayaquil)
Sr. Rafael Clavijo	CENDES
Ing. César Cáceres	MAG
Sr. Wilfrido Llaguno	MAG (Guayaquil)
Ing. Jaime Gallegos	MAG
Ing. Peter Alter	FAO
Dr. Luis Vallejo	INSTITUTO NAC. DE NUTRICION
Ing. Washington Moreno	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TEC- NOLOGICAS (Guayaquil)
Srta. Lourdes Chamarro	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
Sr. José Bueno	MOLINOS POULTIER
Dra. Iclea de Rodríguez	INSTITUTO IZQUIETA PEREZ
Sr. Rafael Aguirre	INEN
Ing. Iván Navarrete	INEN
Lic. María Eugenia de Mora	INEN
Dra. Leonor Orozco	INEN

Esta Norma fue aprobada por el Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, en sesión de 1980-12-11.

El Sr. Ministro de Industrias, Comercio e Integración autorizó y oficializó esta Norma con el carácter de OBLIGATORIA, mediante Acuerdo No. 126 de 1981-02-05, publicado en el Registro Oficial No. 389 de 1981-02-27.

ANEXO 8

Gráfico de Probabilidad Normal



Los datos no siguen una distribución normal

ANEXO 9

NOMBRE: _____

FECHA: _____

Pasta

Frente a usted hay tres muestras de pastas, pruebe una a la vez y marque con una X su juicio sobre cada muestra.

ESCALA	MUESTRAS		
	159	317	478
Me disgusta muchísimo			
Me disgusta mucho			
Me disgusta moderadamente			
Me disgusta un poco			
Me es indiferente			
Me gusta muy poco			
Me gusta un poco			
Me gusta moderadamente			
Me gusta mucho			
Me gusta muchísimo			

COMENTARIOS:

Gracias por su colaboración

BIBLIOGRAFIA

Textos

1. ANALDUA-MORALES, Antonio, *La Evaluación Sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*, Editorial Acribia, Zaragoza España, 2004.
2. Norma Técnica Salvadoreña, NSO 67.03.03:09, Pastas Alimenticias. Especificaciones.
3. Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 1375:2000, Pastas Alimenticias o Fideos. Requisitos.
4. SCHEAFER, Richard; MENDENHALL, Willia; OTT, Lyman, *Elementos de muestreo*, Cuarta Edición, Editorial Iberoamerica, México, 2000.

Publicaciones

1. Énfasis Revista. *La pasta y sus propiedades*, Abril 2007

Web Sides

1. http://www.grupomolinero.com.ar/semola_y_semolin_de_trigo_para_fabricacion_de_pastas.htm
2. http://www.dietasycalorias.com/calorias/de_la_semola_de_trigo_j9dg.html
3. <http://www.monografias.com/trabajos43/almidones/almidones2.shtml>
4. <http://www.food-info.net/es/ff/intro.htm>