

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y TEXTIL



**“ DETERMINACIÓN DE LA OSCURIDAD DEL FIDEO A PARTIR
DEL ANÁLISIS COLORIMÉTRICO DE SU MATERIA PRIMA”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

PRESENTADO POR:

EDWIN JOE APOLINARIO ORTIZ

LIMA – PERU

2006

DEDICATORIA

A mis padres Felipe y Liz; que con su esfuerzo, apoyo, comprensión y buenos consejos hicieron posible que pueda terminar la carrera profesional.

A mis hermanos Johan y Glenda; por ser mis mejores amigos, por animarme siempre a seguir adelante y por su paciencia.

A mis compañeros de trabajo en Molitalia, que supieron guiarme en los inicios de mi carrera profesional y por su amistad sincera.

RESUMEN

En este estudio se describe el procedimiento a seguir para determinar la oscuridad del fideo como producto terminado a partir del análisis de las harinas que conforman su receta.

El informe inicia con la descripción del trigo, que es la materia prima utilizada; a continuación se describe el proceso de molienda del trigo y la preparación del fideo, cabe señalar que este proceso de producción de fideos es realizado por la compañía MOLITALIA S.A. y no debe de tomarse como una generalización de la elaboración de pastas.

El análisis de este estudio implica el uso de un colorímetro Minolta CR-300, enfocándonos en las técnicas de medición del color y el modo de funcionamiento del colorímetro, así como también la implicancia de la calidad visual dentro de las características del producto terminado.

El desarrollo experimental describe los datos obtenidos para la validación de este método, las ecuaciones resultantes que revelan la relación lineal entre los valores de 'a' (valor que representa el tono y croma de la muestra analizada) reportados por el colorímetro y las cenizas obtenidas por el método ICC (International Association for Cereal Chemistry), el análisis de porque llamamos predicción de oscuridad a este método y la escala de oscuridad propuesta. Asimismo se establece el procedimiento para la validación de los resultados y la toma de decisiones que su conocimiento implica.

ÍNDICE

	Págs.
I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. DESARROLLO DE CONCEPTOS Y TÉCNICAS.....	8
1) Materia Prima.....	8
1.1) Estructura del Grano de Trigo.....	8
1.1.1) Pericarpio	8
1.1.2) Cubierta de la semilla y epidermis nuclear.....	9
1.1.3) Capa de Aleurona	10
1.1.4) Germen o embrión.....	10
1.1.5) Endospermo	11
1.2) Composición del grano.....	11
1.2.1) Almidón	11
1.2.2) Polisacáridos no feculentos.....	12
1.2.3) Otros azúcares.....	14
1.2.4) Proteínas.....	14
1.2.5) Lípidos.....	16
1.2.6) Enzimas.....	17
1.2.7) Minerales.....	19
1.2.8) Vitaminas.....	19
2) Molienda del Trigo.....	20
2.1) Acondicionamiento del trigo.....	20
2.2) Molienda.....	21
2.2.1) Trituración.....	21
2.2.2) Sasaje.....	22
2.2.3) Compresión y cernido.....	23
3) Preparación del Fideo.....	23
3.1) Recepción de materia prima.....	25
3.2) Dosificación de harina.....	25
3.3) Dosificación de aditivos.....	26
3.4) Separación de impurezas.....	26
3.5) Recepción de mezcla en tolvas de alimentación.....	26
3.6) Descargado de receta.....	27
3.7) Entrada de la harina a la línea de producción de fideos.....	27

4) Medición del Color y Funcionamiento del Colorímetro.....	32
5) Control y Aseguramiento de Calidad.....	36
6) El color como parámetro de calidad.....	38
III. DESARROLLO EXPERIMENTAL DEL TEMA.....	41
1) Descripción del Análisis.....	41
2) Procedimiento para recopilación de datos.....	42
3) Presentación de resultados.....	43
4) Efecto de la granulometría del afrechillo.....	51
5) Escala de oscuridad.....	53
6) procedimiento general.....	56
IV. CONCLUSIONES.....	58
V. BIBLIOGRAFÍA.....	59
VI. APÉNDICES.....	60
1) Tipos de trigo.....	60
1.1) Clasificación de los trigos Canadienses.....	60
1.2) Clasificación de los trigos Estadounidenses.....	61
1.3) Clasificación de los trigos Argentinos.....	63
2) Mezclas de trigo utilizadas en las harinas tipo pastificio.....	63
3) Método de determinación de cenizas ICC.....	64
4) Método del conteo de pecas.....	65
5) Hoja de datos de seguridad de la Pirocatequina.....	65

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

	Págs.
Fig. N°1 Corte longitudinal del grano de trigo.....	9
Fig. N°2 Diagrama de bloques elaboración de fideos.....	24
Fig. N°3 Elementos del color.....	32
Fig. N°4 Sólido del color.....	33
Fig. N°5 Sólido del color en L*a*b*	34
Fig. N°6 Colorímetro Minolta modelo CR-300.....	35
Tabla. N°1 Valores de 'a' y cenizas ICC.....	45
Tabla . N°2 Valores de 'a' y cenizas ICC en plano cartesiano.....	46
Tabla N°3 Cenizas predecidas para la HTP 1.....	48
Tabla. N°4 Cenizas predecidas para la HTP 2.....	50
Tabla. N°5 Análisis de 'a' y cenizas ICC a diferentes granulometrías.....	52
Tabla N°6 Propuesta de escala.....	54
Tabla N°7 Escala de oscuridad a partir de los valores de 'a'.....	55

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe gran competencia en la industria de alimentos y cada una de las compañías involucradas en este campo tratan de darle mayor valor agregado a sus productos, valiéndose de certificaciones que le acrediten calidad e inocuidad a sus procesos. El aspecto visual juega un papel importante dentro de las características finales del producto que se ofrece al consumidor y las empresas tratan de implementar métodos que aseguren mejoras en su calidad. La industria de pastas (fideos) no es ajena a esta situación y por tal motivo controla en cada momento la calidad en la elaboración de su producto, desde la recepción de la materia prima hasta su distribución.

El objetivo de este estudio es predecir la oscuridad del fideo como producto terminado a partir del análisis de las harinas de trigo que conforman su receta, este análisis se basa en el uso de un colorímetro marca Minolta modelo CR-300, que reporta valores medibles del color de dichas harinas. Este estudio establece una relación lineal entre los valores reportados por el colorímetro y el porcentaje de cenizas hallados mediante el método ICC (International Association for Cereal Chemistry) siendo las cenizas elevadas el factor que determina la tonalidad oscura de las pastas, se establecen ecuaciones y escalas que determinan las condiciones idóneas, desde el punto de vista visual, de la materia prima a ser utilizada en la receta.

El método de predicción de oscuridad del fideo, complementa los métodos ya establecidos de control de calidad visual existentes hasta antes de la fecha de realización de este estudio; aportando mas rigurosidad en los análisis para asegurar la buena apariencia final de las pastas.

II. DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS Y TÉCNICAS

1) MATERIA PRIMA

1.1) Estructura del grano de trigo

Los miembros de la familia gramíneas que producen granos de cereal, generan frutos secos con una sola semilla. Este tipo de fruto es una cariósipide que vulgarmente se denomina grano. Está formado por una semilla cubierta por el pericarpio (vulgarmente denominado salvado) que se encuentra fuertemente adherido. La longitud de los granos es, en término medio, de 8 mm, con un peso de 35 mg. y su tamaño varía ampliamente según el tipo y la posición en la espiga. Los granos de trigo son redondeados en la parte dorsal (mismo lado del germen) y posee un surco a lo largo de la parte ventral (lado opuesto al germen). El surco, que abarca aproximadamente toda la longitud del grano, penetra casi hasta el centro. Este surco, no solamente representa una dificultad para la separación del salvado del endospermo con buen rendimiento, sino que también constituye un buen escondite para microorganismos y polvos. Ver corte longitudinal del grano en la figura 1.

1.1.1) Pericarpio

El pericarpio rodea toda la semilla y está constituido por varias capas. El pericarpio exterior es el llamado beeswing (alas de abeja). La parte más interna del pericarpio exterior está formada por restos de células de pared delgada.

El pericarpio interior está formado por células intermedias, células cruzadas y células tubulares. Ni las células intermedias ni las tubulares cubren por completo el grano. Las células cruzadas son largas y cilíndricas y tienen su eje longitudinal perpendicular al eje longitudinal del grano. Las células cruzadas están densamente dispuestas con poco o nada de espacio intercelular. Las células tubulares son del mismo tamaño y forma general que las células cruzadas, pero tienen sus ejes longitudinales paralelos al eje longitudinal del grano. No están encajadas muy densamente, por lo que queda mucho espacio intercelular.

El pericarpio comprende el 5% del grano, y está formado aproximadamente por un 6% de proteínas, un 2% de cenizas, un 20% de celulosa y 0.5% de grasa, completando el resto presuntos pentosanos.

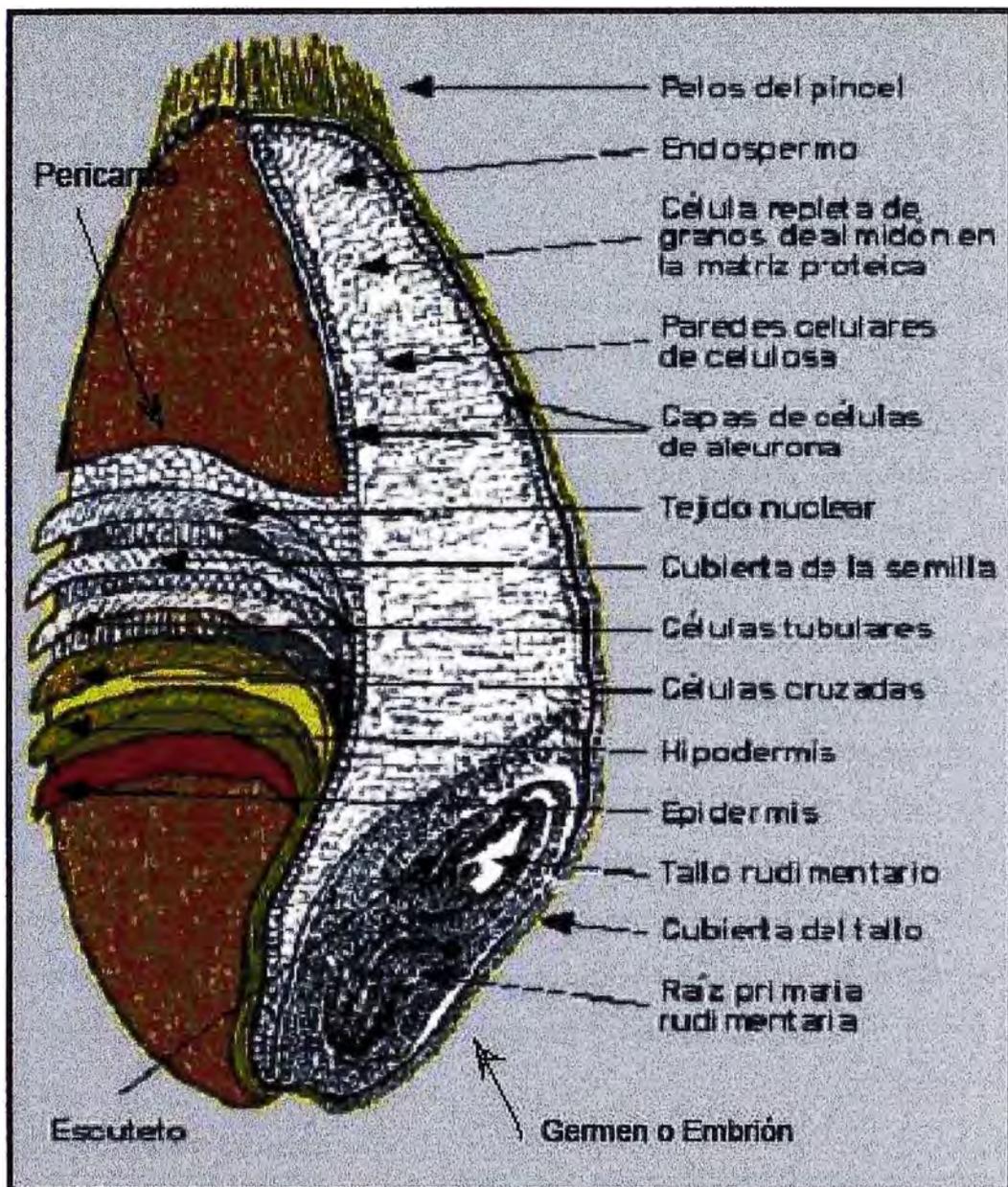


Fig.1 CORTE LONGITUDINAL DEL GRANO DE TRIGO

1.1.2) Cubierta de la semilla y epidermis nuclear

La cubierta de la semilla está unida firmemente a las células tubulares por su lado exterior y a la epidermis nuclear por el interior. Está compuesta por tres capas:

una cutícula exterior gruesa, una capa pigmentada (en los trigos coloreados) y una cutícula interior fina. La cubierta de semilla del trigo blanco tiene dos capas de células comprimidas de celulosa, con poco o nada de pigmento. El espesor de la cubierta de

semilla varía entre 5 y 8 mm. La epidermis nuclear o capa hialina, tiene unos 7 mm de espesor y está unida estrechamente, tanto a la cubierta de la semilla como a la capa de aleurona.

