



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Química

**IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES DE CALIDAD PARA
MATERIA PRIMA, PRODUCTO EN PROCESO Y PRODUCTO EN
EMPAQUE, EN UNA INDUSTRIA HARINERA**

Ana Beatriz Ruiz Fuentes

Asesorado por el Ing. Luis Urbina Bravo

Guatemala, noviembre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES DE CALIDAD PARA
MATERIA PRIMA, PRODUCTO EN PROCESO Y PRODUCTO EN
EMPAQUE EN UNA INDUSTRIA HARINERA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ANA BEATRIZ RUIZ FUENTES

ASESORADO POR EL ING. LUIS URBINA BRAVO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
EXAMINADOR	Ing. Estuardo Monroy Benítez
EXAMINADORA	Inga. Lorena Victoria Pineda Cabrera
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES DE CALIDAD PARA
MATERIA PRIMA, PRODUCTO EN PROCESO Y PRODUCTO EN
EMPAQUE EN UNA INDUSTRIA HARINERA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, el 8 de mayo de 2007.


ANA BEATRIZ RUIZ FUENTES



Guatemala, 15 de octubre de 2007
Ref. EPS. C. 659.10.07

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Química, **ANA BEATRIZ RUIZ FUENTES**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es **“IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES DE CALIDAD PARA MATERIA PRIMA, PRODUCTO EN PROCESO Y PRODUCTO EN EMPAQUE EN UNA INDUSTRIA HARINERA”**.

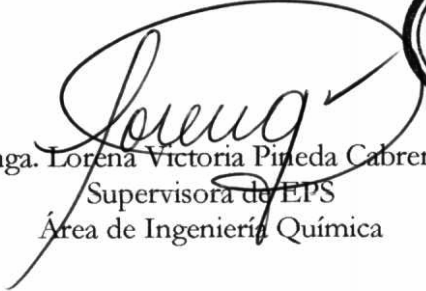
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“D y Enseñad a Todos”


Inga. Lorena Victoria Pineda Cabrera
Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Química



LVPC/jm

MOLINOS CENTRAL HELVETIA, S.A.
Avenida Petapa 52-13 Zona 12
Guatemala
PBX. 2383 1100



Guatemala, 30 de Abril de 2007.

Inga.
Lorena Victoria Pineda Cabrera
Unidad EPS - Ingeniería Química -
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ingeniera:

Por este medio atentamente me dirijo a usted para informarle que la señorita estudiante **ANA BEATRIZ RUIZ FUENTES**, con carné No. **2001-12974**, finalizó satisfactoriamente el desarrollo de su Ejercicio Profesional Supervisado, titulado "Implementación de controles de calidad para materia prima, producto en proceso y producto en empaque en una industria harinera", cuyo informe final he revisado y al cual doy mi APROBACIÓN.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,



Ing. Luis René Urbina
Gerente de Producción

MOLINOS CENTRAL HELVETIA, S.A.



Guatemala 10 de septiembre de 2007

Ing. Williams Guillermo Álvarez
Director Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ingeniero:

Por medio de la presente le informo que luego de las correcciones pertinentes, he revisado y **APROBADO** el informe final del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) presentado por la estudiante **Ana Beatriz Ruiz Fuentes**, con No. De carné 2001-12974, titulado "Implementación de controles de calidad para materia prima, producto en proceso y producto en empaque, en una industria harinera".

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'E. Monroy Benitez', written over a horizontal line.

Ing. Estuardo Monroy Benitez
Ingeniero Revisor



ESCUELA DE
INGENIERIA QUIMICA



Guatemala, 15 de octubre de 2007
Ref. EPS. C. 659.10.07

Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
Director de la Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Álvarez Mejía.

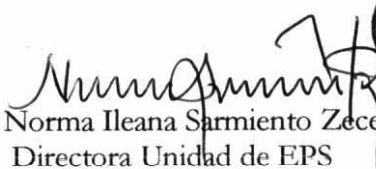
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES DE CALIDAD PARA MATERIA PRIMA, PRODUCTO EN PROCESO Y PRODUCTO EN EMPAQUE EN UNA INDUSTRIA HARINERA"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria **ANA BEATRIZ RUIZ FUENTES**, quien fue debidamente asesorada por el Ing. Luis René Urbina y supervisada por la Inga. Lorena Victoria Pineda Cabrera.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesor y Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena
Directora Unidad de EPS

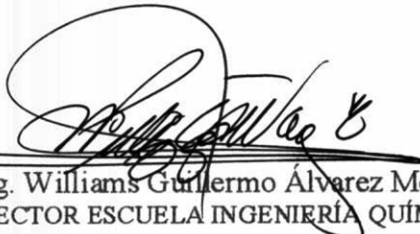


NISZ/jm



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Química Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía M. Sc. Después de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Jefe del Departamento al trabajo de Graduación de la estudiante **Ana Beatriz Ruiz Fuentes** titulado: **“IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES DE CALIDAD PARA MATERIA PRIMA, PRODUCTO EN PROCESO Y PRODUCTO EN EMPAQUE, EN UNA INDUSTRIA HARINERA”**, procede a la autorización del mismo.



Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA



Guatemala, octubre de 2,007



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES DE CALIDAD PARA MATERIA PRIMA, PRODUCTO EN PROCESO Y PRODUCTO EN EMPAQUE EN UNA INDUSTRIA HARINERA**, presentado por la estudiante universitaria **Ana Beatriz Ruiz Fuentes**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, handwritten signature in black ink, appearing to read "Murphy Olimpo Paiz Recinos".

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, noviembre de 2007



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Porque da la sabiduría y, de su boca viene el conocimiento y la inteligencia.
- Mis abuelos** Luis Fuentes, por su ejemplo de esfuerzo y trabajo, y a quienes ya descansan en paz, con gratitud por el amor que de ellos recibí.
- Mis padres** Héctor y Beatriz, porque con su amor, cuidado y apoyo me han permitido alcanzar mis metas y son mi motivación para seguir adelante.
- Mis hermanos** Fernando, Alfredo y José, por todo su apoyo y por compartir conmigo este triunfo.
- Mi tía Lucky** Por su apoyo incondicional y por brindarme junto con su familia el calor de hogar que por distancia llegué a extrañar.
- Mis tíos** Por todos sus consejos y cariño.
- Mis primos** Especialmente a Luis Ernesto, Andrés y Allison, por todos los momentos compartidos.
- Mis amigos** De quienes nunca faltó una palabra de aliento para seguir adelante y no desmayar.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
RESUMEN	VII
JUSTIFICACIÓN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. MARCO TEÓRICO	1
2. EL TRIGO	5
2.1 La parte química del trigo	7
2.2 Clasificación del trigo	9
2.2.1 Trigo de invierno	9
2.2.2 Trigo de primavera	10
2.3 Características del trigo	10
2.3.1 Fuerza	10
2.3.2 Dureza	11
2.3.3 Sabor	12
2.3.4 Color	12
2.3.5 Capacidad de rendimiento	13
2.4 Criterios de calidad del trigo	13
2.4.1 Ensayo preliminar del trigo	14
2.4.2 Relación entre el peso por hectolitro y el rendimiento de harina	16
2.4.3 Contenido de humedad	17
3. PROCESO DE PRODUCCIÓN	19
3.1 Recepción y almacenamiento del trigo	19

3.2	Limpieza y acondicionamiento del trigo	19
3.3	Proceso de molienda	22
3.3.1	Sasaje	24
3.3.2	Dosificación	24
3.3.3	Compresión y cernido	24
3.4	Almacenaje y empaque final	25
4.	HARINA DE TRIGO	27
4.1	Criterios de calidad de la harina	27
4.1.1	Contenido de proteínas	28
4.1.2	Contenido enzimático	28
4.1.3	Absorción	29
4.1.4	Color y contenido de cenizas	30
4.1.5	Granulometría o tamaño de la partícula	30
4.1.6	Daño del almidón	31
5.	CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES QUE DEBE CUMPLIR LA HARINA DE TRIGO SEGÚN REGLAMENTO TÉCNICO R-UAC 67.01.015:02 APROBADO POR COGUANOR	
5.1	Clasificación de las harinas	33
5.2	Características y especificaciones	33
5.2.1	Características generales	33
5.2.2	Características sensoriales	34
5.2.3	Contaminantes	34
5.2.4	Higiene	35
5.2.5	Criterios microbiológicos	36
5.2.6	Requisitos físicos y químicos	37
5.2.7	Acidez de grasa	37
5.2.8	Tamaño de las partículas	37
5.2.9	Fortificación de la harina de trigo	38
5.2.10	Aditivos	38
5.3	Envasado y etiquetado	40

5.3.1	Envasado	40
5.3.2	Etiquetado	40
5.3.3	Etiquetado de envase no destinado a la venta al por menor	41
5.4	Almacenamiento y transporte	41
6.	FASE DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	43
6.1	Manual de procedimientos de laboratorio para pruebas de control de calidad para el trigo y la harina	43
6.1.1	Procedimiento No. 1 contenido de humedad	43
6.1.2	Procedimiento No. 2 contenido de cenizas	45
6.1.3	Procedimiento No. 3 número de caída	46
6.1.4	Procedimiento No. 4 lavado de gluten	48
6.1.5	Procedimiento No. 5 ensayo granulométrico con el tamiz	49
6.1.6	Procedimiento No. 6 determinación peso específico	50
6.1.7	Procedimiento No. 7 análisis cualitativo para identificación de hierro en las harinas	52
6.1.8	Procedimiento No. 8 análisis cualitativo para identificación de bromato de potasio en las harinas	53
6.1.9	Procedimiento No. 9 prueba del farinógrafo	55
6.1.10	Procedimiento No. 10 prueba del alveógrafo	57
6.2	Procedimientos y cuadros de control	60
6.2.1	Control recepción de materia prima	60
6.2.2	Control de acondicionamiento de trigo	62
6.2.3	Control de trigo en limpieza y acondicionamiento	65
6.2.4	Control producto en producción o molienda	67
6.2.5	Control producto en empaque final	74
7.	FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE	77
7.1	Metodología	77
7.2	Resultados	77

CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figuras

1.	Grano de trigo	6
2.	Cuadro de control de recepción de trigo	61
3.	Diagrama de flujo de control de acondicionamiento de trigo	63
4.	Cuadro de control de acondicionamiento de trigo	64
5.	Cuadro de control de acondicionamiento y molienda de trigo	66
6.	Diagrama de flujo del control dosificación mezcla vitamínica	70
7.	Cuadro de control dosificación mezcla vitamínica	71
8.	Diagrama de flujo del control dosificación bromato de potasio	72
9.	Cuadro de control dosificación bromato de potasio	73
10.	Cuadro de control de harina en empaque final	76
11.	Ficha ocupacional	78

Tablas

I.	Valores máximos permisibles de metales pesados	34
II.	Criterios microbiológicos	36
III.	Requisitos fisicoquímicos de conformidad a la variedad de trigo	37
IV.	Niveles mínimos de micronutrientes en la harina de trigo	38
V.	Niveles máximos permitidos para la harina	39

RESUMEN

Actualmente el alto índice de competitividad e internacionalización hace que las empresas se impongan altos estándares de calidad para sus productos y realicen todo lo necesario para alcanzar y mantener los mismos. Conscientes de ello, la empresa Molinos Central Helvetia, S.A., una empresa pionera en la elaboración de harinas de trigo, presenta como una necesidad el desarrollo de un proyecto para elaborar controles de calidad y procedimientos, en donde se establezcan de una forma sistemática todas las acciones necesarias y que deben llevarse a cabo para lograr un mejor control de calidad durante el proceso de elaboración de sus harinas de trigo y de esta forma mejorar la calidad de las mismas.

Debido a ello se realizó el proyecto: Implementación de controles de calidad para materia prima, producto en proceso y producto en empaque, en una industria harinera, como Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), con el objetivo de brindar a la empresa apoyo en el área de control de calidad.

El desarrollo del proyecto abarcó tres fases distintas que son: fase de investigación, de ejercicio profesional supervisado y de docencia, las que se incluyen en el presente documento. El mismo contiene todo lo referente a el trigo como materia prima y a las harinas como un producto final, se describe el proceso de producción, los procedimientos de laboratorio establecidos para el control de calidad y los procedimientos y cuadros propuestos, que abarcan desde la recepción de la materia prima hasta el empaque del producto final.

Todos los procedimientos y cuadros de control propuestos fueron implementados, obteniendo como resultado una mayor seguridad respecto a la calidad lograda para las harinas. Además de ello, el contar con cuadros que incluyen el registro de todas las acciones que se llevan a cabo para el control de calidad, ha permitido contar con una base de registro para hincar con un historial de los diversos problemas que pudieran presentarse y las acciones correctivas necesarias.

Los procedimientos propuestos e implementados deberán ser revisados periódicamente para verificar que se estén llevando a cabo de forma correcta. Por último se propone a la empresa Molinos Central Helvetia, S.A., que, para lograr un sistema que garantice la calidad total de sus productos, se inicie con el proceso de implementación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control HACCP.

JUSTIFICACIÓN

Molinos Central Helvetia S.A., surge de la unión de dos empresas experimentadas y sólidas; puede decirse que aún está en una fase de instalación y, actualmente lleva a cabo ciertas acciones para cumplir con los parámetros de calidad establecidos para su producto, sin embargo existe la necesidad de procedimientos que establezcan todas las acciones sistemáticas y planificadas necesarias para garantizar que el producto cumpla con los requerimientos de calidad, es decir controles de las acciones de control de calidad que involucren la recepción y el acondicionamiento de la materia prima, la molienda o producción de harina y el empaque del producto final.

