

10529
21



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

**“DESCRIPCION DEL PROCESO DE ELABORACION DE PAN
DE CAJA Y DE LAS RESPONSABILIDADES GENERALES PARA
EL CONTROL DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCION EN
UNA FABRICA PRODUCTORA DE PAN DE CAJA.”**

MEMORIA DE DESEMPEÑO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN ALIMENTOS

P R E S E N T A :

FIDEL RIOS PAZARAN

DIRECTORA DE TESIS:

PHD SARA ESTHER VALDES MARTINEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO,

2003

A

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD DE ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos:

La Memoria de Desempeño Profesional: "Descripción del Proceso de Elaboración de Pan de Caja y de las Responsabilidades Generales para el Control del Departamento de Producción en una Fábrica Productora de Pan de Caja".

que presenta el pasante: Fidel Rios Pazarán
con número de cuenta: 8005821-0 para obtener el título de:
Ingeniero en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Mex. a 4 de Octubre de 2002

PRESIDENTE	<u>Dra. Sara Esther Valdés Martínez</u>	
VOCAL	<u>I.A. Alfredo Alvarez Cárdenas</u>	
SECRETARIO	<u>I.A. Francisco J. López Martínez</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>I.A. Ma. del Carmen Valderrama Bravo</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>I.A. Julieta González Sánchez</u>	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DEDICATORIA

Todos los ciclos tienen un principio y un fin y para poder terminar éste ciclo de mi vida profesional he tenido el apoyo y la ayuda de personas muy importantes en mi vida:

Mi Chaparra, María del Sol, por su amor e impulso a lo largo de todos estos años

Mis Hijos, Marisol y Jesús por ser mi razón de ser

Mis Padres, Marcelino y Esperanza, por su apoyo incondicional y la formación que como ser humano me han dado

Mis Familiares y Amigos, con quienes he compartido momentos importantes de mi vida.

Gracias a ellos y muchos más es que puedo cerrar esta etapa y dejar abierto el siguiente ciclo.

ÍNDICE

	Página
Índice.....	i
Introducción.....	1
Objetivos.....	2
1. Función de ingredientes usados para elaborar pan de caja.....	3
1.1. Harina.....	4
1.1.1. Composición de la harina.....	5
1.1.2. Fuerza de la harina.....	6
1.2. Agua.....	7
1.2.1. Tipos de agua.....	8
1.2.2. Efecto de las características del agua sobre las masas.....	10
1.2.3. Funciones del agua en productos de fermentación.....	11
1.3. Levadura.....	13
1.3.1. Tipos de levadura.....	13
1.3.2. Reguladores de la actividad de la levadura.....	14
1.3.3. Función de la levadura en productos de fermentación.....	16
1.4. Sal.....	18
1.4.1. Funciones de la sal en productos de fermentación.....	18
1.4.2. Cantidad de sal usada.....	19
1.5. Alimento mineral para levadura.....	20
1.5.1. Nutrientes para la levadura.....	20
1.5.2. Acondicionadores del agua.....	20
1.6. Azúcar.....	23
1.7. Grasas.....	24
1.7.1. Tipos de grasas.....	24
1.7.2. Función de las grasas.....	25
1.8. Oxidantes.....	26
1.8.1. Función de los oxidantes.....	26
1.8.2. Oxidantes empleados en la panificación.....	27
1.9. Conservadores.....	30
1.10. Emulsificantes.....	31
1.10.1. Funciones de los emulsificantes en panadería.....	31
2. Descripción del proceso de elaboración de pan de caja.....	33
2.1. Diagrama de proceso.....	33
2.2. Fermentación I.....	33
2.2.1. Preparación de ingredientes menores.....	34
2.2.2. Dosificación de la harina.....	34
2.2.3. Transferencia del fermento.....	35
2.2.4. Fermentación.....	35
2.2.5. Enfriamiento.....	36
2.3. Mezclado.....	36
2.3.1. Etapas del mezclado.....	37
2.3.2. Factores que influyen en el mezclado.....	39
2.4. Formado de la masa.....	41

2.4.1. Etapas del formado de la masa.....	41
2.5. Fermentación 2.....	44
2.5.1. Factores a controlar en la fermentación 2.....	45
2.6. Horneo.....	49
2.6.1. Factores que contribuyen al leudado del producto.....	50
2.6.2. Cambios en la consistencia de la masa.....	51
2.6.3. Pasos del horneo.....	52
2.7. Enfriamiento.....	54
2.8. Envasado.....	55
3. Responsabilidades del jefe de producción.....	56
3.1. Administración de la producción.....	56
3.1.1. Pedidos de producto y programación de la producción.....	56
3.1.2. Supervisión sistemática de producción.....	57
3.2. Administración del personal.....	57
3.2.1. Control de pagos.....	57
3.2.2. Control de expedientes.....	58
3.2.3. Comunicación.....	58
3.3. Sanidad.....	58
3.3.1. Métodos operacionales.....	59
3.3.2. Prácticas del personal.....	59
3.3.3. Programación de limpiezas.....	60
3.3.4. Control de plagas.....	61
3.3.5. Conservación del edificio.....	61
3.3.6. Impacto ambiental.....	61
3.3.7. Seguridad de producto.....	62
3.4. Control de calidad.....	65
3.4.1. Aduanas de calidad.....	65
3.4.2. Evaluación de calidad de producto.....	66
3.4.3. Instrumentación.....	66
3.5. Capacitación al personal.....	67
3.5.1. Capacitación.....	67
3.5.2. Adiestramiento.....	67
3.5.3. Formación.....	67
3.6. Materias primas.....	68
3.7. Control y administración de los procesos.....	69
3.7.1. Evaluación de resultados.....	70
3.7.2. ISO 9000.....	74
3.8. Atención a dependencias gubernamentales.....	76
3.8.1. Secretaría de Salud.....	76
3.8.2. SEMARNAT.....	76
3.8.3. STPS.....	77
3.9. Asesoría especializada.....	77
4. Recomendaciones.....	79
5. Conclusiones.....	83
6. Bibliografía.....	85
6.1. Sitios WEB recomendados.....	86

PAGINACIÓN DISCONTINUA

INTRODUCCIÓN

Un Ingeniero en Alimentos dentro del área de producción o manufactura de la Industria de la Panificación requiere de un gran número de habilidades para poder desempeñar sus funciones, ya que debe de interactuar con todos los departamentos de la fábrica, así como con algunas dependencias oficiales tanto en el ámbito local como federal.

Un problema al que el Ingeniero en Alimentos se enfrentará es la falta de experiencia en cualquier área de la Industria, debido a que la Universidad, al ser multidisciplinaria, es normal que muchos de los conocimientos que requerirá un recién egresado para su desempeño profesional no los tenga o por lo menos no con el dominio requerido. Es por eso que este trabajo busca orientar sobre los conocimientos que el Ingeniero en Alimentos debe desarrollar desde el punto de vista de la panificación en particular y los sistemas administrativos en general.

El conocimiento fundamental que la Universidad le da a los estudiantes y egresados es el concepto básico de todos los conocimientos técnicos que necesitará, independientemente de la rama alimenticia donde se vaya a desarrollar, así como la formación de un criterio y esquema mental de análisis de información muy útil para la solución de problemas.

Las principales necesidades de formación que requiere desarrollar el Ingeniero en Alimentos para un mejor desempeño profesional son cuestiones administrativas, las cuales se describen en éste trabajo, así como algunas de las responsabilidades que puede llegar a tener al desempeñar sus funciones.

El hablar de desarrollo profesional en la Industria de los Alimentos es un concepto que va más allá de cuestiones técnicas (excepto en el área de investigación), ya que al ir escalando puestos dentro de una empresa, los aspectos técnicos son menos usados y en su lugar los aspectos administrativos se vuelven más empleados. Los conocimientos administrativos presentados en éste trabajo son útiles para cualquier rama de la Industria en la administración de la manufactura.

OBJETIVOS

Describir la función que cumplen los ingredientes que se emplean en la elaboración de Pan de Caja.

Dar un mayor conocimiento del proceso de elaboración de pan de caja a través de la descripción de las operaciones que se siguen durante su fabricación.

Describir las funciones que desempeña un Jefe de Producción en una empresa que elabora pan de caja, las cuales puedan servir como base para mejorar el desempeño profesional de un Ingeniero en Alimentos en cualquier rama de la Industria de Alimentos.

1. FUNCIÓN DE INGREDIENTES USADOS PARA ELABORAR PAN DE CAJA

Dentro de la Industria de la Panificación en el proceso para elaborar el pan de caja se utiliza levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), por tal razón se le considera un proceso bioquímico, ya que es la levadura la responsable de que el pan adquiera sus características de sabor y volumen.

	%	Kg.
HARINA	55.88	100.00
AGUA	33.53	60.00
MANTECA	1.68	3.00
LEVADURA	2.24	4.00
AZUCAR	4.47	8.00
SAL	1.40	2.50
PROPIONATO DE SODIO	0.25	0.45
EMULSIFICANTE	0.56	1.00
SUBTOTAL	100.00	178.95
PERDIDAS POR MANEJO	2.00	3.58
TOTAL		175.37
PESO POR PIEZA (Kg.)		0.800
RENDIMIENTO (PAQUETES)		219

El pan se produce mediante la fermentación de una mezcla de harina, agua, levadura, sal y otros ingredientes opcionales.

Un proceso de panificación no es único, ya que dependerá de las condiciones ambientales, de la tecnología disponible, del equipo empleado, de las materias

primas que se utilicen, de la capacidad de los operadores o panaderos y los estándares de calidad que se fijen. Para obtener un producto de buena calidad es importante conocer la funcionalidad de los ingredientes empleados. En este tipo de productos el ingrediente principal es la harina, ya que la mayoría de las formulaciones dan 1.5 lb de pan por cada lb de harina de producto terminado. Dentro de la panificación existe el término Porcentaje Panadero, en el cual la harina siempre representa el 100 %, y el resto de los ingredientes se reporta sobre la base de la harina, lo cual permite manejar variaciones individuales de los ingredientes sin que esto afecte de manera individual al resto de los ingredientes, como ocurriría con el porcentaje base 100 total.

En la Tabla No. 1 se muestra una formulación típica de un pan de caja.

1.1. HARINA

El cereal que principalmente se utiliza para la elaboración de productos de panificación es el Trigo, porque posee una proteína que forma gluten la cual es esencial para elaborar productos con gran volumen que le da a estos una característica de esponjosidad que ningún otro cereal proporciona.

Aunque existen más de 100 variedades distintas de trigo, éste suele agruparse en cuatro principales categorías: Rojo Duro de Primavera, Rojo Duro de Invierno, Suave Rojo de Invierno y Primavera y Suave Blanco. Los trigos de invierno se siembran en el otoño en regiones donde el invierno es relativamente seco, inicia su crecimiento hasta antes de que el clima se vuelva frío, y se mantiene en estado latente hasta reiniciar su crecimiento en la primavera y obtiene su madurez a principios del otoño. Los trigos de primavera crecen en regiones donde los inviernos son muy severos, se plantan en la primavera y se cosechan al final del otoño (9).

La harina obtenida de trigos duros se usa principalmente en la elaboración de productos de panificación leudados con levadura. La harina de trigos suaves se usa principalmente en la elaboración de productos leudados químicamente, como pasteles, hojaldre, galletas.

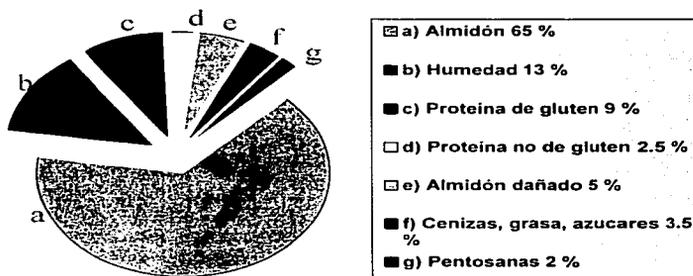
La diferenciación en el uso de las harinas de basa principalmente en el contenido de proteínas, siendo los trigos duros los que normalmente poseen un mayor contenido de ésta, en comparación con los trigos suaves.

1.1.1. Composición de la Harina

La harina se obtiene a partir de trigos duros empleando una sola variedad de trigo, o una mezcla de ellas, para producir una harina con el comportamiento panadero deseado. Los trigos duros se distinguen por un alto contenido de proteínas de buena calidad.

Del grano de trigo se obtiene aproximadamente el 75 % como harina, y el otro 25 % está compuesto por salvado, germen y forraje para animales. La harina blanca proviene de la parte central del grano, el cual es llamado endospermo, el cual es bajo en minerales en comparación con la porción del salvado, por esta razón la cantidad de ceniza en la harina indica que tan bien fue separado el salvado del endospermo(4).

Figura No. 1: Composición de la Harina de Trigo



(Eustace, B. 1988)

La mayor parte de la harina de trigo está formada por almidón (fig. 1), el cual está formado por almidón dañado (el cual se produce por el rompimiento de los gránulos de almidón durante el proceso de la molienda) y almidón no dañado. El almidón dañado se hidrata totalmente durante la elaboración de la masa, pero el almidón no

dañado (o nativo) no se hidrata totalmente sino hasta el proceso de horneado. Los niveles normales de almidón dañado en una harina panadera son de 6 a 11 %. La harina también está compuesta por proteína, y la mayoría de ésta es proteína formadora de gluten. Ésta proteína es insoluble en agua y forma una masa elástica cuando se mezcla con agua. Dentro de la harina también hay humedad presente, así como pequeñas cantidades de grasa, azúcares, minerales (cenizas), y pequeñas cantidades de gomas vegetales llamadas pentosanas (4,8).

Una especificación común de la harina es (4):

Humedad	12 - 14 %
Cenizas	0.45 - 0.65 %
Proteína	10.5 - 13 %

1.1.2. Fuerza de la Harina

La fabricación de los productos leudados con levadura se basa en la calidad de la proteína de la harina para formar una masa elástica y extensible cuando se mezcla con agua, capaz de retener el CO₂ producido durante la fermentación. Estas proteínas, las formadoras de gluten, deben estar presentes en suficiente cantidad y deben poseer la calidad necesaria para soportar las acciones de mezclado, estirado y doblado a las que se someten las masas durante la elaboración de pan. El gluten forma una estructura tridimensional (que debe desarrollarse durante el mezclado) en forma de red. Contiene celdillas que atrapan al CO₂ y otros gases leudantes, las cuales se expanden durante la producción de éste. La estructura del gluten, después de sufrir su última expansión durante el horneado, coagula impartiendo rigidez a los productos horneados.

La fuerza de la harina se define como la capacidad de producir una pieza de pan de muy buen volumen, grano fino y uniforme, y una textura aterciopelada.

La fuerza de la harina depende principalmente de la cantidad y la calidad de las proteínas formadoras de gluten (gliadinas y gluteninas). Estas deben ser capaces de soportar el abuso mecánico al que se someten las masas y capaces de retener el gas generado durante la fermentación. Muchos investigadores opinan que, para que una harina pueda considerarse fuerte, debe poseer una buena actividad amilásica. De esta manera se asegura una buena producción de gas (que logra un buen volumen en el producto) y una óptima hidrólisis del almidón en dextrinas, que también mejoran el volumen.

Las harinas panaderas deben poseer una buena tolerancia, sobre todo al mezclado y a la fermentación. Deben poder soportar un ligero sobremezclado y, con

un pequeño exceso de fermentación, las masas no deben volverse demasiado flojas o pegajosas. La tolerancia de las harinas está relacionada con la calidad del gluten, que depende del origen del trigo (duros o blandos).

La absorción de las harinas panaderas es un factor de calidad muy importante. Siempre se desean los valores superiores de absorción. De esta manera, aumenta el rendimiento de la masa y también se ejerce una acción favorable sobre la vida de anaquel de los productos.

La absorción se define como "la cantidad de agua, expresada en porcentaje base harina, necesaria para obtener una masa de consistencia óptima, con buenas propiedades de manejo y que resulte en el mejor producto".

La absorción de las harinas depende en gran parte de su contenido proteico. Sin embargo, la calidad de las proteínas también afecta a la absorción. Esto explica el porque dos harinas con el mismo contenido proteico no presentan el mismo valor de absorción óptimo.

De manera natural la harina contiene enzimas amilásicas que transforman el almidón dañado en maltosa, que es un azúcar fermentable por la levadura, durante los procesos de fermentación del pan.

La principal función de la harina es proporcionar la estructura necesaria para el leudado o crecimiento del pan. La masa aumenta de tamaño debido a la expansión del gluten, y una vez que la hogaza de pan alcanza una temperatura entre 60 y 82°C, el almidón gelatiniza. Durante la gelatinización, los gránulos de almidón se rompen y se hidratan completamente, aumentando la viscosidad del producto. Una vez que la gelatinización se completa, la estructura se fija y pasa de ser una masa a ser un pan.

Debido a las características de su proteína, la harina de trigo se convierte en un ingrediente básico, ya que aunque se podría hacer pan con otros cereales, ninguno de ellos puede dar los volúmenes en el pan alcanzados con el trigo.

1.2. AGUA

El agua ocupa, junto con la harina, la levadura y la sal, la posición de ingrediente principal de la masa de un pan de caja. Sin agua no sería posible la formación de una masa, pues representa aproximadamente un 40% del total de ésta. Es por esta razón que, aún cantidades relativamente pequeñas de materiales activos

disueltos en ella, pueden ejercer un efecto pronunciado sobre las propiedades de la masa y la calidad del pan.

El agua, como cualquier otro ingrediente, debe ser de calidad uniforme, para que los productos resultantes también sean uniformes. El panadero debe verificar la variabilidad de la dureza y lectura de pH de su suministro de agua. Si estos factores son constantes, no se tendrán problemas en el futuro con lo que respecta al agua. Sin embargo, si el suministro varía, deben realizarse los ajustes necesarios.

1.2.1. Tipos de Agua

Con base en las características del agua, ésta puede clasificarse en los siguientes tipos (9):

a) Agua Suave

Agua suave es aquella que tiene un bajo contenido de minerales disueltos. El agua destilada está muy cerca de ser completamente suave.

b) Agua Dura

Agua dura es aquella que contiene minerales disueltos en cantidades apreciables, la dureza varía desde medianamente dura a extremadamente dura.

c) Agua Alcalina

Las aguas alcalinas se presentan en regiones donde existe una gran cantidad de álcalis en los suelos. El agua de lluvia arrastra estos álcalis y el agua fluye hacia los ríos que sirven como suministro de agua para las ciudades a lo largo de ellas. Después de largas épocas de sequía, puede aumentar apreciablemente la alcalinidad en esta agua.

Cantidades excesivas de calcio y magnesio, en la forma de sus bicarbonatos, también son responsables de la alta alcalinidad que se encuentra en algunas aguas naturales, a pesar de que también se pueda presentar algo de bicarbonato de sodio. Los bicarbonatos se forman mediante la reacción del CO_2 presente en las aguas superficiales y de lluvia con la piedra caliza disuelta. La alcalinidad excesiva es indeseable, especialmente si se deriva de los bicarbonatos, ya que estas sales poseen un efecto amortiguador considerable y resisten la acción de ciertos ácidos para disminuir el pH.

d) Agua Ácida

Las aguas ácidas se encuentran a menudo en regiones donde existen minas, desechos de minas y en aguas que reciben desechos de procesos industriales. El azufre se oxida en presencia de aire y en el agua formará ácido sulfúrico. El sulfuro de hidrógeno imparte al agua un olor fétido y mal sabor, pero es raro que se presente en aguas naturales.

e) Agua Potable

El agua empleada para beber o para la elaboración de productos alimenticios debe estar desprovista de material orgánico que indique la contaminación con desagüe y bacterias productoras de enfermedades. Dentro de amplios límites tendrá poca importancia la cantidad de minerales presentes en el agua potable. El cuerpo humano puede adaptarse rápidamente a los cambios en el agua, a pesar de que se pueden presentar malestares temporales durante los períodos de ajuste.