1.1.3) Capa de aleurona

La capa de aleurona, que por lo general tiene el espesor de la célula, rodea el grano por completo, incluyendo el endospermo feculento y el germen. Desde el punto de vista botánico, es la capa exterior del endospermo. Sin embargo, se elimina durante la molienda, junto con la epidermis nuclear, la cubierta de la semilla y el pericarpio, constituyendo lo que normalmente conocemos con el nombre de salvado.

Las células de aleurona tienen paredes gruesas, su forma es esencialmente cúbica y carecen de almidón, poseen un núcleo grande y numerosos gránulos de aleurona. La estructura y composición de los granos de aleurona es compleja. La capa de aleurona es relativamente rica en cenizas, proteínas, fósforo total y fósforo de fitatos, grasa y niacina. Además la aleurona es más rica en tiamina y riboflavina que otras partes del salvado y su actividad enzimática es alta. Por encima del embrión, se modifican las células de aleurona convirtiéndose en células de pared delgada y pueden no contener granos de aleurona.

1.1.4) Germen o embrión

El germen de trigo abarca el 2,5 - 3,5 % del grano. Está constituido por dos partes principales: el eje embrionario (raíz y tallo rudimentarios) y el escutelo, que tiene el papel de almacén. El germen es relativamente rico en proteína (25%), azúcar (18%), aceite (16% del eje embrionario y 32% del escutelo) y cenizas (5%). No contiene almidón, pero es bastante rico en vitamina B además de muchas enzimas.

El germen es muy rico en vitamina E (tocoferol total), con cifras que llegan a 500 ppm. Los azúcares son principalmente sacarosa y rafinosa.

1.1.5) Endospermo

El endospermo feculento, excluyendo la capa de aleurona, está constituido por tres tipos de células: periféricas, prismáticas y centrales. Las células varían de tamaño y forma según su localización en el grano. La primera fila de células, incluida dentro de la capa de aleurona, es la de las células periféricas que generalmente son pequeñas con diámetros iguales en todas las direcciones o ligeramente elongadas hacia el centro del grano. Rodeadas por las células periféricas se encuentran varias filas de células prismáticas alargadas. Las células centrales quedan en el interior de las células prismáticas. Su tamaño y forma son más irregulares que las otras células.

Las paredes celulares del endospermo, están formadas por pentosanos, otras hemicelulosas y b-glucanas, pero no por celulosa. El espesor de las paredes celulares varía con la posición en el grano; son mas gruesas cerca de la aleurona. El espesor de las paredes celulares del endospermo determina el porcentaje de hemicelulosas contenidas en las mismas. El contenido y las paredes celulares de las células del endospermo constituyen la harina. Las células están repletas de gránulos de almidón incluidos en una matriz proteica.

1.2) Composición del grano

El grano de trigo se puede considerar fundamentalmente compuesto por almidón, polisacáridos no feculentos, otros azúcares, proteínas, lípidos, enzimas, minerales y vitaminas.

1.2.1) Almidón

El almidón es un carbohidrato que se encuentra en el trigo en forma de gránulos. En los cereales y en otras plantas superiores, los gránulos se forman en plastidios.

Estos plastidios que forman el almidón se llaman amiloplastos. En el trigo que tiene gránulos de almidón simple, cada plastidio contiene un grano.

El trigo tiene dos tipos de gránulos: los grandes lenticulares (de forma de lente) y los pequeños esféricos. Los plastidios del trigo forman inicialmente, cada uno un gránulo de almidón grande lenticular. Después, los plastidios forman protuberancias en las que se forman gránulos pequeños. Estos amiloplastos, mucho más pequeños, se separan del plastidio madre por constricción.

El almidón está constituido básicamente por derivados del monosacárido de α -D-glucosa. Químicamente se pueden distinguir dos tipos :
 Amilosa, que es fundamentalmente un polímero lineal
 Amilopectina, que está fuertemente ramificada.

1.2.2) Polisacáridos no feculentos

Los cereales contienen otros polisacáridos distintos del almidón. Estos polisacáridos son constituyentes primarios de las paredes celulares y abundan más en las porciones externas que en las internas del grano (en las células del endospermo el contenido de éstos es muy inferior al del almidón). Entre ellos tenemos la celulosa, hemicelulosas, pentosanos, b-glucanos, y glucofructanos.

a) Celulosa

La celulosa es el polisacárido estructural más importante de las plantas. Químicamente es muy simple, está compuesto por D-glucosas unidas por enlaces β -1,4. Como no es ramificado y tiene configuración esencialmente lineal, se asocia fuertemente consigo mismo y es muy insoluble. En su estado nativo, la celulosa es parcialmente cristalina. El alto grado de ordenación e insolubilidad, junto con sus uniones β hace que este polímero resista a muchos organismos y enzimas. En la materia vegetal, se encuentra

generalmente la celulosa asociada a la lignina y a otros polisacáridos no feculentos.

b) Hemicelulosas y pentosanos

Los términos hemicelulosa y pentosanos, se utilizan con frecuencia indistintamente, por lo que ninguno de los dos parece tener un significado exacto. Los dos en conjunto, abarcan los polisacáridos vegetales no feculentos y no celulósicos. Están distribuidos ampliamente por todo el reino vegetal, y en general, se cree que forman las paredes celulares y el material de unión que mantiene juntas las células. Químicamente son muy diferentes, variando su composición desde un azúcar simple, como el que se encuentra en los β -glucanos, hasta los polímeros que pueden contener pentosas, hexosas, proteínas y fenoles. Otra heterogeneidad importante de las hemicelulosas, es su solubilidad en agua. La harina de trigo, por ejemplo, contiene a la vez, hemicelulosas solubles e insolubles en agua. Generalmente se las cita en la literatura, como pentosanos solubles e insolubles en agua, incluso aunque contengan, claramente muchas entidades además de las pentosas. Los pentosanos insolubles en agua son más ramificados que los pentosanos hidrosolubles. Contrariamente a las proteínas hidrosolubles de los cereales, los pentosanos solubles pueden absorber de 15 – 20 veces más agua y de este modo formar soluciones altamente viscosas. La porción insoluble de los pentosanos se hincha profundamente en el agua. Esta porción es responsable de las propiedades reológicas de la masa, de la conducta panificable del centeno y aumenta la jugosidad de la corteza de los productos de panadería. Los pentosanos también juegan un papel importante en las propiedades panificables del trigo, puesto que participan en la formación del gluten.

c) β -Glucanos

Los β -glucanos son polisacáridos lineales, con unidades de D-glucopiranosas unidas por enlaces β -1,3 y β -1,4. El grano de trigo contiene solamente 0,5 –2 % de sustancias mucilaginosas. Estas sustancias confieren una gran viscosidad a las soluciones acuosas.

d) Glucofructanos

La harina de trigo contiene un 1 % de oligosacáridos solubles en agua, no reductores, de peso molecular de hasta 2.000. Están formados por D-glucosa y D-fructosa.

1.2.3) Otros azúcares

En el trigo y otros cereales existen en concentraciones relativamente bajas de mono, di y trisacáridos, así como otros productos de bajo peso molecular resultantes de la degradación del almidón. Cuando esta degradación ocurre durante la formación de la masa estos niveles aumentan. En presencia de levaduras los mono, di y trisacáridos son importantes para el esponjamiento de la masa.

1.2.4) Proteínas

Las proteínas del trigo se dividen en cuatro fracciones de acuerdo a sus solubilidades:

- a) Albúminas: Proteínas solubles en agua.
- b) Globulinas: Proteínas insolubles en agua pura, pero solubles en disoluciones salinas diluidas e insolubles a altas concentraciones.
- c) Prolaminas: Proteínas solubles en alcohol etílico al 70 %.
- d) Glutelinas: Proteínas solubles en ácidos o bases diluidas.

Esta clasificación proporciona resultados reproducibles, sin embargo, las fracciones obtenidas, no tienen límites definidos.

La mayor parte de las proteínas bioquímicamente activas (enzimas), se encuentra en los grupos de las albúminas y de las globulinas. En el trigo, las albúminas y las globulinas, están concentradas en las células de aleurona, salvado y germen y a concentraciones inferiores en el endospermo.

Desde el punto de vista nutricional, las albúminas y globulinas, tienen los aminoácidos muy bien equilibrados. Son ricas en lisina, triptofano y metionina, tres aminoácidos que son relativamente escasos en los cereales.

Las prolaminas y glutelinas, son las proteínas de reserva de los cereales. La planta almacena proteínas de esa forma para su utilización en la germinación. Estas proteínas están en la matriz proteica del endospermo y no se encuentran en el pericarpio o en el germen. Las proteínas de reserva del trigo son únicas, porque son también proteínas funcionales. No poseen actividad enzimática, pero tienen la facultad de formar una masa que retendrá gas y rendirá productos horneados esponjosos.

La variación en el contenido proteico del trigo oscila desde menos del 6% hasta más de 27%. Esta diversidad es producto tanto de efectos ambientales como genéticos. El contenido proteico es importante por dos motivos: en primer lugar, la proteína es un nutriente valioso en nuestra dieta, por lo que el tipo y cantidad de proteína es importante desde el punto de vista de la nutrición y en segundo lugar la cantidad y tipo de proteína es importante desde el punto de vista funcional en la utilización de la harina.

Se atribuye fundamentalmente a las proteínas de reserva del trigo la habilidad de formar una masa fuerte, cohesiva, capaz de retener gas y rendir por cocción un producto esponjoso. Solo la harina de trigo con la adición de agua, forma una masa viscoelástica, cohesiva, que se puede trabajar (amasar). El gluten resultante

es el responsable de la plasticidad y elasticidad de la masa. El gluten está formado por un 90% de proteínas, 8% de lípidos y 2% de carbohidratos. Estos últimos son principalmente pentosanos, insolubles en agua, que pueden fijar y retener cantidades significativas de agua, en tanto que los lípidos forman un complejo lipoproteico con ciertas proteínas del gluten.

El complejo «gluten», está compuesto por dos grupos principales de proteínas: gliadinas (una prolamina) y glutenina (una glutelina). **Las gliadinas** son un grupo amplio de proteínas con propiedades similares. Su peso molecular medio es de unos 40.000, son de cadena simple y son extremadamente pegajosas cuando están hidratadas. Tienen poca o nula resistencia a la extensión y parecen ser las responsables de la coherencia de la masa (viscosidad). **Las gluteninas** también parece ser un grupo heterogéneo de proteínas. Son de cadena ramificada y su peso molecular oscila entre unos 100.000 y varios millones, con un promedio de unos 3 millones. Físicamente, la proteína es elástica, pero coherente. La glutenina confiere a la masa su propiedad de resistencia a la extensión (elasticidad).

1.2.5) Lípidos

La distribución de lípidos dentro del grano de trigo es muy variable. Los lípidos del trigo total contienen un 70 % de lípidos no polares, 20 % de glicolípidos y 10 % de fosfolípidos. El germen tiene la mayor cantidad de lípidos, y los lípidos del germen tienen el mayor porcentaje de fosfolípidos. Los lípidos polares del salvado, contienen más fosfolípidos que glicolípidos, mientras que los lípidos del endospermo contiene más glicolípidos que fosfolípidos.

En la harina del endospermo feculento, los lípidos se pueden dividir en: lípidos asociados con los granos de almidón y lípidos no asociados. Los lípidos asociados al almidón, representan también un número grande de clases con la división general siguiente: lípidos no polares 9 %, glicolípidos 5 % y fosfolípidos 86 %. Los lípidos no asociados, que representan un número grande de clases, se pueden dividir en un 60 % de lípidos no polares, 25 % de glicolípidos y 15 % de

fosfolípidos. Claramente, los fosfolípidos constituyen la mayor parte de los lípidos asociados al almidón.

1.2.6) Enzimas

Las enzimas son proteínas globulares con acción biocatalizadora a nivel celular. Las más importantes constituyentes en el grano de trigo son:

a) Amilasas

Los cereales contienen dos tipos de amilasas:

- **La α -amilasa, que es una endoenzima** que degrada los enlaces glucosídicos α -1,4, de forma, más o menos al azar. El resultado de esta acción enzimática, es la disminución rápida del tamaño de las moléculas del almidón y con ello la reducción de la viscosidad de la solución de almidón o de la suspensión. La enzima trabaja mucho más rápidamente sobre el almidón cuando está gelificado; sin embargo, con tiempo suficiente, también degradará los gránulos de almidón.

Los cereales sanos e intactos tienen bajos niveles de α -amilasa. Sin embargo, en la germinación, el nivel de α -amilasa se eleva muchas veces.

Esto convierte a la actividad de la α -amilasa en una medida muy sensible para la detección de germinación de los granos de cereal.

- **La β -amilasa, que es una exoenzima** que ataca al almidón por los extremos no reductores de los polímeros. También ataca enlaces α -1,4 glucosídicos y rompe uno sí y otro no liberando maltosa. Se tendría que esperar la obtención única de maltosa, a partir de la amilasa, si esta no fuera ramificada. En realidad, solamente el 70 % de la amilosa se

convierte en maltosa, con lo que se demuestra que en la amilosa hay ramificaciones. En el caso de la amilopectina, la conversión a maltosa es sólo del 50 %, siendo el resto una dextrina β -límite de gran peso molecular. Como la β -amilasa produce maltosa, se llama enzima sacarificante. La mezcla de α - y β -amilasas, degrada el almidón muy rápidamente y más completamente que con cualquiera de ellas solas. Por cada ruptura que produce la α -amilasa, se genera un nuevo extremo no reductor que puede ser atacado por la β -amilasa.