OBJETIVOS

GENERAL

- Brindar un apoyo a la empresa Molinos Centia, S.A. para mejorar el control de calidad de sus harinas de trigo.

ESPECÍFICOS

1. Documentar información acerca de la calidad del trigo como materia prima y de las harinas de trigo como producto final.
2. Elaborar un manual de laboratorio que incluya todos los procedimientos necesarios y estandarizados para el control de la calidad del trigo y de la harina de trigo.
3. Elaborar procedimientos y cuadros de control de calidad para materia prima, producto en proceso y producto en empaque.
4. Implementar los procedimientos y controles que se planteen para mejorar el control de calidad.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es resultado de la ejecución del proyecto de Implementación de controles de calidad para materia prima, producto en proceso y producto en empaque, en una industria harinera; desarrollado como Ejercicio Profesional Supervisado en la empresa Molinos Centia, S.A., con el objetivo de brindar a la empresa un apoyo en el área de control de calidad de las harinas de trigo que producen.

Para desarrollar dicho proyecto, fue necesario desarrollar una fase de investigación, en la que se obtuvieron todos los elementos necesarios para lograr la creación de procedimientos y controles que permitieran mejorar la calidad de las harinas de trigo. Estos fueron implementados y validados, en las fases de ejercicio profesional supervisado y de docencia.

1. MARCO TEÓRICO

El control de la calidad, se puede definir como el esfuerzo para plantear, organizar, dirigir y controlar la calidad en un sistema de producción con el objetivo de dar al cliente productos con la calidad adecuada.

Es simplemente controlar que la calidad sea lo que debe ser. Llevando a cabo un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisfaga los requisitos dados sobre la calidad, la cual se puede administrar como arma competitiva.

Al implementar un sistema de control de la calidad es necesario saber que la calidad de manufactura esta en el corazón del proceso de la administración de la calidad, es en este punto, donde se produce un bien o servicio, donde se incorpora la calidad.

Existen varias razones para contar con un sistema de calidad, tales como:

- Mejorar el desempeño coordinación y productividad.
- Enfocarse en los objetivos de la empresa y las expectativas de sus clientes.
- Lograr y mantener la calidad de un producto para satisfacer las necesidades implícitas y explícitas de sus clientes.

- Confianza en que la calidad que se busca, se está logrando y manteniendo.
- Evidencia a los clientes de las capacidades de la organización
- Apertura de nuevas oportunidades en el mercado, o mantener la participación en él.

Un sistema de calidad debe ser revisado y actualizado regularmente para estar seguro de que se están logrando mejoras valiosas y económicamente viables.

Para controlar la calidad de los productos el equipo de calidad deberá realizar un conjunto de actividades que servirán para:

- Reducir, eliminar y lo más importante, prevenir las deficiencias de calidad de los productos a obtener.
- Alcanzar una razonable confianza en los clientes.

En un plan de control de calidad deben reflejarse las actividades de calidad a realizar (normales o extraordinarias), los estándares a aplicar, los productos a revisar, los procedimientos a seguir en la obtención de los distintos productos durante el desarrollo y la normativa para informar de los defectos detectados a sus responsables y realizar el seguimiento de los mismos hasta su corrección.

Las funciones de un grupo de control de calidad están dirigidas a:

- Identificar las posibles desviaciones en los estándares aplicados, así como en los requisitos y procedimientos especificados.

- Comprobar que se han llevado a cabo las medidas preventivas o correctoras necesarias.
- Las revisiones son una de las actividades más importantes del control de la calidad, debido a que permiten eliminar defectos lo más pronto posible, cuando son menos costosos de corregir.
- La detección anticipada de errores evita el que se propaguen a los restantes procesos de desarrollo, reduciendo substancialmente el esfuerzo invertido en los mismos.

Un sistema de calidad no significa la solución a todos los problemas, pero en estos tiempos de alta competitividad e internacionalización es necesario contar con uno, debido a ello la empresa MOLINOS CENTRAL HELVETIA, S.A., presenta como una necesidad la implementación de controles que permitan mejorar la calidad de sus harinas de trigo.

2. EL TRIGO

Es un cereal fundamental, ya que provee más nutrientes que cualquier otro alimento en el mundo. Por aparte, ofrece un alto del valor nutritivo y es el alimento más económico; los productos de trigo tienen una gran variedad de carbohidratos, proteína, vitaminas y minerales.

El grano es la semilla de la que crece la planta del trigo. Cada una de estas minúsculas semillas contiene tres partes diferenciadas, las cuales son separadas durante el proceso de la molienda para producir la harina.

1. Endospermo

Constituye aproximadamente el 83% del peso del grano y es el origen de la harina blanca. Es en el endospermo donde está la mayor parte de las proteínas, carbohidratos y hierro, así como las principales vitaminas del grupo B, como la riboflavina, niacina y tiamina. También es fuente de fibras solubles.

2. Salvado

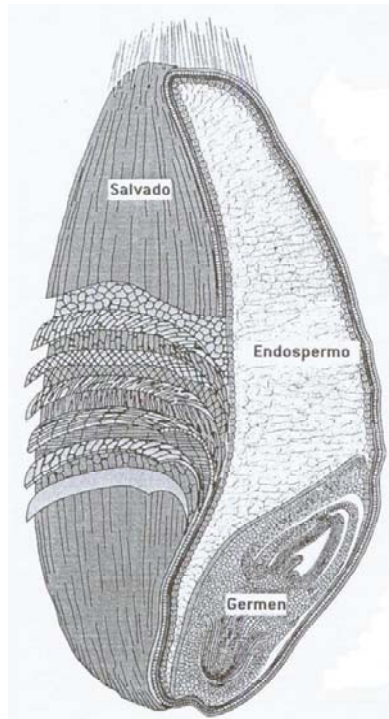
Representa aproximadamente el 14% del peso del grano. El salvado se incluye en la harina de trigo integral y también puede comprarse por separado. El salvado contiene pequeñas cantidades de proteína, minerales en bajas cantidades y fibras dietéticas (principalmente insolubles).

3. Germen

Aproximadamente 2.5% de peso de cada grano y es el embrión, o sección germinante, de la semilla. A menudo se le separa de la harina porque su contenido de grasas (10%) acorta la vida de anaquel. El germen contiene cantidades mínimas de proteínas de alta calidad y mayores cantidades de vitaminas del complejo B y de trazas de minerales; es una parte de la harina de trigo integral y puede también comprarse por separado.

La siguiente gráfica ilustra las partes diferenciadas de un grano de trigo.

Figura 1. Grano de trigo



Fuente: 6. Métodos de prueba para el trigo y la harina.
Wheat Marketing Center, Inc. Pág. 8.

2.1 La parte química del trigo

Un grano de trigo está compuesto por proteínas, carbohidratos, (ambos solubles y en forma de fibras), materias grasas, minerales y agua; las cantidades varían grandemente en las diferentes variedades de acuerdo a la especie, climas, suelos de cultivo y así por el estilo.

2.1.1 Proteínas

Las proteínas son sustancias orgánicas complejas, conteniendo carbón, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno y también algunas veces una pequeña proporción de azufre y fósforo. El material de las proteínas siempre está presente en las células vivas pero nunca en aquello que no haya sido formado desde estas células. Las proteínas se forman en los tejidos vivos por la transformación de los aminoácidos simples en moléculas compuestas. Su importancia en el cuerpo humano puede medirse tomando dos de los muchos papeles que juegan; el hecho de que los músculos consisten grandemente de la proteína llamada miosina y que el pigmento rojo transportador de oxígeno en la sangre es la proteína denominada hemoglobina.

2.2.1 Carbohidratos

Los carbohidratos son sustancias orgánicas compuestas que contienen carbón, hidrógeno y oxígeno; el hidrógeno y el oxígeno existen en las mismas proporciones que en el agua, es decir, dos átomos de hidrógeno por uno de oxígeno. Todos los almidones y el azúcar pertenecen al grupo de los carbohidratos y son ya directamente solubles en agua o puede hacerse esto por hervido, por el tratamiento con ácidos dilutorios o por la acción de ciertas enzimas.

Los carbohidratos son hallados más abundantemente en los tejidos vegetales que en los animales; en las plantas, por ejemplo, los carbohidratos son sintetizados desde el anhídrido carbónico y el agua por la acción de la luz solar sobre la clorofila.

La función principal de los carbohidratos es proveer calor y energía.

2.1.3 Materias grasas

Las materias grasas están compuestas por carbón. Hidrógeno y oxígeno, siendo combinaciones de glicerol y otros ácidos grasos; son denominadas aceites o grasas de acuerdo a si son líquidas a temperatura normal.

Las materias grasas pueden ser separadas en sus dos componentes, glicerol y ácidos grasos; una pequeña proporción de ácidos grasos libres también están presentes a menudo y esto, bajo ciertas condiciones tales como humedad o almacenamiento prolongado, puede aumentar y causar rancidez.

La función principal de las materias grasas es actuar como suministro de reserva de combustible. Cuando no se las requiere para un uso inmediato, son conducidas por la linfa y la corriente sanguínea hacia los tejidos grasos, donde son almacenadas.

2.1.4 Sales minerales

Las sustancias minerales o inorgánicas en los alimentos se producen en forma de sales, las cuales la mayor parte del tiempo persisten como cenizas luego de haberse producido la combustión completa; solamente están presentes en pequeñas cantidades.

La parte básica de las sales consiste de los metales calcio, sodio, potasio, magnesio y hierro, mientras que la parte ácida contiene los no metálicos fósforo, azufre, cloro y yodo; existen también trazas de ciertos otros elementos.

2.1.5 Vitaminas

En adición a los elementos ya tratados, los alimentos también contienen ciertos factores accesorios conocidos como vitaminas. Aunque las vitaminas sólo aparecen en cantidades sumamente pequeñas, y no son por sí mismas constructoras o proveedoras de energía, son, sin embargo, de importancia suprema debido a que sin ellas, el organismo humano no puede ser mantenido en un estado de salud normal. Su función es entrar en la composición de las enzimas, por medio de las cuales se llevan a cabo en el organismo los numerosos procesos constructores y separadores.

2.2 Clasificación del trigo

El trigo puede ser dividido de modo general en dos clases: de invierno y de primavera.

2.2.1 Trigo de invierno

El trigo de invierno es sembrado en el otoño y florece en aquellos países donde el invierno no es muy severo. Las heladas afectan al trigo de invierno, pero una capa protectora de nieve no sólo evita los daños de las heladas sino que descansa entonces en un estado latente, hasta que el crecimiento se reanuda en las cercanías de la primavera.

2.2.2 Trigo de primavera

El trigo de primavera es sembrado a los principios de esta estación y debe ser cosechado antes de que sea dañado por las heladas invernales; por lo tanto, las únicas variedades adecuadas son aquellas que crecen y maduran rápidamente. Los trigos de primavera son muy adecuados para aquellos países donde el invierno es riguroso y con severas heladas, y donde la escasez de nieve hace que la tierra se congele hasta una profundidad que llega a dañar el trigo.

Los trigos de primavera que crecen en un clima adecuado son generalmente fuertes, mientras que los trigos de invierno son generalmente débiles o de una fuerza solamente moderada. Por lo tanto, los de primavera son mucho más populares para la fabricación del pan que el de invierno.

2.3 Características del trigo

Las características más interesantes para los molineros son: fuerza, dureza, sabor, color y capacidad de rendimiento.

2.3.1 Fuerza

Los trigos fuertes imponen los precios más altos y gozan de gran popularidad porque proporcionan panes grandes y de buena contextura, y porque debido a su alta absorción de agua, producen más panes por bolsas de harina.

Trigos muy fuertes también permiten al molinero mezclar con éstos una gran proporción de variedades más débiles y baratas y, aún así, producen con esta mezcla harinas de un promedio de fuerza bueno.

2.3.2 Dureza

El trigo varía considerablemente en su dureza y es clasificado como extra duro, duro, medio y blando. Los trigos duros son más populares que los blandos porque la dureza generalmente denota fuerza, aunque esto no es una prueba final. EL endospermo del trigo duro es vítreo o cristalino, mientras que el trigo blando tiene el endospermo blanco, opaco o almidonado.

La dureza de un trigo no depende enteramente de su contenido de humedad, siendo que un trigo muy seco puede tener un endospermo blanco y harinoso, mientras que el endospermo del trigo duro, aún con el agregado de humedad, puede seguir siendo relativamente duro.

2.3.2.1 Trigos extra duros

Son inadecuados para la fabricación del pan. Se los cultiva principalmente para la fabricación de sémola, la cual es usada para fideos, etc. Estos trigos a veces tienen un contenido de maltosa muy alto y pueden entonces ser mezclados en pequeñas proporciones con otros para aumentar la producción de gas en las harinas. Pertenecen generalmente a un grupo botánico diferente a las variedades para usar harinas.

2.3.2.2 Trigos duros

Son usualmente fuertes y por lo tanto tienen una gran demanda para la producción de harinas panaderas. Las harinas producidas son granuladas y activas. Puede mezclarse con este trigo otros más débiles, si es que no se requiere una gran fuerza.