La dureza de ciertas aguas está gobernada por la cantidad de sales de calcio o de magnesio presentes en las siguientes formas: bicarbonatos, sulfatos, cloruros y nitratos.

La dureza se reporta como la cantidad en partes por millón (ppm = mg sal mineral por Kg de agua) de carbonato de calcio equivalente a todos los componentes de calcio, magnesio y otros que contribuyeron a la dureza.

Con fines prácticos, el panadero clasifica la dureza de las aguas naturales en los siguientes términos:

DUREZA

Menos de 120 ppm de CaCO_3

120 a 180 ppm de CaCO_3

Más de 180 ppm de CaCO_3

CLASIFICACIÓN

Agua suave

Agua de dureza intermedia

Agua dura

El pH del agua indica su grado de acidez o alcalinidad. El pH juega un papel muy importante durante la elaboración de productos leudados con levadura. Durante la producción ejerce su principal efecto en el momento de la fermentación, donde controla la actividad de la levadura, el comportamiento (consistencia) del gluten y la actividad amilásica.

Las enzimas se caracterizan por ciertos niveles óptimos de pH, a los cuales se ejerce su máxima actividad. Las amilasas (diastasas) tienen un pH óptimo de

actividad entre 4.4 y 5.2; la maltasa entre 6.7 y 7.3. En general, cuando el pH se desvía en una unidad por encima o abajo del pH óptimo, se reduce a la mitad la actividad amilásica. Las aguas naturales presentan generalmente pH de 6 a 8.

1.2.2. Efecto de las características del agua sobre las masas

La dureza del agua empleada en las masas para pan puede afectar su consistencia y la actividad fermentativa de la levadura en la masa, con sus lógicos resultados sobre la calidad del pan.

A continuación se presentan los efectos de los varios tipos de agua sobre los procesos de fermentación (11).

a) Aguas Suaves (Menos de 120 ppm)

Las aguas suaves son objetables, porque producen masas flojas y pegajosas. Esto se debe a que las sales minerales, que tienen un efecto apretador sobre el gluten, no se presentan en la concentración adecuada. Aunque en masas elaboradas con aguas suaves es normal la producción de gas, la retención del mismo se afecta adversamente. El pH algo más reducido de las aguas suaves tiene un efecto acelerador sobre la fermentación. Aunque las aguas suaves pueden producir panes con volumen aceptable y grano uniforme, tanto la textura como el color no serán los adecuados.

b) Aguas de Dureza Intermedia (120 a 180 ppm)

Las aguas de dureza intermedia son las más adecuadas para los fines de panificación. Su contenido de sales minerales tendrá un efecto fortalecedor sobre el gluten de la masa y un efecto estimulante sobre la actividad de la levadura. Las masas elaboradas con aguas de dureza intermedia tendrán una buena producción y retención de gas.

c) Aguas Duras (más de 180 ppm)

Se requiere de cierta cantidad de sales minerales para fortalecer al gluten de la masa. Sin embargo si el agua es demasiado dura, se producirán masas firmes, duras y respingonas y se retardará la fermentación. Debido al gran endurecimiento del gluten, probablemente aumentará el tiempo de mezclado y la producción de gas no podrá compensar el incremento en la retención de gas de la masa.

d) Aguas Alcalinas

Las aguas alcalinas elevan el pH del fermento de harina por encima del límite óptimo (5.3) para la correcta actividad de la levadura, además de neutralizar la acidez normal desarrollada durante la fermentación, por lo que la actividad de las enzimas se ve significativamente afectada. Las aguas alcalinas retardan la fermentación.

1.2.3. Funciones del agua en productos de fermentación (9):

a) Hace posible la formación del gluten (estructurante)

El gluten, componente estructurante tan importante para las masas de fermentación, se forma gracias a la hidratación y acción mecánica sobre las proteínas de la harina al mezclarse ésta con agua. El gluten forma la pared de las celdillas, retiene el gas leudante y determina el volumen y características de estructura del producto final.

b) Hace posible la gelatinización del almidón

Cuando el almidón se cuece en presencia de agua, los gránulos comienzan a hincharse a una temperatura entre 63° y 71°C. Este fenómeno se conoce como gelatinización. Al aumentar la temperatura, los gránulos continúan hinchándose y absorben más agua hasta que alcanzan un tamaño máximo alrededor de los 88°C. En este momento se encuentra totalmente cocido el almidón. Los gránulos hinchados son responsables del poder espesante del almidón. El almidón gelatinizado forma una pasta, que se vuelve más firme durante el enfriamiento y que contribuye en forma importante a la estructura de los productos de panificación, impartiendoles rigidez.

c) Controla la consistencia de las masas

La proporción de agua usada en una masa con relación a la harina, es decir, la absorción de la masa ejerce un efecto fundamental sobre las características de la masa. La absorción, docilidad, extensibilidad y adherencia de las masas (propiedades que se reflejan en las características finales del producto) se deben casi totalmente al nivel de agua empleado. Si la cantidad de agua no es la apropiada habrá problemas durante el paso de la masa por el equipo automatizado empleado en el proceso. Una masa con demasiada agua será muy floja y requerirá de mucha harina de polveo para no pegarse al equipo, con el consecuente detrimento en la

calidad del producto final. Una masa con poca agua será muy dura y se resistirá al buen modelado.

d) Ayuda al control de temperatura

A pesar de que las mezcladoras para masas de fermentación llevan chaqueta de refrigeración, es necesario emplear el agua a la temperatura apropiada (en la mayoría de los casos agua muy fría) para que la masa adquiera la temperatura final de mezclado deseada. Las masas deben vaciarse de la mezcladora con una temperatura óptima (alrededor de 26-28°C), para promover la correcta actividad de la levadura. Las masas calientes se sobrefermentarán y las frías tardarán más tiempo en crecer en la cámara de vapor. En ambos casos el efecto final es adverso en la calidad del producto.

La temperatura también controla la consistencia de las masas. Las que son flojas (muy calientes) o las duras (muy frías) provocarán problemas durante el maquinado.

e) Vehículo

El agua disuelve o suspende los ingredientes secos de las masas, permitiendo que se encuentren en contacto íntimo para que se desarrollen las complejas reacciones que se llevan a cabo en los productos de panificación. Permite la distribución uniforme en toda la masa de los ingredientes que se agregan en muy pequeña cantidad.

f) Hace posible la actividad enzimática

El agua posibilita la acción enzimática, ya que las enzimas solamente pueden actuar en solución. Entre más cantidad de agua presente una masa, dentro de ciertos límites, más rápida será la acción enzimática.

g) Acción Leudante

El agua en las masas durante el horneado, al estar sujeta a un calentamiento, forma vapor de agua que se expande en las celdillas existentes en la masa. El vapor de agua ejerce una presión, que aumenta el volumen de los productos. Es por tanto, que el agua se considera un agente leudante.

h) Aumenta la vida de Anaquel

Cuando en el producto horneado permanece una cantidad de agua óptima, se aumenta su vida de anaquel. El producto de panificación se mantiene suave y fresco durante más tiempo.

i) Agente Suavizante

Aunque el agua es un agente estructurante al posibilitar la formación del gluten, también es un agente suavizante. El agua disuelve al azúcar y, al ser retenido por éste, se inhibe en cierto grado la gelatinización completa del almidón. lo que resulta en un efecto suavizante de la estructura del producto. Su nivel de uso es de un 55 - 65 % respecto a la harina.

De aquí se puede concluir que el agua no solo es importante, sino determinante en las características del proceso y del producto final que se obtendrá o que se desea obtener, ya que se puede ajustar con base a las necesidades propias de cada producto.

1.3. LEVADURA

La levadura es un organismo vivo unicelular de origen vegetal de la familia de los hongos, que necesitan para su desarrollo sustancias nitrogenadas y fosfatadas como nutrientes, además de azúcares simples. La levadura específica para la fermentación en panificación es el *Saccharomyces cerevisiae*, el cual es seleccionado y aislado en laboratorio y es multiplicado industrialmente. Básicamente se manejan industrialmente dos tipos de levaduras:

1.3.1. Tipos de Levadura

a) Levadura comprimida (9)

La levadura comprimida se prepara mezclando una "torta de filtrado de levadura" con pequeñas cantidades de agua, emulsificantes y aceites para cortado. Los emulsificantes (mono o diglicéridos, lecitina, ésteres de sorbitán) se adicionan para impartir a la levadura un aspecto blanquecino, cremoso y para evitar la aparición de manchas de agua en las pastas de levadura. El aceite facilita la extrusión y cortado de las pastas.

Debido a su contenido relativamente alto de humedad, la levadura debe almacenarse a una temperatura reducida en la panadería, para evitar una pérdida en su poder de gasificación. Por regla general, entre más cercana esté la temperatura al punto de congelación del agua, más tiempo podrá conservarse la levadura puede almacenarse a 0°C (temperatura a la cual no se congela aún la pasta), durante 2 a 3 meses sin un deterioro aparente. En las panaderías, los refrigeradores como máximo deben emplear temperaturas de 4°C para el almacenamiento de la levadura. La levadura fresca, en estas condiciones de refrigeración, pierde en promedio 6.5% de su actividad en una semana.

Este tipo de levadura se encuentran listas para su empleo inmediato y, si se ha manejado adecuadamente, debe poseer excelentes propiedades de leudado.

b) Levadura seca activa instantánea (LSAI) (9)

Este es un tipo de levadura panadera relativamente nueva, surgida en 1970. Su principal atractivo es que se puede añadir directamente a las masas sin la necesidad de una rehidratación previa. Se prepara a partir de cepas especiales de levadura, que se han propagado y secado bajo condiciones especiales. Las cepas de levadura se seleccionan con base en su habilidad de retener gran proporción de su actividad a través de un proceso de secado especial.

El tipo especial de secado produce partículas muy pequeñas de célula de levadura secas, que son altamente porosas (bajo el microscopio pueden observarse muchas pequeñas fisuras a través de las partículas), y son fáciles de rehidratar.

La característica altamente porosa de la LSAI permite un fácil acceso del oxígeno (del aire) y resulta en una rápida pérdida de su actividad, cuando se expone a las condiciones ambientales. Esta pérdida se debe a la estimulación de reacciones metabólicas autodestructivas que suceden en presencia de oxígeno. Por tanto, estos productos deben empacarse herméticamente con gases inertes (como nitrógeno), o al vacío.

1.3.2. Reguladores de la actividad de la levadura

a) Temperatura (11)

La temperatura ejerce un efecto apreciable sobre la rapidez de fermentación de la levadura. Dentro de los límites de temperatura entre los que la levadura es activa (entre los 4.4°C y 58°C aproximadamente), la levadura incrementa su actividad de 1.5 a 2.0 veces con cada aumento de temperatura de 20°F (11°C). Esto

significa que un aumento en la temperatura de la masa de 1°F (0.6°C) provocará una disminución similar en la actividad de la levadura. Las masas frías no pueden y no podrán fermentar tan rápidamente como las masas templadas, pues la acción de las enzimas se retarda a las temperaturas más bajas. Un exceso de temperatura inactiva de igual forma a las enzimas de la levadura, por lo que también disminuye la rapidez de fermentación.

La temperatura óptima para la fermentación de la levadura no es una temperatura fija, cae dentro de los límites de 32° a 44°C. Las temperaturas mucho más frías a los 32°C, o mucho mayores a 44°C pueden alargar los periodos de fermentación y de prueba.

En las prácticas comerciales, las temperaturas de fermentación más bien se mantienen entre 27° a 29°C, para evitar el peligro de que las fermentaciones ácido lácticas secundarias vayan a dominar sobre la fermentación de levadura. Las temperaturas muy altas causan el peligro de la formación de ácido butírico, el cual trae consigo el olor a mantequilla rancia.

b) pH (11)

Las buenas prácticas de fermentación indican que el pH del medio a fermentar debe mantenerse dentro de los límites de 4 a 6 para que se puedan obtener los resultados óptimos. Afortunadamente puede cumplirse con este requisito en los procesos comerciales normales, donde las masas después del mezclado tienen un pH aproximado de 6, acercándose a 5.5 después del horno.

El amplio margen de actividad de la levadura, que representa un cambio de 100 veces la concentración de iones hidrógeno, se debe a que el pH dentro de la célula de levadura permanece bastante constante, a pesar de que varíe ampliamente el pH del medio que se fermenta. Sin embargo, cuando se trabaja con los tiempos de fermentación comunes y el pH no es el adecuado, la actividad de la levadura llega a disminuir.

c) Presión osmótica (11)

La inhibición que la sal y el azúcar ejercen sobre la levadura se debe al fenómeno de presión osmótica. Este se explica como sigue: a través de una membrana semipermeable (como la membrana que rodea a la célula de levadura), se establece un flujo de agua cuando difiere la concentración de los solutos (azúcar y sal) en alguno de los lados de la membrana. El agua fluye del lugar de menor concentración de solutos al de mayor concentración, para igualar la cantidad de sustancias disueltas en ambos lados de la membrana. La concentración de sal y

azúcar del interior de la célula de levadura es menor a la concentración de estos solutos en el agua de la masa. Por tanto, sale agua del interior de la célula de levadura hacia la masa, deshidratando a la levadura. La pérdida de agua afecta las funciones de la levadura, lo que se manifiesta en un menor poder de gasificación. El efecto de la sal es más pronunciado que el del azúcar, ya que la inhibición sobre la fermentación se manifiesta con menores porcentajes de este ingrediente.

1.3.3. Función de la levadura en productos de fermentación

La acción básica de la levadura en productos de fermentación es la producción de bióxido de carbono (CO₂), que provoca el crecimiento de la masa. La levadura logra esta acción mediante el rompimiento de los azúcares a través de procesos metabólicos, que son una parte esencial del proceso de vida de las células de levadura.

En presencia de oxígeno (tal como en el momento inmediato después del laminado y modelado) la levadura utilizará el azúcar en las masas para producir más células de levadura. Sin embargo, las actividades metabólicas de la levadura pronto consumen todo el oxígeno disponible en la masa y de esta manera crean condiciones anaerobias (ausencia de oxígeno) dentro de la masa. En esta situación, la levadura comenzará a fermentar los azúcares de la masa, produciendo principalmente CO₂ y alcohol, acompañado de sólo un relativamente pequeño de crecimiento celular.

El proceso de fermentación por parte de la levadura produce dos cambios principales en la masa. El primero es la generación CO₂, la cual resulta en un producto ligero y aireado, lo que mejora la comestibilidad de todos los productos leudados con levadura.

En segundo lugar, los subproductos de la fermentación están formados por compuestos saborizantes y precursores del sabor. Estos solamente desarrollarán su potencial saborizante después de transformarse con el calor del horno. Las cetonas, aldehídos, alcoholes y ácidos, todos contribuyen al sabor del pan de esta manera. Los productos muy faltos de fermentación no producen suficientes de estos compuestos para resultar en productos de buen sabor.

a) Leudado (fermentación)

La levadura es el microorganismo responsable de provocar el leudado biológico por excelencia: la fermentación. Los azúcares fermentables de la masa (azúcares naturales de la harina, azúcares preformados por la actividad amilásica y azúcares añadidos) son convertidos por las diferentes enzimas de la levadura

finalmente a CO₂, alcohol y otros productos relacionados. El CO₂ es el principal responsable del crecimiento y leudado de la masa.

La levadura fermenta en forma indirecta a la sacarosa y maltosa, a causa de que estos azúcares disacáridos deben ser transformados primero por las enzimas invertasa y maltasa respectivamente a los monosacáridos directamente fermentables: glucosa y fructosa. La zimasa (enzima de la levadura) convierte a la glucosa y fructosa en los productos finales de la fermentación. El CO₂ queda atrapado en la masa, y el alcohol producido se disipa casi totalmente con el calor del horno (8,9,11).

b) Acondicionamiento (maduración) de la masa

Además de la función de leudado de la levadura, su actividad enzimática es en gran parte responsable del acondicionamiento de la masa, para que ésta pueda retener los gases producidos durante la fermentación y presente buenas características durante su modelado. Durante la fermentación de la masa, el suavizamiento que ésta sufre se debe al efecto global de las reacciones enzimáticas, que en parte reducen la capacidad de absorción de agua de los carbohidratos y, parcialmente, debilitan al sistema de gluten. El acondicionamiento de la masa también se debe al trabajo físico de expansión que sufre la masa por el CO₂ generado, al alcohol y el ácido producido que afectan la consistencia de las proteínas, y a la reducción del pH de la masa (8,9,11).

c) Desarrollo de sabor

Durante la fermentación provocada por la levadura se forman muchos subproductos derivados de los azúcares. Estos ácidos, aldehídos y cetonas en su mayoría son precursores del sabor, que durante el horneado, junto con otras reacciones producidas en la masa, forman la compleja gama de compuestos que imparten sabor al pan.

Su nivel de uso en la mayoría de los panes va de 2 - 5 % de levadura comprimida con respecto a la harina.

Por lo visto anteriormente, la levadura debe ser tratada como lo que es, un ser vivo, ya que es afectada por las condiciones del medio en el cual se encuentra, no solo durante el proceso, sino antes de éste, a partir del momento de su propia producción y almacenamiento.

1.4. SAL

El cloruro de sodio es un producto blanco cristalino, formado por los elementos sodio y cloro.

La sal es un producto necesario para la alimentación, pues representa la forma directa de proporcionar al organismo el sodio y cloro, elementos indispensables para mantener la vida. Se emplea como materia prima para la elaboración de productos químicos. Se usa para sazonar y conservar alimentos. Grandes cantidades de sal se destinan al curado de las pieles. La sal es un ingrediente indispensable para la elaboración de productos de fermentación, pastelería y galletería.

1.4.1. Funciones de la sal en productos de fermentación

La sal tiene varias funciones importantes en productos de panificación.

a) Mejora el sabor

La función más importante de la sal es el mejoramiento del sabor del pan. El sabor de la misma sal no es deseable por lo general, pero es bien sabido que tienen la propiedad de acentuar otros sabores. La sal actúa como estimulante de las terminaciones nerviosas localizadas en la lengua y así hace resaltar y notar los sabores, que de otra manera pasarían desapercibidos. Los panes en los que se ha omitido la sal, tienen un sabor insípido, que provoca que los panes no sean adecuados para su venta.

b) Efecto de inhibición sobre la fermentación (control de la fermentación)

La sal posee un efecto inhibitorio sobre la fermentación de la levadura, que comienza a niveles entre el 1.5 al 2.0% (base harina), reflejado en una actividad reducida de levadura y, por tanto, en un menor poder de gasificación.