La mezcla de las dos enzimas, no degrada por completo el almidón, ya que ninguno de ellos puede romper los enlaces glucosídicos α -1,6 presentes en la amilopectina.

A diferencia de la α -amilasa, la β -amilasa se encuentra en los granos de cereal sanos e intactos. En general su nivel no aumenta mucho con la germinación. El pH óptimo para la α -amilasa es de 4,5 y el de la β -amilasa, ligeramente superior. La β -amilasa es más susceptible a la inactivación por el calor, que la α -amilasa.

b) Proteasas

Las proteasas o proteinasas se encuentran en los cereales maduros y sanos; no obstante, sus niveles de actividad son relativamente bajos.

c) Lipasas

Estas enzimas existen en todos los cereales en concentraciones diversas. La actividad lipásica tiene importancia porque los ácidos grasos libres son más

susceptibles al enranciamiento oxidativo que los mismos ácidos grasos en el triglicérido. Los ácidos grasos libres suelen comunicar un sabor jabonoso al producto. El aumento de los ácidos grasos libres observable durante el almacenamiento de la harina se debe también a las lipasas procedentes del metabolismo de los microorganismos presentes en la harina que son inactivadas por tratamiento térmico y de este modo se evita el deterioro de la calidad.

d) Fitasa

La fitasa es una esterasa que hidroliza el ácido fítico. El ácido fítico es ácido inositol hexafosfórico; la enzima lo transforma en inositol y ácido fosfórico libre. Un 70 – 75 % del fósforo de los cereales, se presenta al estado de ácido fítico, del cual se cree que forma un quelato con iones divalentes que evita que sea absorbido en el tracto intestinal. Por esta razón la actividad enzimática resulta importante ya que convierte un producto desventajoso en inositol (una vitamina del complejo B), y nutrientes.

1.2.7) Minerales

Estos constituyentes se localizan, en su mayor parte, en el pericarpio. Los más importantes son: calcio, fósforo, hierro, magnesio y potasio. Una parte importante del fósforo presente se encuentra combinado con el mio-inositol, formando el ácido fítico, cuyas sales de calcio y magnesio constituyen la fitina. Estos compuestos se combinan con numerosos iones, disminuyendo drásticamente la asimilación de los mismos.

1.2.8) Vitaminas

Las vitaminas que se encuentran en la harina corresponden principalmente al grupo del complejo B y su presencia se aumenta en la medida que el grado de extracción de la harina se incrementa, esto se debe a que la mayor concentración de este componente se localiza en las capas externas del grano y el germen. Las vitaminas presentes son:

Vitamina B₁ (tiamina)

Vitamina B₂ (riboflavina)

Vitamina B₆ (piridoxina)

Vitamina PP (nicotinamida)

Ácido Pantoténico

Todas estas vitaminas hidrosolubles están concentradas hacia la parte exterior del grano.

La vitamina PP es la vitamina antipelagrosa y su carencia se nota especialmente en las poblaciones que se alimentan principalmente de cereales (el maíz y el centeno no la contienen), además los cereales son pobres en triptofano, aminoácido a partir del cual el organismo puede sintetizar la vitamina PP.

La Vitamina E se encuentra en cantidad importante en el germen.

2) MOLIENDA DEL TRIGO

2.1) Acondicionamiento del trigo

En esta etapa se realizan operaciones de tamizado, limpieza y aspiración de polvo, cuerpos extraños y materiales inertes; es decir se libera al lote de la mayor cantidad de impurezas posibles para luego someterlo al acondicionamiento necesario donde el grano de trigo adquiere las condiciones físicas adecuadas para su molienda.

El acondicionamiento consiste en dejar el trigo en reposo en los cajones denominados de descanso. Los granos se reciben inicialmente con una humedad promedio de 12.5% y luego se humedecen en dos etapas, la primera donde se le adiciona agua hasta llevarlo a una humedad promedio de 14.0% para ablandar las capas de pericarpio, germen y aleurona que cubren el endospermo. Luego de transcurridas 8 horas se inicia la segunda etapa, donde se añade nuevamente

agua hasta llevarlo a una humedad promedio de 16.0% para lograr que el agua penetre a través del endospermo del grano y se difunda a través de él por espacio de 10 horas, lográndose adaptar el trigo a determinadas condiciones físicas para su molienda y provocar directa e indirectamente ciertos cambios que mejoran las características para el manejo de las harinas, como son:

- e) Aumento de la tenacidad del salvado evitando su pulverización.
- f) Facilitar la separación del salvado del endospermo
- g) Facilitar la posterior desintegración del endospermo.
- h) Conseguir un cernido correcto y fácil.

El acondicionamiento que se realiza en estos cajones de descanso puede verse ayudado por un sistema de radiadores de agua caliente entre los cuales circula el trigo húmedo.

Se completa la limpieza con otros pasajes del grano por máquinas pulidoras y cepilladoras que van logrando desprender los cuerpos extraños adheridos al grano.

2.2) Molienda

Moler un trigo significa abrir el grano, raspar lo más prolijamente posible el endospermo adherido, y luego reducir estas partículas hasta harina. La presencia de afrecho (es con este nombre como se conoce comúnmente las capas de pericarpio y aleurona trituradas) en la harina quita blancura a la misma. La presencia del germen como tiene aceite, enrancia la harina.

El proceso de molienda se divide en las siguientes etapas:

2.2.1) Trituración

El trigo preparado y acondicionado, se envía a los primeros cilindros de trituración (molinos). Las partículas mayores separadas por la extracción del

producto de la primera trituration, van a la segunda trituration. En ésta, las partículas grandes se abren completamente y el producto se extrae otra vez. Las partículas de mayor tamaño de esta extracción, van a los terceros cilindros de trituration que provocan una tercera extracción. Las partículas mayores (casi menores que el salvado), se someten a un raspado final en el cuarto cilindro de trituration y se extraen de nuevo, quedando como cola el salvado.

Los cilindros trabajan de a pares, siendo la velocidad del cilindro superior 2 veces y media más veloz que la del inferior. Este último sostiene el grano y el otro lo destroza y rasga el endospermo. Este proceso se realiza en las sucesivas pasadas en los distintos trituradores. Después de la acción de cada par de cilindros el producto se va a los tamices donde el mismo se separa en tres fracciones principales.

- Las partículas mayores que van al siguiente triturador.
- Una cierta cantidad de sémola impura de tamaño variable que se envía a los sasores (separan los pedazos de sémola) y constituye la fuente principal de la harina acabada.
- Algo de harina que va directamente a la bolsa.

2.2.2) Sasaje

Una vez efectuada la trituration, la mayor parte de la harina pasa por una fase intermedia de sémola, obtenida al extraer el producto de los distintos cilindros de trituration. En este estado la sémola impura es susceptible de llevar a cabo la purificación, siendo el objeto de los sasores limpiarla eliminando las cubiertas externas y al mismo tiempo clasificarla según su tamaño y pureza preparándola para la molienda en los cilindros de compresión.

Un savor está constituido por un tamiz oscilante, a través del cual circula una corriente de aire de abajo a arriba. Este aire arrastra las partículas de salvado pues

son ligeras, las pequeñas partículas de endospermo, limpias son más densas y atraviesan el tamiz.

2.2.3) Compresión y cernido

El objeto del sistema de compresión es moler las sémolas y semolines purificadas, para transformarlas en harina. La acción de los cilindros de compresión consiste en pulverizar la sémola hasta convertirla en harina que tiende a aplastar y por consiguiente a separar por un posterior cernido las partículas de salvado del producto que no ha sido eliminado en los sasores.

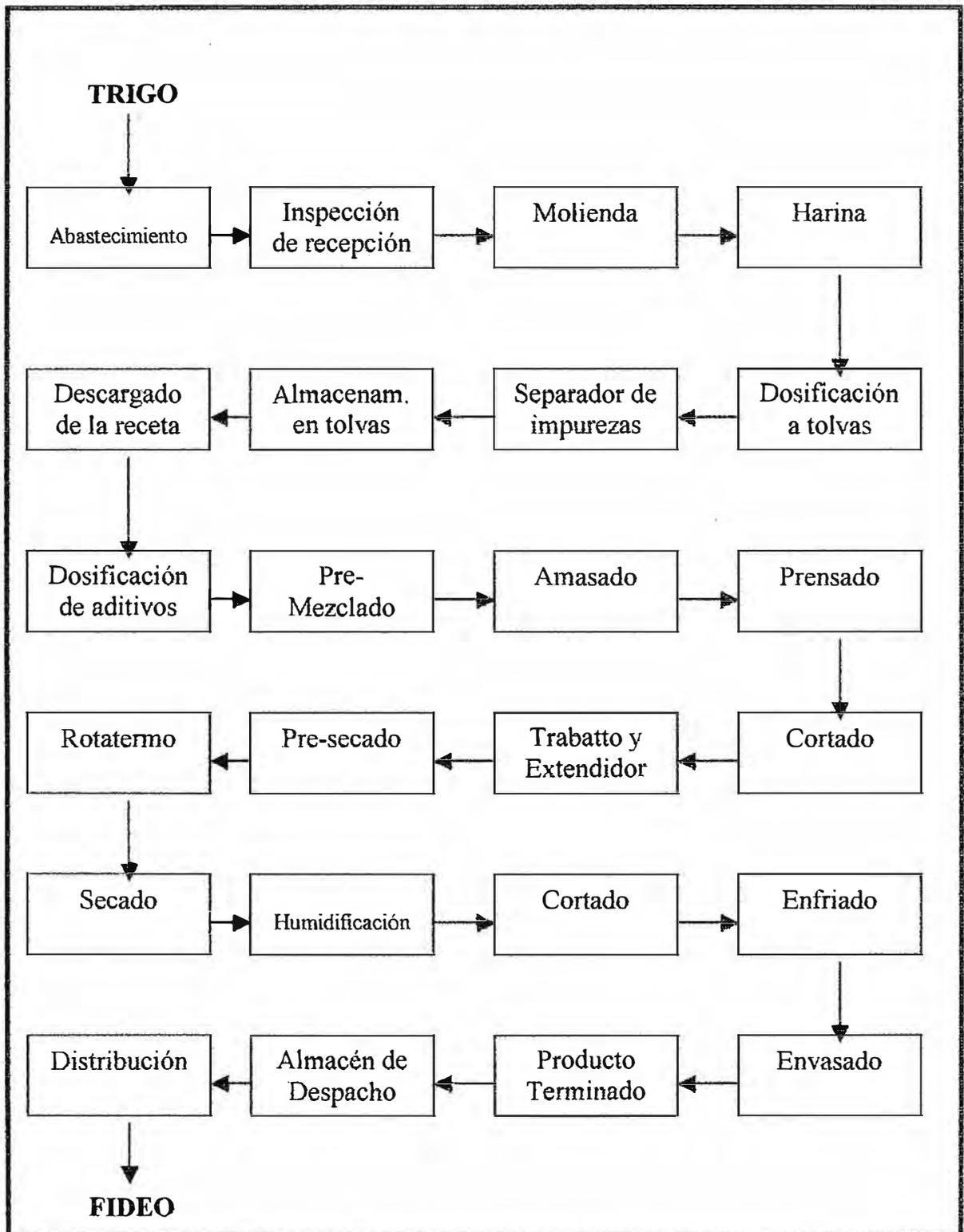
La sémola de una determinada calidad y tamaño, procedente de la trituration y de los sasores, alimenta los correspondientes cilindros de compresión. Pasando luego el producto a un cernidor de harinas, que separa la mayor parte de la misma, quedando el producto restante, semolinilla, que se envía a un paso de compresión más avanzado. Este proceso se repite un cierto número de veces hasta que queda eliminada la mayor parte de semolina extraíble.

Al proseguir la molienda únicamente daría como resultado un exceso de contaminación de las harinas con afrecho.

3) PREPARACIÓN DEL FIDEO

El proceso de preparación es el que realiza la empresa MOLITALIA S.A., es por ello que no se deben de tomar como un patrón en la elaboración de pastas sino como una forma particular de proceso. La figura 2 describe este proceso mediante un diagrama de bloques.

Fig. 2 **DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACION DE FIDEOS**



3.1) Recepción de materia prima:

La recepción se realiza en cinco tolvas, cada una de ellas almacena harinas y sémola de diferentes características tales como el tipo de trigo de donde provienen y el grado de extracción de harina en la molienda. Estas tolvas están conectadas a un sistema neumático de transporte, tanto en la alimentación como en la descarga.

3.2) Dosificación de harina:

El sistema automático hace que los ingredientes de la receta a preparar, previamente programada en el panel de control, pase uno tras otro a la balanza en cantidades proporcionales a la receta hasta completar 1000 Kg, que representa una carga (estableciéndose por 'cargas' las cantidades harina para la elaboración del fideo) para luego ser homogenizados. Este paso se realiza en forma continua a medida que se van elaborando los diferentes productos en las líneas.

En el presente trabajo, cuando se habla de receta nos referimos a las cantidades de harina de diferentes características que conforman la materia prima para la elaboración de las pastas. Las recetas varían de acuerdo a la consistencia, apariencia, resistencia a la cocción y mercado al que va dirigido el fideo, donde cada una de dichas recetas implica una marca de pasta diferente.