2.3.2.3 Trigos semiduros

Tienen generalmente una fuerza media y pueden ser mezclados con trigos débiles o fuertes, sin afectar mucho la fuerza resultante de la mezcla. Estos trigos algunas veces contribuyen en el color, sabor o en un rendimiento más alto de las harinas y a menudo son muy adecuados para la fabricación de harinas de levantamiento propio.

2.3.2.4 Trigos blandos

Son generalmente débiles y adecuados para harinas de galletitas, en las cuales no se desea fuerza. Pueden mezclarse con trigos duros para reducir la fuerza general de la mezcla porque a menudo tienen excelente sabor y producen harinas de color agradable; una pequeña proporción de estos trigos puede ser mezclada con ventaja con mezclas de trigos panaderos.

2.3.3 Sabor

El sabor es un factor que tiene su importancia en la calidad del trigo.

2.3.4 Color

El color del afrecho del trigo varía desde un colorado profundo hasta una palidez blanquecina. Los trigos colorados son por regla general más fuertes que los blancos, pero esta regla no es invariable y en otras cosas se nivela, pues los trigos blancos son preferidos a los colorados porque su afrecho es más popular entre los criadores y además sus partículas pequeñas de polvo de afrecho en las harinas bajas son menos visibles.

El endospermo también varía en el color y produce harinas que van desde un blanco grisáceo apagado a un blanco mortecino. El color más popular es el blanco de tono crema con cierta fluorescencia.

2.3.5 Capacidad de rendimiento

La capacidad de rendimiento de harinas está afectada por el contenido de humedad, forma y tamaño del grano, espesor de la corteza, adhesión de la corteza o cáscara al endospermo, contenido de germen y porcentaje de impurezas.

2.4 Criterios de calidad del trigo

Antes de decidir la adquisición de una partida de trigo es indispensable proceder a su examen, para lo que precisa mucha experiencia. En primer lugar conviene observar su grado de limpieza o sea, contenido de polvo, semillas extrañas, y si lleva tizón; metiendo una mano en el montón de trigo a examinar, ha de salir libre de polvo adherido, si el grano es limpio.

El peso específico del trigo refleja su calidad, lo que se manifiesta en su rendimiento; como regla general, se admite que cuanto más elevado es el peso específico del grano tanto mayor es su rendimiento, si bien el peso del mismo depende de otros factores, como, por ejemplo, de la humedad contenida.

2.4.1 Ensayo preliminar del trigo

Para controlar la compra de los trigos, sus mezclas y preparación para la molienda, el molinero debe determinar factores tales como: *Bushel weight*, porcentaje de impurezas y contenido de humedad. Para poder fabricar harinas que correspondan en forma inmejorable a la demanda del mercado, el molinero debe también determinar, por medio de ensayos preliminares de laboratorio, la absorción de agua, producción de gas, fuerza y demás cualidades que controlan la calidad de las harinas.

El peso por *bushel*, es como se nota fácilmente el peso de un *bushel* de trigo, medida de volumen inglesa, equivalente a 36.5 litros y, por lo tanto, es una medida de la densidad del trigo. El aparato de ensayo es un cilindro con una capacidad de volumen conocida. Se le llena con trigo, teniendo cuidado de que el llenado sea consistente y exacto, y luego se pesa. El peso es entonces calculado.

El ensayo del peso es popular debido a que el aparato es económico y puede ser usado hasta por personas inexpertas, además de que la prueba da una respuesta numérica simple y definitiva. Existen, sin embargo, diferentes formas de efectuar el ensayo y cuando estos pesos deben ser comparados, es importante el hecho de que todos ellos deben haber sido obtenidos usando el mismo método.

Esta prueba está en uso desde hace largo tiempo y aunque de ningún modo significa un criterio principal del valor, da, sin embargo, alguna información sobre el contenido de humedad, porcentaje de impurezas y rendimiento en potencia de harinas del trigo; es por ello que los molineros están dispuestos a pagar más por trigos de un peso hectolítrico más alto.

Algunos molineros también usan este ensayo para verificar el contenido de humedad del trigo cuando entra al molino, pero este método no es científico y ha sido reemplazado con métodos modernos de determinación rápida del contenido de humedad.

El peso por *bushel* es afectado, primero, por la gravedad específica individual de los granos de trigo, generalmente se encuentra que trigos con una gravedad específica alta, tienen también un peso por hectolitro alto y, segundo, por la cantidad de espacios entre los granos o, en otras palabras, por la forma en que los granos están encerrados en el cilindro de ensayo.

También es afectado por el contenido de humedad, forma del grano, espesor de la corteza y porcentaje de impurezas, en las formas que se describen a continuación.

2.4.1.1 Contenido de humedad

El agua posee una gravedad específica más baja que el trigo. La presencia de agua hace que los granos se hinchen, reduciendo de esta forma la cantidad de granos que pueden entrar dentro del cilindro de ensayo y, por lo tanto, cuanto más húmedo sea el trigo, más bajo será el peso por hectolitro.

2.4.1.2 Forma del grano

La forma del grano afecta la densidad del contenido del cilindro de ensayo cuando estos granos ya están cerrados dentro del mismo. Más espacios existan entre los granos, menor será el peso por hectolitro.

2.4.1.3 Espesor de la corteza

La gravedad específica de la corteza o afrecho es aproximadamente 1.2, comparada con 1.5 del endospermo. Entonces, más gruesa es la corteza o cáscara del grano más bajo será el peso hectolítrico.

2.4.1.4 Porcentajes de impurezas

La presencia de ciertas semillas redondas pequeñas, que pueden llegar a colocarse entre los espacios formados por los granos de trigo reunidos, puede llegar a aumentar el peso por hectolitro. Pero muchas impurezas pequeñas y livianas lo disminuyen, siendo que éstas impiden que el trigo sea agrupado en una forma compacta, además de que la gravedad específica de estas impurezas es menor que la del mismo trigo.

2.4.2 Relación entre el peso por hectolitro o por *bushel* y el rendimiento de harina

Hemos visto que el contenido de humedad, el espesor de la corteza y el porcentaje de impurezas afecta al peso por hectolitro y al rendimiento de harinas en la misma forma pero no necesariamente en la misma proporción, y esto porque la influencia de la forma del grano sobre el peso hectolítrico no influye en el rendimiento de las harinas.

Otros factores que afectan el rendimiento de harinas –adhesión de la corteza, porcentaje de germen y tamaño del grano- no afectan por completo al peso por hectolitro.

En la práctica, la relación entre el peso por hectolitro y el rendimiento de harinas es bastante regular para un determinado grado y variedad, pero no es necesariamente lo mismo para otros grados y variedades diferentes.

2.4.3 Contenido de humedad

En todos los molinos harineros se analiza regularmente el contenido de humedad del trigo en bruto y de los productos de molienda. El contenido de humedad en los trigos afecta su valor comercial e indica la cantidad de humedad que debe ser agregada o extraída antes de la molienda, además de su comportamiento durante el almacenamiento. El contenido de humedad de los varios productos de molienda revela la extensión de las pérdidas por evaporación durante la molienda, así como también las cualidades que tendrán las harinas y otros productos terminados.

La humedad se determina más comúnmente por el método gravimétrico, o sea la determinación por medio del peso y en el cual la muestra es secada en un horno aereado, con temperaturas entre 95°C y 155°C, hasta que toda la humedad haya sido evaporada.

Una completa evaporación puede llevar 12 horas de tiempo a las temperaturas más bajas, pero llevará solamente 13 minutos a la temperatura más alta. El método más rápido conveniente para los molineros, quienes generalmente desean resultados rápidos, que le permitan ajustar sin tardanza sus procesos de molienda.

Si se seca una muestra de 5 gramos en un horno bien ventilado, el tiempo necesario para la evaporación es de aproximadamente 12 horas para el trigo y 6 horas para los productos de molienda. Los hornos de secado, calentados eléctricamente, usan temperaturas de 130 C para una hora y 105 para cinco horas.

Para resultados precisos, los ensayos deben ser hechos con gran cuidado. El trigo debe ser siempre molido y convertido en una mezcla gruesa antes de ser ensayado, pues de otra manera el secado llevará más tiempo que el normal especificado más arriba.

3. PROCESO DE PRODUCCIÓN

El proceso de producción de un molino de trigo, cae dentro de los sistemas de producción de flujo continuo, o sea, sistemas con elementos estandarizados en lo relativo a vías y flujo, porque también están estandarizados los insumos. En consecuencia pueden adoptar un conjunto y una secuencia de procesos estandarizados.

El proceso de producción en un molino, se conoce como “molturación o molienda”, aunque sea esta sola una etapa del proceso en sí.

Las operaciones básicas de un sistema de producción de molienda de trigo son:

1. Recepción y almacenamiento del trigo, materia prima.
2. Limpieza y acondicionamiento del trigo.
3. Proceso de Molienda.
4. Almacenaje y empaque final.

3.1 Recepción y almacenamiento del trigo

La recepción en los molinos puede variar, y dependerá de las instalaciones con que se cuenta y del medio de transporte a través del cual llega el trigo al molino.

La recepción del trigo comprende la descarga del cereal desde los buques, barcazas, vagones de ferrocarril, camiones o carros de granjeros y su transporte hasta los silos de almacenamiento, luego de haber sido pesado correctamente.

Para todos los propósitos prácticos, existen solamente tres métodos de recepción, a saber: tolvas de recepción combinadas con elevadores, elevador de cangilones y planta de descarga neumática.

De estos tres métodos el primero es adaptable solamente para descargas reducidas ya sea a granel o bien embolsado y descargado directamente desde camiones o vagones. El trigo es descargado directamente sobre una tolva de recepción colocada al nivel del suelo, desde donde es elevado por medio de un elevador a cangilones y es descargado en el interior del molino a un nivel lo bastante elevado como para permitir que el cereal pase por gravedad a través de la báscula automática y seguidamente a la limpieza preliminar. Luego el cereal es levantado nuevamente y depositado en los silos de almacenamiento.

El trigo posee cantidades y clases variables de impurezas, afortunadamente, las cualidades de preservación y de mantenimiento del trigo son muy raramente afectadas por la presencia de polvo e impurezas medianas, las cuales, por lo tanto, pueden ser removidas luego en forma más pausada.

Sin embargo, los residuos gruesos deben ser separados por cernido inmediatamente después de ser descargado el trigo y antes de que entre a los silos, pues pueden quedar obstruidas las cañerías y salidas de los silos y pueden sufrir daños las transportadoras y los elevadores.

Los diferentes tipos de trigo son almacenados en silos que están conectados a una transportadora por medio de la cual el trigo de los silos es enviado al área de producción hacia los silos que se encuentran dentro.

3.2 Limpieza y acondicionamiento del trigo

Es absolutamente indispensable proceder a la limpieza intensiva del grano antes de la molturación, pues las impurezas y polvo contenido en el mismo dificultan la molturación, imposibilitando la fabricación de harinas perfectamente blancas, si el grano es sucio.

La cantidad y clase de impurezas contenidas en un cargamento de trigo varía de acuerdo al tipo de cereal. Trigos de grado muy alto, contienen muy pocas impurezas, excepto una cantidad muy limitada de polvo, arena y semillas extrañas, pero los trigos de regiones más primitivas no solamente contienen mucho más de esas impurezas sino también una cantidad apreciable de trozos de maderas, trapos, pajas y residuos de diversas clases.

En forma general, se pueden clasificar las impurezas de la siguiente forma:

1. Impurezas y residuos de tamaño apreciable.
2. Impureza medias.
3. Polvo.

Cada una de estas impurezas debe ser removida en forma completa antes de que el trigo sea molido.

El acondicionamiento del trigo es un problema que consiste en determinar el procedimiento más eficaz, rápido y económico para alcanzar el grado más ventajoso de humedad en el grano, perfectamente distribuida. Para ello ha de tenerse en cuenta si los trigos poseen poca humedad interna o ésta es excesiva. Este acondicionamiento consiste en dejar en reposo en los cajones denominados de descanso, al trigo humedecido, entre 10 y 30 horas, para lograr que la humedad penetre a través del endospermo del grano y se difunda a través de él, para lograr que el trigo alcance determinadas condiciones físicas para la molienda, provocando directa e indirectamente ciertos cambios que mejoren el valor panadero de las harinas de trigo.

3.3 Proceso de molienda

El propósito fundamental en la molienda del trigo es moler los granos disponibles, convirtiéndolos en harinas que harán frente a las variadas necesidades del consumidor, panadero, ama de casa, pastelero, fabricante de galletas y del fabricante de pastas; al mismo tiempo los sub-productos deben, dentro de lo posible, satisfacer al consumidor de forrajes tanto en lo que a su forma física se refiere, como a sus valores alimenticios, digestibilidad y buen sabor, de acuerdo a los diferentes animales a alimentar.

Una buena parte del público consumidor de pan confiere gran importancia a la apariencia y buen sabor del mismo, exigiendo así un pan de buen volumen, con una miga blanca de textura fina y blanda, compuesta por células que no desmigajan fácilmente; un pan de este tipo requiere harinas de las cuales se hayan eliminado el afrecho.

A la luz del conocimiento creciente en el campo de la bioquímica y la dietética, actualmente se acredita mucha importancia al valor nutritivo del pan y los molineros tratan de producir harinas que no sólo satisfagan a los consumidores en lo que a su apariencia y buen sabor se refiere, sino que también deben contener, dentro de lo posible, todos los elementos naturales del trigo beneficiosos para el proceso digestivo y para la salud en general, excluyendo las partes perjudiciales.