Este efecto se debe a la presión osmótica que ejerce la sal sobre la célula de levadura. El fenómeno se explica de la siguiente manera: la concentración de sal del interior de la célula de levadura tiende a igualarse con la concentración de sal del agua de la masa. Al ser ésta mayor, sale agua del interior de la célula de levadura hacia el agua de la masa, deshidratándose la levadura y perdiendo así su poder de gasificación. Esta acción de la sal puede ser deseable en condiciones donde se tiene un control inadecuado de la temperatura (alta), ya que incrementando el nivel de sal

se previene una acción excesiva de la levadura, especialmente en masas de fermentación prolongada. El efecto de la sal es indeseable cuando se desea una mayor rapidez de fermentación, bajo condiciones controladas de temperatura. La sal tiene también, en cierto grado, un efecto inhibitorio sobre la actividad de otros microorganismos, inhibiendo la acción de las bacterias productoras de ácido.

c) Efecto fortalecedor sobre el gluten de la masa

A concentraciones adecuadas, la sal tiene un efecto fortalecedor y apretador sobre el gluten de la masa, debido en parte a la inhibición de las proteasas, pero de manera más importante por una interacción directa de la sal con las proteínas de la harina. La sal influye en la tenacidad, plasticidad y otras características de la masa. La sal estabiliza el gluten, impartiendo al pan un mejor grano y una miga más blanca. Este efecto fortalecedor muestra ser especialmente deseable en circunstancias donde se enfrentan aguas muy suaves, o donde se tenga que procesar harinas con maduración inadecuada. En estas condiciones, el uso de una máxima cantidad de sal ayudará a vencer las posibles dificultades encontradas con masas flojas y pegajosas. La acción astringente de la sal sobre la masa evita su excesiva adherencia. Las masas sin sal serán muy flojas, pegajosas y difíciles de maquinar.

d) Imparte brillo a la corteza

A pesar de que el brillo de la corteza generalmente se asocia con azúcares y dextrinas, también es necesaria la sal. En panes donde se ha omitido la sal se observa un aspecto de corteza pálido y poco brillante. La sal tiene un efecto sobre la temperatura a la cual caramelizan los azúcares.

1.4.2. Cantidad de sal usada

La cantidad de sal a emplearse en productos de fermentación está influenciada por:

- Las características de la harina. El gluten débil y suave se fortalece mediante la adición de concentraciones adecuadas de sal a la masa. Se aconseja emplear una menor concentración de sal cuando se trabaja con harinas que producen un gluten duro y ahulado.
- El tipo de formulación. Las fórmulas ricas (altos niveles de azúcar) de pan deben llevar un mayor porcentaje de sal que las fórmulas pobres (bajos niveles de azúcar), por motivos de sabor.

- El sabor de la hogaza final.
- El uso normal de sal es de 1.5 a 2.5% (base harina).

Aunque tiene varias funciones, dentro de la panificación su principal función es la de regulador de sabor, ya que junto con el azúcar balancean el sabor del producto para hacerlo agradable al gusto del consumidor.

1.5. ALIMENTO MINERAL PARA LEVADURA

El alimento para levadura (APL) original se desarrolla para modificar las condiciones del agua para una buena producción. Se han realizado variaciones al primer APL para satisfacer necesidades especiales. Se han incluido otros materiales, al punto que, en su forma presente, el APL podría, además de los ingredientes para acondicionar al agua, suministrar nutrientes para la levadura y acondicionadores de la masa.

1.5.1. Nutrientes para la levadura

El crecimiento de la levadura requiere la presencia de una fuente adecuada de nitrógeno, fósforo y otros iones inorgánicos y algunas vitaminas, principalmente biotina. La mayoría de estos nutrimentos se presentan en la harina de trigo.

El principal factor que limita la actividad (producción de gas) de la levadura en las masas de fermentación es el nitrógeno. Por tanto, una práctica común es adicionar a las masas una fuente de nitrógeno fácilmente asimilable, como estimulante de su actividad. Entre las fuentes adecuadas de nitrógeno se tienen a las mezclas de algunos aminoácidos y sales de amonio. Como la levadura no puede aprovechar a todos los aminoácidos, la forma más simple de lograr esta complementación con nitrógeno es mediante la adición de cloruro, sulfato o fosfato de amonio. Estas sales se disocian en solución, produciendo iones amonio empleados por la levadura como una fuente de nitrógeno fácilmente asimilable.

1.5.2. Acondicionadores del agua

En los APL se emplean distintas sales para corregir las condiciones del agua.

a) Sales endurecedoras (sulfato de calcio)

Se ha demostrado que las masas elaboradas con aguas muy suaves, a falta de sales minerales, producen masas muy flojas y pegajosas. Mediante la adición de sulfato de calcio se endurece desecablemente el gluten, produciéndose masas más firmes y secas. Con esto también se mejora la retención de gas.

El sulfato de calcio ejerce un efecto estimulante sobre la levadura y, por tanto, cuando se adiciona a las aguas suaves, disminuye el tiempo de fermentación. Debemos cuidar el nivel de soluciones de calcio que agregamos, debido a que este elemento tiene un efecto endurecedor en el producto, cuando su nivel es muy elevado. La cantidad de sulfato de calcio en los APL dependerá del grado de suavidad o dureza del agua.

b) Acidulantes

Uno de los problemas que debe enfrentar el panadero son las aguas alcalinas. Cuando se emplean aguas muy alcalinas para elaborar un fermento, su pH será demasiado elevado para una correcta fermentación.

Durante la fermentación, el pH controla la actividad enzimática de la levadura, la acción amilolítica de la harina, el comportamiento del gluten y la supervivencia de hongos.

Por otro lado, también conviene la adición de acidulantes a las masas, ya que los inhibidores de hongos no son muy efectivos en masas alcalinas. Las aguas alcalinas podrán emplearse sin problema, usando un acidulante tal como el vinagre, ácido láctico o fosfato monocálcico.

El fosfato monocálcico generalmente se usa en prefermentos a un nivel de 0.25%, base harina.

c) Amortiguadores

Los amortiguadores pueden definirse como sustancias que, por su presencia en solución, aumentan la cantidad de ácido o álcali que se debe agregar a una masa o solución para lograr un cambio en el valor del pH.

Los amortiguadores se emplean en prefermentos, donde es muy probable que el pH final pueda caer bajo 4.2, lo cual va en detrimento para el proceso y la calidad del producto.

El ingrediente activo de los APL, que previenen la caída excesiva de pH es el carbonato de calcio, el cual puede emplearse en una proporción de 0.1% de carbonato de calcio base 100 % de harina.

d) Acondicionadores de la masa

Algunos APL incluyen otro ingrediente funcional, los oxidantes, que tienen varios efectos deseables sobre la masa cuando se emplean en cantidades adecuadas.

Los oxidantes mejoran las características físicas de las masas y del producto final, las fortalecen en varios puntos críticos del proceso, volviéndolas más elásticas, más apretadas, menos pegajosas y 'más vivas'. Mejoran la retención de gas y la tolerancia contra el colapsamiento. Las hogazas resultantes poseerán un mayor volumen, un grano más fino y uniforme, una textura más suave y una mejor simetría.

La acción mejoradora sobre las masas la ejercen los oxidantes mediante la oxidación de los grupos sulfhidrilo de las proteínas para formar puentes disulfuro. El efecto global de los oxidantes es esencialmente el mismo, pero su acción no es idéntica. Varían principalmente en su rapidez de reacción, por lo que deberá seleccionarse el oxidante más adecuado según las diferentes prácticas de mezclado y fermentación, y los puntos críticos del proceso que se desean reforzar.

Entre los oxidantes de acción rápida se cuentan el yodato de calcio, el de potasio y el peróxido de calcio. Los de acción intermedia son el ácido ascórbico y la azodicarbonamida. El bromato de potasio y el de calcio son oxidantes de acción lenta, que reforzarán a fondo sus características y aplicaciones.

e) Vehículo

La harina, almidón y sal se emplean como vehículos para proteger a los ingredientes activos de APL, aumentar su peso a granel, facilitar su manejo y reducir al mínimo las consecuencias de los errores cometidos durante el pesado.

El alimento mineral para levadura no es un ingrediente esencial, y su uso normal podría variar de 0 - 0.75 % respecto a la harina.

El Alimento Mineral para Levadura, más que un alimento es un acondicionador que permite ajustar el medio para un buen desarrollo de la levadura y por lo mismo de la fermentación.

1.6. AZÚCAR

Su principal función es la de proporcionar alimento para la levadura. En una producción normal de pan se requiere de 3 - 3.5 % de sólidos fermentables para mantener la actividad de la levadura. Estos azúcares pueden provenir de azúcar adicionada, de la conversión de almidones en azúcares o de ambos.

Las funciones secundarias del azúcar están relacionadas con los azúcares no fermentados, llamados azúcares residuales. Como los niveles de azúcares residuales son altos, estos imparten al producto un color de la corteza obscuro, sabor dulce, y retención de humedad debido a las propiedades higroscópicas del azúcar. Los niveles de uso pueden variar desde 0 hasta 15 % para un pan de caja.

El azúcar tiene dos cambios de interés en el proceso de horneado: La caramelización, que comprende la conversión del azúcar en sustancias coloridas mediante una hidrólisis inicial a monosacáridos, seguida por una polimerización a causa del calor. Las sustancias coloridas formadas se llaman "caramelos", lo cual se propicia a altas temperaturas y pH básico. Las reacciones de caramelización difieren de las de oscurecimiento en la temperatura de activación, que es más alta para la caramelización, y en las características de sabor y olor de los compuestos formados.

Reacciones de oscurecimiento: Los azúcares reductores, cuando se calientan en presencia de proteínas reaccionan con sus aminoácidos y forman compuestos oscuros llamados melanoidinas. Las reacciones de Maillard son complejas. En las primeras etapas, las melanoidinas se asemejan a los caramelos en su color, olor y sabor. Las reacciones posteriores y últimas provocan su transformación en sustancias negras, amargas e insolubles.

Tanto la caramelización, como las reacciones de oscurecimiento son importantes, ya que determinan el color del producto horneado. Las reacciones de Maillard también forman muchos compuestos que imparten el característico aroma al pan horneado y que mejoran el sabor.

La sacarosa, cuando se agrega a una masa, se hidroliza o sufre una inversión de la invertasa, que es una enzima exógena de la levadura, de ahí que normalmente toda la sacarosa sea hidrolizada a sus azúcares fermentables durante el proceso de mezclado. La levadura fermenta a la glucosa y fructosa aproximadamente en la misma proporción cuando éstas se encuentran separadas, pero cuando ambas se encuentran disponibles simultáneamente, la levadura prefiere a la glucosa. La maltosa es un disacárido derivado del almidón por acción hidrolítica de las amilasas

y permanece por mucho tiempo sin ser fermentada, mientras existan disponibles glucosas y fructosas (3).

La adición de azúcares en exceso a la masa, con respecto a la cantidad que pueda fermentar la levadura, produce varios efectos durante el proceso de mezclado (amasado), horneado y en el producto final. Por ejemplo, el adecuado desarrollo de la masa durante el mezclado, requerirá de mayor trabajo mecánico, ya que la hidratación del gluten sería deficiente, debido al poder higroscópico del azúcar, la cual compite con el gluten por el agua. Se ha demostrado que las masas dulces con niveles de azúcar del 20 al 25% se tienen que mezclar un 50% más que una masa normal, para mantener un volumen y demás cualidades en el producto final (3).

El tiempo de fermentación también se ve afectado por aumentar la presión osmótica en la masa, por lo que se requieren mayores porcentajes de levadura.

Imparte cualidades de textura, ya que mejora la suavidad de la miga y la mantiene tersa. Estos efectos se atribuyen a una gelatinización retardada del almidón y una desnaturalización de proteínas causadas por el azúcar durante el horneado.

Un incremento en la vida de anaquel por una mayor retención de humedad por la naturaleza higroscópica de los azúcares.

La mayor parte del azúcar necesaria para el proceso de fermentación es producida a través de la misma molinada y por las enzimas amilolíticas presentes en la harina, por lo cual su adición depende del sabor final que se quiera obtener en el producto.

1.7. GRASAS

1.7.1. Tipos de Grasas

El lardo, la mantequilla, las mantecas vegetales y animales, los aceites vegetales, los aceites para ensaladas, las margarinas, etc., de la manera en que se emplean en la panadería pueden agruparse dentro de una clasificación general en Aceites y Grasas. Todos estos productos tienen características similares y hasta cierto punto intercambiables. Sin embargo, a pesar de esta capacidad de intercambio, no existe una manteca que sirva para "todo propósito", y el panadero hará bien en usar tipos diferentes de mantecas. Todos los siguientes productos difieren en la clase de manteca más adecuada para su preparación: panes, manteca de engrase, pasteles, corteza para pay, masa dulce, galletas, pasta hojaldrada y galletas dulces.

Los lípidos abarcan una gama muy amplia de compuestos cuya clasificación se puede hacer al dividirlos en tres grandes grupos en función de su estructura química (9).

a) Lípidos simples

Esteres de ácidos grasos y alcoholes.

1. Grasas y aceites. Esteres de glicerol con ácidos monocarboxílicos.
2. Ceras (de abeja, de palma). Esteres de alcoholes monohidroxilados y ácidos grasos.

b) Lípidos compuestos

Lípidos simples conjugados con moléculas no lípidas.

1. Fosfolípidos. Esteres que contienen ácido fosfórico en lugar de un ácido graso, combinado con una base de nitrógeno (lecitina, cefalina).
2. Glucolípidos. Compuestos de carbohidrato, ácidos grasos y esfingosinol, llamados también cerebrosídeos.
3. Lipoproteínas. Compuestos de lípidos y proteínas.

c) Compuestos asociados

1. Ácidos grasos.
2. Alcoholes.
3. Hidrocarburos.
4. Vitaminas liposolubles.

1.7.2. Función de las Grasas

Las grasas y los aceites son utilizados en la industria de la panificación gracias a las características que imparten al producto.

Ya se ha explicado la naturaleza del gluten. Los panes leudados deben muchas de sus propiedades a la estructura del gluten de la masa. Con los panes modernos, es necesario que el carácter firme y elástico del gluten se compense con otros materiales que posean un efecto suavizante. La manteca se usa en las masas de pan para lubricar las tiras de gluten y para suavizar la corteza de la hogaza final. Su uso aumenta el volumen del pan, disminuye la firmeza de la corteza, produce una estructura de miga más brillante y mejora materialmente la vida de anaquel del pan.

La adición de manteca a la masa de pan, produce un mejoramiento notable del volumen de la hogaza con cada incremento en la cantidad de manteca hasta un máximo de 3 a 4% (si se utiliza harina con alto contenido proteico) y hasta un 2 a 3% (para harinas de menor contenido proteico). Por consecuencia, la cantidad de manteca usada en panes es variable, debido a que las harinas más fuertes requieren una mayor cantidad de manteca mientras que las harinas panaderas más débiles requieren menor cantidad. Un buen pan puede elaborarse a partir de masas que contengan un mínimo de 2% de manteca basado en el peso total de la harina, hasta un máximo de 10 a 12% de manteca en el caso de algunos panes especiales. La cantidad promedio de manteca utilizada en panes modernos es de alrededor de 4%, basado en el peso total de la harina.

El poder lubricante de las mantecas da la apariencia que las masas de pan fermentaran más rápidamente. Las masas elaboradas con mantecas llegan al punto de elevación máximo 15 a 20 minutos antes que las masas similares que no contienen manteca. El crecimiento más rápido se debe a mejores propiedades de lubricación en la estructura de la misma.

En resumen, las mantecas funcionan como lubricante para la expansión de celdillas en la masa y estos contribuirán a una mayor suavidad de la miga con una mejor textura del producto terminado. Este efecto lubricante también se aplica en las rebanadoras donde ayuda al buen rebanado del producto horneado. La manteca también contribuye a la retención de humedad que ayuda en una mayor vida de anaquel y a brindar una mayor suavidad de corteza en el producto final.

1.8. OXIDANTES

1.8.1. Función de los Oxidantes

La harina recién molida (verde) requiere oxidación para un comportamiento óptimo en la producción de productos leudados con levadura. Esta reacción puede ser efectuada por modificaciones oxidativas en la harina o se puede producir durante la producción del pan.

Anteriormente las harinas eran oxidadas (maduradas) de manera natural por acción del oxígeno del aire, lo cual requería de tiempo y espacio de almacenamiento, ambos costosos para los molineros de la actualidad.

Las reacciones involucradas en la maduración de la harina son complejas y no han sido completamente estudiadas y descritas, tanto de naturaleza química como bioquímica, involucrando autooxidación y oxidación enzimática por la enzima

lipoxigenasa. El proceso de maduración de la harina es difícil de mantener constante debido a los diversos factores que afectan su reacción, por ejemplo temperatura, tiempo, velocidad de extracción de la harina, nivel enzimático, y disponibilidad de oxígeno.

Actualmente se emplean agentes oxidantes para producir dos tipos de cambios en la harina: maduración y blanqueo. El término "maduración" implica el fortalecimiento de las propiedades para elaborar masas de pan y el término "blanqueo" describe la decoloración de los pigmentos de la harina por oxidación. Dado que todos estos agentes poseen poder oxidante, en algunos casos sus efectos se traslapan, mientras que otros producen solo maduración o blanqueo (7).

El efecto global de los oxidantes es esencialmente el mismo: Logran una mejora en las características físicas de las masas de fermentación, que resulta en un pan con mayor volumen, grano más fino, textura más suave, mejor color de la miga y una mejor simetría.

La acción de los oxidantes, sin embargo, no es idéntica. Deberá seleccionarse el agente oxidante más apropiado para los diferentes tipos de harina, las diversas prácticas de mezclado y fermentación, y los distintos tipos de abastecimiento de agua.

A continuación se mencionan los oxidantes más comunes, así como su efecto en la producción de pan (7):

1.8.2. Oxidantes empleados en la Panificación

a) Bromato de potasio

Es un agente oxidante de acción relativamente lenta. Los principales efectos mejoradores sobre las masas, los ejerce durante las últimas etapas del procesamiento. Fortalece a las masas durante los últimos momentos del período de fermentación final y durante los primeros minutos de horneado.

Esta acción tardía del bromato se debe a que el bromato produce una oxidación óptima cuando el pH de la masa ha alcanzado un valor de aproximadamente 5.0 y cuando la temperatura de la misma es algo elevada (superior a 40 °C). Ambas condiciones se presentan en las etapas del proceso antes mencionadas (Fermentación y Horneado).

La acción mejoradora del bromato es muy deseable en las últimas etapas del proceso, donde se acentúa el abuso que han sufrido las masas, es en estos momentos cuando éstas se encuentran más debilitadas y requieren de un efecto fortalecedor

para evitar su colapsamiento. El efecto fortalecedor del bromato es muy necesario para sostener el incremento súbito de volumen, que sufre la masa durante el jalón en el horno. Las masas elaboradas con harinas inadecuadamente oxidadas poseen una estructura de gluten relativamente débil, por lo que sus celdillas tienden a coalescer en un mayor grado y producir un pan con grandes celdillas. Las harinas adecuadamente oxidadas, poseen un gluten fuerte que soporta mejor esta etapa, sin mucho colapsamiento de las celdillas de gas. Tales harinas producen pan de celdillas muy finas, alargadas y una textura sedosa.

Aunque el Bromato de Potasio era el Oxidante más usado en la panificación, ahora está prohibido su uso en México, por lo cual se ha tenido que recurrir a alguno de los otros antioxidantes disponibles.

b) Yodato de potasio

Es un agente oxidante de acción muy rápida. Después de mezclar una masa bajo condiciones normales, ya no se podrá detectar yodato residual. Esta acción temprana provoca el notable incremento en la retención de gas que sufren las esponjas elaboradas con alimento de levadura, que contenga yodato como oxidante. Las esponjas resultantes alcanzan un mayor volumen y son más "vivas". El efecto oxidante se presenta tempranamente durante la fermentación, donde ayuda a establecer un patrón básico del grano, que resultará finalmente en una estructura de miga más fina y uniforme que la obtenida solamente con el uso de bromato.