Para el caso específico de nuestro estudio, se han analizado los fideos cuya receta esta compuesta por harinas provenientes de trigo duro (ver en el apéndice TIPOS DE TRIGO) donde la proporción de las harinas es 50% de Harina Tipo Pastificio 1 (HTP1) y 50% de Harina Tipo Pastificio 2 (HTP2), donde la diferencia entre ambas es el grado de extracción, caracterizándose la HTP1 por ser más blanca debido a que pertenece a las primeras extracciones de harina, en cambio la HTP2 por ser harina con un mayor grado de extracción posee cantidades mayores de afrecho lo que le confiere una tonalidad oscura a la harina y una mayor cantidad de proteínas.

El orden en que son preparadas las recetas lo determinan los sensores de nivel que están en las tolvas de alimentación. Al bajar el nivel en una de ellas automáticamente comienza a dosificar la receta para la tolva con bajo nivel.

3.3.) Dosificación de aditivos:

Entre los aditivos tenemos al huevo, que es adicionado según las fórmulas especificadas para una dosis de 1000 Kgs. El otro aditivo es el hierro que es adicionado en el proceso final de elaboración de la harina antes de su envío a tolvas de recepción. La cantidad de hierro a adicionar debe ser tal que cumpla con la NTP 205.027 que establece un mínimo de 55 ppm de hierro.

El huevo tiene un valor altamente nutritivo ya que contiene un índice elevado de proteínas y grasas, así como vitaminas A, B y D. Su aporte calórico es similar al del pescado y algo inferior al de la carne. En los regímenes alimenticios los huevos sustituyen perfectamente a la carne y el pescado.

3.4) Separación de Impurezas:

El producto pesado y homogenizado pasa por un sistema de tamices llamado Planchisters el cual sirve de filtro para evitar el paso de cualquier partícula extraña. Después el producto es pasado por un imán que va ayudar a la separación de metales además el sistema tiene conectado un sistema aspirador para recuperar el polvo que se produce en la descarga de cada receta.

3.5.) Recepción de mezcla en tolvas de alimentación:

La receta homogenizada y sin impurezas pasa a las tolvas de alimentación cuya capacidad es de 4000 Kg.

Se cuenta con seis tolvas de este tipo, donde cada una alimenta a una línea de producción de fideos distinta, tres líneas para fideos cortos y otras tres para fideos

largos, cada una guarda una receta diferente; este sistema facilita el flujo constante de las recetas a las líneas de producción.

3.6.) Descargado de receta:

Utilizando aire comprimido mediante un sistema neumático, las recetas son transportadas de las tolvas de alimentación hasta una cicloneadora de descarga hacia la línea del proceso.

3.7.) Entrada de la harina a la línea de producción de fideos

3.7.1) Pre - Mezclado:

La receta es mezclada mediante un eje de paletas con el agua que debe estar a una temperatura de 45° C la cual es rociada por sistema de aspersión. La cantidad de agua añadida depende de la humedad, peso específico de los insumos secos y de la humedad deseada de la masa; esta etapa es importante porque de esta mezcla depende la textura de la masa, de no agregarse la cantidad de agua necesaria podría originar pastas pegajosas o duras.

3.7.2) Amasado:

Esta etapa trabaja utilizando vacío, es decir a una presión de 700 mmHg, éste agiliza el movimiento de la masa evitando la formación de puntos blancos (masa endurecida) por falta de hidratación. Esta etapa dura aproximadamente 10 minutos y logra recuperar continuamente los recortes de masa húmeda de fideo.

3.7.3) Prensado:

En esta etapa la masa es compactada por medio de tornillos sin fin hacia una prensa o extensor, la cual tiene la finalidad de darle la forma deseada al fideo.

La temperatura de trabajo que logra la prensa es de 50 °C utilizando una presión de 100 - 120 bares.

3.7.4) Cortado:

Según el tipo de fideo deseado, se presentan las siguientes dos opciones:

Fideos largos: La masa es cortada mediante una cizalla o guillotina la cual le da el tamaño apropiado al fideo, aquí los fideos son colocados en unas cañas que los transportan a las otras etapas del proceso en línea. Los recortes producidos de este corte son recuperados continuamente en la etapa del amasado.

Fideos Cortos: La masa pasa a través de los moldes con las formas deseadas (Ejm: codo, pluma, caracol, dinosaurios, pastinas) para luego ser cortadas mediante cuchillas.

3.7.5) Trabatto y Extendidor:

Es el paso que consiste en un secado superficial y rápido del fideo para darle consistencia antes de pasar a las etapas siguientes; para el caso del fideo corto esto se conoce como trabatto el cual tiene una temperatura de 90° C, lo que permite que el fideo baje de 30 – 32 % de humedad inicial a 27 – 28% aprox.

Para el caso de fideos largos este paso recibe el nombre de extendidor y ayuda a que el fideo se acomode en la caña y que no se caiga, la

temperatura en esta etapa es de 70° C aprox. , disminuyendo en 1% de Humedad por evaporación espontánea

3.7.6.) Pre- secado:

El fideo atraviesa un túnel de altas temperaturas y humedades variables lo cual permite mantener abiertos los poros del fideo sin que se forme una costra superficial y así se logra que seque desde el centro hacia afuera.

Línea de fideo corto : Presenta una sola etapa la cual se encuentra en 95° C y una Humedad promedio de 18.5 %

Línea de fideo largo : Presenta cinco etapas con un rango de temperatura de 70 – 92°C y una Humedad promedio de 14.6 – 14.9%

Para el caso del fideo largo estos ingresan con una humedad de 30-32% .Para fideos cortos la humedad de ingreso a esta etapa es de 28%.

3.7.7.) Rotatermo:

Etapa muy corta entre el pre-secado y el secado en el cual el fideo largo esta a temperatura de 100° C por 5 minutos con la finalidad de abrirle los poros para que en la etapa de secado pueda eliminar mejor la humedad.

En las etapas de presecado y rotatermo es indispensable mantener dichas temperaturas de trabajo porque son las etapas más susceptibles al defecto de apariencia del fideo denominado ‘trizamiento’ que es un quiebre en el fideo desde su centro hasta la superficie dándole el aspecto de un ‘vidrio quebrado’ es por ello que en las paradas de línea se tienen que regular inmediatamente las temperaturas de trabajo para prevenir la ocurrencia de dicho defecto.

3.7.8) Secado:

El secado varia para cada línea tanto en tiempo como en temperatura:

Línea fideos cortos: Tiene nueve pisos de secado las cuales están en un rango de 70 – 80° C con un tiempo de permanencia total de 2.5 horas.

Línea fideos largos: Tiene tres pisos de secado que varía entre 60–90°C el fideo pasa por estas tres etapas en un tiempo aproximado de 4.5 horas.

3.7.9) Humidificación:

El objetivo de esta etapa es humedecer superficialmente al fideo cuando este pase al enfriador para evitar la resequedad (defecto de apariencia escamosa comúnmente conocido como ‘piel de serpiente’). Esta etapa se tiene en los fideos largos, su función es acondicionar el fideo para que no sufra alteraciones por el cambio de las condiciones de Humedad relativa (Hr) y Temperatura (T) del ambiente para ello en esta zona se mantiene una Hr mayor de 80% ; en caso la Hr del ambiente sea menor esta se regula mediante la inyección de vapor de agua.

3.7.10) Enfriado:

Etapa que sirve para templar y darle rigidez al fideo luego del secado, la temperatura promedio que alcanza el fideo en esta etapa es de 25°C, mantener esta temperatura es importante debido a que si la variación de temperatura es mayor en esta etapa se genera el defecto de ‘trizamiento’ ya mencionado anteriormente.

3.7.11) Cortado del fideo al salir de la linea:

Etapa en la cual el fideo largo es cortado mediante una desfiladora en tres puntos: en el centro y en los extremos para darle el tamaño apropiado.

3.7.12) Envasado:

Fideos Cortos: El producto ingresa a las tolvas de reposo por medio de unos toboganes para luego ser envasados.

Fideos Largos: El producto es transportado a través de recipientes curvos (capachos) a la chimenea de envasado para empacar los fideos en las láminas de polipropileno.

3.7.13) Empacado:

El producto envasado es transportado mediante una faja transportadora hasta la zona de empacado. Se forman paquetes de 10Kg y se colocan en una parihuela hasta completar 1500Kg para el caso de fideos largos.

En el caso de fideos cortos estos son empacados en paquetes de 5 Kg. y se colocan en parihuelas como sigue: Pastinas hasta 240 Kg., fideos medianos 740 kgs.

3.7.14) Almacenamiento:

Se coloca en cada parihuela una tarjeta de identificación que se llena por duplicado y al final del turno se lleva al almacén de producto terminado; las tarjetas sirven de control del producto que sale de producción y que ingresa al almacén.

4) MEDICIÓN DEL COLOR Y FUNCIONAMIENTO DEL COLORÍMETRO

4.1) MEDICIÓN DEL COLOR

Tono, claridad y croma. Estos tres elementos son las tres características del color y pueden visualizarse en tres dimensiones como mostramos en la figura 3.

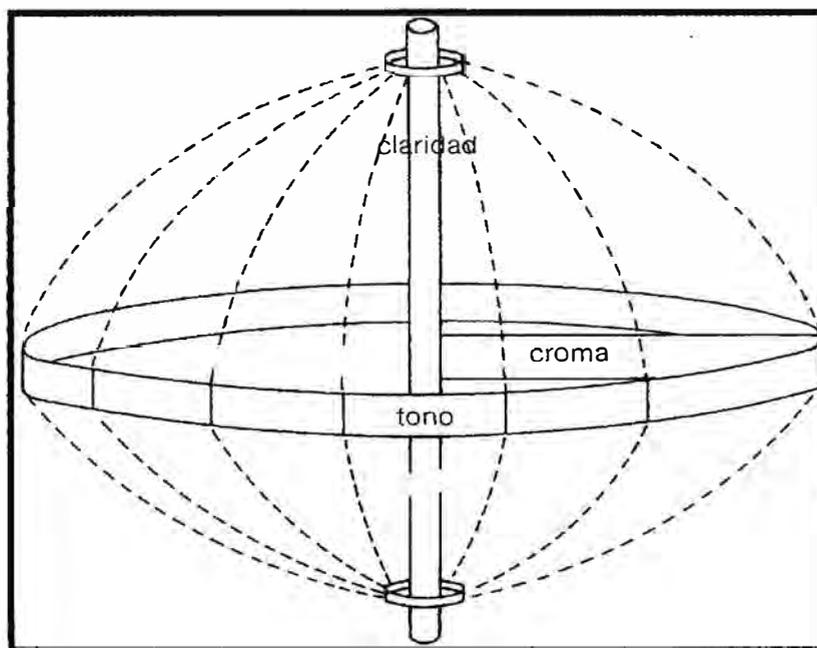


Figura 3 Elementos del Color

Los tonos del color están fuera, alrededor del centro de ordenadas, con la claridad formando el eje vertical y el croma el eje horizontal desde el centro de ordenadas. Si los tres parámetros que se muestran en la figura 3 fueran realmente combinados en un sistema tridimensional, aparecerían como un sólido de color tal y como se presenta en la figura 4. Debido a que los cambios en el croma sobre el eje horizontal varían tanto con el tono como con la claridad, el sólido adquiere

finalmente una configuración bastante complicada. Cuando se expresa con una figura como esta, la relación entre tono, claridad y croma nos aparece mas clara.