Para llevar a cabo el proceso de molienda se cuenta con molinos de cilindros horizontales. El trigo limpio y acondicionado es enviado a los primeros molinos de cilindros donde es triturado. Las partículas mayores separadas por la extracción del producto de la primera trituración, van a la segunda, 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 trituración logrando una tercera extracción. Las partículas mayores, casi menores que el salvado, se someten a un raspado final en el cuarto cilindro de trituración y se extraen de nuevo, quedando como cola el salvado.

Los cilindros trabajan por pares, siendo la velocidad del cilindro superior dos veces y media más veloz que la del inferior. Después de la acción de cada par de cilindros el producto se va a los tamices donde el mismo se separa en 3 fracciones principales.

3.3.1 Sasaje

Un sasar está constituido por un tamiz oscilante, a través del cual circula una corriente de aire de abajo hacia arriba, este aire arrastra las partículas de salvado pues son ligeras mientras que las pequeñas partículas de endospermo, limpias son más densas y atraviesan el tamiz.

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. Moler un trigo significa abrir el grano, raspar lo más prolijamente posible el endospermo adherido, y luego reducir estas partículas a harina.

3.3.2 Dosificación

Esta parte del proceso consiste en adicionar a las harinas aditivos específicos para cada tipo de harina.

3.3.3 Compresión y cernido

El objeto del sistema de compresión es moler las sémolas y remolines purificadas, para transformarlas en harina. La acción de los cilindros de compresión consiste en pulverizar la sémola hasta convertirla en harina y, tiende a aplastar y por consiguiente a separar por un posterior cernido las partículas de salvado, salvadillo y granillo 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, luego el producto pasa a un cernidor donde se obtiene la mayor parte de harina de trigo separándola de la semolina, la cual es enviada a un paso de compresión más avanzado. Este proceso se repite cierto número de veces hasta que queda eliminada la mayor parte de semolina extraíble.

3.4 Almacenaje y empaque final

En esta etapa se empacan las harinas de trigo como un producto final obtenido.

4. HARINA DE TRIGO

Producto fino que se obtiene de la molturación del grano de trigo, separando el endospermo, parte harinosa de la semilla, e impurezas. Entre los usos más comunes de la harina está la industria panificadora, además es utilizada como materia prima para la elaboración de diversos productos como sopas, chocolates, pastas, etc.

Existen diversos tipos de harinas de trigo, harinas suaves y harinas duras, estas se elaboran dependiendo del uso para el cual se requieran y para ello se utilizan diferentes tipos de trigo.

Los trigos duros producen una harina gruesa, arenosa, fluida y fácil de cernir, compuesta por partículas de forma regular, muchas de las cuales con células completas de endospermo.

Los trigos suaves producen harina muy fina compuesta por fragmentos irregulares de células de endospermo, incluyendo una proporción de fragmentos celulares muy pequeños y granos sueltos de almidón, y algunas partículas aplastadas que se adhieren entre sí, se cierne con dificultad y tiende a obturar las aberturas de los cedazos.

4.1 Criterios de calidad de la harina

La calidad de la harina significa muchas cosas para el usuario de la misma.

Generalmente se refiere a su conformidad con ciertas características medibles que la experiencia ha demostrado ser significativas en términos de su uso final.

Las definiciones modernas de calidad total de la harina se refieren a la habilidad de la harina de producir un producto final atractivo, sabroso, de características uniformes y de bajo costo.

4.1.1 Contenido de proteínas

El contenido y calidad de las proteínas conforman un factor primario en la evaluación de calidad de la harina en cuanto a su uso final, ya que se ha demostrado que existe una relación lineal entre el contenido de proteínas en la harina y el volumen del pan.

Cuando se habla de cantidad de proteínas, se refiere al contenido total de nitrógeno orgánico en forma de proteínas en la harina, mientras que cuando se habla de la calidad proteínica, se está refiriendo a las características fisicoquímicas del complejo gluténico, gluten.

4.1.2 Contenido enzimático

Los cereales tienen muchas enzimas, pero las más importantes son las amilasas y las proteasas.

4.1.2.1 Amilasa

En la producción de productos levantados por la levadura, como pan, panecillos y galletas de soda, el dióxido de carbono es el agente gaseoso que provoca el crecimiento durante la fermentación y el horneado.

Este gas es producido por la respiración anaerobia de las levaduras y en la degradación de azúcares simples.

En la harina existen dos tipos principales de amilasas, la α -amilasa y la β -amilasa. El contenido de β -amilasa en el trigo, es suficiente para su uso final; mientras que la α -amilasa, es necesario suplementarla.

La presencia de α -amilasa en las harinas, ofrece las siguientes ventajas:

1. Incrementa la producción de gas, dióxido de carbono.
2. Mejora el color de la corteza del pan.
3. Mantienen la humedad de la miga durante el almacenaje.
4. Imparte un sabor adicional al pan.
5. Mejora la retención de gas.

4.1.2.2 Proteasa

Actualmente, no se adicionan proteasas a la harina, sin embargo, se han adicionado proteasas a efecto de reducir el tiempo de mezcla, mejorar la maquinabilidad y extensibilidad de la masa, desarrollar los sabores derivados de las proteínas y suavizar masas cuyo gluten sea demasiado duro o fuerte. Sin embargo, una proteólisis excesiva puede resultar en la licuefacción de la masa, una miga áspera y gruesa y bajo volumen debido a una falta de retención gaseosa.

4.1.3 Absorción

A menudo se le denomina absorción a la cantidad de agua requerida para rendir una masa de determinada consistencia y su valor se determina mediante el farinógrafo. Este es un factor importante porque a mayor absorción, mayor ganancia unitaria se obtiene.

El logro de una consistencia apropiada de la masa, es un factor importante durante el manejo mecánico de la misma, así como en sus propiedades de retención gaseosa. La absorción debe ajustarse a un nivel en el cual la masa atrape aire durante la mezcla y lo retenga, además del dióxido de carbono liberado durante la fermentación.

4.1.4 Color y contenido de cenizas

Estos dos factores se encuentran relacionados debido a que si el color de la harina es más oscuro, puede deberse a que contenga más partículas de afrecho que el estándar, ya que el contenido mineral de la harina se encuentra concentrado en el afrecho y en el área recubierta por el mismo en el grano de trigo. Generalmente son los consumidores los que determinan las limitantes en el contenido de cenizas que requieren para sus productos.

4.1.5 Granulometría o tamaño de partícula

Las pruebas de granulometría además de que las demanda el consumidor, son importantes ya que reflejan características de la molienda, la efectividad del cernido y pueden servir para la detección de fallas como telas rotas en los cernedores.

Además, el tamaño de la partícula puede interpretarse como una medida de la friabilidad del endospermo del trigo bajo ciertas condiciones de molienda.

4.1.6 Daño del almidón

El daño del almidón debido a la excesiva severidad de la molienda, depende de la dureza del trigo, sin embargo, el daño del almidón puede aminorarse hasta cierto punto, mediante la aplicación de un adecuado proceso de acondicionamiento del trigo, así como ciertas características específicas de molienda.

5. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES QUE DEBE CUMPLIR LA HARINA DE TRIGO SEGÚN REGLAMENTO TÉCNICO R-UAC67.01.015:02, APROBADO POR COGUANOR

5.1 Clasificación de las harinas

De acuerdo a la variedad de trigos utilizados, la harina de trigo fortificada se clasifica en:

- a) Harina tipo A: es la harina obtenida de las variedades de trigo fuerte, duro, que tiene alto contenido de proteínas y gluten.
- b) Harina tipo B: es la harina obtenida de las variedades de trigo *Hard Red Winter* o una variedad equivalente o una mezcla de trigos fuertes, duros, con suaves.
- c) Harina tipo C: es la harina obtenida de las variedades de trigos suaves.
- d) Harina tipo D: es la harina obtenida de las variedades de trigos suaves la cual ha sido tratada con un agente modificador del gluten.

5.2 Características y especificaciones

5.2.1 Características generales

La harina de trigo fortificada debe obtenerse de granos de trigo limpios, sanos, libres de impurezas o materias extrañas que alteren la calidad del producto.

5.2.2 Características sensoriales

- a) Aspecto: el producto se presenta en forma de polvo, libre de terrones y exento de insectos en cualquier etapa de desarrollo, excretas de animales, parásitos y de otras materias extrañas al mismo;
- b) Olor y sabor: el producto debe tener olor y sabor característicos. Debe estar libre de olor o sabor amargo, rancio, mohoso o cualquier otro olor o sabor diferente al característico;
- c) Color: el color del producto debe ser blanco o cremoso, de acuerdo al tipo que corresponda, libre de coloración por actividad de microorganismos.

5.2.3 Contaminantes

5.2.3.1 Metales pesados

La harina de trigo fortificada debe cumplir con las especificaciones de acuerdo a la tabla siguiente:

Tabla I. Valores máximos permisibles de metales pesados

Metales pesados	Valores máximos permisibles, en mg/kg
Cadmio	0,10
Arsénico	0,50
Mercurio	0,05
Plomo	0,50

Fuente: Reglamento Técnico Unión Aduanera Centroamericana R-UAC 67.01.15:02. Pág. 4.

5.2.3.2 Residuos de plaguicidas

La harina de trigo fortificada debe ajustarse a los límites máximos para residuos establecidos por el Comité del *Codex Alimentarius* sobre residuos de plaguicidas, para este producto.

5.2.3.3 Micotoxinas

La harina de trigo fortificada debe ajustarse a los límites máximos para micotoxinas establecidos por el Comité del *Codex Alimentarius* sobre aditivos alimentarios y contaminantes de los alimentos, para este producto.

5.2.4 Higiene

- a) El producto regulado por las disposiciones de este reglamento técnico se debe preparar y manipular de conformidad con el Reglamento de buenas prácticas de manufactura de la industria de alimento aprobado en el marco de la unión aduanera. En el caso de los productos Importados se aceptará el Código internacional de prácticas recomendado – Principios generales de higiene de los alimentos, CAC/RCP 1 - 1969, Rev. 3 1997 enmendado en 1999, *Codex Alimentarius* Vol. 1B, u otro sistema equivalente.
- b) El producto analizado mediante métodos apropiados de muestreo y análisis.
- c) Debe estar exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

- d) Debe estar exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud.
- e) No debe contener ninguna sustancia procedente de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud. Se establece un límite máximo de 75 fragmentos de insectos en 50g de harina de trigo fortificada.

5.2.5 Criterios microbiológicos

Se debe cumplir con los criterios microbiológicos establecidos en la tabla siguiente:

Tabla II. Criterios microbiológicos

Microorganismos	Recuento máximo, UFC/g
Recuento bacterias mesófilas	50000
Recuento mohos y levaduras	1000
Recuento total de coliformes	100
Salmonella /25 g	Ausencia
E.coli	Ausencia

Fuente: Reglamento Técnico Unión Aduanera Centroamericana R-UAC 67.01.15:02. Pág. 4.

5.2.6 Requisitos físicos y químicos

Debe ajustarse a los parámetros que se establecen en la siguiente tabla

Tabla III. Requisitos fisicoquímicos de conformidad a la variedad de trigo

Determinaciones	Harina tipo A	Harina tipo B	Harina tipo C	Harina tipo D
Humedad, en porcentaje en masa(m/m) máximo	14,00	14,00	13,80	13,80
Proteínas (Nx5.7), en porcentaje en masa (m/m), mínimo (1)	12,50	10,00	8,00	7,00
Ceniza en porcentaje en Masa(m/m), máximo. (1)	1,00	1,00	1,00	1,00

Fuente: Reglamento Técnico Unión Aduanera Centroamericana R-UAC 67.01.15:02. Pág. 6.

(1) Estos valores son en base a 14,0 % de humedad.

5.2.7 Acides de grasa

No se deben requerir más de 50 mg de hidróxido de potasio para neutralizar los ácidos grasos libres en 100 g de harina, referidos al producto seco.

5.2.8 Tamaño de las partículas

El tamaño de partículas debe ser tal que el 98% de la harina pase a través de un tamiz N° 70 (212 μm), con el método recomendado por *Codex*.

5.2.9 Fortificación de la harina de trigo

Los niveles mínimos de micronutrientes para la fortificación de la harina de trigo son los señalados en la tabla siguiente:

Tabla IV. Niveles mínimos de micronutrientes en la harina de trigo fortificada

Micro nutrientes	Nivel mínimo a alcanzar (mg/kg de harina)
Hierro	55,0
Tiamina (vitamina B-1)	6,2
Riboflavina (vitamina B-2)	4,2
Niacina	55,0
Acido fólico	1,8

Fuente: Reglamento Técnico Unión Aduanera Centroamericana R-UAC 67.01.15:02. Pág. 6.

La fuente de hierro a utilizar en la fortificación debe ser fumarato ferroso.