La disipación temprana de la acción oxidante del yodato (debido a que tiene un efecto muy rápido), produce masas que en etapas posteriores del proceso estarán desprovistas de la resistencia necesaria al abuso mecánico.

El yodato de potasio también se emplea en masas mezcladas continuamente. El desarrollo de la masa se lleva a cabo en cámaras cerradas en ausencia de aire, durante el mezclado convencional de estas, el oxígeno del aire produce una oxidación benéfica, necesaria para el desarrollo de la masa, y provocada por la oxidación de los grupos sulhidrilo, que en sistemas de mezclado continuo debe aportar el yodato con su rápida acción oxidante, al mezclarse la masa en una cámara cerrada en la ausencia de aire.

c) Peróxido de calcio

Ejerce un efecto diferente sobre las propiedades de la masa al de los otros tipos de oxidantes. Su reacción en la masa al parecer también es diferente, se incluye

en ella, en vez de en las esponjas. Reacciona rápidamente, fortaleciendo al gluten y produciendo masas más secas. Permite así un incremento en la absorción y una reducción en la cantidad de harina de polveo durante el maquinado.

El peróxido de calcio no puede emplearse en prefermentos, ya que comienza a reaccionar al tener contacto con la humedad y su actividad se disiparía antes de que se llegara a mezclar la masa.

d) Azodicarbonamida (ADA)

Es un oxidante de acción rápida, que en este aspecto se parece al yodato, pero su actividad prevalece durante un mayor lapso de tiempo. Cuando el ADA sustituye al yodato en sistemas de mezclado continuo, disminuye los requerimientos de mezclado de la masa, actualmente, con la finalidad de obtener un pan más suave, se han probado algunas mezclas de ADA con enzimas y peróxido de calcio. Esto ayuda a desaparecer los bromatos de fórmula y nos trae como consecuencia que las masas resultantes presenten una gran tolerancia a los "golpes mecánicos" cuando la masa ya ha sido leudada, (a la salida de la cámara). A raíz de la prohibición del Bromato de Potasio, el uso de ADA se ha incrementado en la elaboración de pan.

e) Ácido ascórbico

A pesar de que el ácido ascórbico es un agente reductor cuando se adiciona a las harinas que serán empleadas en sistemas continuos de mezclado (en las cuales el desarrollo de la masa tiene lugar en ausencia de oxígeno), adicionado a las masas desarrolladas convencionalmente, con adecuado acceso de oxígeno atmosférico, su acción mejoradora es la de un agente oxidante.

La harina es casi inmune a una sobredosis de ácido ascórbico. Los efectos con tratamientos de 30 a 120 ppm son casi constantes. En los sistemas de mezclado convencional, el ácido ascórbico es un mejorador de acción rápida, parecida al yodato, sin embargo provee una mayor resistencia contra el sobremezclado. Junto con el ADA son los oxidantes de mayor uso en la actualidad.

f) Peróxido de benzoilo

Es un poderoso agente oxidante que básicamente tiene un efecto blanqueador en la harina, pasado un periodo de aproximadamente 72 horas para una reacción completa.

Mediante el empleo de agentes oxidantes se fortalecen las masas en varios puntos críticos del proceso. Las masas se vuelven más elásticas, más apretadas, menos pegajosa y exhiben mayor "vida" que otras masas. Asimismo se mejora la retención de gas y la tolerancia contra el colapsamiento debido al abuso físico que sufren las masas durante el proceso. Las masas presentan en general mejores características de maquinado.

Existe controversia respecto a la necesidad o no de usar oxidantes en la elaboración del pan, esto dado principalmente por el rechazo al uso de los bromatos, razón por la cual se han desarrollado ingredientes alternos que no sean tóxicos, la mayor parte conteniendo ácido ascórbico, el cual no tiene limitaciones de uso.

1.9. CONSERVADORES

El pan es un medio ideal para el desarrollo de hongos, por lo cual si no se usara un inhibidor de hongos en la formulación, se podría esperar que éstos aparecieran en el producto almacenado a temperatura ambiente entre los tres y cinco días después de su elaboración. La refrigeración o congelación podrían alargar éste tiempo de vida de anaquel.

Los inhibidores de hongos son aditivos que tienen el efecto de retardar el crecimiento de hongos y bacterias. Se debe tomar en cuenta que estos conservadores también inhibirán a la levadura.

Para producir un producto libre de hongos lo más importante es asegurar que la producción se lleve a cabo con un equipo y aire limpios, y que los operadores sigan las buenas prácticas de manufactura (BPM). Los buenos hábitos sanitarios limitarán la cantidad de hongos que inicialmente tendrá el producto, los cuales no se podrán evitar, pero si reducir a un mínimo el cual puede ser soportable por el producto durante su vida útil.

Los conservadores se pueden considerar como un ingrediente esencial o no, dependiendo de la vida útil que satisfaga al consumidor. El inhibidor de hongos más común que se usa en el pan es el propionato de sodio o calcio (0.25 - 0.45 % base harina), porque es efectivo y relativamente barato, y se adiciona en la masa junto con el resto de los ingredientes.

El sorbato de potasio y el ácido sórbico no son muy usados en las formulaciones ya que tienen un efecto dañino severo para la levadura. El sorbato de potasio es comúnmente usado en una solución al 10 % con agua para atomizarlo en

la superficie del producto después del horneado. El ácido sórbico es soluble en aceite y puede ser mezclado con este para lubricar las cintas de las rebanadoras. El vinagre disminuye el pH, pero no es un buen inhibidor de hongos por sí mismo (9).

1.10. EMULSIFICANTES

El uso de los emulsificantes se ha vuelto cada vez más importante en el esfuerzo que realiza la industria para lograr la utilización óptima de las materias primas, mejorar las tolerancias en la producción y asegurar la calidad de los productos finales.

Una emulsión es un sistema disperso polifásico de fases líquidas inmiscibles. El mecanismo de acción de un emulsionante se debe a sus propiedades tensoactivas. Al ser absorbido el emulsionante en la interfase entre dos fases líquidas, se reduce la tensión superficial, facilitándose la formación de nuevas superficies interiores (5).

Asimismo, la absorción del emulsionante en la interfase, impide que éstas vuelvan a juntarse (coalescencia), por lo que se estabiliza la emulsión formada entre las dos fases inmiscibles.

Básicamente los emulsificantes en la industria de la panificación se usan para dos fines: como "reforzadores de masa" y como "suavizantes de miga", dependiendo su función predominante, ya que en realidad todos los emulsificantes presentan ambas características pero en diferentes magnitudes.

Los emulsificantes pueden interaccionar con las proteínas (gluten) para mejorar la maquinabilidad y la retención de gas de la masa y mejorar el volumen de la hogaza de pan, la simetría, textura y la miga, y/o puede interaccionar con el almidón para retardar la velocidad de endurecimiento de la miga (5).

1.10.1. Funciones de los emulsificantes en panadería (1)

a) Acondicionamiento de la masa

El acondicionamiento de la masa se debe a la interacción entre los emulsionantes y el gluten (proteína) que mejora la capacidad para la retención de gas, así como la tolerancia a los tratamientos mecánicos y a las variaciones en los tiempos y temperaturas de fermentación.

Durante la elaboración de la masa de harina de trigo, el gluten forma una red que la refuerza. Sin embargo, si el gluten se debilita durante el proceso, el bióxido de carbono producido por la levadura no puede ser retenido por la masa. Los emulsificantes iónicos, tales como los monoglicéridos esterificados con ácido diacetil tartárico y los estearil lactilatos de sodio o calcio, refuerzan el gluten de la masa de trigo, mejorando su capacidad para retener el bióxido de carbono producido.

Existen varias teorías que explican la interacción que se produce entre los emulsificantes y la proteína de la harina de trigo, sin embargo no se conoce con precisión su funcionamiento real.

Los beneficios resultantes de su acción son: mejor tolerancia al mezclado de la masa, mayor absorción de agua, mayor retención de gas durante la fermentación, tiempos de fermentación más cortos, mayor volumen del producto, miga fina y esponjosa.

b) Ablandamiento de la miga

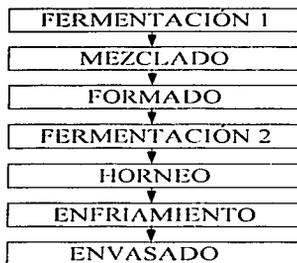
Los ablandadores de miga, son emulsionantes que tienen la capacidad de alargar el período durante el cual la miga de los productos permanecerá esponjosa y húmeda. Los monoglicéridos destilados saturados son los ablandadores de miga comúnmente utilizados, debido a su alta efectividad.

La evolución en la consistencia de la miga del pan de trigo, se debe principalmente a los cambios en la estructura de la proteína, al equilibrio del agua entre la proteína y el almidón así como la recristalización de este último (retrogradación). Se supone que la retrogradación es el factor principal que influye en los cambios de la consistencia de la miga con el paso del tiempo; por consiguiente, los aditivos que reducen dicha retrogradación, prolonga la esponjosidad de la miga.

El proceso de envejecimiento del pan involucra tres factores: (1) endurecimiento de la miga, (2) pérdida de sabor y (3) pérdida de la característica de rompimiento de la corteza (crispness), lo cual provoca que se vuelva elástica. Los ablandadores de miga retardan la velocidad a la cual la miga se endurece. Estos productos realmente no suavizan el pan, sino que su efecto disminuye la retrogradación del almidón.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACION DE PAN DE CAJA

2.1 DIAGRAMA DE PROCESO



2.2. FERMENTACIÓN I

En la industria de la panificación, los términos esponja líquida, fermento líquido y caldo, son empleados indistintamente para hacer referencia a la fermentación de una mezcla de ingredientes utilizando un sistema líquido. El objetivo de la preparación de un fermento es el acondicionamiento bioquímico de una fracción del gluten y el desarrollo de precursores de sabor.

Los niveles de harina usados en ésta etapa pueden variar de 0% a 60% en fermentos líquidos para que puedan seguir siendo bombeables.

La primer etapa de este proceso consiste en preparar un Fermento Líquido el cual es una mezcla de agua, harina, levadura y acondicionadores de agua, en donde debido a la ausencia de oxígeno (anaerobiosis), las levaduras extraen la energía necesaria para su vida de la fermentación de los azúcares fermentables, que en este caso en particular los obtiene de las fracciones de almidón dañado que se encuentran

en la harina y los producidos por las enzimas amilásicas que se encuentran de manera natural en la harina.

Los fermentos líquidos se han vuelto muy populares en México y los Estados Unidos durante las pasadas 3 décadas, ya que estos fermentos tienen la ventaja de proporcionar uniformidad al proceso de panificación, puesto que cada fermento puede alcanzar para 4 u 8 baches de masas, lo cual asegura la uniformidad de todas ellas, además de que permiten manejar altos niveles de harina, lo cual permitirá obtener un pan con mayor volumen, cuerpo más firme y una miga elástica, que con bajos niveles de harina fermentada (11).

Además permite mejorar las características del pan para ser rebanado y un ahorro en la energía que se necesitara para el desarrollo posterior de la masa.

Los equipos para manejo de fermentos líquidos tienen las siguientes ventajas:

- * Requieren poco espacio para su instalación, ya que todo se maneja en tanques y a través de tuberías.

- * Los tiempos de fermentación son relativamente cortos por la proporción de harina y agua empleados.

- * Se requiere poca mano de obra para su operación, ya que una sola persona puede operar el equipo en su totalidad.

- * Es un proceso flexible, ya que permite enfriar el fermento en el momento que se desee ya que se cuenta con un intercambiador de calor, el cual enfría y por lo mismo detiene el proceso de fermentación, lo cual permitirá mantenerlo en condiciones uniformes.

2.2.1. Preparación de ingredientes menores

Se incorporan los acondicionadores del agua y la levadura en un tanque el cual contiene agua a una temperatura controlada de 26°C, para permitir la dispersión de los polvos y activar a la levadura.

2.2.2. Dosificación de la harina

Es importante que La harina se adicione lentamente para que no se formen grumos dentro del fermento. Esta dosificación debe hacerse con el agitador encendido y adicionándola por el centro del agitador a una velocidad de 300 lb de harina/min.

2.2.3. Transferencia del fermento

Una vez terminada la adición de la harina, el fermento se transfiere por medio de una tubería y bomba hacia tanque de reposo. Si se bombea la esponja hacia tanques fermentadores después de 5 minutos, la viscosidad de aquella será tan alta que causará el forzamiento de las bombas diseñadas para manejar fluidos menos viscosos (bombas de lóbulos). Por esta razón, si éste tiempo ha transcurrido después de la adición de la harina y paro de la agitación, será necesario dar a la esponja preparada un periodo de reposo de cuando menos 45 minutos, aunque normalmente se manejan 50 minutos. Sin embargo, la mejor práctica es bombear inmediatamente la esponja recién preparada, siempre y cuando se pueda trasvasar en menos de 10 minutos; esta condición se cumple cuando se tiene una esponja en condiciones de preparación adecuada.

Este incremento rápido de la viscosidad se da por la absorción de agua por parte del almidón dañado, presente en la harina y la formación de gluten debido a la agitación de la harina en medio acuoso.

La subsecuente pérdida de esa humedad por parte del almidón, se da debido a que el almidón dañado puede ser atacado por las alfa y beta amilasas de la harina, levadura y bacterias; al romperse esas estructuras por la acción enzimática, se pierde la capacidad de retención de agua y la viscosidad disminuye, facilitando otra vez su bombeo.

2.2.4. Fermentación

Una vez en el tanque fermentador se aplica una ligera agitación al fermento para mantener uniforme la temperatura y las características de la fermentación en todo el tanque.

Este tipo de fermentos se somete a una fermentación que varía entre las 2 y las 3.5 horas, tiempo que dependerá principalmente del pH y A.T.T. (acidez total titulable) final obtenidos. (ATT representa el número de mililitros de una solución de Hidróxido de sodio 0.1 Normal necesarios para neutralizar una cantidad de 15 gramos de fermento a un pH de 6.6) (10).

Inicialmente, la actividad de fermentación es algo alta pues la levadura fermenta rápidamente los azúcares libres disponibles en la harina. Esto es seguido por una decidida caída en la actividad gaseosa cuando el abastecimiento de estos azúcares libres se agota. Subsecuentemente, la actividad gaseosa de la levadura aumenta conforme se adapta a la fermentación de maltosa la cual se vuelve disponible por medio de la acción de amilasas sobre el almidón dañado en la harina.

El mecanismo de la fermentación puede resumirse como sigue: durante la fermentación la levadura actuará sobre los pocos azúcares naturales de la harina (0,5-1%), y sobre los azúcares productos de la actividad amilásica de la harina. Estas amilasas atacan los gránulos de almidón dañado, produciendo maltosa. A su vez, la maltasa (enzima de la levadura) la convierte en dos glucosas.

En este punto se monitorea el avance de la fermentación haciendo mediciones del pH del fermento. Debido a que por su naturaleza anfótera, la solubilidad de las proteínas globulares está muy influenciada por el pH al que se encuentren: es mínima en su punto isoeléctrico, pero aumenta considerablemente al alejarse de él. En el punto isoeléctrico, las fuerzas de repulsión son mínimas, lo que hace que las proteínas tiendan a agregarse con su consecuente precipitación final.

Dado que el gluten es un complejo de proteínas (gliadina, glutenina principalmente y, también mesonina y proteínas solubles) no posee un punto isoeléctrico bien definido, de manera que no hay un punto discernible al cual las cargas positivas y negativas logren un balance exacto (carga neta = - cero), pero se ha observado que a los niveles de pH de 4,5-4,8 es cuando la red de gluten es más fuerte, cohesiva y extensible. Esto define el término deseable de la fermentación (2,9).

2.2.5. Enfriamiento

Una vez que el fermento ha alcanzado el pH deseado, este se bombea a través de un intercambiador de calor con la finalidad de bajarle la temperatura a 8 - 10°C, y almacenarla en un tanque con chaqueta de enfriamiento, el cual permitirá frenar la fermentación. Si bien esta no se detiene por completo, sí permite detenerla lo suficiente para que sus condiciones prácticamente no cambien hasta su terminación, lo cual no será mayor a 60 minutos. De no ser así la fermentación continuará provocando una calidad variable en el producto, además de que las características de este irán en detrimento por la sobrefermentación.

2.3. MEZCLADO

Una vez pasado el tiempo de Fermentación, el siguiente paso es la elaboración de la masa. El objetivo del mezclado consiste en mezclar uniformemente todos los ingredientes y obtener una masa consistente, lisa seca y extensible, propiciando la formación del gluten y su desarrollo total dentro de la masa, para lo cual el tiempo de mezclado y la proporción de todos los ingredientes es fundamental.

El desarrollo de la masa puede considerarse completo cuando el gluten de la masa ha sido transformado por la acción del mezclado en una red tridimensional de películas delgadas de proteínas de harina con aire ocluido y que, finalmente, formarán las paredes de las celdas de aire.

En el mezclado de la masa lo básico, y por mucho lo más útil, es el trabajo acompañado por la acción cortante de los elementos mezcladores. El diseño de las mezcladoras modernas de masa asegura que estas máquinas mezclen, combinen, compriman, doblen, estiren y empujen los ingredientes de la masa hasta su estado final de desarrollo.

Es de una importancia crítica mezclar al grado correcto para la reacción de la masa durante las etapas subsecuentes y para la calidad final del pan. El objetivo del mezclador es "conseguir que la masa salga en su condición más seca, con la absorción correcta, y al mismo tiempo dé la consistencia apropiada para maquinarse". Esta definición de objetivos es veraz en ciertas condiciones, ya que este concepto se ve afectado al tener variaciones en el nivel de almidón dañado. Sin embargo, se puede decir que en general, esto involucra obtener un adecuado balance de las propiedades reológicas de la masa, es decir, a) Flujo viscoso, una propiedad que permite a la masa asumir la forma del molde o de otro recipiente que ocupe; b) Plasticidad, por la cual la masa retendrá la forma en que fue formada en el proceso de boleado y modelado; c) Elasticidad, facilita deformaciones súbitas de la masa por fuerzas mecánicas y le permite regresar parcialmente a su forma original siguiendo el formado y modelado; y d) Viscoelasticidad, la cual equilibra las características de elasticidad y de flujo viscoso (8, 9).

2.3.1. Etapas del Mezclado

En el mezclado convencional el desarrollo de la masa es realizado en cuatro diferentes etapas y dos posteriores (9).

a) Primera Etapa (incorporación)

Durante la etapa inicial la principal acción es la incorporación de los ingredientes de la masa, en este punto es "floja" húmeda y pegajosa al tacto.

b) Segunda Etapa (pickup)

Conforme el mezclado continúa, la masa entra a la segunda etapa o "levantado" durante el cual la estructura del gluten empieza a formarse.

c) La Tercera Etapa (cleanup)

El desarrollo de la masa que se refiere generalmente como etapa de "limpieza", es el punto de chequeo más definido en el proceso de mezclado. Aquí el desarrollo de masa comienza a ser más elástico y seco y comienza a formar una masa más cohesiva que golpea el fondo de la mezcladora en cada revolución de los brazos mezcladores. El punto en el cual la masa limpia el fondo del tazón de la mezcladora constituye el final del período de "limpieza". Desde este punto, la masa entra en la etapa de desarrollo final.

d) Cuarta Etapa (development)

Los cambios que ocurren durante este período crítico es también referido como "aclaramiento" (clearing). Aquí, se involucra la transformación observable de la masa desde un cuerpo opaco de apariencia rugosa a una tersa, lisa y brillante. Una vez que se ha llegado a esta última etapa, una porción de la masa puede ser estirada hasta formar una membrana semi-transparente de espesor esencialmente uniforme antes de que ésta se rompa. Antes de esta última etapa la membrana de masa estirada muestra grumos y se rompe más fácilmente.