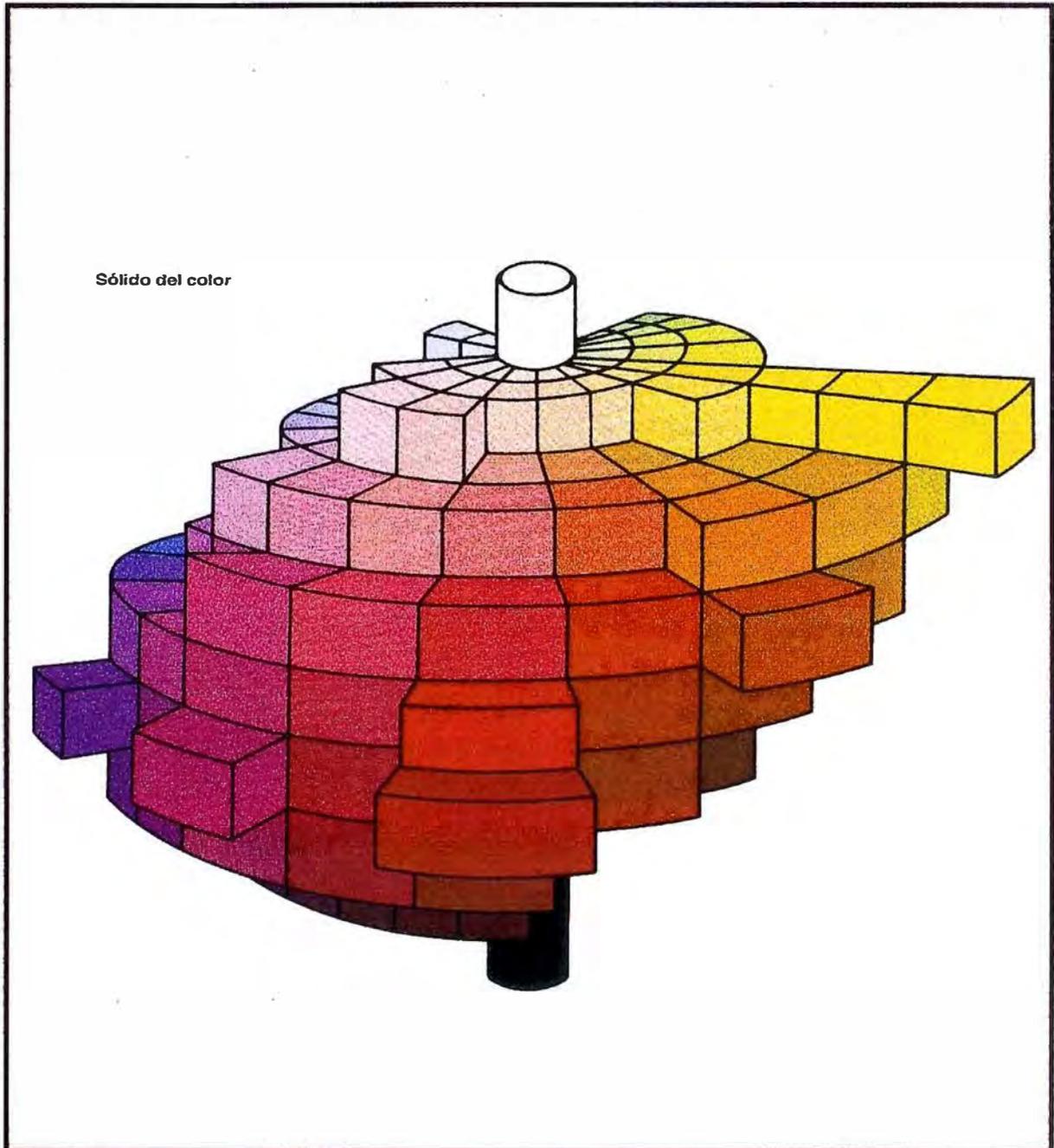


Figura 4 Sólido del Color

Por lo dicho anteriormente podemos llegar a la conclusión de que si el color puede ser descompuesto en tono, claridad y croma entonces debe de haber una forma más cómoda y precisa de expresarlo y no depender de las apreciaciones subjetivas de cada persona. El colorímetro Minolta modelo CR-300 con el que se ha desarrollado este estudio convierte todos los colores comprendidos dentro del rango de percepción humana en códigos numéricos comunes, con la finalidad de que cualquiera diga a alguien exactamente de que color esta hablando. Para hacernos una idea de cómo trabaja presentamos la figura 5 en la cual se muestra el sistema de color de notación L^* , a^* b^* . Cuando un color se expresa en este sistema, la claridad es 'L' mientras que el tono y el croma son expresados por a y b conjuntamente.

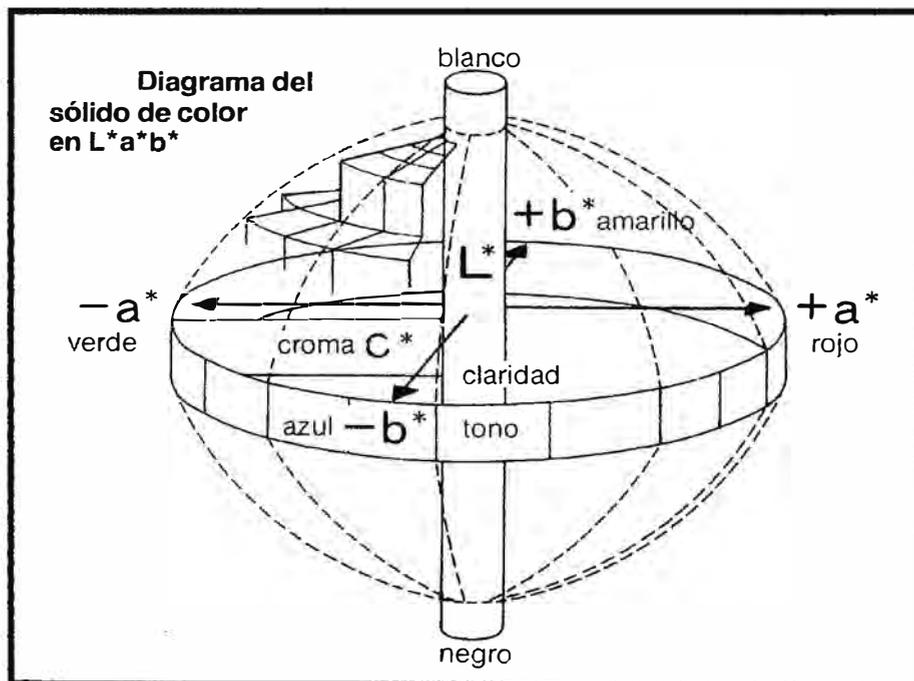


Figura 5 Diagrama del sólido de color en $L^*a^*b^*$

4.2) FUNCIONAMIENTO DEL COLORIMETRO

El Colorímetro empleado es del modelo Minolta CR-300 que es un compacto analizador de color para medir reflexiones de color sobre superficies. El

colorímetro consiste en un cabezal de medición y en un procesador de datos, tal como lo mostramos en la figura 6.



Figura 6 Colorímetro Minolta modelo CR-300

El cabezal del colorímetro CR-300 tiene un área de medición de 8 mm de diámetro y emplea una iluminación difusa y un ángulo de visibilidad de 0° (incluidos componentes especulares) para una medición exacta de una amplia variedad de pruebas.

Al interior del cabezal se encuentra una lámpara de arco xenón dentro de una cámara mixta que provee la iluminación sobre la superficie de la muestra. Seis fotoceldas de silicón de alta sensibilidad (establecidas por el CIE Commission Internationale de l'Eclairage, que es la institución encargada de estandarizar las mediciones del color) son empleadas por el sistema de doble rayo de medición con retroalimentación para detectar del rayo incidente y el rayo reflejado. De esta manera se detecta cualquier pequeña desviación en el rayo de salida a través de la lámpara de arco xenón, lo que es compensado automáticamente. Es decir sólo el rayo reflejado perpendicularmente a la superficie de la muestra es procesado por el cable de fibra óptica para la cuantificación del color.

Las mediciones absolutas pueden ser mostradas en diferentes sistemas de cuantificación del color tales como: Yxy (CIE 1931), L*a*b* (CIE 1976), L*C*H°, Hunter Lab o valores XYZ. Los datos pueden ser convertidos de un sistema a otro, se representan mediciones absolutas y también intervalos de medición entre un valor y el otro.

5) CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Desde un inicio se destacó que el principal aporte de este estudio está basado en la calidad visual del producto, en este caso los fideos, ya que se tendrá un control y aseguramiento de la cantidad de afrechillo que contiene las cenizas en la molienda del trigo, manteniéndolo en niveles que no alteren los límites permisibles establecidos como parámetros de calidad.

El concepto de calidad no es un concepto fijo y cerrado, sino cambiante, sigue una evolución en la que ha pasado por diversas acepciones de la Calidad hasta la que hoy día conocemos como etapa Calidad Total, que supone que lo que el cliente busca, lo que se programa y lo que se fabrica es la misma cosa. Este concepto de calidad Total implica que el concepto de Calidad se extienda a todos los ámbitos de la empresa incluso a aquellos estamentos que en principio parecen ajenos a ella. El motivo es que es necesario no sólo conseguir nuevos clientes, sino además conservarlos, es decir que: “quien nos compre una vez, nos compre siempre”, y esto sólo se consigue a través de la satisfacción plena.

En este sentido, el plan Calidad Total que se implante en una empresa debe basarse en la asunción por la organización de conceptos básicos, como son:

- La idea de mejora continua.
- La prioridad permanente de la satisfacción del cliente.
- la implicación de todas las áreas.

- La visión del cliente / proveedor interno.
- La necesidad de liderazgo desde distintos niveles jerárquicos.

Como vemos, al hablar de Calidad no podemos separar los conceptos de producto y servicio. Puede darse el caso de que un producto sea de buena calidad y no obstante cueste venderlo debido a que falla la calidad de servicio asociada al producto. Así, aunque se disponga de un magnífico producto, su venta puede quedar afectada negativamente por factores como: sistema de entrega de baja calidad, deficiencia en la comunicación al cliente, etc. Por lo tanto, es preciso conocer en cada momento las necesidades de los clientes con objeto de desarrollar productos y servicios que satisfagan esas necesidades.

Para competir en el mercado se puede recurrir a, bien a un control de los costos basado en un eficiente empleo de los recursos, bien a una diferenciación en valor o Calidad basada en ofrecer algo que el mercado perciba como valor diferencial, respecto a lo que ofrece la competencia. Generalmente, el cliente es más sensible al trato preferente, siempre que los precios no se disparen.

El servicio al cliente da lugar a diferentes tipos de respuesta en función de cómo sea el servicio:

- a) Clientes satisfechos: el servicio que se da es el que se prometió o el que el cliente esperaba. Esto da lugar a que el cliente vuelva a comprar a la misma empresa. Además, suele recomendar la compra a cinco clientes potenciales.
- b) Clientes insatisfechos: el servicio que se les da no es el que se les prometió o el que esperaban. Como consecuencia de ello, estos clientes no compran más los productos de la empresa en cuanto encuentren otro proveedor aceptable. La mayoría de las veces, estos clientes insatisfechos ya no vuelven, y además le

cuentan la causa de su insatisfacción a nueve o diez clientes potenciales, con lo que se pierde también la influencia sobre éstos.

c) Clientes encantados: el servicio que reciben supera lo prometido o lo que ellos esperaban. La consecuencia de ello es que conseguimos clientes totalmente leales, que nos recomiendan a veinte clientes potenciales. Esto nos da una idea de la gran importancia de lograr clientes encantados, lo cual se puede conseguir en muchas ocasiones con pequeños detalles que la mayoría de las veces cuesta poco o nada, son fáciles y rápidos de hacer y son perceptibles inmediatamente por los clientes. Detalles tales como un contacto personal adicional, una llamada de comprobación de que todo va bien, un minuto extra de su tiempo, etc., pueden contribuir a lograr este importante objetivo.

6) EL COLOR COMO PARÁMETRO DE CALIDAD

La primera impresión que el consumidor recibe de un alimento se establece mediante el sentido de la vista y entre las propiedades que observa se destacan el color, la forma, el tamaño y las características de superficie.

El color ocupa un lugar preferente entre los factores que definen la calidad de los alimentos. Un alimento puede ser rechazado por su color sin valorarse otras propiedades, como la textura, el sabor y aroma.

Es frecuente relacionar este parámetro con el grado de maduración, la aplicación de un tratamiento tecnológico o con el comienzo de una alteración por microorganismos. Su importancia ha determinado que distintas normas de calidad incluyan el color como parámetro de calidad y que métodos oficiales de valoración de la calidad de los alimentos estén basados en medidas directas de color. Por tanto, la determinación del color se ha convertido en un pilar básico

para la evaluación de la calidad en base a las relaciones que el consumidor establece entre el color y las restantes propiedades del alimento.

Asimismo, la determinación del color en los alimentos ha abierto una vía muy importante para sustentar posibles mejoras tecnológicas y desarrollo de nuevos procesos. La colorimetría permite llevar a cabo clasificaciones de alimentos, proceder a su caracterización, ajustar y comparar formulaciones y establecer correlaciones con la apreciación sensorial, entre otros.

El color puede considerarse bajo diferentes aspectos, no claramente diferenciados entre sí, como una propiedad de los alimentos, como un simple fenómeno físico-óptico (conjunto de radiaciones del espectro visible) o como una sensación de naturaleza fisio-psicológica que los objetos coloreados, o la luz de ciertas características producen en el observador.

La dualidad existente entre la concepción del color como fenómeno físico y fenómeno sensorial; y el interés existente en relacionar ambos fenómenos da lugar a que la determinación del color sea compleja.

Desde el punto de vista de la medida del color de los alimentos, interesa especialmente el aspecto fisio-psicológico y el físico-óptico. El primero es útil para realizar e interpretar correctamente las medidas subjetivas y el segundo establece las bases científicas para la realización de medidas instrumentales.

El color de los alimentos depende de tres factores fundamentales: la luz incidente (fuente luminosa), el objeto (alimento) que refleja o transmite esa luz y la visión del observador. Su determinación puede llevarse a cabo mediante métodos objetivos (instrumentales) y subjetivos (sensoriales).

Referencias de Color Estandarizadas

La medida sensorial del color de los alimentos se basa en la percepción visual realizada por parte de una o varias personas que comparan el estímulo recibido con una referencia. Existen diferentes referencias estandarizadas como son: el atlas de Munsell, el American Colorist, el Atlas NCS, el diccionario ISCC-NBS y el atlas RHS entre otras.

El análisis sensorial realizado por un panel de jueces entrenados ofrece la ventaja de proporcionar una información semejante a la que aportarían los consumidores.

El color se convierte en propiedad física en la medida en que un instrumento es capaz de darle un valor numérico. La medida objetiva del color se lleva a cabo en nuestro caso mediante un colorímetro.