5.2.10 Aditivos

5.2.10.1 Agentes permitidos para el tratamiento de la harina

La siguiente tabla presente cada uno de los agentes permitidos para el tratamiento de la harina y el nivel máximo establecido para su adición:

Tabla V. Niveles máximos permitidos para la harina

Agente	Nivel máximo
Acido L-ascórbico y sus sales de sodio y potasio	300 mg/kg
Clorhidrato de L- cisteína	90 mg/kg
Dióxido de azufre (utilizados únicamente en harinas para bizcochos y pastas)	200 mg/kg
Fosfato mono cálcico	2500 mg/kg
Lecitina	2000 mg/kg
Cloro (en tortas de alto porcentaje)	2500 mg/kg
Dióxido de cloro (para productos de panadería crecidos con levadura)	30 mg/kg
Peróxido benzoílico	60 mg/kg
Azodicarbonamida (para pan con levadura)	45 mg/kg
Bromato de potasio	Harina Tipo A 50 mg/kg Harina Tipo B 35 mg/kg Harina Tipo C 0 mg/kg Harina Tipo D 0 mg/kg

Fuente: Reglamento Técnico Unión Aduanera Centroamericana R-UAC 67.01.15:02. Pág. 7.

5.2.10.2 Ingredientes facultativos

Los siguientes ingredientes pueden agregarse a la harina de trigo fortificada en las cantidades necesarias para fines tecnológicos:

- Productos malteados con actividad enzimática, fabricado con trigo, centeno o cebada.
- Gluten vital de trigo.
- Harina de soya y harina de leguminosas.

5.3 Envasado y etiquetado

5.3.1 Envasado

- a) La harina de trigo fortificada debe envasarse y transportarse en recipientes que salvaguarden las cualidades higiénicas, nutritivas, tecnológicas y sensoriales del producto.
- b) Los recipientes, incluido el material de envasado, debe estar fabricado con sustancias que sean inocuas y adecuadas para el uso al que se destinan. No deben transmitir al producto ninguna sustancia toxica ni olores o sabores desagradables.
- c) Cuando el producto se envase en sacos, éstos deben ser de primer uso y limpios, ser resistentes y estar bien cosidos o sellados

5.3.2 Etiquetado

Además de los requisitos establecidos en el reglamento técnico de la Unión Aduanera Centroamericana R-UAC 67.01.02:02, Etiquetado general para alimentos previamente envasados, Preenvasados, se aplican las siguientes disposiciones específicas:

- a) Nombre del producto de conformidad a la variedad de trigo utilizado. Ejemplo, Harina de Trigo, Fuerte, Suave, etc. según sea el caso, Fortificada.
- b) Contenido específico de micronutrientes.

5.3.3 Etiquetado de envase no destinado a la venta al por menor

En el envase o en los documentos que acompañen al producto no destinados a la venta al por menor o a granel, se debe declarar como mínimo la siguiente información: el nombre del producto, la identificación del lote, el nombre, la ciudad y país del fabricante o del envasador, cuando sea diferente a la del fabricante.

5.4 Almacenamiento y transporte

- a) Las condiciones de almacenamiento y transporte de la harina de trigo fortificada deben ser tales que, al ser manipulada en condiciones apropiadas, ésta conserve las características del producto y sus niveles de fortificación.

- b) No se debe transportar harina de trigo fortificada en vehículos que transporten o hayan transportado productos tóxicos, contaminantes, animales vivos o muertos o cualquier producto que altere sus características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas.

6. FASE DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

6.1 Manual de procedimientos de laboratorio para pruebas de control de calidad para el trigo y la harina

Las diversas pruebas hechas al trigo y a la harina son procedimientos estandarizados, usados para propósitos de control de calidad. Los resultados de estas pruebas tienen una relación directa con la calidad del producto final.

Muchas especificaciones para el trigo y la harina son comunicaciones entre los compradores y los vendedores, para cumplir con dichas especificaciones es necesario probar la calidad del trigo y la harina.

A continuación se describen los procedimientos para llevar a cabo las diversas pruebas en el laboratorio de control de calidad.

6.1.1 Procedimiento No. 1 contenido de humedad

- **Objetivo:** determinar el contenido de humedad en una muestra de harina o de trigo molido.

- **Método**
 1. Se pesa una muestra pequeña de harina o trigo molido, 2 a 3g, y se coloca en una cápsula de humedad.

2. La muestra se calienta a 130°C en un horno de aire durante 1 hora.
3. La mezcla se enfría hasta temperatura ambiente y se pesa el residuo.

- **Resultados**

1. El contenido de humedad se determina comparando el peso de la muestra antes y después del calentamiento.
2. La pérdida de peso representa el contenido de humedad y los resultados de contenido de humedad se expresan como un porcentaje de humedad en la muestra original.
3. Los resultados de contenido de humedad se expresan como un porcentaje. Un ejemplo de contenido de humedad del trigo es 12%.

- **Importancia**

Determinar el contenido de humedad es un primer paso esencial en el análisis de la calidad del trigo o la harina, ya que este dato se usa en otras pruebas.

El contenido de humedad también es un indicador de la almacenabilidad del grano. Un trigo o harina con contenido de humedad elevado, mayor de 14.5%, atrae hongos, bacterias e insectos, los cuales causan deterioros durante el almacenaje.

El contenido de humedad puede ser un indicador de la rentabilidad en la molienda. La harina se vende por peso, el grano se compra por peso, y se agrega agua para alcanzar el nivel estándar de humedad antes de la molienda.

6.1.2 Procedimiento No. 2 contenido de cenizas

- **Objetivo:** determinar el contenido de minerales, cenizas, en una muestra de harina o de trigo molido.

- **Método**

1. Se pesa una muestra pequeña de harina o trigo molido (3 a 5 g) y se coloca en una cápsula de cenizas.
2. La muestra se calienta a 585°C en un horno para cenizas durante un tiempo de 6 horas.
3. Transcurrido el tiempo, se retira la muestra y se coloca en un desecador hasta que se enfríe y se pesa el residuo.

- **Resultados**

1. Cuando se incinera una mezcla en un horno para cenizas, la elevada temperatura expulsa la humedad y quema todos los materiales orgánicos, como: almidón, proteínas y aceites, dejando únicamente las cenizas. El residuo, cenizas, está formado por los materiales inorgánicos e incombustibles que se concentran en la capa del salvado.
2. Los resultados de contenido de cenizas se expresan como porcentaje del peso inicial de la muestra. Las cenizas de trigo o de harina suelen expresarse sobre la base común de humedad del 14%.

- **Importancia**

Los molineros necesitan conocer el contenido general de minerales del trigo, para lograr los niveles de ceniza deseados o especificados para la harina. Dado que las cenizas se concentran principalmente en el salvado, el contenido de cenizas de la harina es un indicador del rendimiento que se podría esperar en la molienda. El contenido de cenizas también indica el desempeño de molienda, al revelar indirectamente la contaminación por salvado presente en la harina.

Las cenizas en la harina pueden afectar su color, dando un color más oscuro a los productos terminados. Ciertos productos especializados que demandan harina particularmente blanca requieren un bajo contenido de cenizas, mientras que otros, como la harina de trigo integral, tienen un elevado contenido de cenizas.

6.1.3 Procedimiento No. 3 número de caída

- **Objetivo:** medir los daños al germen.

- **Método**

1. Se pesa una muestra pequeña de 7 gramos de trigo molido o harina y se combina con 25ml de agua destilada en un tubo de vidrio para número de caída, usando un agitador hasta que se obtiene una suspensión.

2. Al calentar la suspensión en un baño maría de agua hirviendo a 100°C y agitándola constantemente, el almidón se gelatiniza y forma una pasta espesa.
4. Se registra el tiempo que tarda el agitador en caer a través de la pasta, obteniéndose el valor de número de caída.

- **Resultados**

1. Los resultados del número de caída se registran como un índice de la actividad enzimática en una muestra de trigo o harina, y los resultados se expresan como un tiempo en segundos.
2. Un número de caída elevado (por ejemplo, 300seg.) indica mínima actividad enzimática y por tanto una buena calidad del trigo o harina.
3. Un número de caída bajo (por ejemplo, menor de 250seg.) indica una actividad enzimática sustancial y un trigo o harina dañados por la germinación.

- **Importancia**

El nivel de actividad enzimática medido por la prueba del número de caída afecta la calidad de los productos. La levadura de la masa para pan, por ejemplo, requiere que los azúcares se desarrollen correctamente y, por lo tanto, necesita cierto nivel de actividad enzimática en la masa. Sin embargo, una excesiva actividad enzimática significa una sobreabundancia de azúcares y una escasez de almidón. Dado que el almidón es lo que proporciona la estructura de soporte del pan, una actividad excesiva se traduce en una masa pegajosa durante el procesamiento y una mala textura del producto terminado.

Si el número de caída es demasiado elevado, es posible agregar, de diversas formas, enzimas a la harina para compensar el factor. Pero si el número de caída es demasiado bajo, es imposible removerle enzimas a la harina o trigo.

6.1.4 Procedimiento No. 4 lavado del gluten

- **Objetivo:** medir el contenido de gluten húmedo.

- **Método**
 1. Se pesa una muestra pequeña de 10 gramos de harina o trigo molido y se coloca en la cámara de lavado del equipo conocido como *Glutomatic*, encima de la malla de poliéster.
 2. La muestra es mezclada y lavada con una solución de sal al 2%, durante 5 minutos.
 3. El gluten humectado se saca de la cámara de lavado, se coloca en el recipiente de la centrífuga y se centrifuga.
 4. Se pesa el residuo retenido encima de la malla y el que traspasó la malla.

- **Resultados**
 1. El contenido de gluten húmedo se determina lavando la harina o trigo molido con una solución salina, para eliminar de la muestra el almidón y demás materiales solubles. El residuo que queda después del lavado es el gluten húmedo.

2. Durante el centrifugado, el gluten se hace pasar por una tamiz (malla). El porcentaje de gluten que permanece sobre el tamiz se define como el índice de gluten, el cual indica la resistencia del gluten. Un índice de gluten elevado indica un gluten fuerte.
3. Los resultados de contenido de gluten en húmedo se expresan como porcentaje, con referencia a una humedad del 14%.

- **Importancia**

La prueba de gluten húmedo proporciona información sobre la cantidad de gluten en las muestras de trigo o harina y estima su calidad. El gluten es el responsable de las características de elasticidad y extensibilidad de la masa de harina. El gluten húmedo refleja el contenido proteico y es una de las especificaciones comunes de la harina exigidas por los usuarios finales de la industria de alimentos.

6.1.5 Procedimiento No. 5 ensayo granulométrico con el tamiz

- **Objetivo:** determinar el tamaño de partícula de las harinas.

- **Método**

1. Se pesa una muestra de harina de 100 gramos.
2. Se coloca como tamiz superior el correspondiente a la tela 132 y debajo de él se coloca el plato colector.
3. La muestra se coloca en el tamiz superior, sobre ella el cepillo giratorio y se coloca la tapa.

4. Se pone en marcha el tamiz por un tiempo de 5 minutos.
5. Transcurrido el tiempo, se levanta el tamiz superior y se pesa la muestra que quedo sobre él. La harina adherida a la parte inferior del tamiz debe incorporarse a la muestra en el plato y se pesa.

- **Resultados**

1. Como resultado debe indicarse la cantidad de harina que pasó el tamiz y la cantidad que quedó (completando los 100g de la muestra).
Ejemplo: Pasó: 15 Quedó: 85

- **Importancia**

El ensayo granulométrico determina el tamaño de las partículas de harina y las características de las moliendas con salvado.

Las pruebas de granulometría además de que las demanda el consumidor, son importantes ya que reflejan características de la molienda, la efectividad del cernido y pueden servir para la detección de fallas como telas rotas en los cernedores.

6.1.6 Procedimiento No. 6 determinación peso específico por *bushel*

- **Objetivo:** determinar el peso por bushel, que es como se nota fácilmente el peso de un “Bushel” de trigo (medida de volumen inglesa, equivalente a 36.5 litros) y, por lo tanto, es una medida de la densidad del trigo.

- **Método**

1. Se coloca la muestra de trigo en la tolva que está centrada sobre la marmita hasta llenarla.
2. Rápidamente se procede a abrir la válvula para determinar la salida del grano y llenar la olla.
3. Se remueve el grano excesivo de la parte superior de la olla mediante 3 movimientos completos en zig-zag, utilizando para ello un batidor estándar que se toma por ambas manos con los lados planos en posición vertical.
4. Luego se cuelga cuidadosamente la olla de un soporte de la balanza y se mueven las pesas hasta que el brazo de la balanza quede perfectamente balanceado.
5. Se procede a leer el peso específico por bushel.

- **Resultados**

1. El valor del peso específico se leerá directamente y se expresa en kilogramo por hectolitro, KG/HL.

- **Importancia**

Esta prueba está en uso desde hace largo tiempo y aunque de ningún modo significa un criterio principal del valor, da, sin embargo, alguna información sobre el contenido de humedad, porcentaje de impurezas y rendimiento en potencia de harinas del trigo; es por ello que los molineros están dispuestos a pagar más por trigos de un peso hectolítrico más alto.

Algunos molineros también usan este ensayo para verificar el contenido de humedad del trigo cuando entra al molino, pero este método no es científico y ha sido reemplazado con métodos modernos de determinación rápida del contenido de humedad.

6.1.7 Procedimiento No. 7 análisis cualitativo para identificación de hierro en las harinas

- **Objetivo:** determinar si el contenido vitamínico en las harinas se encuentra dentro del rango operacional establecido para la adición de la mezcla vitamínica en la harina.