Las dos etapas siguientes se anexan para tener conocimiento de lo que puede suceder al sobremezclar una masa. Lo más importante es tener el control adecuado sobre esta etapa del proceso.

e) Quinta Etapa (letdown)

Existen etapas bien definidas de degradación de la masa por sobremezclado; así, es posible distinguir conforme se continúa el mezclado en la etapa de desarrollo, la masa pierde su carácter elástico y se convierte en una masa suave, tersa y altamente extensible, y asume una apariencia sedosa. Su cohesividad disminuye y la masa comienza a romperse en forma de hilos de consistencia viscosa. Esta fase es llamada etapa de "relajación": Muy pocas harinas, excepcionalmente fuertes, pueden soportar esta etapa sin sufrir algún daño irreversible por sobremezclado de la masa; en este caso, la masa será incapaz para soportar un abuso físico subsecuente durante el maquinado y fermentación; muy probablemente muestre un completo derrumbamiento de su estructura celular, conocido como colapsamiento.

f) Sexta Etapa (breakdown)

Las masas mezcladas más allá de la etapa de "relajación" se desintegran completamente, se transforman con una característica floja perdiendo su elasticidad. El gluten no podrá ser lavado de las masas mezcladas de esta forma.

2.3.2. Factores que influyen en el Mezclado

Algunos factores tienen efectos medibles en el desarrollo inicial y en el tiempo total de mezclado. Esto incluye, entre otros, la diferencia de temperatura, nivel de absorción, fuerza de la harina, punto de adición de la sal, uso de enzimas fungales, velocidad de la mezcladora, tiempo de fermentación de la esponja, etc.

a) Temperatura

Se ha observado que un incremento de tan sólo 2°F (1.1°C) en la temperatura del fermento puede causar un retraso suficiente en el tiempo requerido para alcanzar el punto de limpieza resultando en una masa con falta de mezclado si el mezclado es llevado hasta el tiempo previamente ajustado.

b) Absorción

Masas subhidratadas requieren menos tiempo de mezclado que las masas flojas para alcanzar la etapa de limpieza; un arribo más rápido de lo normal a este punto, puede ser considerado como un indicador de que la absorción de la masa puede ser incrementada ventajosamente, hasta ciertos límites, si la mayor absorción no es debida al almidón dañado.

c) Fuerza de la harina

Harinas débiles, bajas en proteína, a menudo alcanzarán su desarrollo óptimo por la etapa de limpieza y deberán ser detenidas en este punto. Por otro lado, harinas fuertes pueden requerir un mezclado considerablemente más allá de la etapa de limpieza.

d) Método de Adición de Sal

El retraso en la adición de sal tiene un efecto similar y puede también aumentar la absorción en un 1% ayudando a controlar la temperatura final de la masa. Sin embargo la adición tardía de sal tiene un efecto muy marcado en el refuerzo del gluten, cuando se adiciona al inicio del mezclado la sal (NaCl) se disocia permitiendo una rápida producción de puentes disulfuro por lo cual da un reforzamiento al gluten de la masa (Que no tiene reacomodo aún en su estructura), dando la apariencia de ser una masa dura, razón por la cual se da más tiempo de mezclado afectando las propiedades reológicas de la masa.

La adición tardía de sal permite la formación adecuada de puentes disulfuro y el correcto acomodado en la estructura del gluten en el momento en que la masa ha sido adecuadamente desarrollada.

La adición tardía de sal reduce el tiempo de mezclado de 10 a 20%.

e) Enzimas Proteolíticas

La adición de enzimas proteolíticas o agentes reductores puede servir para reducir los requerimientos de mezclado hasta en un 20%, dependiendo del nivel usado.

f) Fermentación

Otro factor importante en el proceso de mezclado es la fermentación previa al mezclado de la masa (acondicionamiento bioquímico del gluten).

Cualquier masa elaborada con un fermento requerirá menos tiempo de mezclado comparado con una masa directa la cual no tiene ningún acondicionamiento bioquímico del gluten. Así es que cuando se tiene que elaborar una masa con un fermento con poco tiempo de fermentación o "joven", ésta requerirá mayor tiempo de mezclado y cuando se elabora una masa con un fermento sobrefermentado o "vieja" requerirá menor tiempo de mezclado.

g) Velocidad de la Mezcladora

También la velocidad de la mezcladora es inversamente proporcional al tiempo de mezclado, así las mezcladoras de alta velocidad producirán una masa con las características adecuadas en menos tiempo que una mezcladora de baja velocidad.

Después del mezclado, es común dar a la masa un tiempo de reposo, que es un periodo que le permite recuperarse del trabajo mecánico al cual fue sometida. A medida que este tiempo de reposo transcurre, la masa se vuelve menos extensible y seca. La masa se encuentra en su máximo nivel de extensibilidad inmediatamente después del mezclado. El tiempo de reposo puede ser ajustado para mejorar las cualidades de manejo según la necesidad que se tenga para manejarla.

Un factor muy importante a controlar es la temperatura a la cual la masa debe salir de la mezcladora, la cual debe ser de 27°C, lo cual permitirá que ésta tenga una mejor consistencia para el posterior formado y fermentación.

2.4. FORMADO DE LA MASA

La función básica del acondicionamiento de la masa en una panadería es la transformación del volumen total de la masa, de piezas debidamente pesadas y modeladas, a piezas que siguiendo su tiempo de prueba final y horneado den como resultado el producto final deseado.

El formado tiene como objetivo colocar dentro del molde las porciones de masa en su peso y forma especificados. Consta de varios pasos y va desde la salida de la masa de la mezcladora hasta su colocación dentro del molde.

2.4.1. Etapas del Formado de la masa

a) Transporte

Consiste en llevar la masa hasta una máquina divisora a través de tubería, dosificándola para mantener un nivel constante dentro de la tolva de la divisora, lo cual permitirá ayudar a tener un control de peso más preciso debido a que la densidad de la masa no tendrá mucha variación, ya que la levadura continúa produciendo CO₂ dentro de ella, por lo cual el tiempo de proceso de la masa debe ser corto (no más de 30 min.).

b) Dividido

La Divisora es una máquina que degasifica la masa para asegurar una variación de peso pequeña, ya que su sistema de medición es volumétrico. A la vez que degasifica la masa, también la dosifica hacia donde se extruye y una cuchilla corta trozos del peso requerido.

Es importante que la masa sea dividida en un periodo de tiempo de 10 a 20 minutos, ya que ésta sigue fermentando después del mezclado, y esta fermentación provoca cambios en su densidad, lo que dificulta su dividido en piezas de peso regular. Además de que una masa que se fermenta producirá piezas de pan con defectos indeseables de calidad presentando el grano de la miga abierto e irregular, poco color de la corteza, sabor más fuerte y serán secas, además de que pueden presentar variaciones de tamaño por las diferencias de peso.

c) Boleado

El boleado prepara a la masa, para que después de proceso de dividido se pueda modelar correctamente.

Los objetivos de boleado son formar una piel alrededor de la pieza de masa para que pueda atrapar y no deje escapar el gas que se producirá; hacer que sea menos pegajosa y así poder usar menos harina de polveo durante el modelado; darle una forma esférica, así la masa es más fácil de transportar. Además, al tener cada bola la misma forma, los cambios serán de tamaño uniforme y producirán un pan de buenas características.

Las piezas que salen de la divisora han perdido buena parte de su gas, en parte por la compresión y en parte como resultado de su corte, algo que de hecho es inherente al proceso. Para ello la tarea inmediata es reconstruir la pieza de masa para impartirle una corteza nueva y continua que retendrá el gas que continúa produciéndose por la acción de la levadura. La masa que ha perdido parte de su aireación carece de la docilidad que se requiere para un modelado apropiado en una hogaza lista para depositarse en el molde.

Los pedazos de masa procedentes de la divisora llegan a las boleadoras en donde al girar sobre la superficie boleadora la masa es sellada, adquiriendo una piel y forma de esfera.

Dentro de los factores que es necesario controlar para poder mantener una buena calidad del producto final es importante realizar un uso racional de la harina de polveo, la cual en esta operación sirve para formar una piel sobre la superficie de la pieza de masa recién dividida a fin de facilitar su manipulación. Cabe señalar que un exceso de harina de polveo trae consigo una serie de defectos en la calidad en características internas del producto.

Otro factor importante es un correcto ajuste de la (s) guía (s) de boleado ya que ésta será la responsable de obtener piezas simétricas y homogéneas en su peso, una guía mal ajustada puede originar pérdida o ganancia de rebaba de masa induciéndose de esta manera una variación en el peso de la pieza.

d) Formado

La finalidad de esta operación es darle uniformidad a las piezas de masa, de manera que se produzcan hogazas simétricas; además al formado se logra crear un patrón de celdillas básico para que el pan tenga buen grano, textura y volumen.

Después de que las bolas de masa han salido de la boleadora, siguen hacia las modeladoras, donde se llevan a cabo 3 operaciones.

La primera mediante 2 ó más juegos de rodillos que convierten la bola de masa en una tortilla delgada de forma elíptica, durante esta operación la masa pierde

mucho gas y las celdillas remanentes se distribuyen uniformemente en toda la pieza, por medio de una disminución de tamaño.

La tortilla pasa después a la segunda fase en donde es enrollada y se le da una forma cilíndrica. En este punto, es importante que la masa se enrolle lo suficientemente apretada para producir un grano fino, pero no tan apretada que se oponga a la ganancia de volumen.

Finalmente en la tercera fase la tortilla enrollada pasa por un transportador donde se le sujeta a presión para sellar la costura de la pieza. En esta fase la tabla de modelado presiona a la tortilla enrollada desde el centro hacia sus extremos y la presión aumenta conforme la masa avanza en la tabla. Así mismo, las guías laterales de la tabla sellan el trozo de masa (camote) por los extremos.

Los factores importantes para conseguir un buen formado son las condiciones de la masa y el ajuste de la modeladora. La masa ideal para modelar debe ser seca, suave y flexible; eso dependerá de que todas las operaciones anteriores hayan sido correctas; es de mucha importancia sobre todo tener un mezclado adecuado y que no se haya usado mucha harina de polveo.

Por otro lado se puede dividir a la sección de formado en dos: Una que es el cabezal de la modeladora que incluye los rodillos laminadores y la segunda es la mesa de presión.

- **Cabezal de la Modeladora:** Está formado por dos juegos de rodillos.

El primer juego de rodillos, que tiene una mayor separación entre los dos rodillos que lo forman comparado con el segundo juego, aplana la pieza de masa y expulsa la mayor parte del gas que atrapó. El segundo juego de rodillos, con una menor separación entre ellos, redistribuye las celdillas de gas y da a la masa el grosor y diámetro deseado. Es muy importante ajustar los rodillos laminadores. Si están demasiado apretados, se desgarrarán las piezas de masa y se pegarán a la máquina. Si el ajuste de los rodillos es demasiado holgado, no habrá suficiente redistribución de agujeros en la hogaza. Cuando los rodillos están muy separados, el grosor de la tortilla será demasiado, y no se podrá enrollar eficientemente.

Los rodillos laminadores se fabrican con teflón para evitar que la masa se pegue a ellos y para poder utilizar la menor cantidad posible de harina de polveo. Mucha harina de polveo impedirá el buen sellado del camote, o formará zonas duras en el pan.

- **Mesa de Presión (Modeladora):** Después de la sección de laminado viene la sección de modelado.

Está formada por una banda de lona, una malla metálica, tamiz de harina, mesa de presión, una tabla de presión y una estación de depositado en moldes.

Por el transportador llega la tortilla y pasa bajo la malla metálica que la enrolla flojamente. Luego se polvea la masa para que no se pegue a la mesa de presión. La mesa de presión está formada por una banda de lona de altura ajustable. Al pasar la tortilla bajo ella se ejerce una fuerza hacia abajo y a los lados que forma un cilindro simétrico. En esta operación se expulsan aún más los gases de la pieza de masa. Las guías de la mesa de presión tienen una trayectoria ligeramente convergente que limitan el largo de la hogaza y ayudan a sellar sus lados.

De mucha importancia es también el ajuste adecuado de la placa de presión, debe estar lo suficientemente apretada para sellar correctamente la costura y dar una hogaza cilíndrica uniforme, si la placa está muy floja no sellará bien y las piezas saldrán de forma elíptica quedando más gruesas en el centro y más delgadas en las orillas resultando un pan deforme con la posibilidad de que el camote no selle, por otro lado, si la placa está muy apretada saldrá la pieza en forma de mancuerna produciendo también un pan deforme.

Ambos casos de mala presión producen hogazas de forma defectuosa y grano irregular.

El ángulo de acomodo de las guías es fundamental ya que, dependiendo de la cantidad de masa y del tamaño del camote, se realizará el ajuste correcto para la obtención de un camote simétrico y bien sellado.

La longitud del cilindro de masa que sale de la modeladora es determinada ajustando las guías que se encuentran abajo de la placa de presión, el ajuste debe ser en tal forma que la pieza de masa salga del tamaño de la cavidad del molde en el cual será depositada. En el depositado es importante controlar que el camote de masa caiga centrado dentro del molde, lo cual ayudará a tener un producto simétrico.

2.5. FERMENTACIÓN 2

Después del proceso de formado se tiene un trozo de masa que ha recibido un severo castigo físico en los rodillos laminadores, en la malla de enrollado y en la tabla de compresión. La masa debe de encontrarse prácticamente sin burbujas de gas y exhibe una estructura de gluten mas bien tersa.

Si la masa fuese horneada en este punto, el resultado sería una hogaza con volumen bajo, grano compacto y textura áspera. Con el fin de obtener un producto de buena calidad, se debe permitir a la masa reposar para relajar la estructura de

gluten y para que la levadura produzca un leudado paulatino de la masa por medio de la producción controlada de gas. Esto último se consigue mediante un segundo tiempo de fermentación, también llamado tiempo de prueba (Proof).

El tiempo de fermentación o de cámara consiste en colocar los moldes que contienen masa modelada en una cámara de vapor, que es un gabinete aislado en el que se tiene un ambiente con temperatura y humedad relativa controlada.

2.5.1. Factores a controlar en la Fermentación 2

Dentro de la cámara de vapor se deben controlar tres factores:

- 1) Temperatura.
- 2) Humedad Relativa.
- 3) Tiempo de Prueba.

a) Temperatura

La temperatura es el factor que regulará la velocidad de fermentación y, por tanto, la velocidad de producción de gas. La velocidad de producción de gas determinará en gran parte la estructura interna del producto en término de grano y textura.

1) Si la temperatura es tan alta que se tenga una velocidad de producción de gas muy violenta, podemos decir que la presión del gas dentro de cada celdilla se incrementará rápidamente, tal vez antes de que la celdilla pueda expandirse debido a su elasticidad; en este caso, es probable que la celdilla se reviente y se adhiera a las paredes exteriores de otras celdillas, provocando que el producto final tenga grano abierto disperejo con paredes gruesas; el color de la miga será mas bien grisáceo, por cambios en la reflexión de luz y producción de sombras; la textura será áspera por el engrosamiento de paredes; y tendrá una vida de anaquel más corta comparada al estándar, debido a una mayor susceptibilidad a pérdidas de humedad.

2) Si la temperatura es demasiado alta, tanto que exceda la temperatura de velocidad máxima de funcionamiento para la levadura, la producción de gas será menor, la temperatura comenzará a afectar la estructura de la masa (a nivel grasas); aumentará la probabilidad de que pierda gas, ya sea porque se incrementa la permeabilidad de las paredes de las celdillas al CO₂ o por celdillas reventadas. El resultado será productos bajos de volumen, grano abierto grisáceo y disperejo, con textura áspera (similar al caso a).

3) Si la temperatura es demasiado baja, la producción de gas será insuficiente y resultará un producto de bajo volumen, grano compacto, parejo y de paredes gruesas.

4) Formulación de la Masa- Especialmente en lo que se refiere a oxidantes, tipo y porcentaje de mantecas y uso de emulsificantes (acondicionadores de masa):

- Oxidantes- Los oxidantes de uso más difundido en Europa y E.U.A. son el Bromato de Potasio, Yodato de Potasio, ADA y Ácido Ascórbico.

En el caso de Bromato de Potasio, es importante remarcar que funciona en la última etapa del tiempo de prueba final, es decir, cuando la masa alcanza una temperatura de 40°C (temperatura a la que el Bromato de Potasio se ioniza). Por ello es importante alcanzar esa temperatura si se utiliza Bromato de Potasio (7).

- Acondicionadores de Masa- El uso de acondicionadores de masa fortalece la estructura del gluten, por lo que es posible utilizar temperaturas más altas en productos que incluyan estas sustancias.

- Tipo de Grasa Utilizado- La grasa, cuando se utiliza en niveles mínimos de 3%, tiende a formar una pequeña capa en la pared de cada celdilla de la hogaza de pan, produciendo una impermeabilización de la celdilla contra el paso de CO₂. Esto finalmente resultará en una mejor retención del gas. Sin embargo, si la temperatura de la masa excede el punto de fusión de la grasa, esta se funde y la barrera contra el paso del CO₂ se pierde.

5) Grado de Fermentación: Recordemos que la fermentación es un tipo de trabajo bioquímico. Por ello, a mayor grado de fermentación se tendrá un mayor trabajo bioquímico. Por ello, a mayor grado de fermentación en el fermento (por mayor acidez total y menor pH logrados, o por un mayor porcentaje de harina en el fermento), se tendrá una harina más suavizada que responderá rápidamente en la cámara de vapor.

6) Maquinado: El proceso al que se somete la masa, afectará principalmente su acondicionamiento del gluten en mayor o menor grado, pero también la rapidez de hidratación y la temperatura de la masa. A mayor acondicionamiento físico, ésta será más elástica y su respuesta en la cámara de vapor será más violenta.

7) Tipo de Producto Descado: Por supuesto que la temperatura de la cámara y todas las demás variables del proceso estarán sujetas al efecto que se desee provocar en un producto. Por ejemplo, si se requiere un producto de grano abierto, lo recomendable sería una alta temperatura de prueba final; si se busca un volumen bajo, se buscará una escasa producción de gas a baja temperatura.

b) Humedad Relativa

La humedad relativa a la que está sometido el producto durante el tiempo de fermentación es el segundo factor a controlar.

La importancia de controlar la humedad relativa durante este período reside en:

- 1) La humedad facilitará la expansión o el crecimiento de la masa durante leudado, evitando que se rasgue la corteza del producto o que se reseque.
- 2) Evitará pérdidas de humedad durante este período, que podrían modificar la vida de anaquel del producto.
- 3) La humedad favorecerá una transferencia de calor más eficiente dentro de la cámara de vapor.

Los rangos de humedad recomendados para la mayoría de los productos van desde 75 a 90%. Un valor de humedad relativa inferior a 75% propiciará la formación de una corteza reseca y gruesa en el producto, ya que habrá pérdida de humedad de la superficie del producto hacia el medio ambiente de la cámara. Esta corteza gruesa y reseca será un impedimento para la expansión de la masa, por lo que tarde o temprano la presión generada en el producto rasgará la corteza. Así mismo, durante el horneado habrá una menor cantidad de humedad en la corteza, razón por la que las reacciones de caramelización no se desarrollarán adecuadamente, resultando en productos con un color superficial no especificado.