En el caso de las pastas es de vital importancia su aspecto visual, ya que eso nos garantizara el nivel de calidad de la harina con la que se ha trabajado dicha pasta, una harina de mayor blancura proviene de las primeras extracciones de la harina del trigo, a medida que se continúa con la extracción de la harina en la molienda del trigo, esta sale con mas restos de afrechillo lo que oscurece la harina y si es utilizada como materia prima se obtendrá un fideo con una tonalidad oscura, que disminuye la calidad del producto, ya que a los consumidores no les atraerá el consumo de un fideo con dichas características por más que sea solo un defecto visual.

III. DESARROLLO EXPERIMENTAL DEL TEMA

1) DESCRIPCIÓN DEL ANALISIS

Nuestra investigación se basa en el análisis de color de la harina proveniente del trigo Duro utilizada como materia prima para la elaboración de pastas, se establecen parámetros máximos del nivel de cenizas que deben de tener la harina, estas cenizas están conformadas por la materia inorgánica presente en la cáscara del trigo (que en adelante y tal como lo definimos en la molienda del trigo, denominaremos afrechillo para cascarilla fina.) Cuando el nivel de cenizas sobrepasa los límites establecidos, la harina tiene un aspecto oscuro (no detectable a simple vista cuando los niveles no son elevados), esta harina al ser usada como materia prima para la elaboración de fideos tienen como resultado que éstos adquieran una apariencia opaca y oscura, alterando su calidad visual.

Lo que proponemos es un análisis del color de las harinas en el momento que se están produciendo, de tal manera que si se detecta que la harina esta oscura, se reporta inmediatamente a Planta Molino para su inmediata corrección.

El análisis se realiza con el uso de un Colorímetro Minolta que reporta valores cuantificados del color en el sistema $L^*a^*b^*$ para las harinas utilizadas como materia prima. Lo interesante y los mas rescatable de este estudio es que se ha encontrado una relación lineal entre los valores de 'a' leídos por el colorímetro y el valor de cenizas de la harina reportado mediante el método ICC.

De la ultima afirmación podemos concluir que haciendo el análisis de color mediante el colorímetro podemos saber si nuestra materia prima tiene niveles elevados de oscuridad y por consiguiente estamos en la capacidad de predecir si nuestros fideos presentarán la apariencia adecuada al salir de las líneas de producción.

Sin embargo hay que mencionar que existen otros factores que pueden influenciar el color final del fideo como por ejemplo un exceso en las temperaturas en las etapas de presecado y secado en la línea de producción; también altera el color del fideo cuando hay paradas de línea, esto hace que el fideo permanezca estancado, siendo el fideo que se encuentra en la zona del pre-secado la mas comprometida (debido a las temperaturas con que se trabajan en esa etapa.)

Antes de presentar los datos obtenidos, estableceremos el método empleado, que tiene que ser realizado tal como se presenta, para la obtención de los mismos resultados. La toma de datos se realizó para dos tipos de harinas provenientes de la misma molinenda de tipos de trigo Duro, la diferencia esta en el nivel de extracción:

Harina Tipo Pastificio 1 (HTP1): primera extracción, harina blanca.

Harina Tipo Pastificio 2 (HTP2): siguientes extracciones, harina opaca.

Ambas harinas provienen de una mezcla de diferentes tipos de trigo (ver apéndice TIPOS DE TRIGO)

2) PROCEDIMIENTO PARA RECOPIACION DE DATOS

2.1) MATERIAL A UTILIZAR

- 01 Colorímetro Minolta CR-300
- 02 cilindros portamuestras de acero inoxidable (vienen con el equipo.)
- 02 lunas de vidrio, de 0,4 cm de espesor c/u.
- 01 controlador de tiempo.
- 01 espátula de plástico transparente
- Pirocatequina al 0,05% (Ver apéndice MSDS Pirocatequina)

2.2) PROCEDIMIENTO

- 2.2.1) Verificar el funcionamiento del colorímetro realizando un disparo sobre la placa en blanco (viene con el equipo).
- 2.2.2) Colocar en cada uno de los cilindros portamuestra los tipos de harina, compactarlas y enrasarlas.
- 2.2.3) Dejar caer dos gotas de pirocatequina en el centro de la muestra, primero en la harina tipo pastificio 1 (HTP1) e inmediatamente después en la harina tipo pastificio 2 (HTP2.)
- 2.2.4) Luego de transcurridos 10 minutos (utilizar el timer) realizar el disparo sobre la muestra HTP1 con el colorímetro Minolta (posicionado en la escala $L^*a^*b^*$ y en triple lectura), leer el valor de 'a'.

NOTA: El tiempo de 10 minutos se ha establecido por ser el tiempo ideal para percibir con el colorímetro el cambio de color en las muestras, originadas por la reacción de la pirocatequina con las enzimas presentes en el afrechillo de la harina.

- 2.2.5) En el minuto 10 con 10 segundos realizar el disparo sobre la muestra HTP2 leer el valor de 'a'.

3) PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Siguiendo estrictamente el procedimiento descrito anteriormente se realizó el estudio durante los meses de Enero y Febrero del 2006, se compararon con los resultados de cenizas obtenidos mediante el método ICC, obteniéndose los resultados mostrados en la tabla N° 1.

La toma de datos se realizó manteniendo la temperatura del laboratorio en un rango de 18 a 22 ° C y con una humedad de las harinas entre 13,8 y 15,0%.

El cuadro de datos registrados nos muestra los valores de 'a' leídos por el colorímetro, se han tomado tres datos de la misma muestra para garantizar la repetibilidad de las lecturas, dichos datos los llevamos a un plano cartesiano donde el eje de las abcisas se representan por los valores de 'a' y el eje de las ordenadas por los valores de cenizas mediante el método ICC, obteniendo los siguientes resultados previa depuración de datos, tal como nos lo muestra la tabla N° 2.

TABLA Nro. 1 Valores de 'a' obtenidas con el colorímetro y cenizas ICC

TIPOS DE HARINA PARA PASTAS				
HTP1		HTP2		Fecha
a	ICC	a	ICC	
-1,01	0,65	0,67	0,88	14/01/2006
-1,30		0,74		
-1,04		0,55		
-1,32	0,66	0,50	0,90	15/01/2006
-1,21		0,62		
		0,71		
-0,88	0,65	1,18	0,96	16/01/2006
-1,37		1,35		
-1,25		1,22		
-1,05	0,68	0,92	0,93	17/01/2006
-1,28		0,70		
-0,72		0,96		
-1,34	0,68	1,15	0,98	18/01/2006
-1,00		1,60		
-1,06		1,43		
-0,86	0,69	1,37	0,99	19/01/2006
-0,83		1,44		
-0,83		0,99		
-0,78	0,64	0,97	1,01	21/01/2006
-1,20		0,91		
-1,08		1,36		
-0,81	0,67	1,29	0,95	25/01/2006
-0,76		1,28		
-0,93		1,11		
-0,86	0,65	1,18	0,98	27/01/2005
-1,34		0,91		
-0,98		1,26		
-0,98	0,67	1,18	0,99	30/01/2006
-0,79		1,33		
-1,19		1,42		
-0,75	0,68	0,80	0,94	04/02/2006
-1,00		1,18		
-1,09		1,11		
-0,91	0,65	0,89	0,94	06/02/2006
-0,82		1,01		
-1,08		0,94		
-0,90	0,64	0,93	0,94	07/02/2006
-1,22		1,27		
-1,01		1,04		
-1,00	0,69	0,97	0,96	16/02/2006
-1,05		1,00		
-1,34		0,97		
-1,22	0,72	2,04	1,09	21/02/2006
-1,45		1,63		
-0,97		1,76		
-0,75	0,67	0,73	0,99	22/02/2006
-0,88		0,66		
-0,75		0,52		
-0,36	0,73	1,03	0,95	24/02/2006
-0,78		0,73		
-0,87		0,73		

TABLA N° 2 Valores de 'a' y cenizas ICC en el plano cartesiano

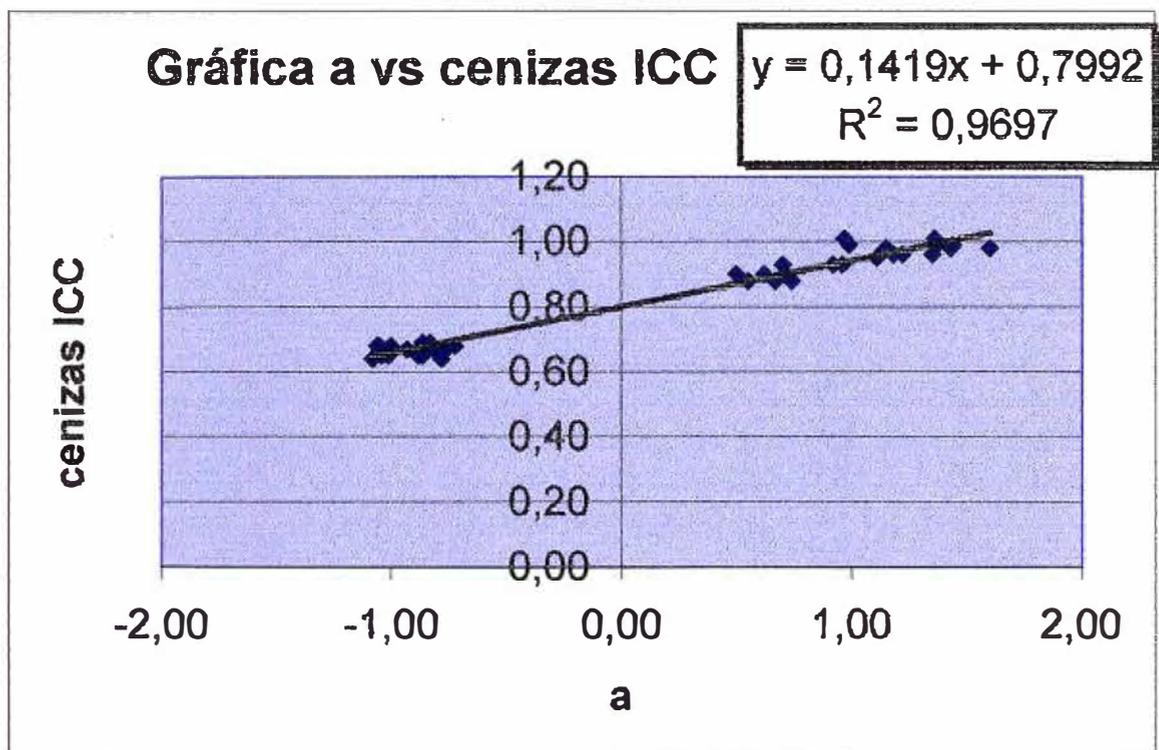
	eje X	eje Y
N° Dato	A	ICC
1	-1,01	0,65
2	-1,04	0,65
3	0,67	0,88
4	0,74	0,88
5	0,55	0,88
6	0,50	0,90
7	0,62	0,90
8	0,71	0,90
9	-0,88	0,65
10	1,18	0,96
11	1,35	0,96
12	1,22	0,96
13	-1,05	0,68
14	-0,72	0,68
15	0,92	0,93
16	0,70	0,93
17	0,96	0,93
18	-1,00	0,68
19	-1,06	0,68
20	1,15	0,98
21	1,60	0,98
22	1,43	0,98
23	-0,86	0,69
24	-0,83	0,69

	Eje X	eje Y
N° Dato	A	ICC
25	-0,83	0,69
26	1,37	0,99
27	1,44	0,99
28	0,99	0,99
29	-0,78	0,64
30	-1,08	0,64
31	0,97	1,01
32	1,36	1,01
33	-0,81	0,67
34	-0,76	0,67
35	-0,93	0,67
36	1,11	0,95
37	-0,86	0,65
38	-0,98	0,65
39	1,18	0,98
40	1,26	0,98
41	-0,98	0,67
42	-0,79	0,67
43	1,18	0,99
44	1,33	0,99
45	1,42	0,99
46	-0,75	0,68
47	-1,00	0,68
48	-1,09	0,68

	eje X	eje Y
N° Dato	a	ICC
49	0,80	0,94
50	-0,91	0,65
51	-0,82	0,65
52	-1,08	0,65
53	0,89	0,94
54	1,01	0,94
55	0,94	0,94
56	-0,90	0,64
57	-1,01	0,64
58	0,93	0,94
59	-1,00	0,69
60	-1,05	0,69
61	0,97	0,96
62	1,00	0,96
63	0,97	0,96
64	2,04	1,09
65	1,63	1,09
66	1,76	1,09
67	-0,75	0,67
68	-0,88	0,67
69	-0,75	0,67
70	-0,36	0,73
71	1,03	0,95
72	0,73	0,95
73	0,73	0,95

De donde a partir de la regresión lineal tenemos la ecuación Cenizas = 0.1465 'a' + 0.8023 con un coeficiente de correlación de 0,9748, lo que nos demuestra la relación lineal que existen entre esos dos parámetros. Ver grafica N° 1

GRAFICA N° 1 REGRESIÓN LINEAL 'a' vs CENIZAS ICC



A continuación se realiza el análisis de los datos, reemplazando los valores obtenidos de 'a' en las ecuaciones propuestas, estas ecuaciones están basadas en la regresión, pero para el caso de la HTP1 se varió ligeramente el intercepto con el eje 'Y' para obtener una menor desviación de los resultados obtenidos. La tabla N° 3 muestra estos valores.