- **Método**
 1. Se coloca sobre una paleta de madera las tres muestras siguientes: una muestra de la harina de referencia No. 1, correspondiente al límite máximo de concentración de mezcla vitamínica para la harina, una muestra de la harina a analizar (harina de empaque o harina en producción) y una muestra de la harina de referencia No. 2, correspondiente al límite mínimo de concentración de mezcla vitamínica para la harina.
 2. Utilizando una espátula pequeña se prepara la superficie de cada una de las muestras dejándola lisa y plana, luego a dichas muestras se les hace un agujero.
 3. Utilizando goteros, se agrega a cada una de las muestras 3 gotas de cada uno de los siguientes en reactivos y en el orden indicado:

- Reactivo 1: Ácido Clorhídrico (HCl) 10% vol.
 - Reactivo 2: Tiocianato de Potasio (KSCN) 10% vol.
 - Reactivo 3: Peróxido de Hidrógeno (H₂O₂) 3% vol.
4. Se observa como la reacción de los reactivos producen el apareamiento de puntos rojos que indican la presencia de hierro y se analiza (visualmente) el resultado de la muestra analizada respecto a las muestras de harinas de referencia.

- **Resultados**

1. El análisis cualitativo deberá indicar si la concentración de mezcla vitamínica en la muestra analizada está dentro de los parámetros establecidos.

- **Importancia**

El análisis cualitativo es un indicador de la concentración de mezcla vitamínica en las harinas, y es de suma importancia que dicha concentración no sea ni mayor ni menor a lo establecido.

6.1.8 Procedimiento No. 8 análisis cualitativo para identificación de bromato de potasio en las harinas

- **Objetivo:** determinar si la concentración de bromato de potasio en las harinas se encuentra dentro del rango operacional establecido para la adición del mismo en las harinas (principalmente en harinas duras).

- **Método:**

1. Se coloca sobre una paleta de madera las tres muestras siguientes: una muestra de la harina de referencia No. 1, correspondiente al límite máximo establecido para la concentración de bromato de potasio en la harina, una muestra de la harina a analizar y una muestra de la harina de referencia No. 2, correspondiente al límite mínimo establecido para la concentración de bromato de potasio en la harina.
2. Utilizando una espátula se compacta la harina, sin mezclar las muestras, dejando una muestra de superficie plana y lisa y con un área transversal igual a la de un triángulo.
3. Con mucho cuidado debe sumergirse en agua la paleta por unos segundos, manteniendo una posición horizontal y sin arruinar la muestras.
4. Luego se saca del agua la paleta y con una pisseta se agrega sobre toda la superficie una solución de ácido sulfúrico (10% vol) y seguidamente una solución de yoduro de potasio (10%vol).
5. Se observa como la reacción de los reactivos, produce la aparición de puntos negros que indican la presencia de bromato de potasio, se realiza el análisis visual para determinar el resultado de la muestra analizada respecto de las muestras de harinas de referencia.

- **Resultados**

1. El análisis cualitativo deberá indicar si la concentración de bromato de potasio en la muestra analizada está dentro de los parámetros establecidos según las harinas de referencia.

- **Importancia**

El análisis cualitativo es un indicador de la concentración de bromato de potasio en las harinas, y es de suma importancia que dicha concentración no sea ni mayor ni menor a lo establecido.

6.1.9 Procedimiento No. 9 prueba del farinógrafo

- **Objetivo:** medir la absorción del agua por la harina y la resistencia de la masa.

- **Método**

1. Se pesa una muestra de 300 gramos a humedad del 14% y se coloca en el correspondiente cuenco de mezcla del farinógrafo.
2. Se agrega a la harina agua de una bureta, mezclándola para formar una masa.
3. A medida que se mezcla la masa, el farinógrafo registra una curva en el papel.
4. La cantidad de agua agregada, absorción, afecta la posición de la curva en el papel. Menos agua aumenta la consistencia de la masa y mueve la curva hacia arriba.
5. La curva se centra en la línea de 500 Unidades *Brabender* (BU) agregando la cantidad adecuada de agua, y se despliega hasta que la curva se aleje de la línea de 500 BU.

- **Resultados**

1. El farinógrafo determina las propiedades de masa y de gluten de una muestra de harina, midiendo la resistencia que la masa opone a la acción de mezclado de las paletas, aspas.

2. Los resultados del farinógrafo incluyen:

- **La absorción.** Es la cantidad de agua requerida para centrar la curva del farinógrafo en la línea de 500 UB. Esto se relaciona con la cantidad de agua necesaria para procesar la harina y obtener los productos finales óptimos. La absorción se presenta como un porcentaje.
- **El tiempo pico.** Indica el tiempo de desarrollo de la masa, comenzando desde que se agrega agua hasta que la masa alcanza su consistencia máxima. Esto da una indicación del tiempo óptimo de amasado bajo condiciones estandarizadas. El tiempo pico se expresa en minutos.
- **El tiempo de llegada.** Es el momento en que la curva toca la línea de las 500 BU. Esto indica la tasa de hidratación de la harina (la tasa a la que el agua es absorbida por la harina). El tiempo de llegada se expresa en minutos.
- **El tiempo de salida.** Es el momento en que la parte superior de la curva abandona la línea de las 500 BU. Esto indica el momento en que la masa está comenzando a degradarse y es un indicador de la consistencia de la masa durante el procesamiento. El tiempo de salida se expresa en minutos.

- **El tiempo de estabilidad.** Es la diferencia entre el tiempo de llegada y el tiempo de salida. Esto indica el tiempo en que la masa se mantiene a máxima consistencia y es un buen indicador de la resistencia de la masa. El tiempo de estabilidad se expresa en minutos.
- **El índice de tolerancia a mezclas.** Es la diferencia entre el valor de BU en la parte superior de la curva en el tiempo pico y el valor en la parte superior de la curva 5 minutos después del pico. Esto indica el grado de ablandamiento durante el mezclado. El índice de tolerancia a mezclas se expresa en minutos.
- **Importancia**

La prueba del farinógrafo es una de las pruebas de calidad de harina comúnmente usadas en el mundo. Los resultados se usan como parámetros en las formulaciones para estimar la cantidad de agua necesaria para hacer una masa, para evaluar las necesidades del mezclado de la harina, y para verificar la uniformidad de la harina.

6.1.10 Procedimiento No. 10 prueba del alveógrafo

- **Objetivo:** medir la resistencia de la masa.

- **Método**

1. Se ponen en la amasadora 250 gramos de harina, asegurándose de que la abertura del estrusor esté bien cerrada, para impedir cualquier escape. Se pone en marcha la amasadora y, con cuidado, se va añadiendo la cantidad calculada de solución salina de acuerdo a la humedad de la harina, utilizar tabla del manual de instrucciones.
2. Luego de 7 minutos, se para la amasadora y se levanta el obturador. Se coloca en posición una placa de acero bien engrasada la amasadora con los brazos girando en sentido contrario al que tenía al amasar. La masa se extruirá lentamente en forma de cinta fina, entonces se corta rápidamente y se obtienen 4 piezas de masa que pasan 12 veces por el laminador suministrado y se luego se cortan en círculos por medio de un troquel circular.
3. Se dejan reposar las piezas en el alveógrafo en un compartimiento de temperatura regulada a 25°C, durante 20 minutos.
4. Cada pieza de masa se prueba individualmente. El alveógrafo sopla aire dentro de la torta de masa, la cual se expande en una burbuja que acaba por reventar.
5. La presión dentro de la burbuja queda registrada como una curva en el papel.

- **Resultados**

1. El alveógrafo determina la resistencia de gluten de una masa, midiendo la fuerza requerida para inflar y reventar una burbuja de masa.
2. Los resultados incluyen:

- El valor P. Es la fuerza requerida para reventar la burbuja de masa.
 - El valor L. Es la extensibilidad de la masa antes de romperse la burbuja.
 - La relación P/L. Es el balance entre la resistencia y extensibilidad de la masa.
 - El valor W. Es el área bajo la curva. Es una combinación de la resistencia de la masa (valor P) y de su extensibilidad (valor L) y se expresa en joules.
3. Una masa más fuerte requiere más fuerza para inflar y reventar la burbuja, valor P más alto.

- **Importancia**

La prueba del alveógrafo ofrece resultados que son especificaciones comunes usadas por molineros y procesadores de molineros para asegurar procesos y productos más consistentes.

6.2 Procedimientos y cuadros de control

6.2.1 Control de recepción de materia prima

- **Descripción**

El trigo utilizado es de la más alta calidad, ya que los países proveedores cumplen con todas las normas internacionales y poseen los estándares más altos en el mundo.

Todo el trigo recibido es acompañado por un certificado de calidad validado y certificado por todas las leyes de calidad establecidas en el país de origen.

- **Procedimiento**

1. Como control de calidad para el trigo recibido se tomará la validez del certificado de calidad enviado por los proveedores.
2. Se extraerán todos los datos, valores y especificaciones de calidad, contenidos en los certificados de calidad y se anotarán en el cuadro llamado control de recepción de trigo, ver Figura 2.

Figura 2. Cuadro de control de recepción de trigo

CONTROL DE RECEPCIÓN DE TRIGO		
FECHA:	_____	
EMBARQUE No.:	_____	
VARIEDAD DE TRIGO:	_____	
CANTIDAD RECIBIDA:	_____ QQ	_____ TM
CERTIFICADO No. :		
CARACTERISTICAS VARIABLES DEL TRIGO		
<p>a) VARIABLES QUE NO PRODUCEN HARINA</p> <p>1) Granos dañados (total): _____ %</p> <p>2) Materias Extrañas: _____ %</p> <p>3) Granos chupados y quebrados: _____ %</p> <p>4) TOTAL DEFECTOS: <input style="width: 50px;" type="text"/> %</p> <p>5) Dockage _____ %</p> <p>6) TOTAL TEORICO DE IMPUREZAS: <input style="width: 50px;" type="text"/> %</p> <p>b) HUMEDAD DEL TRIGO <input style="width: 50px;" type="text"/> %</p> <p>c) PESO ESPECIFICO <input style="width: 50px;" type="text"/> Kg/HL</p> <p style="margin-left: 20px;">Kg/HL = (Lb/Bushel) * 1.292 + 1.419</p> <p>d) PROTEINA (base húmeda 12%): <input style="width: 50px;" type="text"/> %</p> <p>e) GRANOS VITREOS <input style="width: 50px;" type="text"/> %</p> <p>f) OTRAS CLASES DE TRIGOS <input style="width: 50px;" type="text"/> %</p>		

6.2.2 Control de acondicionamiento de trigo

- **Descripción**

El trigo seco y limpio es acondicionado, este proceso consiste en determinar el procedimiento más eficaz, rápido y económico para alcanzar el grado más ventajoso de humedad en el grano, perfectamente distribuida. Para ello ha de tenerse en cuenta si los trigos poseen poca humedad interna o ésta es excesiva. Este acondicionamiento consiste en dejar en reposo en los cajones denominados de descanso, al trigo humedecido, entre 10 y 30 horas, para lograr que la humedad penetre a través del endospermo del grano y se difunda a través de él.

- **Procedimiento**

1. Determinar el porcentaje de humedad del trigo seco.
2. Determinar el porcentaje de la humedad requerida al final del acondicionamiento.
3. Determinar la carga de trigo y a partir de ella calcular el flujo requerido de agua para alcanzar la humedad requerida.
4. Comparar el flujo requerido con el flujo de agua que se está agregando.
5. Si el flujo de agua es correcto, fin del proceso.
6. Si el flujo de agua es incorrecto debe ajustarse y repetirse los pasos de número 1 al 5.
7. Anotar los resultados en el cuadro de control de acondicionamiento, ver figuras 3 y 4.