Por el contrario, si se tienen valores superiores al 90% de humedad relativa, se propiciará la condensación de humedad sobre el producto llegando a formar gotas visibles. El agua condensada producirá una corteza correosa en el producto, que exhibirá vejigas e incluso manchas pálidas en los lugares en que se formaron las gotas de mayor tamaño.

Existen varios factores a considerar para la elección de la humedad relativa.

- **Formulación.** Se recomiendan humedades relativas entre 75 y 80% para masas formuladas con alto contenido de leche (6% o más), con el fin de evitar la formación de cortezas correosas. Las masas con alto contenido de humectantes (masas dulces) podrán resistir humedades relativas entre 70 y 75% sin pérdidas considerables de peso por evaporación.
- **Temperatura de cámara.** Se recomiendan humedades relativas bajas (70-85%) cuando se utilizan temperaturas de cámara bajas (35-39°C).

- Maquinado de la Masa. En el caso de masas mezcladas en mezcladoras de alta velocidad, es recomendable utilizar humedades relativas un poco altas (85-90%), debido a que la masa todavía tiene una alta cantidad de agua libre que debe atar y puede ser susceptible a evaporación. Masas sobre-trabajadas deberán manejarse a humedades relativas más bien bajas (75-85%), para restringir un poco la fluidez de la masa y formar una corteza.
- Grado de Fermentación. Las masas sobre-fermentadas tienden a dextrinizar excesivamente en la superficie del producto, lo que produce cortezas quebradizas. Por ello se recomiendan para estas masas humedades relativas bajas y también temperaturas bajas.

c) Tiempo de fermentación

El tiempo es el tercer factor a controlar en esta fase del proceso. Como regla general, se puede considerar que mientras más corto se conserve el tiempo de cámara, se tendrán los mejores resultados en cuanto a grano, textura, color de corteza y vida de anaquel. Se ha encontrado que los mejores resultados se obtienen con tiempos de cámara entre 55 y 65 minutos, con 60 minutos como óptimo.

El objetivo deberá ser siempre el perseguir que la masa llegue al horno con un adecuado balance entre la velocidad de producción de gas y el desarrollo físico de la masa para obtener una retención de gas óptima.

Cualquier cambio en la masa provocará cambios en el tiempo de cámara, por lo que el comportamiento de la masa éste tiempo será un indicativo de cómo se ha procesado esa masa en los pasos anteriores del proceso.

El tiempo que tarde la masa en alcanzar una altura dada estará en función de la velocidad de producción de gas y la capacidad de la masa para retenerlo. Por lo tanto, el tiempo de cámara será afectado con:

1) Formulación- Los incrementos en % de levadura acortarán el tiempo de cámara siempre y cuando la masa sea lo suficientemente fuerte como para retener el gas producido.

El uso moderado y racional de gluten mejorará la capacidad de retención de gas y por tanto el tiempo de cámara será menor. Por otro lado el uso de cantidades excesivas de gluten pondrá demasiada resistencia al crecimiento de la masa y se requerirá de altas presiones y probablemente eso causará que muchas burbujas se revienten, originando grano abierto, disparejo y un aumento en el tiempo de cámara.

El uso de una grasa con mayor contenido de sólidos, en comparación a la normalmente usada, dará una mayor retención de gases a la misma temperatura y por tanto el tiempo de cámara será menor. El uso de aceite producirá una mayor permeabilidad de la masa al paso del CO₂, ocasionando un tiempo de cámara mayor.

2) Fermentación. A mayor cantidad de harina tratada bioquímicamente, mayor facilidad de deformar su estructura. Por ello, para harinas con buena fuerza o retención de gas, una ligera sobre-fermentación se reflejará en una reducción del tiempo de cámara. Harinas débiles sobre-fermentadas tendrán poca retención de gas y el tiempo de cámara se entenderá.

3) Maquinado- Es el mismo caso que el inciso (b), ya que, en cierta medida, el acondicionamiento físico (mecánico) es complementario al bioquímico.

4) Humedad Relativa de la Cámara- Altas humedades relativas provocarán cortezas picadas por escape de gas y el tiempo de cámara será mayor; Humedades relativas bajas resecarán la corteza, limitando su movilidad en el molde y su crecimiento. El tiempo de cámara será mayor.

5) Condiciones de Horneo- Para hornos fríos o con baja temperatura en las primeras zonas, los tiempos más cortos producirán mejores resultados (la masa en el molde a menor altura).

Para hornos con altas temperaturas en las primeras zonas, los tiempos largos de cámara serán mejores (la masa más "llegada").

2.6. HORNEO

El proceso de horneo, transforma una masa predominantemente fluida, en un producto predominantemente sólido. Esto se acompaña por la expansión o leudado en el horno.

Durante el leudado en el horno, la masa se expande hasta que su estructura se fija: la expansión de las celdas de gas es acompañada por un flujo de material entre ellas. La resistencia al flujo viscoso de este material, afecta el leudado en el horno. Adicionalmente, la fuerza de las celdillas afecta el grado de expansión, la firmeza y homogeneidad de la miga.

2.6.1. Factores que contribuyen al leudado del producto(2,8,911):

a) Incremento en la producción de gas por la levadura

Esta fase tiene lugar durante un muy breve período del tiempo de horneado, lo cual se explica si consideramos que la masa entra al horno entre 40 y 43°C y a partir de los 45°C aproximadamente, tiene una disminución la producción de gas hasta que se llega a la muerte térmica de la levadura (58°C).

Por este hecho, de la ganancia que en volumen se tiene por presión de CO₂ en la masa debido a la producción de este gas por la levadura en el horneado, representa sólo un 4%.

b) Expansión de CO₂

De acuerdo con la Ley de Charles, el calor aplicado a un gas a volumen constante, incrementará la presión de éste. Si este gas es confinado en una celdilla elástica, originará un crecimiento de ésta por la expansión del gas debido al efecto de la temperatura.

c) Evaporación de Agua

La velocidad de evaporación depende de la diferencia de temperaturas que existe entre el agua a temperatura de ebullición y el medio calefactor a una misma presión.

Con el incremento en la temperatura, la presión de vapor del agua presente en la celda se incrementa rápidamente, lo que resulta en la expansión de las celdas de gas.

Una masa se cocerá más rápido a nivel del mar debido a que se tiene una mayor presión, teniéndose una mayor diferencia de temperatura y puede alcanzar una temperatura interna mayor de la masa antes de alcanzar el punto de ebullición del agua en donde la temperatura interna ya no aumenta.

d) Insolubilización del CO₂

En la masa, la fase líquida está saturada con CO₂, esta solubilidad del CO₂ en agua decrece con el incremento en la temperatura y la mayor parte del gas vaporiza en el horno. Esta vaporización representa aproximadamente el 39% de la expansión de la hogaza debida al CO₂.

e) Evaporación del Etanol

Considerando que el etanol es líquido a temperatura ambiente (p.e.b. = 78.5°C) puede asumirse que no se pierde en gran cantidad durante la fermentación. Así con un 20% de pérdida (por arrastre de vapor) aún restará un 80% de alcohol que servirá para continuar la expansión de la masa por volatilización hasta casi los 80°C, la cual contribuye en un 50% a la expansión total de la masa en el horno.

2.6.2. Cambios en la consistencia de la masa

Una restricción de la masa a la expansión puede deberse ya sea a la resistencia viscosa de la masa o a la formación de una corteza sobre la superficie. La influencia del almidón en estos cambios estructurales de la masa se explica de la siguiente manera:

La gelatinización del almidón es el cambio más claramente perceptible en la masa durante el proceso de horneado. Es también la explicación más obvia de la transformación de una masa viscosa fluida en un producto horneado sólido, excepto para productos con bajo contenido de almidón o agua.

La gelatinización consiste en una serie de procesos a escala molecular los cuales se sobreponen en el tiempo.

Hinchamiento, que es la absorción de agua por los gránulos de almidón e incremento en volumen de dichos gránulos.

Fusión, mediante la cual, se pierde la estructura cristalina de los gránulos, combinada con la pérdida de refringencia que es característica del almidón nativo.

Rompimiento del gránulo de almidón y exudación de la amilosa. El hinchamiento y la exudación de la amilosa causan el incremento en la viscosidad.

El desarrollo de la gelatinización depende fuertemente de la cantidad de agua disponible. La gelatinización comienza a baja temperatura y progresa más rápidamente conforme la temperatura se incrementa si hay suficiente agua presente.

Alrededor de 60°C, la viscosidad es solo un quinto de la viscosidad a 26°C. A 60°C una masa es mucho más fluida que una a temperatura ambiente. Esto facilita la expansión durante el horneado. Al pasar este mínimo, la viscosidad se incrementa extremadamente rápido con un mayor incremento en la temperatura. Este incremento refleja la transformación de una masa viscosa en un producto

predominantemente sólido, debido principalmente, en los 60°C a la gelatinización del almidón (8.9).

La gelatinización del almidón y evaporación del agua de la superficie causa la formación de una dura capa superficial, la corteza, la cual impide una mayor expansión.

Sin embargo, esta corteza no es rígida en la primera fase del horneado que corresponde al levantamiento o "jalón" de la masa, siendo que el primer cambio observable en el horneado es la formación de una especie de "piel" delgada pero inicialmente expansible.

Después del "jalón", la piel superficial se engrosa, pierde su elasticidad y empieza a adquirir los primeros signos de coloración café.

A la mitad del proceso de horneado, la temperatura de la corteza alcanza de 150-205°C por lo que adquiere mayor rigidez y su típica coloración café.

Cuando se ha completado la tercera fase del horneado, casi ha terminado la evaporación del agua, se acelera el oscurecimiento del producto mediante la interacción de los grupos amino de las proteínas con azúcares reductores, originando compuestos oscuros y amargos llamados melanoidinas. Estas son las reacciones de Maillard y se realizan cuando la corteza tiene una temperatura mínima de 100°C. Las reacciones de caramelización son posteriores y se dan por polimerizaciones de la glucosa a temperaturas de corteza de 140-150°C (8.9).

2.6.3. Pasos del Horneado (8.9)

a) Primera Fase

- 1) El primer cambio observable producido por el calor del horno sobre la hogaza, es la formación de una especie de "piel" delgada pero inicialmente expansible (corteza).
- 2) La siguiente reacción importante que se produce es el llamado "jalón" en el horno, que es la rápida expansión del volumen de la masa a mas o menos la tercera parte de su tamaño al entrar al horno.

3) En esta primera fase la parte más externa de la masa (Zona 1), alcanza temperaturas iniciales de 50-60°C, lo que inicialmente provoca las siguientes reacciones:

49°C	Liberación o insolubilización del CO ₂
50-60°C	Ablandamiento del gluten
50-65°C	Rápida degradación enzimática por:
58°C	Muerte térmica de la levadura
60°C	Inactivación de alfa-amilasas
57-72°C	Inactivación de beta-amilasas

Sin embargo, antes que ocurra la degradación enzimática, la actividad amilásica se duplica por cada 10°C de aumento de temperatura lo cual contribuye a volver más fluida a la masa. Por esto, es importante que la actividad amilásica se encuentre en control. Si hay demasiada actividad o se ha añadido un exceso de malta, ocurre una excesiva dextrinización del almidón, lo cual reduce la viscosidad del gel y hay pérdida de volumen por el escape de gas, además de obtenerse miga amarillenta y de carácter gomoso.

4) Entre 54 y 64°C ocurre la gelatinización del almidón, lo cual limita una mayor expansión de la masa.

b) Segunda y Tercera Fases:

1) La temperatura de la miga continúa incrementándose por la entrada de calor hasta alcanzar los 99°C en la parte externa de la miga (Zona 1) pero sin llegar al punto de ebullición del agua al centro de la hogaza.

2) El aumento en la temperatura trae consigo los siguientes cambios:

60-65°C	Engrosamiento de la corteza.
60-70°C	Desnaturalización del gluten que se vuelve más elástico al ceder su humedad al almidón.
70°C	Inactivación de enzimas proteolíticas.
74°C	Se completa la desnaturalización del gluten.
79°C	El alcohol se volatiliza completamente.
95°C	Inactivación de alfa-amilasa (malta).
100°C	Se alcanzan en la corteza dando inicio a las reacciones de oscurecimiento (Maillard).

Los cambios arriba mencionados ponen fin a la expansión de la masa dentro del horno, siendo la volatilización del alcohol, la última contribución al leudado y que representa la mitad del volumen alcanzado por la hogaza.

c) Cuarta Fase:

- 1) En esta última fase ya se ha alcanzado el volumen final por lo que no se registra crecimiento.
- 2) El aumento en la temperatura tiene la función de darle firmeza a las paredes de las celdillas.
- 3) Se desarrolla el color deseado en la corteza al darse reacciones de caramelización (150-205°C).
- 4) Se tienen mayores pérdidas de humedad en la miga.
- 5) Si esta fase se prolonga demasiado, se tienen graves pérdidas de peso y exceso de color.

2.7. ENFRIAMIENTO

Durante la preparación de la masa, el agua hidrata al gluten, a las gomas del trigo (pentosanas) y al almidón dañado. El almidón granular acepta la mayor porción de agua solamente durante la gelatinización que ocurre durante el horneo. Durante esta etapa, el gluten hidratado cede agua al almidón para brindar el agua necesaria para el hinchamiento del almidón.

Durante el enfriamiento, se invierte la transferencia de agua. Los gránulos hinchados gradualmente liberan agua hacia la fase del gluten del pan. Esta deshidratación del almidón contribuye a los cambios de cristalización de la amilopectina (6).

El enfriamiento es la última parte del proceso, antes de se empaque, y por lo general se deja enfriar de manera normal expuesto a temperatura ambiente.

El propósito del enfriamiento es permitir una temperatura y equilibrio de humedad adecuados para el rebanado del pan. El enfriamiento puede variar de 45 - 70 minutos en función del tamaño del producto, para bajarle la temperatura hasta aproximadamente 38°C.

2.8. ENVASADO

Esta parte que es la última del proceso, consiste en el rebanado del producto, utilizando cintas de corte continuo cuidando la separación entre ellas y poder obtener un rebanado uniforme. Inmediatamente después viene el envasado que consiste en colocar el producto en bolsas de polietileno. Este empaque le permite al producto alcanzar la vida de anaquel para la cual ha sido diseñado el producto, que puede variar de 7 a 14 días de vida útil.

3. RESPONSABILIDADES DEL JEFE DE PRODUCCION

A continuación se hace una breve descripción de las principales funciones y responsabilidades que un jefe de producción tiene, ya sea que las haga directamente o que debe supervisarlas como actividades de otras personas dentro y fuera del mismo departamento.

3.1. ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La administración de la producción está referida básicamente al manejo de la información que se requiere para el buen control de la producción.

3.1.1. Pedidos de producto y programación de la producción

Para que una programación cumpla con el objetivo de elaborar los productos en la cantidad y oportunidad requeridos por el departamento de Ventas se requiere contar con un pedido detallado tanto en cantidad como en horarios, lo cual permitirá saber las necesidades de producto de una manera precisa.

El día anterior a la producción deben recibirse de parte del departamento de ventas los pedidos desglosados por producto, en el cual se especifica la cantidad requerida y los horarios a los cuales se debe entregar el producto para su distribución a las diferentes Agencias de Distribución.

En la oficina de Producción se debe contar con fórmulas estándar (tabla 1), las cuales contienen los ingredientes y sus cantidades en Kg de cada uno de ellos, las cuales sirven para determinar los rendimientos de cada masa o batido y de cada producto, sumando los Kg totales, quitando las pérdidas por manejo y dividiéndolos entre el peso del producto en la divisora, como se muestra a continuación:

Con esta información se hacen las conversiones para obtener los números de masas o batidos que se requieren de cada producto y se programan en una secuencia tal que permita hacer la entrega de cada producto en los horarios requeridos. Es muy importante que al realizar esta programación se haga de manera justa para evitar los excesos de producción, los cuales, por tratarse de productos de poca vida de anaquel deben manejarse al día, para mantener la frescura de los mismos en los lugares de venta.

Dentro de esta programación se deben considerar los tiempos de cambio y limpieza necesarios para mantener las áreas de trabajo limpias y evitar posibles contaminaciones de un producto con otro, además de programar en coordinación con el área de mantenimiento los tiempos necesarios para dar mantenimiento preventivo

a las máquinas que así lo requieran. Dicho mantenimiento preventivo ayudará a evitar paros no programados en las líneas de producción.

Al realizar la programación de la producción se deben cuidar dos aspectos principalmente: la versatilidad de la línea para poder adaptarse a las necesidades del departamento de ventas por posibles aumentos o disminuciones en sus pedidos de productos, los cuales se realizan el mismo día en que tal producción se esta elaborando; y por otro lado los costos de producción, ya que a mayor cantidad de arranques y cambios de productos se tendrá mayor cantidad de desperdicio de materiales, y los tiempos perdidos por cambios y limpiezas representan tiempo muerto en la capacidad de las líneas de producción.

3.1.2. Supervisión sistemática de producción

La principal forma de asegurar que la calidad de los productos se mantenga a lo largo de un día y de las semanas es la Supervisión Sistemática de Producción. Esta supervisión consiste en revisar una serie de datos a lo largo de toda la línea de producción los cuales son vitales para asegurar que la calidad del producto y la continuidad del proceso se mantengan, haciendo los cambios que en el momento se requieran.

Otra finalidad de esta supervisión es la de hacer un archivo histórico que permita conocer las condiciones empleadas bajo ciertas características de la materia prima, y poder prever posibles problemas tenidos con anterioridad, lo cual permite tener mayor información al momento de tomar decisiones sobre los cambios requeridos al proceso.

3.2. ADMINISTRACIÓN DEL PERSONAL

La Administración del personal es uno de los puntos vitales dentro de una planta de producción, ya que se necesita mantener un control de todos aquellos tramites que involucren el control de expedientes y pagos del personal.

3.2.1. Control de pagos

El factor higiénico más importante que debe cuidarse en una relación laboral es el referente a los pagos al personal. Este pago debe ser en la cantidad exacta a que

tenga derecho el trabajador; debe hacerse en el lugar de trabajo y durante su jornada laboral. El control de éste pago se debe realizar utilizando una tarjeta de control, en la cual se cheque por parte del trabajador la entrada y salida del mismo a su trabajo. Usando esto como referencia se le calcula los días laborados, las horas extras trabajadas y las primas a las cuales se hizo merecedor (dominicales o nocturnas), según lo establecido en el Contrato Colectivo de Trabajo, haciendo los cálculos correspondientes y enviándolo al departamento contable para realizar el trámite de calculo final y posterior pago.

3.2.2. Control de expedientes

Un expediente es el archivo histórico en donde se manifiesta el desarrollo laboral de cada persona. Este expediente consta de un control de asistencia diaria para controlar los días trabajados al año, así como de los motivos de faltas al trabajo, se lleva un control de pagos de vacaciones y un historial de eventos relevantes del trabajador, donde se incluyen cursos de capacitación y adiestramiento, y acontecimientos positivos o negativos ocurridos durante el desempeño del trabajo.