TABLA N° 3 CENIZAS PREDECIDAS PARA LA HTP1 MEDIANTE ECUACIÓN

HTP1			
Ce = 0,147*a + 0,792		ICC	ICC - Ce calc.
a	Ce calc.		
-1,01	0,64	0,65	0,01
-1,04	0,64	0,65	0,01
-1,05	0,64	0,68	0,04
-0,72	0,69	0,68	-0,01
-1,00	0,65	0,68	0,04
-1,06	0,64	0,68	0,04
-0,86	0,67	0,69	0,02
-0,83	0,67	0,69	0,02
-0,83	0,67	0,69	0,02
-0,78	0,68	0,64	-0,04
-1,08	0,63	0,64	0,01
-0,81	0,67	0,67	0,00
-0,76	0,68	0,67	-0,01
-0,93	0,66	0,67	0,01
-0,86	0,67	0,65	-0,02
-0,98	0,65	0,65	0,00
-0,98	0,65	0,67	0,02
-0,79	0,68	0,67	-0,01
-0,75	0,68	0,68	0,00
-1,00	0,65	0,68	0,04
-1,09	0,63	0,68	0,05
-0,82	0,67	0,65	-0,02
-1,08	0,63	0,65	0,02
-0,90	0,66	0,64	-0,02
-1,01	0,64	0,64	0,00
-1,00	0,65	0,69	0,04
-1,05	0,64	0,69	0,05
-0,75	0,68	0,67	-0,01
-0,88	0,66	0,67	0,01
-0,75	0,68	0,67	-0,01
-0,36	0,74	0,73	-0,01
Promedio			0,01

El parámetro establecido como máximo de cenizas para la HTP1 es 0.65% (los valores en rojo en la tabla N° 3 representan aquellos que sobrepasan ese límite máximo)

Ahora realizaremos el mismo análisis para la HTP2, la tabla N°4 muestra los valores.

Donde la ecuación que nos relaciona el valor de 'a' con las cenizas ICC para la HTP2 es la siguiente:

$$C_e = 0,147*a + 0,802 \quad \dots(\text{ec. II})$$

El parámetro establecido como máximo de cenizas para la HTP2 es 0.95% (los valores en rojo en la tabla N° 4 representan aquellos que sobrepasan ese límite máximo.)

De la información mostrada, apreciamos que hay un mejor ajuste para el caso de la HTP2, desde un inicio se ha recalcado que este análisis no es una predicción de las cenizas, este método es una medición de la oscuridad de la harina utilizada como materia prima para la elaboración de las pastas, es por ello que a condiciones normales de trabajo de las líneas de producción de fideos éste método si nos ayudará a predecir que materia prima puede traer como consecuencia un fideo oscuro.

TABLA N° 4 CENIZAS PREDECIDAS PARA LA HTP2 MEDIANTE ECUACIÓN

HTP2			
Ce = 0,147*a + 0,802		CC	ICC – Ce calc.
a	Cec		
0,67	0,90	0,88	-0,02
0,74	0,91	0,88	-0,03
0,55	0,88	0,88	0,00
0,50	0,88	0,90	0,02
0,62	0,89	0,90	0,01
0,71	0,91	0,90	-0,01
1,18	0,98	0,96	-0,02
1,35	1,00	0,96	-0,04
1,22	0,98	0,96	-0,02
0,92	0,94	0,93	-0,01
0,70	0,90	0,93	0,03
0,96	0,94	0,93	-0,01
1,15	0,97	0,98	0,01
1,60	1,04	0,98	-0,06
1,43	1,01	0,98	-0,03
1,37	1,00	0,99	-0,01
1,44	1,01	0,99	-0,02
0,99	0,95	0,99	0,04
0,97	0,94	1,01	0,07
1,36	1,00	1,01	0,01
1,11	0,97	0,95	-0,02
1,18	0,98	0,98	0,00
1,26	0,99	0,98	-0,01
1,18	0,98	0,99	0,01
1,33	1,00	0,99	-0,01
1,42	1,01	0,99	-0,02
0,80	0,92	0,94	0,02
0,89	0,93	0,94	0,01
1,01	0,95	0,94	-0,01
0,94	0,94	0,94	0,00
0,93	0,94	0,94	0,00
0,97	0,94	0,96	0,02
1,00	0,95	0,96	0,01
0,97	0,94	0,96	0,02
1,03	0,95	0,95	0,00
0,73	0,91	0,95	0,04
0,73	0,91	0,95	0,04
Promedio			0,00

4) EFECTO DE LA GRANULOMETRIA DEL AFRECHILLO PRESENTE EN LA HARINA

El análisis se realizó con harina para fideo chino por ser una de las harinas que menor contenido de cenizas tiene y por su blancura. El análisis plantea realizar lecturas de los valores de 'a' y de cenizas por el método ICC a dos muestras de fideo chino que se diferencian entre si por la adición de las mismas cantidades de afrechillo a ambas pero con diferente granulometría.

A la muestra 1 se añadió afrechillo grueso (sobre malla 950 μ) y a la muestra 2 afrechillo fino (sobre malla 335 μ) , en ambos casos la cantidad agregada fue de 0,5% respecto a la cantidad inicial de fideo chino puro.

Los resultados fueron interesantes ya que al analizar los valores reportados de cenizas ICC observamos que dichos valores se incrementaron en las muestras 1 y 2 con respecto a la muestra pura. Además se observa que los valores de cenizas ICC reportados para las muestras 1 y 2 son prácticamente las mismas, es así que podemos concluir que **el método de cenizas ICC no diferencia entre la granulometría de afrechillo de las muestras analizadas.**

Otro resultado digno de resaltar y que es pieza fundamental en nuestro estudio, son los valores reportados de 'a' (por duplicado) para las muestras 1 y 2, de la tabla N° 5 se aprecia que la muestra 2 (la que contiene el afrechillo con granulometría fina) presenta valores de 'a' mayores, lo que nos lleva a concluir que **el valor de 'a' reportado por el colorímetro si hace distinción de color entre muestras de harina con diferente granulometría de cascarilla (o afrechillo).** Esto se debe a que hay mayor área de contacto entre las partículas más finas de afrechillo con el reactivo pirocatequina y oscurece más la muestra de harina y al fideo que utiliza a esta como materia prima.

TABLA N° 5 Análisis de 'a' y cenizas ICC con diferentes granulometrías de afrechillo

	Cantidad agregada de afrechillo	Granulometría de afrecho agregado	Cenizas ICC	1ra lectura 'a'	2da lectura 'a'
Harina para fideo chino	0	-	0.536	-1.30	-1.28
muestra 1	0.5 %	sobre malla 950 μ	0.545	-1.21	-1.16
muestra 2	0.5 %	sobre malla 335 μ	0.543	-0.87	-0.78

Como dato adicional cabe mencionar que hay un método de laboratorio (VER APÉNDICE) llamado 'lectura de pecas' que proporciona una cuantificación (subjetiva) de la cantidad de afrechillo grueso que contiene una muestra de harina.

Por lo mencionado anteriormente, establecemos que la importancia de nuestro método de análisis de las harinas utilizadas como materia prima midiendo el color, es complementar los métodos ya establecidos de control de calidad visual, que hasta antes de este estudio se limitaban al análisis de cenizas y conteo de pecas. La oscuridad de la harina determinada por el procedimiento descrito en este estudio nos sitúa en una posición intermedia entre ambos análisis, lo que nos conduce a un mejor y más efectivo control de calidad visual de las pastas.

5) ESCALA DE OSCURIDAD

Basándonos en los parámetros ya establecidos de límites máximos de cenizas y en base también a las características de color de los fideos producidos durante el tiempo que se realizó este análisis, hemos creado una escala que nos ayuda a determinar cuando la harina utilizada como materia prima puede traer como resultado fideo oscuro a condiciones normales de las líneas de producción.

El punto de partida para la conformación de esta escala es una comparación con los límites establecidos de cenizas mediante el método ICC pero con un margen de 0.04, mayor a los márgenes de desviaciones que nos dio al reemplazar los valores obtenidos de 'a' en las ecuaciones propuestas, ya que si bien es cierto el método ICC ayuda para la regresión, lo que se busca es un método que nos prediga la oscuridad, y esta escala está basada también en la experiencia de visualización y medición del aspecto visual de las pastas como producto final. La escala se presenta en la tabla N° 6.

TABLA N° 6 PROPUESTA DE ESCALA PARA DETERMINAR LA OSCURIDAD DE LA MATERIA PRIMA

HTP 1		HTP2	
Esc. Ceniza	Esc. Oscuridad	Esc. Ceniza	Esc. Oscuridad
0,60	5	0,90	35
0,61	6	0,91	36
0,62	7	0,92	37
0,63	8	0,93	38
0,64	9	0,94	39
0,65	10	0,95	40
0,66	11	0,96	41
0,67	12	0,97	42
0,68	13	0,98	43
0,69	14	0,99	44
0,70	15	1,00	45
0,71	16	1,01	46
0,72	17	1,02	47
0,73	18	1,03	48
0,74	19	1,04	49
0,75	20	1,05	50

Zona de peligro

Se plantea una escala numérica con números naturales para su mejor entendimiento, del cuadro observamos que para la HTP1 cuando registremos un valor de 0.69 al reemplazar el valor de 'a' obtenido con el colorímetro en la ecuación I, este equivale a 14 en nuestra escala lo que nos indica que estamos entrando en la zona de peligro para que dicha materia prima sea utilizada para la elaboración de las pastas.

De la misma forma para la HTP2, cuando registremos un valor de 0.99 al reemplazar el valor de 'a' obtenido con el colorímetro en la ecuación II, este equivale a 44 en nuestra escala lo que nos indica que estamos entrando en la zona de peligro.

A continuación presentamos en la tabla N° 7 la escala a partir de los resultados de las lecturas de 'a' con el colorímetro:

TABLA N° 7 ESCALA DE OSCURIDAD A PARTIR DE VALORES DE 'a'

HTP1 = 0,147*a + 0,792		
Rango de valores 'a' (de ... a...)		Oscuridad
-1.65	-1.62	0
-1.61	-1.55	1
-1.54	-1.48	2
-1.47	-1.41	3
-1.40	-1.35	4
-1.34	-1.28	5
-1.27	-1.21	6
-1.20	-1.14	7
-1.13	1.07	8
-1.06	-1.01	9
-1.00	-0.94	10
-0.93	-0.87	11
-0.86	-0.80	12
-0.79	-0.73	13
-0.72	-0.66	14
-0.65	-0.60	15
-0.59	-0.53	16
-0.52	-0.46	17
-0.45	-0.39	18
-0.38	-0.32	19
-0.31	-0.26	20
-0.25	-0.19	21
-0.18	-0.12	22
-0.11	-0.06	23
-0.05	0.02	24
0.03	0.08	25
0.09	0.15	26
0.16	0.22	27
0.23	0.29	28
0.30	0.36	29
0.37	0.42	30

HTP2 = 0,147*a + 0,802		
Rango de valores 'a' (de... a ...)		Oscuridad
0.33	0.36	30
0.37	0.42	31
0.43	0.49	32
0.50	0.56	33
0.57	0.62	34
0.63	0.70	35
0.71	0.77	36
0.78	0.84	37
0.85	0.91	38
0.92	0.98	39
0.98	1.04	40
1.05	1.10	41
1.11	1.17	42
1.18	1.24	43
1.25	1.31	44
1.32	1.38	45
1.39	1.44	46
1.45	1.51	47
1.52	1.58	48
1.59	1.65	49
1.66	1.72	50
1.73	1.79	51
1.80	1.85	52
1.86	1.92	53
1.93	1.99	54
2.00	2.06	55
2.07	2.12	56
2.13	2.19	57
2.20	2.26	58
2.27	2.33	59
2.34	2.40	60

Donde la señalización con el color oscuro nos indica que a partir de ahí estamos entrando en una zona de riesgo para que esa materia prima sea utilizada en la elaboración de las pastas.

Pero tal vez ahora la pregunta es: ¿Por qué no establecer una escala directamente con la lectura brindada por el colorímetro, tanto para la HTP1 como para la HTP2? La respuesta es que este método fue desarrollado para coordinar constantemente entre las áreas de control de calidad y el área de molino de una planta de fideos, y el hecho de reportar datos con valores negativos para el hecho del HTP1 hubiera hecho más difícil su comprensión, teniendo en cuenta además que quienes utilizan esta información son los operarios que están a la expectativa de los resultados emitidos por control de calidad para realizar los ajustes correspondientes en la molienda. En cambio una numeración natural es más comprensible y sencilla de entender cuando se sobrepasan los límites establecidos y cuando se mejoran éstos.

Ahora con toda la información brindada y con el análisis de los datos, establecemos el procedimiento completo de análisis de oscuridad de la harina utilizada como materia prima para la elaboración de pastas:

6) PROCEDIMIENTO GENERAL

- 1) Seguimos los pasos desde el 1 hasta el 5 establecidos en el procedimiento de recopilación de datos.
- 2) Ubicamos el valor de 'a', obtenido con el colorímetro, en la tabla de escala de oscuridad presentado en la tabla N° 7.
- 3) Verificamos si nuestro resultado excede el límite establecido.

- 4) Si estamos fuera del rango permitido, informar inmediatamente al área de molino para que realicen las acciones correctivas.