Figura 3. Diagrama de flujo control acondicionamiento de trigo

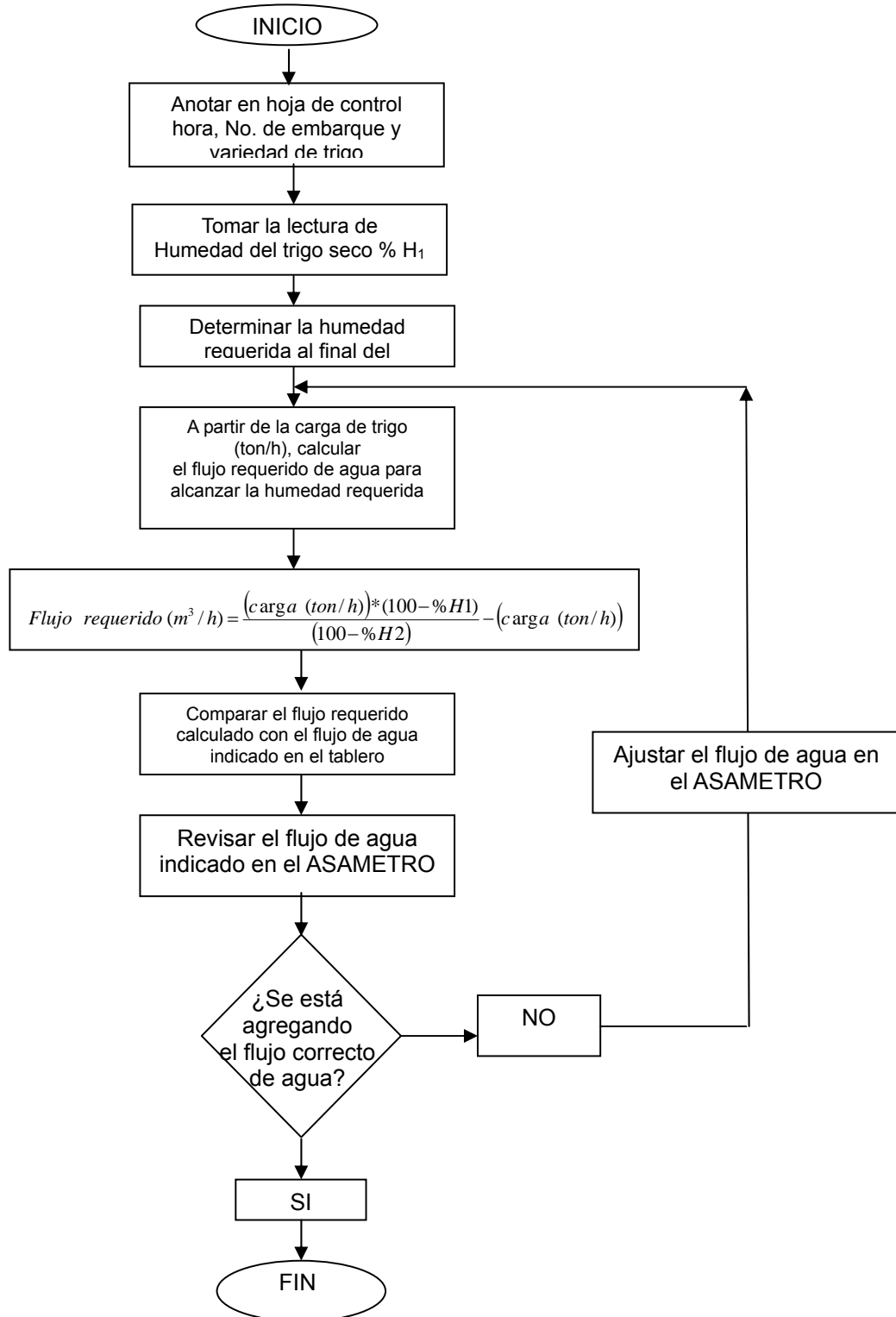


Figura 4. Cuadro de control de acondicionamiento de trigo

CONTROL ACONDICIONAMIENTO DE TRIGO

No.	HORA	EMBARQUE No.	VARIEDAD DE TRIGO	HUMEDAD TRIGO SECO %	HUMEDAD REQUERIDA %	CARGA DE TRIGO TON/hora	FLUJO DE AGUA REQUERIDO m3/h	FLUJO DE AGUA Tablero m3/h	FLUJO DE AGUA ASÁMETRO m3/h	DOSIFICACIÓN CORRECTA SI / NO
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										

HORARIO TURNO: DE _____ hrs. A _____ hrs. ENCARGADO TURNO: NOMBRE _____ FIRMA _____

No.	HORA	EMBARQUE No.	VARIEDAD DE TRIGO	HUMEDAD TRIGO SECO %	HUMEDAD REQUERIDA %	CARGA DE TRIGO TON/hora	FLUJO DE AGUA REQUERIDO m3/h	FLUJO DE AGUA Tablero m3/h	FLUJO DE AGUA ASÁMETRO m3/h	DOSIFICACIÓN CORRECTA SI / NO
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										

HORARIO TURNO: DE _____ hrs. A _____ hrs. ENCARGADO TURNO: NOMBRE _____ FIRMA _____

6.2.3 Control de trigo en limpieza y acondicionamiento

- **Descripción**

El trigo es preparado antes del proceso de molienda, al trigo recibido se le llama trigo sucio y seco, éste pasa por operaciones de tamizado, limpieza y aspiración de polvo e impurezas, para obtener el trigo seco y limpio. El trigo seco y limpio es acondicionado, este proceso consiste en agregar agua al trigo para humedecerlo, éste se deja en reposo, de 20 a 30 horas, para lograr que la humedad penetre.

- **Procedimiento**

- a) **Trigo sucio y seco**

1. Tomar una muestra del trigo cada hora en el recipiente indicado para ello.
2. Realizar el procedimiento de determinación de peso específico por bushel y anotar en el cuadro de control de acondicionamiento y molienda de trigo.

- b) **Trigo limpio y seco**

1. Al iniciar el proceso de acondicionamiento se tomará cada hora, una muestra del trigo en el recipiente indicado para ello.
2. Realizar el procedimiento de determinación de peso específico por bushel cada hora.
3. Realizar el procedimiento de contenido de humedad cada hora.
4. Realizar el procedimiento de contenido de cenizas cada 6 horas.
5. Anotar los resultados en el cuadro de control de acondicionamiento y molienda de trigo, ver figura 5.

Figura 5. Cuadro de control de acondicionamiento y molienda de trigo

CONTROL DE ACONDICIONAMIENTO Y MOLIENDA DE TRIGO

No.	FECHA	HORA	Variedad de Trigo	Embarque No.	TRIGO SUJO		TRIGO LIMPIO Y SECO		FECHA	HORA	TRIGO ACONDICIONADO		DIFERENCIA		PRODUCCION HARINA		EXTRACCION GLOBAL	CARGA TM/dia	
					Peso Especifico Kg/Hl	CENIZA Kg/Hl	Peso Especifico Kg/Hl	Humedad %			Peso Especifico Kg/Hl	Humedad %	Peso Especifico Kg/Hl	Humedad %	CENIZA	Granulom Tala 132			Humedad %
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
PROMEDIO TOTAL																			

HORARIO TURNO: DE _____ hrs. A _____ hrs. NOMBRE DEL ENCARGADO DE TURNO: NOMBRE _____ (f) _____

No.	FECHA	HORA	Variedad de Trigo	Embarque No.	TRIGO SUJO		TRIGO LIMPIO Y SECO		FECHA	HORA	TRIGO ACONDICIONADO		DIFERENCIA		PRODUCCION HARINA		EXTRACCION GLOBAL	CARGA TM/dia	
					Peso Especifico Kg/Hl	CENIZA Kg/Hl	Peso Especifico Kg/Hl	Humedad %			Peso Especifico Kg/Hl	Humedad %	Peso Especifico Kg/Hl	Humedad %	CENIZA	Granulom Tala 132			Humedad %
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
PROMEDIO TOTAL																			

HORARIO TURNO: DE _____ hrs. A _____ hrs. NOMBRE DEL ENCARGADO DE TURNO: NOMBRE _____ (f) _____

6.2.4 Control producto en producción o molienda

- **Descripción**

El trigo limpio y acondicionado es enviado a los primeros molinos de cilindros donde es triturado con el propósito de moler los granos, para convertirlos en harina de trigo.

- **Procedimiento**

- a) Trigo acondicionado, trigo enviado a molienda**

1. Tomar cada hora, una muestra del trigo en el recipiente indicado.
2. Con la muestra tomada, realizar el procedimiento de determinación de peso específico por *bushel*.
3. Con la muestra tomada realizar el procedimiento de contenido de humedad.
4. Anotar los resultados en la hoja de control de acondicionamiento y molienda de trigo, ver figura 5.

- b) Harina en producción o molienda.**

1. Determinar que tipo de harina se va a producir:

- **Para harinas suaves**

1. Controlar la adición de mezcla vitamínica así:
 - 1.1 Tomar una muestra de harina producida y realizar el análisis cualitativo para identificación de hierro.
 - 1.2 Determinar el tiempo en segundo del ciclo de carga y descarga en la báscula de harina H1.

- 1.3 Calcular los kilos de harina producida por minutos y a partir de ello, determinar en la tabla precalculada, la cantidad de gramos por minutos que debe adicionarse de mezcla vitamínica.
- 1.4 Tomar una muestra de la cantidad que está adicionando la tolva por un tiempo de 1 minuto y comparar con la cantidad determinada en el paso anterior.
- 1.5 Si es correcta la cantidad que se está adicionando, fin del proceso, si es incorrecta, está fuera del rango operacional, la cantidad que se está adicionando, indicar al supervisor de producción, realizar la corrección y repetir el proceso del número 1 al 5.
- 1.6 Anotar todos los datos en el cuadro de control de adición de mezcla vitamínica, ver figuras 6 y 7.

- **Para harinas duras**

1. Controlar la adición de mezcla vitamínica de igual forma que para las harinas suaves.
2. Controlar la adición de bromato de potasio, así:
 - 2.1 Tomar una muestra de harina producida y realizar el análisis cualitativo para identificación de bromato de potasio.
 - 2.2 Determinar el tiempo en segundo del ciclo de carga y descarga en la báscula de harina H1.
 - 2.3 Calcular los kilos de harina producida por minutos y a partir de ello, determinar en la tabla precalculada, la cantidad de gramos por minutos que debe adicionarse de bromato de potasio.
 - 2.4 Tomar una muestra de la cantidad que está adicionando la

tolva de bromato de potasio, por un tiempo de 1 minuto y comparar con la cantidad determinada en el paso anterior.

2.5 Si es correcta la cantidad que se está adicionando, fin del proceso, si es incorrecta (está fuera del rango operacional) la cantidad que se está adicionando, indicar al supervisor de producción, realizar la corrección y repetir los pasos del número 1 al 5.

2.6 Anotar todos los datos en el cuadro de control de adición de bromato de potasio, ver figuras 8 y 9.

3. Tanto para harinas duras como para harinas suaves:

3.1 Tomar cada hora una muestra de la harina que se está produciendo en el recipiente indicado y realizarle los procedimientos de determinación de contenido de humedad y de granulometría.

3.2 Tomar cada 6 horas una muestra de la harina que se está produciendo y realizar el procedimiento de determinación de contenido de cenizas.

3.3 Anotar los resultados en la hoja de control de acondicionamiento y molienda de trigo, ver figura 5.

- **Resultados**

Los resultados anotados en la hoja de control de acondicionamiento y molienda de trigo, deben ser revisados por las personas encargadas del área de producción para revisar que los resultados estén dentro de los parámetros establecidos o de lo contrario deberán realizar las correcciones correctivas necesarias.

Figura 6. Diagrama de flujo del control dosificación mezcla vitamínica

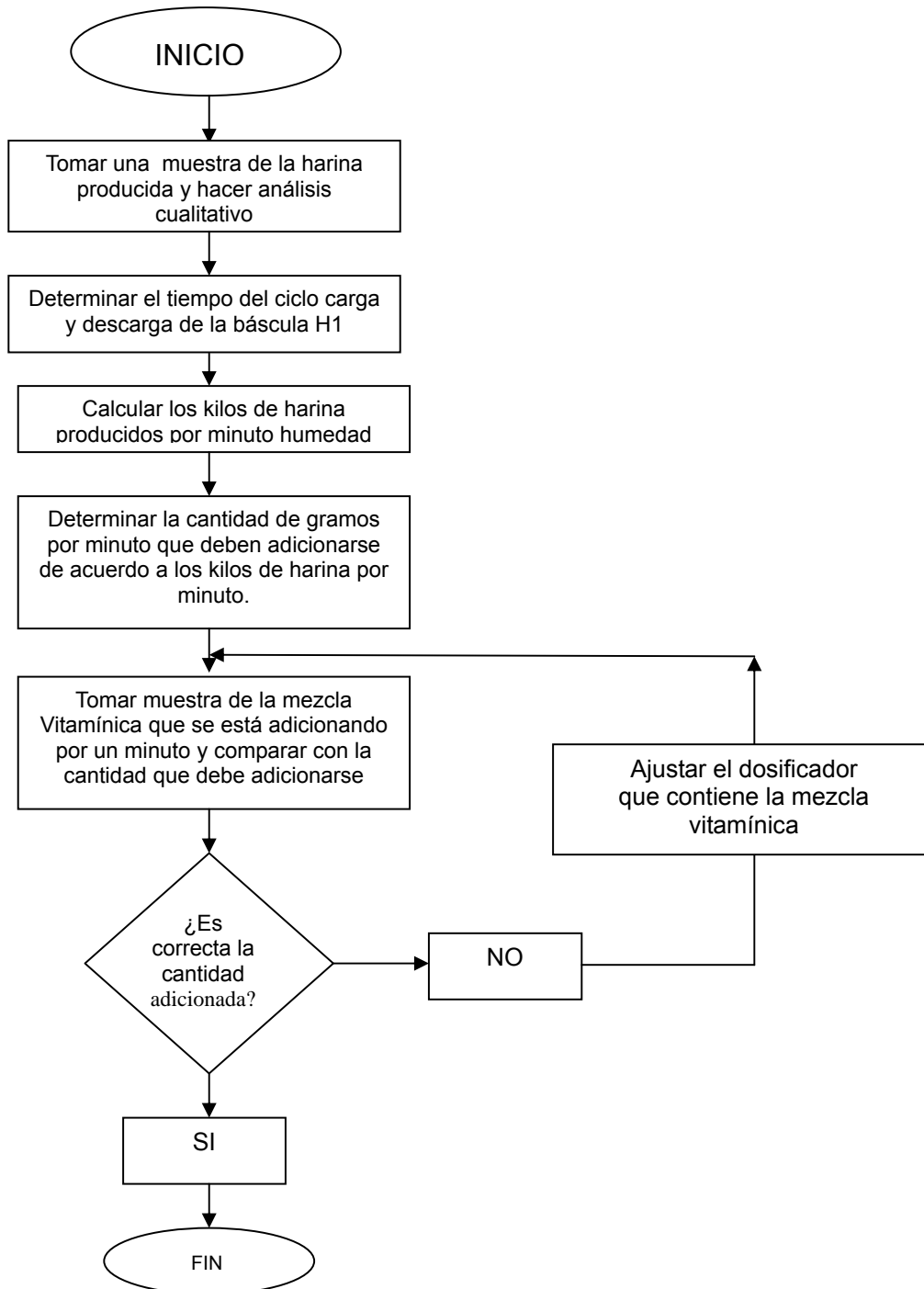


Figura 7. Cuadro de control dosificación mezcla vitamínica

CONTROL DOSIFICACION MEZCLA VITAMÍNICA

RANGO DE DOSIFICACION ____ (g/46K) a ____ (g/46K)

FECHA: _____ TIPO DE TRIGO: _____ TIPO DE HARINA: _____

No.	Hora	tiempo (s) Bascula carga/descarga	Análisis Cualitativo ¿Está en el rango? S/N	Cantidad kilos/min	Precalculado g vit/min	Cayendo g vit/min	¿Esta en el Rango? S/N	Post- ajustado g vit/min
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

HORARIO TURNO: DE ____ hrs. A ____ hrs.