3.2.3. Comunicación

Dentro de la administración del personal, la base para el éxito es la comunicación que exista entre jefe y colaborador, ya que la capacidad de escuchar al personal definirá la relación que se dé entre ellos. Esta comunicación es importante para mejorar la satisfacción del personal para realizar su trabajo, lo cual a su vez mejorará los resultados y la calidad de éstos. Quien mejor conoce como funciona una maquina es quien a diario trabaja con ella, y solo a través de una buena comunicación entre ambas partes se puede mejorar su operación, y su seguridad, lo cual permitirá que la productividad de la persona se vea mejorada.

3.3. SANIDAD

Un producto seguro es aquel que no contiene ningún contaminante que pueda dañar a un consumidor cuando éste sea consumido. La razón de ser del área de Sanidad en una planta productora de alimentos es asegurar que el producto elaborado vaya libre de cualquier tipo de contaminante.

Los aspectos más importantes en el desarrollo de un programa sanitario en una planta de producción son el establecimiento de políticas para el personal y procedimientos operacionales.

3.3.1. Métodos operacionales

Recepción y Almacenamiento de materiales. No se deben aceptar contenedores dañados ni ingredientes contaminados. Se debe inspeccionar tanto a los materiales como el medio de transporte en el cual se recibieron para asegurarse de que cumple con las especificaciones establecidas.

Los materiales se deben almacenar sin que estén en contacto directo con el piso o las paredes, de manera que permita el acceso para inspecciones, limpieza y procedimientos de control de plagas.

Manejo de materiales. Se debe cuidar de no contaminar un ingrediente con otro, procurando un manejo seguro y por separado de cada material, asegurando que los utensilios de manejo y pesado estén limpios y sin posibilidad de producir contaminación por sí mismos. Los materiales de empaque deben protegerse del polvo, agua o posible contaminación por microorganismos. Se debe contar con cernidores, trampas magnéticas, detectores de metales que separen posibles contaminantes del producto. Deberá tenerse especial atención en la rotación de inventarios de materiales para evitar contaminaciones por productos cuya fecha de caducidad haya vencido.

3.3.2. Practicas del personal

Existen muchos riesgos potenciales para la sanidad de un producto asociados con los operadores, por lo cual se deben establecer algunas reglas básicas a seguir:

- * Ninguna persona que sufra de alguna enfermedad contagiosa debe trabajar en el área de producción mientras exista el riesgo de contaminación.
- * Todo el personal debe usar un uniforme limpio y que no represente un riesgo de contaminación para el producto.
- * Política de limpieza de manos cada vez que estas se ensucien independientemente de la razón de ello.
- * No trabajar con ningún tipo de joyería, como son relojes, anillos, pulseras, aretes, collares, etc.

* Si se requiere el uso de guantes para el manejo del producto estos deben mantenerse limpios y ser impermeables.

* Debido a que el cabello es un material ajeno común en productos alimenticios, se debe tener una política de usar cabello corto y cubierto con malla fina o cofia, así como asistir al trabajo rasurado.

* Se debe prohibir fumar e ingerir bebidas o alimentos en áreas de producción.

3.3.3. Programación de limpiezas

El área de sanidad tiene como fin asegurar el buen estado sanitario de la planta de producción, además de brindar servicio de limpieza a todas las áreas de la fábrica.

Se debe realizar una limpieza sistemática a las áreas de producción basada en tiempos y movimientos de las personas de esta área, tomando en cuenta la programación de la producción que se haya realizado.

El aspecto sanitario se debe ver desde 2 puntos de vista: la limpieza que operacionalmente es necesaria y la que sanitaria y microbiológicamente se requiere.

La limpieza operacional se debe realizar todo el tiempo, ya que esta es una manera de dar a la planta de producción un aspecto de limpieza, el cual permitirá tener un producto con un buen estándar sanitario y un área de trabajo con buenos factores higiénicos, que mejoran la actitud hacia el trabajo. Esta limpieza se realiza con implementos simples de limpieza, los cuales no incluyen productos químicos, con excepción de jabón y agua; esta debe ser realizada por los mismos operadores de la maquinaria antes, durante y después de la elaboración de los diferentes productos, tanto a la máquina como a su área de trabajo.

La limpieza especializada debe ser realizada por personal del área de sanidad, quienes deberán estar capacitados para ella, la cual incluye la sanitización de los equipos, la limpieza de equipos especiales, y de los servicios que están dentro de la planta pero que no intervienen directamente en la producción. Para realizar esta limpieza se utilizan productos químicos y maquinaria especializada, razón por la cual se les debe capacitar constantemente a través de los mismos proveedores, lo que asegura que siempre estén actualizados con las mejores prácticas y productos para realizar su trabajo.

3.3.4. Control de plagas

El área de sanidad debe contar con personal cuya función sea la de controlar las plagas que son potencialmente peligrosas para el producto que se elabora, para lo cual se realizarán inspecciones a las posibles áreas de contaminación o entrada de insectos, roedores o aves. Estas inspecciones consisten en tener un sistema de registro y detección de presencia de algún tipo de plaga, fumigación y prevención ya sea de la entrada como de la proliferación de las mismas. Cuando no sea posible contar con éste personal capacitado dentro de la planta, se deberá contratar los servicios profesionales de un tercero.

3.3.5. Conservación del edificio

Otro aspecto sanitario se refiere a la conservación del edificio, el cual debe cumplir con los requerimientos sanitarios establecidos por la SSA (Secretaría de Salud) y la STPS (Secretaría de Trabajo y Previsión Social), quienes realizan inspecciones regulares para verificar que tanto el edificio, la maquinaria y el producto cumplan con las características de calidad sanitaria establecidas, así como con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

La conservación del edificio consiste en mantener el edificio en condiciones higiénicas apropiadas, cumpliendo con un programa de pintura de paredes, así como de los resanes que por desgaste del edificio se hacen necesarios. La impermeabilización de los techos para evitar goteras en época de lluvias.

Se debe evitar cualquier presencia de hoyos tanto en los pisos como en las paredes, con lo cual se ayuda a mantener alejadas a las posibles plagas que se encuentren en el exterior del edificio.

3.3.6. Impacto ambiental

Un aspecto muy importante a cuidar es el impacto ambiental de la planta de producción con su entorno ecológico, visto desde el punto de vista de los desechos generados. Se debe llevar un control de aquellos materiales que se envían a la basura, y los que llegan a los drenajes. Todo tipo de desechos que lleguen al drenaje nunca deberán de exceder los límites establecidos en las normas mexicanas que la SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca) y el Departamento del Distrito Federal establecen. Por este motivo, todo producto químico usado para limpieza debe estar autorizado por las autoridades correspondientes, así como por la misma empresa, buscando preferentemente que

sean biodegradables. Para evitar que se manden desechos orgánicos y grasas a los drenajes, se debe contar con trampas de sólidos, trampas de grasas y aljibe para su retención, los cuales se deben mantener limpios por parte del área de sanidad, con un programa de limpieza ya sea interna o por externos. Asimismo se deben realizar análisis rutinarios a la descarga de agua para detectar posibles problemas en la calidad de las mismas y poder tomar las medidas preventivas necesarias.

3.3.7. Seguridad de producto

El área de sanidad debe ser el Líder del seguimiento a la Seguridad del producto, para lo cual se debe asesorar de expertos en la materia, como es el caso del AIB (American Institute of Baking), quienes a través de Normas (13) buscan sistematizar este aspecto. Los principales puntos contenidos en estas normas y en las cuales se basan sus auditorias de Food Safety son:

a) Suficiencia del Programa de Seguridad de los Alimentos

Esta sección perfila la responsabilidad de la gerencia para programas formalmente documentados, necesarios para establecer y mantener un programa efectivo de seguridad de los alimentos. La ejecución exitosa de éstos programas reducirá el potencial de contaminación de los alimentos en la planta. La efectividad del programa de seguridad de los alimentos se evalúa por medio del proceso de autoinspección y acciones correctivas, los cuales documentan el mantenimiento y mejora continua de los programas requeridos para seguridad de alimentos.

b) Control de Plagas

Esta sección describe los elementos de un programa formal y escrito para la prevención de adulteración de los alimentos, requerido para cumplir con estas Normas Consolidadas. Define varios tipos de programas, proporciona una lista de los registros requeridos, y provee procedimientos específicos a seguir, para prevenir la adulteración de los alimentos por plagas, evidencia de plagas, o plaguicidas.

c) Métodos Operativos y Prácticas del Personal

Esta sección provee una lista de programas y técnicas para proteger los alimentos de la adulteración durante su almacenamiento y elaboración. Aborda la recepción y el almacenamiento de la materia prima; la transferencia y manipulación de ingredientes; apariencia operativa; y prácticas de operación, entrega y personal.

d) Mantenimiento para la Seguridad de los Alimentos

Esta sección requiere que la planta tenga un programa de mantenimiento preventivo establecido e implementado; un sistema documentado de ordenes de trabajo para el mantenimiento; y criterios de diseño sanitario/higiénico para el edificio, el equipo y los utensilios, para evitar la contaminación de alimentos de estas fuentes.

e) Prácticas de Limpieza

Esta sección incluye los requerimientos para la limpieza programada del edificio y los terrenos, equipos, utensilios, así como la limpieza de mantenimiento asociada con los sistemas eléctricos y mecánicos.

f) HACCP

HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) (Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control) (12)

HACCP es un enfoque sistemático para evaluar los posibles peligros asociados con un producto y determinar los controles necesarios para minimizar o eliminar los riesgos de que estos peligros causen un daño o una enfermedad.

Pasos clave en la ejecución de HACCP

- Desarrollo y ejecución de:
 - Sistema de Calidad
 - Sistema de Sanidad
 - Buenas Prácticas de Manufactura.
- Ejecutar Tareas Preliminares.
- Asegurar el compromiso y respaldo de la gerencia.
- Establecer el equipo HACCP: Comúnmente formado por cinco a siete miembros de distintos puntos de la planta y departamentos. Trabajar bajo esfuerzos multidisciplinarios.
- Ejecutar un análisis de la seguridad del alimento: Descripción del producto, Sistema de conservación, Descripción de su distribución, Describir el uso normal

esperado del alimento así como su potencial de uso inapropiado que pueda causar enfermedad o daño. Describir el consumidor meta.

- Completar y verificar un diagrama de flujo del proceso: Debe cubrir todos los pasos del proceso que deben estar bajo control de la planta.
- Entender los principios de HACCP.
 - Principio 1. Ejecutar análisis de peligros: Identifique el peligro potencial asociado con todo el material que entra (ingredientes, material de empaque, etc.) y proceso. Analizar los riesgos de cada peligro identificado y definir programas preventivos específicos o medidas correctivas que eliminen o reduzcan a un nivel no dañino estos peligros en el producto terminado.
 - Principio 2. Identificar puntos críticos de control (PCC): “Es cualquier paso del proceso donde se puede controlar un peligro con el fin de eliminarlo, prevenirlo o reducirlo a niveles no dañinos del producto terminado”. Si es probable que una falla en el proceso que ocasione un peligro, ocurra cuando el sistema esté operando, entonces este paso deberá considerarse como un PCC. Si es probable que una falla en el proceso que ocasione un peligro, ocurra cuando el sistema no esté operando o fuera de él, entonces este paso deberá considerarse como parte de un programa de prerrequisitos o un punto de control (PC), pero no crítico.
 - Principio 3. Establecer límites críticos: Son valores que representan parámetros que deben manejarse en los alimentos bajo los cuales se puede evitar o prevenir la presencia de peligros en un grado dañino para el consumidor. El transgredir estos límites obliga a la empresa a retener el producto y documentar el tipo de disposición que se le dará.
 - Principio 4. Establecer procedimientos de monitoreo: Estos procedimientos incluyen Qué medir, Cómo medir, Quien y en qué equipo registrar la información, Límites críticos para la seguridad del alimento.
 - Principio 5. Establecer acciones correctivas: Debe determinarse qué acciones tomar cuando se violen los límites críticos establecidos, a quien notificar, cómo identificar y corregir las causas del incumplimiento, la disposición del producto bajo sospecha, qué registro llevar de acciones correctivas tomadas.
 - Principio 6. Establecer procedimientos para la verificación del sistema HACCP: Verificar que el sistema HACCP esté trabajando de acuerdo a como se diseñó, Verificar el monitoreo de los PCC de acuerdo al plan de cada turno, Revisar registros de monitoreo y acciones correctivas tomadas (cada mes), Auditar por parte de aseguramiento de calidad o por el grupo definido para este fin.
 - Principio 7. Establecer procedimientos para informar y documentar el desempeño del sistema HACCP: Documentos acerca de los PCC firmados por

el responsable del puesto que lo controla y con firma de revisión y/o autorización del supervisor o del gerente. Registros debidamente almacenados durante el tiempo definido y aprobado.

- Validar el Sistema HACCP. Determinar la efectividad del sistema a través de mejora en las quejas de consumidores y clientes. Identificar nuevos peligros en los alimentos a través de la investigación o por medio de asociaciones, noticieros, etc. Proyectos de expansión del sistema. Auditorias de organismos oficiales y de terceros con resultados positivos.

3.4. CONTROL DE CALIDAD

Lo que distingue a un buen producto en el mercado es la calidad de éste, desde el punto de vista presentación y producto como tal, por lo cual el área de control de calidad juega un papel de suma importancia para ayudar a asegurar la calidad de los productos y sus envolturas.

La calidad de los productos se puede controlar básicamente de dos maneras: Control y Previsión. De éstas, lo mejor es prevenir la calidad, o sea asegurarla antes y durante la elaboración de los productos.

Los objetivos principales del área de Control de Calidad es la revisión de la calidad de las Materias Primas y los Envases y Envolturas, las cuales deben estar dentro de los rangos de calidad establecidos por el área de fabricación, tanto desde el punto de vista microbiológico como funcional, así como servir de soporte para que el supervisor de producción pueda realizar sus funciones adecuadamente.

3.4.1. Aduanas de Calidad

Cuando el Almacén de Materias Primas recibe los materiales, es Control de Calidad quien debe dar la autorización de la entrada del material al almacén. Para dar esta autorización se realiza un muestreo estadístico, a cuya muestra se le realizan los análisis establecidos para cada material, y si se encuentra dentro del rango especificado se autoriza su entrada, y de no ser así se procede al rechazo del material. Si el material fue aceptado, entonces se informa al área de fabricación las condiciones en las cuales se encuentra la Materia Prima que será utilizada, con el fin de que se hagan los ajustes que sean necesarios para asegurar la continuidad de los procesos y por consiguiente mantener una calidad de producto uniforme.

3.4.2. Evaluación de Calidad de producto

El jefe de Control de Calidad junto con el Supervisor de producción realizan evaluaciones de la calidad de los productos que se estén elaborando en esos momentos, más que para revisar si la calidad del producto es buena o mala, se revisan las posibles mejoras que se podrían hacer al producto, teniendo que hacer cambios en las condiciones de operación, desde un punto de vista técnico. Los ajustes menores de los procesos se deben realizar en el momento en que sean detectados por los operadores, quienes deberán tener la capacitación adecuada para poder tomar decisiones con base en las características de los productos que ellos elaboren. Para asegurar la calidad de los productos es que se usan las cartas de proceso que se mencionan más adelante, cuyas condiciones tienen un rango de variación en el cual los operadores deberán mantener la operación en función de las necesidades mismas del producto, ya que durante todo el tiempo se deben revisar las especificaciones de los mismos.

3.4.3. Instrumentación

Control de Calidad debe proveer tanto a los supervisores y operadores de los instrumentos de medición necesarios para poder asegurar las condiciones de operación. Esta instrumentación consiste en:

Termómetros, los cuales se usan para medir la temperatura de las masas al salir de las mezcladoras, a la masa a la salida de los Fermentadores, al pan a la salida del Horno, y al producto terminado al momento de envasarlo.

Cronómetros, para revisar que los tiempos de Mezclado, Fermentación y Horneo son los especificados.

Básculas, las cuales se emplean para el pesado de ingredientes menores que se adicionarán a las mezcladoras, para el control de peso de las divisoras de masa y para pesar los productos terminados, pudiendo con esto medir las pérdidas de peso por horneo y enfriamiento.

Potenciómetro, el cual se utiliza para medir el pH y la acidez de los fermentos líquidos, los cuales permiten asegurar la calidad en esta parte del proceso. Junto con el potenciómetro se debe suministrar todo lo necesario para su uso: agitador magnético, bureta, NaOH normalizado, báscula, termómetro.

Además de proveer de estos materiales, también debe darles mantenimiento, ya sea con recursos propios del laboratorio de la fábrica o a través de terceros.

siguiendo un programa basado en un inventario y las necesidades propias de cada equipo por su tipo y uso.

3.5. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

Dentro de una empresa, la Capacitación juega un papel importante tanto para el desarrollo de las funciones propias de cada puesto, como en el desarrollo de la persona.

La Capacitación se debe enfocar bajo tres aspectos principales: para que la persona Sepa (Capacitación), Pueda (Adiestramiento) y Quiera (Formación) realizar sus funciones dentro del departamento y la cual debe ser específica para las necesidades de cada persona.

3.5.1. Capacitación

Es una enseñanza de los fundamentos teóricos necesarios para que se pueda dar con buen éxito el desempeño de una persona en un puesto específico, siendo el principal objetivo que la persona sepa lo necesario para realizar su trabajo. La capacitación normalmente se da en un aula utilizando métodos audiovisuales de enseñanza.

3.5.2. Adiestramiento

Es un entrenamiento sobre las habilidades que se requieren desarrollar en un operador, buscando que adquiera la práctica en el manejo de la maquinaria a su cargo y/o de las actividades necesarias al desempeñar un puesto específico. El adiestramiento debe darse en el lugar de trabajo, y completamente apegado a las necesidades reales que el puesto requiere.

3.5.3. Formación

Es una capacitación que tiene como fin el desarrollo de la persona, y la integración de ésta dentro de la familia, la empresa y la sociedad. La Formación es quizás la parte de la capacitación a la que menor importancia se le da en las empresas, ya que está más enfocada a la parte social del individuo, que a la parte operacional. Sin embargo, no se aprecia que en realidad una persona con mayor compromiso social podrá encontrarle un sentido a su trabajo y esto le permitirá

desarrollarlo de una mejor manera. Cuando el trabajo se toma como un medio para lograr el desarrollo personal se consigue que exista un compromiso real con éste y con la empresa.

Bajo estos conceptos se puede apreciar que el compromiso de la empresa no debe ser el capacitar trabajadores, sino el formar personas que puedan ser buenos trabajadores y buenos ciudadanos.

3.6. MATERIAS PRIMAS

Dentro de los costos de la operación, la Materia Prima ocupa el primer lugar, ya que representa aproximadamente el 30 % del flujo de efectivo de la planta, razón por la cual su control es de suma importancia, además de que su influencia en la calidad del producto es inobjetable.

El proceso de Administración de Materiales inicia con los pedidos de materiales, los cuales se deben realiza con base en un estadístico de ventas y a su respectiva explosión de materiales, y considerando la capacidad del Almacén, lo cual permitirá programar las entregas de los distintos materiales a lo largo de la semana.

Posteriormente viene la Recepción de los materiales en los días y horas programados con los proveedores. Durante esta recepción se debe revisar que el peso del material que se recibe coincida con la factura o remisión que lo acompaña y el encargado de Control de Calidad se encarga de hacer un muestreo los materiales y determinar si las características de calidad son las requeridas, además de revisar los certificados de calidad proporcionados por los proveedores, para así tener un panorama completo del estado del material recibido. Si Control de Calidad lo acepta como satisfactorio, el material debe ser llevado al almacén, en donde se identificará con la fecha de recepción y puesto en el lugar asignado para él.