Para obtener resultados que coincidan con el procedimiento establecido en el presente estudio, es de vital importancia tener presente:

- Verificar las ecuaciones planteadas cada vez que haya cambio de trigo en la molienda o cambio de mezcla de trigos que conforman la receta, si bien es cierto la ecuación no sufrirá modificaciones drásticas, es muy probable que los cambios mencionados anteriormente alteren la exactitud de los análisis.
- Respetar los tiempos establecidos, debido a que la pirocatequina sigue reaccionando con las enzimas de la cáscara y va oscureciendo más la muestra con el transcurrir del tiempo.
- La concentración de la pirocatequina debe ser exacta; a mayor concentración oscurece en mayor grado la muestra debido a que mayor cantidad de reactivo reacciona con las enzimas de la cáscara.
- Tener bastante cuidado en la limpieza de las lunas de vidrio, las ralladuras o restos de harina alteran el resultado, debido a que el colorímetro dispara un haz de luz y no debe de tener interferencias en su trayectoria.

IV. CONCLUSIONES

- 1) Se establece un método y una escala, que es capaz de predecir la oscuridad del fideo a partir del análisis de color de las harinas que conforman su materia prima.
- 2) Este estudio se complementa con los métodos de control de calidad visual establecidos por el área de Aseguramiento de Calidad hasta ese momento, que brindaban el porcentaje de cenizas y el nivel de pecas, pero no predecían la oscuridad del fideo
- 3) Este estudio continúa con la política de prevención de defectos en el área de aseguramiento de la calidad, realizando los análisis en etapas donde pueden ser corregidas y no afectar al producto final, evitando los costosos reprocesos y desvío del producto a otro segmento del mercado.
- 4) El establecimiento de este estudio como procedimiento en Molitalia S.A. involucra la constante coordinación entre las áreas involucradas: Planta Molino (molienda del trigo), Aseguramiento de Calidad (análisis de la harina) y Planta de Fideos (elaboración de las pastas) para que en conjunto se obtenga un producto final de calidad para satisfacción de los clientes.

V. BIBLIOGRAFÍA

GAMBAROTTA Lucas “Caracterización de las fracciones de harina de trigo pan”

Tesina de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Carrera de Licenciatura en Tecnología de Alimentos de la Universidad de Belgrano
Buenos Aires Marzo 2005 págs. 10-15

FERNÁNDEZ SALGUERO José, “Análisis de los Alimentos- Métodos Analíticos y de Control de Calidad” 2da edición española
Editorial Acribia, Zaragoza 1 990 págs 262-263

CALVO C., “Medida Sensorial del Color”
“Alimentación - Equipos y Tecnología”
Nº 165 Enero/Febrero 2002 págs. 93-97.

FRAU M., CAÑELLAS B., SÁNCHEZ E. Y ROSELLÓ C., “El Color como Parámetro de Calidad”
“Alimentación - Equipos y Tecnología”
Nº 6 Julio/Agosto 2000 págs. 99-100.

GALLEGO J.M., “Evolución del Concepto de Calidad”
“Alimentación - Equipos y Tecnología”
Nº 7 Septiembre 1999 págs. 121-123.

SÁNCHEZ PINEDA T. y ORTIZ GRINDA A., “Calidad Total en las Industrias Agroalimentarias”
“Alimentación - Equipos y Tecnología”
Nº 185 Diciembre 2003 págs. 93-97.

WYSZECKI GUNTHER & STILES W.S., “Concepts and Methods Quantitative Data and Formulae” Second Edition
Editorial John Wiley and Sons, inc. Canada 2000 pages 117, 173-74, 486-87.

VI. APÉNDICES

1) TIPOS DE TRIGO

Los trigos mas comerciales a nivel mundial son los canadienses, estadounidenses y argentinos, en el Perú las mezclas de trigos para la elaboración de los diferentes tipos de harinas se hacen básicamente con los trigos procedentes de dichos países.

1.1) CLASIFICACIÓN DE LOS TRIGOS CANADIENSES

- **Canadian Western Red Spring Wheat:** Es un trigo de excelentes cualidades panaderas y reposteras, con una harina ideal para la elaboración de panes de alto volumen. Dada la fuerza de su gluten, es usado como trigo corrector en mezclas para un extenso tipo de productos.
- **Canadian Prairie Spring Red Wheat:** Trigo rojo de primavera de alta productividad por hectárea, con un contenido de proteína medio y de dureza intermedia. Es buscado por los industriales molineros que necesitan un cereal limpio y consistente para producir harinas destinadas a la elaboración de panes de alto volumen.
- **Canadian Prairie Spring White Wheat:** Trigo blanco de primavera de alta productividad por hectárea, de similares características al anterior en cuanto a su aptitud industrial. Es muy buscado por los países del Cercano Oriente y del oeste asiático, para una amplia gama de panes de bajo volumen.
- **Canadian Western Extra Strong Wheat:** Trigo que muestra características de gluten y masa más fuertes que cualquier otro trigo duro de primavera. Es utilizado en mezclas para aumentar la vida útil de las

masas congeladas, con excelentes resultados cuando el producto es descongelado y horneado.

- **Canadian Western Soft White Spring Wheat:** Trigo de alto rendimiento, de textura blanda y baja proteína.
- **Canadian Western Amber Durum Wheat:** altos niveles de dureza y vitreosidad determinan que estos trigos posean un alto rendimiento de sémola, producto preferido para la elaboración de pastas de alta calidad. Posee además un alto contenido de pigmento amarillo para la obtención de productos finales con excelente coloración.

1.2) CLASIFICACIÓN DE LOS TRIGOS ESTADOUNIDENSES

Según el estándar estadounidense, el trigo se divide en las siguientes siete clases: Hard Red Spring Wheat, Durum Wheat, Hard Red Winter Wheat, Soft Red Winter Wheat, White Wheat, Unclassed Wheat, and Mixed Wheat.

- **Hard Red Spring Wheat.** Todas las clases de trigo duro rojo de primavera. Esta clase está dividida en tres subclases:
 - a) Dark Northern Spring Wheat. Trigo duro rojo de primavera con 75% o más de granos oscuros, duros y vítreos.
 - b) Northern Spring Wheat. Trigo duro rojo de primavera con más del 25% pero con menos del 75% de granos oscuros, duros y vítreos.
 - c) Red Spring Wheat. Trigo duro rojo de primavera con menos del 25% de granos oscuros, duros y vítreos.
- **Durum Wheat.** Todas las variedades de trigo durum. Esta clase a su vez está dividida en tres subclases:

- a) **Hard Amber Durum Wheat.** Trigo durum con 75% o más de granos duros y vítreos de color ámbar.
- b) **Amber Durum Wheat.** Trigo durum con 60% o más, pero menos del 75% de granos duros vítreos color ámbar.
- c) **Durum Wheat.** Trigo durum con menos del 60% de granos duros y vítreos color ámbar.
- **Hard Red Winter Wheat.** Todas la variedades de trigo duro rojo de invierno. Esta clase no posee subclases.
 - **Soft Red Winter Wheat.** Todas las variedades de trigo blando rojo de invierno. Esta clase no posee subclases.
 - **White Wheat.** Todas las variedades de trigo blanco. Esta clase está dividida en cuatro subclases.
 - a) **Hard White Wheat.** Trigo blanco con el 75% o más de granos duros. Puede contener no más del 10% de trigo blanco club.
 - b) **Soft White Wheat.** Trigo blanco con menos del 75% de granos duros. Puede contener no más del 10% de trigo blanco club.
 - c) **White Club Wheat.** Trigo blanco club conteniendo no más del 10% de otro trigo blanco.
 - d) **Western White Wheat.** Trigo blanco conteniendo más del 10% de trigo blanco club y más del 10% de otro trigo blanco.
 - **Unclassed Wheat.** Cualquier variedad de trigo que no pueda ser clasificado según los criterios del estándar. No hay subclases en esta clase.
 - **Mixed Wheat.** Cualquier mezcla de trigo que consista en menos del 90% de una clase y más del 10% de otra clase o una combinación de clases que esté comprendida en la definición de trigo.

1.3) CLASIFICACIÓN DE LOS TRIGOS ARGENTINOS

TIPOS:

Trigo Duro, Trigo Blando, Trigo Candeal, Trigo Forrajero

CLASES de Trigo Duro:

- **TDA 1 Superior** (Trigo Duro Argentino 1 Superior)

Formada por variedades de Grupo 1 de calidad con 3 bandas de proteínas:

- TDA 1 con banda de proteínas entre 10,5 % - 11,5 %.
- TDA 1 con banda de proteínas entre 11,6 % - 12,5 % .
- TDA 1 con banda de proteínas de más de 12,5%.

- **TDA 2 Especial** (Trigo Duro Argentino 2 Especial)

Formada por variedades de Grupo 1 con proteínas entre 10,0% y 10,5% y las variedades de Grupo 2 con 3 bandas de proteínas.

- TDA 2 con banda de proteínas entre 10,0 % - 11,0 %.
- TDA 2 con banda de proteínas entre 11,0 % - 12,0 % .
- TDA 2 con banda de proteínas de más de 12,0%.

- **TDA 3 Estándar** (Trigo Duro Argentino 3 Estándar)

Formada por variedades de Grupo 3 con 2 bandas de proteínas:

- TDA 3 con banda de proteínas entre 10,0 % - 11,0 %.
- TDA 3 con banda de proteínas de más de 11,0%.

2) MEZCLAS DE TRIGO UTILIZADAS EN LAS HARINAS TIPO PASTIFICIO

Tal como lo mencionamos en el desarrollo del tema, las harinas tipo pastificio provienen de una mezcla de trigos duros, en la tabla N° 8 vemos la composición

de las harinas que conforman la receta de las pastas con las que hemos trabajado en este estudio. Observamos un 16% de Trigo Duro Estadounidense Hard Red Winter, un 8% de Trigo Duro Canadiense Canadian Western Red Spring y un 76% de Trigo Duro Argentino.

Tabla N° 8
MEZCLA DE TRIGOS
ENERO / FEBRERO 2006

TIPO DE TRIGOS	%
HRW 12	16
CWRS 3	8
DURO ARGENTINO	76
TOTAL	100

3) MÉTODO ICC N° 104-IRAM 15851 DETERMINACIÓN DE CENIZAS

Se pesan 5 g de harina y se colocan en cápsulas de porcelana o platino previamente pesadas. Se incinera en mufla a 920°C durante 2 horas con ligera ventilación dada por el orificio de la puerta de la mufla. Luego se enfrían en el desecador con Silica Gel o Cl₂Ca y se pesan. La diferencia de peso de las mismas permite calcular el contenido de cenizas referido a sustancia seca y expresado en porcentaje. Se puede determinar también a 600°C y 16 horas de incinerado.

4) MÉTODO DE CONTEO DE PECAS (método interno de trabajo)

El procedimiento es el siguiente:

- Enrasar un cilindro metálico portamuestra de 8 cm de diámetro y 1 cm de altura con la harina a analizar.
- Agregar la pirocatequina al 0.05% en toda la superficie de la muestra.
- Luego de 30 minutos colocar en posición aleatoria el lector de pecas (que es una mica transparente de 4x4 cms, dividida en 16 cuadrados) sobre la superficie de la harina.
- Realizar el conteo de pecas (puntos de afrecho) en los cuatro cuadrados que conforman la diagonal, el resultado dividirlo por 4 y expresarlo en las unidades de pecas/cm².

5) HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE LA PIROCATEQUINA

PIROCATECOL

ICSC:
0411

Fichas Internacionales de Seguridad Química






PIROCATECOL
 Pirocatequina
 1,2-Dihidroxibenceno
 Catecol
 $C_6H_6O_2$
 Masa molecular: 110.1

N°CAS120-80-9
 N°RTECSUX1050000
 N°ICSC0411
 N°NU2811
 N° CE 604-016-00-4

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Combustible.	Evitar llama abierta.	Pulverización con agua, polvos. Los bomberos deberían emplear equipo autónomo de respiración.
EXPOSICION		¡EVITAR LA DISPERSION DE POLVOS!	
• INHALACION	Tos, dificultad respiratoria.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicado y someter a atención médica.
• PIEL	¡PUEDE ABSORBERSE! Enrojecimiento.	Guantes protectores, traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
• OJOS	Enrojecimiento, quemaduras profundas graves.	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
• INGESTION		No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca y someter a atención médica.

Fichas Internacionales de Seguridad Química

D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO; ASPECTO Cristales incoloros, de olor característico, vira a color pardo por exposición al aire y a la luz.</p> <p>PELIGROS FISICOS</p> <p>PELIGROS QUIMICOS Formación de humos acres e irritantes por combustión. Reacciona con oxidantes.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV: 5 ppm; 20 mg/m³ (ACGIH 1990-1991).</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol, a través de la piel y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable, sin embargo se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia irrita la piel, los tractos respiratorio y digestivo. La sustancia puede tener efectos sobre el sistema nervioso central, dando lugar a depresión, convulsiones y paro respiratorio. La exposición podría causar un aumento de la tensión sanguínea.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel.</p>
PROPIEDADES FISICAS	<p>Punto de ebullición: 245.5°C Punto de fusión: 105°C Densidad relativa (agua = 1): 1.3</p>	<p>Solubilidad en agua: Elevada Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.8 Punto de inflamación: 127°C</p>
DATOS AMBIENTALES		
NOTAS		
Código NFPA: H ; F 1; R 0;		