NOMBRE DEL ENCARGADO DE TURNO: _____ FIRMA _____

No.	Hora	tiempo (s) Bascula carga/descarga	Análisis Cualitativo ¿Está en el rango? S/N	Cantidad kilos/min	Precalculado g vit/min	Cayendo g vit/min	¿Esta en el Rango? S/N	Post- ajustado g vit/min
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

HORARIO TURNO: DE ____ hrs. A ____ hrs.

NOMBRE DEL ENCARGADO DE TURNO: _____ FIRMA _____

No.	Hora	tiempo (s) Bascula carga/descarga	Análisis Cualitativo ¿Está en el rango? S/N	Cantidad kilos/min	Precalculado g vit/min	Cayendo g vit/min	¿Esta en el Rango? S/N	Post- ajustado g vit/min
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

HORARIO TURNO: DE ____ hrs. A ____ hrs.

NOMBRE DEL ENCARGADO DE TURNO: _____ FIRMA _____

Figura 8. Diagrama de flujo del control dosificación bromato de potasio

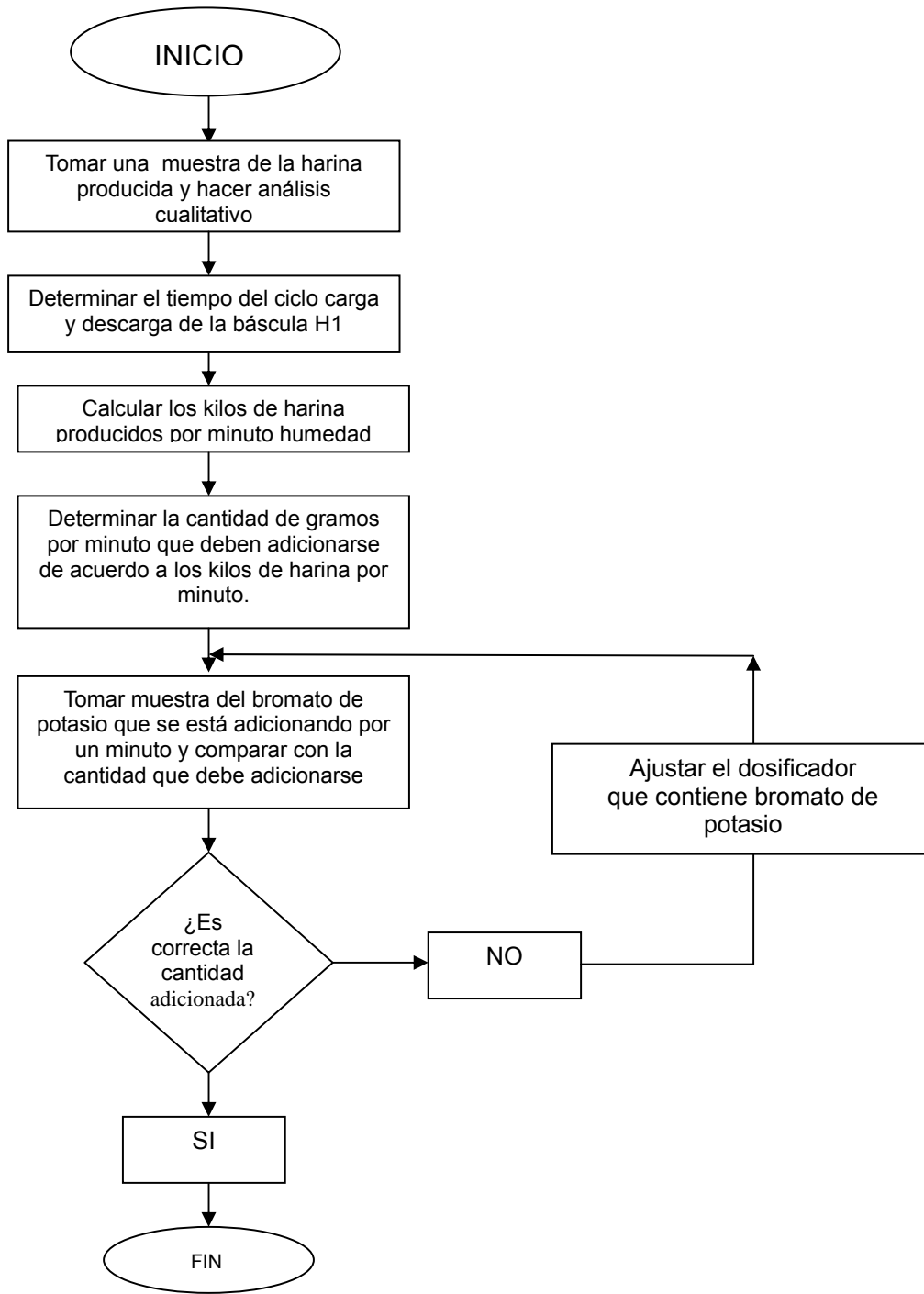


Figura 9. Cuadro de control dosificación bromato de potasio

CONTROL DOSIFICACION BROMATO DE POTASIO

RANGO DE DOSIFICACION ____ PPM a ____ PPM

FECHA: _____ TIPO DE TRIGO: _____ TIPO DE HARINA: _____

No.	Hora	tiempo (s) Bascula carga/descarga	Análisis Cualitativo ¿Está en el rango? S/N	Cantidad kilos/min	Precalculado g brom/min	Cayendo g brom / min	¿Esta en el Rango? S/N	Post- ajustado g brom / min
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

HORARIO TURNO: DE ____ hrs. A ____ hrs.

NOMBRE DEL ENCARGADO DE TURNO: _____ FIRMA _____

No.	Hora	tiempo (s) Bascula carga/descarga	Análisis Cualitativo ¿Está en el rango? S/N	Cantidad kilos/min	Precalculado g brom/min	Cayendo g brom / min	¿Esta en el Rango? S/N	Post- ajustado g brom / min
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

HORARIO TURNO: DE ____ hrs. A ____ hrs.

NOMBRE DEL ENCARGADO DE TURNO: _____ FIRMA _____

No.	Hora	tiempo (s) Bascula carga/descarga	Análisis Cualitativo ¿Está en el rango? S/N	Cantidad kilos/min	Precalculado g brom/min	Cayendo g brom / min	¿Esta en el Rango? S/N	Post- ajustado g brom / min
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

HORARIO TURNO: DE ____ hrs. A ____ hrs.

NOMBRE DEL ENCARGADO DE TURNO: _____ FIRMA _____

6.2.5 Control producto en empaque final

- **Descripción**

Actualmente se cuenta con una variedad de marcas tanto de harinas suaves como duras, muchas de las características de las harinas se adecuan a las exigencias de los clientes.

- **Procedimiento**

1. Definir que tipo de harina se va a empaque y la marca.
2. A partir de la información anterior agregar los aditivos indicados y en la cantidad establecida.
3. Tomar una muestra de cada uno de los aditivos adicionados, durante 1 minuto y, comparar con la cantidad que debe caer, según el flujo de harina.
4. Si la dosificación es correcta, seguir con el procedimiento, si la dosificación es incorrecta deberán ajustarse los dosificadores que sean necesarios y se tomará una nueva muestra para verificar que la dosificación sea correcta.
5. Tomar una muestra de la harina que está yendo directamente a las bolsas de empaque y realizar el procedimiento de análisis cualitativo para identificación de hierro y el análisis cualitativo para identificación de bromato de potasio.
6. A partir del paso anterior determinar si las concentraciones de mezcla vitamínica y bromato de potasio en la harina, están dentro de los rangos especificados o de lo contrario junto con las personas encargadas del área de producción, realizar los procedimientos correctivos necesarios.

7. Este control deberá realizarse cada hora y los resultados se anotarán en el cuadro de control de empaque, ver figura 10.

- **Resultados**

1. Dosificación correcta de los aditivos en el empaque.
2. Asegurar que las concentraciones de mezcla vitamínica y bromato de potasio en la harina, están dentro de los rangos especificados.

Figura 10. Cuadro de control de harina en empaque final

HARINA EN EMPAQUE												PARAMETROS DE ADITIVOS EN LA HARINA				ANALISIS CUALITATIVO	
No. HORA	SILO No.	MEZCLA DE TRIGOS	MARCA	PRESENTACION	NUMERO DE BATCH	ALFA AMILASA		ACIDO ASCORBICO		BROMATO DE POTASIO		VITAMINA	BROMATO				
						g/qq	g/qq	g/min	g/min	g/qq	g/min			Esta dentro del rango	Esta dentro del rango		

OBSERVACIONES: _____

HORARIO DE TURNO: DE _____ Hrs. a _____ Hrs.

NOMBRE DEL ENCARGADO DE TURNO: _____ FIRMA _____

FECHA: _____ BASE DE CALCULO: _____ QQ/h

7. FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Esta fase tuvo como objetivo principal, seleccionar y capacitar a personas para realizar todas las acciones establecidas para poner en práctica los procedimientos y controles de calidad para materia prima, producto en proceso y producto en empaque final.

7.1 Metodología

1. Se realizó una ficha ocupacional describiendo las funciones específicas del puesto de trabajo, ver figura 11.
2. Se seleccionaron a dos personas y se capacitaron durante 3 semanas, ensañándoles como llevar a cabo todos los procedimientos establecidos y como llenar los cuadros de control correspondientes a los mismos.
3. Se evaluó el trabajo de las personas para verificar que realizarán todas las funciones de manera correcta.

7.2 Resultados

Implementación de los procedimientos y controles de calidad para materia prima, producto en proceso y producto en empaque final.

Figura 11. Ficha ocupacional

<p style="text-align: center;">FICHA OCUPACIONAL</p> <ul style="list-style-type: none">• ÁREA DE TRABAJO Control de Calidad<hr/>• OBJETIVOS DEL PUESTO Asegurar que se lleven a cabo los diferentes procedimientos y controles para verificar la calidad de la materia prima, del producto en proceso y del producto en empaque.<hr/>• FUNCIONES ESPECÍFICAS.<ol style="list-style-type: none">1. Realizar todos los procedimientos establecidos en el manual de laboratorio.2. Realizar el procedimiento y registro de acciones para el control de recepción de materia prima.3. Realizar el procedimiento y registro de acciones para el control del acondicionamiento de trigo.4. Realizar el procedimiento y registro de acciones para el control del trigo en limpieza y acondicionamiento.5. Realizar el procedimiento y registro de acciones para el control del trigo en molienda y de la harina en producción.6. Realizar el procedimiento y registro de acciones para el control de la harina en empaque final.
--

CONCLUSIONES

1. La elaboración de un manual de laboratorio que establezca todos los procedimientos estandarizados para el control de calidad del trigo y de las harinas. Es una guía para comprender la calidad de los mismos.
2. Los procedimientos de control establecidos para el control de calidad del trigo, de la harina en producción y de la harina en empaque final, han ayudado a tener una mayor seguridad respecto a la calidad de las harinas que se producen.
3. Los cuadros de control diseñados para el registro de todas las acciones que se llevan a cabo para el control de calidad, han brindado una base para iniciar un historial de los problemas que pudieran presentarse y las acciones correctivas necesarias.

RECOMENDACIONES

1. Revisar periódicamente la ejecución de los procedimientos establecidos para el control de calidad, y verificar que se estén llevando a cabo de forma correcta.
2. Implementación de sistema HACCP, para asegurar la calidad total de las harinas de trigo que se producen.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists.** 8a. Edición. Estados Unidos de Norte América 1983. pp. 44-15A, 08-01, 56-81B, 38-12A, 54-21, 54-30A.
2. Comisión Guatemalteca de Normas, COGUANOR. **Reglamento Técnico Unión Aduanera Centroamericana, R-UAC 67.01.015:02.** Guatemala, 2002. pp. 1-10.
3. Jones, Kents & Amos, A.J. **Química Moderna de los Cereales.** Editorial Selecciones Gráficas. 1ª. Edición. España 1956. pp. 35-40.
4. Richardson, Alfredo. **Tratado de molinería.** 1ª. Edición. Editorial ACE. México 1970. pp 107-113, 121, 147, 179-185, 259.
5. U.S. Wheat Associates. **Manual de Normas de los Estados Unidos para la Inspección del Trigo.** 1ª. Edición. Litografía e Imprenta LIL, S.A. Costa Rica 1990. pp. 30,31.
6. Wheat Marketing Center, Inc. **Métodos de Prueba Para el Trigo y La Harina.** Pórtland, Oregon, EUA. 2004. pp 8-17, 27, 29-31,37-39.