Después viene la distribución de los materiales a las distintas áreas de consumo, en la cantidad y oportunidad requeridas según lo que la programación de la producción indique. Debe tenerse cuidado de darle al material la rotación adecuada dentro del almacén, razón por la cual se marca con la fecha de recepción, para poder darle salida al material que primero entró al almacén, lo cual evitará que un material se haga "viejo" dentro de él (Primeras Entradas – Primeras Salidas).

Desde el punto de vista de costos es de vital importancia mantener los inventarios de materiales a un nivel bajo, ya que financieramente representan dinero que no es productivo, y por lo mismo se vuelve dinero "caro". En contraste el nivel del inventario debe asegurar que el abasto para la producción será suficiente para

evitar paros no programados que pudieran ocasionar la falta de entrega de pedidos completos. Por tal razón debe buscarse un punto de equilibrio, el cual dependerá de la confiabilidad de los Proveedores, así como de la distancia a la cual se encuentran los mismos, ya sean nacionales o extranjeros.

3.7. CONTROL Y ADMINISTRACIÓN DE LOS PROCESOS

Un factor de vital importancia que debemos tomar en cuenta durante la fabricación de un producto es su calidad y consistencia, ya que se pretende vender siempre la misma calidad de producto. Para conseguir esto se debe partir del concepto de asegurar la calidad de lo que se produce, y no su control al final del mismo, es decir que desde el principio se debe buscar que en cada etapa del proceso se asegure que se elaborara un producto de buena calidad.

Esto permitirá reducir los costos de inspección y evitará elaborar productos de mala calidad y que se tengan que regresar lotes de producto por no cumplir con las especificaciones establecidas para cada uno de ellos.

Este aseguramiento de la calidad se consigue mediante la definición de parámetros de control en cada una de las etapas del proceso de producción. Estos parámetros deben ser aquellos que han mostrado ser los que producen la mejor calidad de producto, los cuales tienen un rango de variación normal pero controlable. Estos parámetros que fueron definidos para cada producto se concentran en una carta de especificación de proceso (Tabla 2), la cual se encuentra ubicada justo en el lugar donde se tienen que hacer las mediciones ahí reportadas.

Los valores reales con los cuales se esta trabajando deben ser reportados por cada operador en el formato de la programación de la producción, que para tal fin se tiene en las diferentes áreas de trabajo. Dicha información es la que servirá para detectar cualquier tipo de variación en el proceso y poder buscar las causas que dieron origen a tal variación y con esto tomar las medidas que permitan corregir tal desviación, prácticamente en el mismo momento en que sucede.

Tabla No. 2. Condiciones de proceso de Fermentación y Horneo

TIEMPO DE FERMENTACION	55 - 65 min.
TEMPERATURA DE BULBO SECO	48 - 50°C
HUMEDAD RELATIVA	85 - 90%
TIEMPO DE HORNEO	20 min.
TEMPERATURA ZONA 1	210 - 220°C
TEMPERATURA ZONA 2	220 - 230°C
TEMPERATURA ZONA 3	220 - 230°C
TEMPERATURA ZONA 4	220 - 230°C
TEMPERATURA ZONA 5	210 - 220°C
TEMPERATURA ZONA 6	200 - 210°C

NOTA: LAS ZONAS SE REFIEREN A LAS AREAS EN QUE ESTA DIVIDIDO EL HORNO

3.7.1. Evaluación de resultados

En cada turno se evalúan los resultados de la producción en calidad de producto, desperdicios y eficiencias de las líneas. Con esta información el personal administrativo deberá realizar un informe diario concentrado que refleje la operación total de las líneas y productos, a su vez se deberán realizar informes semanales y mensuales (Informes de Producción). Los resultados relevantes de éste informe diario de la producción deben ser:

* Producto entregado: indica si se entrego al departamento de ventas la cantidad solicitada.

* **Eficiencia de la línea:** es una relación entre el tiempo programado para la producción y el tiempo realmente empleado.

* **Desperdicio de producto:** es una relación entre las piezas de producto desechadas y las piezas totales elaboradas.

* **Capacidad Utilizada:** es una relación entre el tiempo real empleado para elaborar el producto y el tiempo teórico disponible de la línea (p. ej. 24 horas al día).

* **Pluses o Mermas:** se refiere a la diferencia obtenida en el rendimiento de cada producto con respecto al teórico, ya que puede ser de más (pluses) o de menos (mermas). El rendimiento teórico se obtiene de la cantidad de masas elaboradas y multiplicadas por los rendimientos teóricos de éstas.

* **Fallas Mecánicas:** indica el porcentaje de tiempo en el cual la línea estuvo detenida debido a una falla mecánica con relación al tiempo real de operación.

Con estos resultados el Jefe de producción y los Supervisores de línea realizan diversos análisis simples para buscar soluciones en el corto y mediano plazos.

Para las medidas de corrección se pueden emplear herramientas tales como:

a) Gráficas de tendencias

Es una gráfica que muestra los puntos ordenados cronológicamente. Son muy útiles para determinar los resultados de un proceso (Figura No. 2).

b) Diagrama de Pareto

Es una gráfica con barras que presentan datos basados en la importancia relativa de las variables. Algunas pocas "causas vitales" usualmente son responsables de la mayoría de los problemas (Figura No. 3).

La famosa regla de "80-20" dice que 80% de los problemas pueden atribuirse al 20% de las causas.

Un diagrama de Pareto es una técnica sencilla para colocar el orden de las causas en orden de importancia: desde el más importante, hasta el menos importante, y de esta

manera determinar sobre que problemas es mejor invertir el tiempo de trabajo de mejora.

Figura No. 2. Gráfico de eficiencias

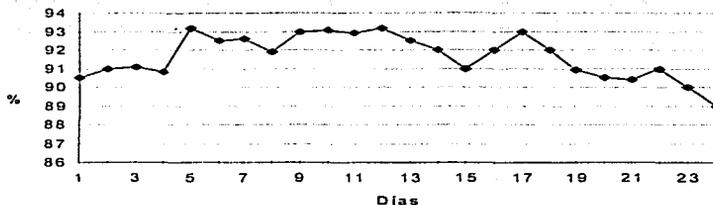
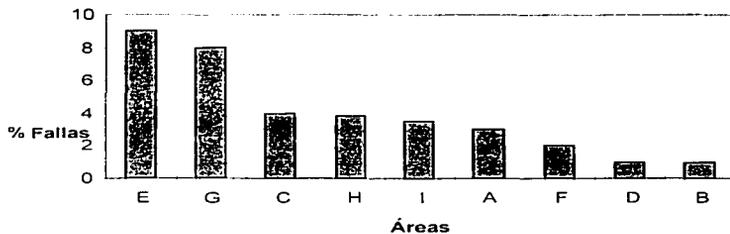


Figura No. 3. Gráfico de fallas por áreas

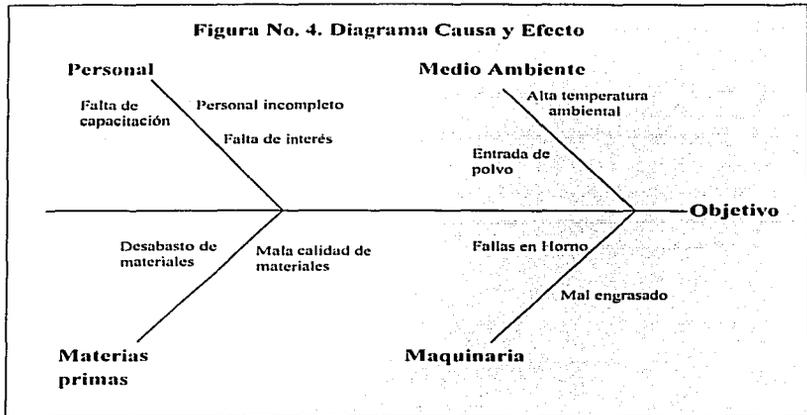


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

c) Diagramas de causa y efecto:

Identifica las posibles causas de un problema.

Ayuda a asegurar que las posibles causas no sean pasadas por alto. La lluvia de ideas es una técnica que se puede aplicar muy bien dentro de este tipo de análisis, en el cual se analizan las causas que pudieran tener algún tipo de influencia en el problema, en alguno de los siguientes puntos: los Operadores, la Maquinaria, la Materia Prima, el Medio Ambiente y los Métodos de trabajo (Figura No. 4). Se definen aquellos de mayor influencia y se ponen a prueba para ver su efecto real, y solo invertir tiempo y dinero en aquellos que tienen un aporte significativo. Aquellos que mostraron efecto positivo y duradero, se implementan dentro del sistema, entonces se sistematiza y documenta como parte de la operación normal.



Este sistema de solución de problemas se usa ciclicamente, obteniendo como resultado una mejora continua.

3.7.2. ISO 9000 (14)

ISO (International Standard Organization). Es una norma Internacional para Sistemas de Calidad. ISO 9000 establece reglas para que una empresa pueda establecer un Sistema de Administración por Calidad (SAC) efectivo y así cumplir con las necesidades de sus clientes.

Con la Norma ISO 9000 se busca:

- Contar con una estructura basada en un modelo orientado al proceso
- Prever que la norma pueda ser implementada a la medida de las operaciones, permitiendo la omisión de requerimientos que no apliquen para algunas organizaciones
- Incluir la demostración y evidencia de la mejora continua y la prevención de no conformidades
- Que la norma ISO 9000 establezca el requerimiento de la efectividad del sistema de calidad
- La simplificación del uso de las normas ISO 9000, que facilite el entendimiento; con el uso de una terminología y un lenguaje claro

La norma ISO 9000:2000 (liberada a finales del año 2000) se basa en el Principio de la Administración de la Calidad el cual se refiere a la serie de requerimientos para dirigir y operar una organización, con la finalidad de asegurar la mejora continua del desempeño, por un período largo de tiempo, siempre enfocado al cliente.

Las 8 "cláusulas" de la norma ISO 9000:2000 son:

1. Objeto y campo de aplicación. Especifica los requerimientos para un SAC (Sistema de Aseguramiento de Calidad) donde una organización: Necesita demostrar su habilidad de proveer consistentemente un producto que satisfaga los requerimientos tanto del cliente como los regulatorios.

2. Referencias normativas. Esta cláusula es para hacer referencia a las disposiciones de la norma internacional ISO 9000.

3. Términos y definiciones. Hace referencia a los términos para describir la cadena de suministros:

Proveedor --> organización --> cliente

4. Sistema de gestión de la calidad. En ésta cláusula se hace referencia al sistema de calidad (las características que debe poseer éste como son: procesos, secuencia e interrelación de éstos, etc.), además se describe la parte documental del sistema.

5. Responsabilidad de la dirección. Se definen términos como: el compromiso de la dirección (disponibilidad de recursos para satisfacer las necesidades del cliente), política de calidad, planificación y responsabilidad, autoridad y comunicación dentro de la empresa.

6. Gestión de los recursos. Esta cláusula destaca el compromiso de la organización para determinar y proporcionar los recursos necesarios para implementar y mantener el sistema de calidad y la satisfacción del cliente. Además se hace mención de que los recursos humanos que afecten a la calidad del producto deben ser competentes con base en la educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas. Otro punto importante es la infraestructura, ya que también la organización debe determinar y proporcionar los recursos para lograr la conformidad de los requisitos del producto.

7. Realización del producto. Se refiere a la planificación y el desarrollo de los procesos necesarios para la realización del producto. Es importante destacar que en este apartado la norma pide que se determinen e implementen las disposiciones eficaces para la comunicación con el cliente. Otro apartado de esta cláusula es lo referente al diseño del producto; así como la parte de compras y la prestación de servicios.

8. Medición, análisis y mejora. En la norma ISO 9000:2000 el análisis y la mejora son muy importantes, ya que se deben planificar e implementar los procesos que demuestren el desarrollo del sistema enfocado a la mejora continua. Además en este punto se hace mención al análisis de datos, puesto que estos son la evidencia de la mejora. Adicionalmente en esta cláusula se manejan las acciones correctivas y acciones preventivas así como el manejo del producto no conforme.

Este sistema es de uso interno en las empresas, ya que los consumidores no lo conocen y por lo mismo no le dan valor, sin embargo, en el ámbito interno es de vital importancia, ya que una medida para que una empresa sea considerada por otra como un posible proveedor es la definición y fortaleza de sus Sistemas de Calidad, y aquí es donde el ISO 9000 tiene su principal valor, ya que ayuda a mejorar sistemáticamente los sistemas de calidad de una empresa.

3.8. ATENCION A DEPENDENCIAS GUBERNAMENTALES

3.8.1. Secretaría de Salud

Una de las relaciones más frecuentes que se tiene con una dependencia gubernamental es la de la Secretaría de Salud, ya que con una frecuencia de aproximadamente tres meses se recibe una visita de inspección por parte de ellos, para evaluar el nivel sanitario de la planta y de los productos elaborados. Estas inspecciones constan de un recorrido a lo largo de toda el área de Producción, donde se observa el estado sanitario del edificio y de la maquinaria, así como las prácticas sanitarias del personal, haciendo las observaciones que a criterio del inspector sea conveniente corregir. También se hace una toma de muestras de productos para ser analizados en sus propios laboratorios, dejando muestras similares para su análisis por parte de la planta, para tener un parámetro de comparación. Posterior a esto se realiza una revisión de los sistemas para mantener el estado sanitario de la planta desde el punto de vista de control de plagas y limpiezas programadas de la maquinaria, así como los reportes de la calidad sanitaria de las Materias primas empleadas para la fabricación de productos.

Una vez que se ha realizado la inspección y la revisión de la documentación, se procede al llenado del acta de inspección, en la cual se asientan los puntos que deberán ser corregidos por parte de la planta y que serán revisados en futuras inspecciones.

3.8.2. SEMARNAT

La SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales) es el Organismo regulador de todos los aspectos que tienen que ver con las disposiciones ecológicas que la empresa debe cumplir. Los puntos que las auditorías de este organismo contempla a cumplir son:

- Impacto en el Aire: Niveles de emisión de contaminantes a la Atmósfera.
- Impacto en el Suelo: Niveles de contaminación del suelo y subsuelo.
- Impacto en el Agua: Calidad del agua que se descarga a la red municipal o a cuerpos de agua.
- Residuos Peligrosos: Generación y Disposición de residuos considerados peligrosos para la salud pública.
- Residuos no Peligrosos: Generación y Disposición de residuos no tóxicos.
- Legislación Ambiental: Cumplimiento a todos y cada uno de los requerimientos de la Legislación vigente.

- **Administración Ambiental:** Estructura de Administración basada en la norma ISO 14000.
- **Riesgo:** Estudio del impacto potencial de daños a la comunidad (derrames, explosiones, incendios, etc.)
- **Impacto en los Recursos Naturales:** Efectos por el uso de recursos naturales (agua de pozo).
- **Entorno Socioeconómico:** Análisis de la ubicación de la empresa y su entorno (zonas habitacionales, arqueológicas, reservas naturales, etc.)

3.8.3. STPS

La STPS (Secretaría del Trabajo y Previsión Social) es quien se encarga de revisar todos los aspectos relacionados con la seguridad industrial dentro de las plantas productivas. La STPS realiza inspecciones a las instalaciones de la Planta poniendo especial atención a Factores Higiénicos y de Seguridad.

3.9. ASESORIA ESPECIALIZADA

Existen organismos como el AIB (American Institute of Baking), que ofrece capacitación en aspectos de panificación y mantenimiento básico, así como asesorías desde el punto de vista legal, sanitario y desarrollo de tecnología, asesoría y auditoría para certificación HACCP.

La QBA (Quality Bakers of America) es una asociación que realiza auditorías a plantas panaderas que se encuentran afiliadas a ella, cuyo objetivo es ayudar a estas plantas a mejorar sus sistemas sanitarios y de operación.

Las auditorías de la QBA se centran en tres aspectos básicos que son de interés para el área de Manufactura: Sanidad, Mantenimiento y Fabricación.

Sanidad. En este aspecto las auditorías tienen como objetivo la sistematización de las limpiezas de la planta de producción, tanto en áreas que tienen contacto con el producto, como las que no lo tienen, y las prácticas sanitarias del personal, con el fin de asegurar la elaboración de productos higiénicamente satisfactorios.

Mantenimiento. Se revisa la programación de los trabajos de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, para permitir una operación continua de la maquinaria. El profesionalismo con el cual las reparaciones son hechas y el nivel

sanitario que la maquinaria permite mantener, así como el estado físico de la planta en general.

Fabricación. Se revisa la estandarización de la operación desde el punto de vista de control y consistencia de los procesos. Que exista la suficiente información de la operación para que puedan ser ajustadas las máquinas siempre en los mismos niveles y con esto asegurar que los productos guardaran una consistencia a lo largo del tiempo.

4. RECOMENDACIONES

El proceso de fabricación de pan no es algo que en la actualidad se pueda controlar de manera que funcione siempre igual, debido a la fermentación a la que regularmente es sometido y a la variedad de factores que intervienen en éste proceso, causados en parte por la variación en la calidad de los materiales empleados, principalmente harina, agua y levadura, y por la presencia de un gran número de levaduras silvestres que hay tanto en el ambiente como en la misma materia prima.

Sin embargo teniendo cuidado en algunos aspectos básicos de control se puede tener un proceso lo suficientemente controlado como para que la calidad del producto sea perceptiblemente similar y no afecte al gusto del consumidor.

Dichos puntos básicos son:

- Ajuste de la velocidad de fermentación a través del control de la temperatura y acondicionamiento del agua, por medio de tratamientos físicos como la Osmosis inversa y adición controlada de minerales, en el primer proceso de fermentación y su seguimiento a través de mediciones de pH y acidez.
- Adecuado desarrollo reológico de la masa, cuidando la relación de la cantidad de agua empleada y el tiempo de desarrollo de la misma, lo cual si bien es cierto no se puede hacer en función de una ecuación matemática si se tiene como referencia importante los datos de análisis de harina (Tolerancia al mezclado, tiempo de desarrollo de la masa y absorción de la harina). En la Industria se usan métodos empíricos para establecer el desarrollo "óptimo" de las masas, pudiendo emplearse mediciones mecánicas en las mezcladoras que pueden ser escalados de equipos de laboratorio, donde se miden los aspectos reológicos de las masas, simulando el funcionamiento de los Farinógrafos. Este tipo de estudios ya se están desarrollando en el ámbito experimental tomando en cuenta los consumos de potencia de los motores y haciendo gráficos similares a los que se obtienen con los equipos de laboratorio.
- Humedad relativa en la cámara de fermentación (85%), cuidando la característica en la hogaza de ser suave y no pegajosa. Para esto se aplican los principios físicos del Punto de rocío y la Relación de Temperatura y Humedad dentro de las cámaras de fermentación.
- Tiempo y temperatura de Horneo, que si bien no se puede dar un estándar que aplique a todos los productos y tipos de horno si se puede generalizar que las características finales del producto un color dorado uniforme. Por la diferencia marcada de los tipos de hornos que se pueden manejar en ésta industria, es importante considerar las formas de Transferencia de calor que aplican a cada principio de operación de los hornos, ya que todas ellas (Convección, Conducción, Radiación) son usadas para distintos tipos de Productos o calidades

que se deseen obtener. Hoy en día comienzan a hacerse más comunes los hornos de Microondas en la Panificación, ya sea solos o una combinación con alguno de los mecanismos de transferencia tradicionales.

- **Enfriamiento**, que aunque regularmente se puede manejar un tiempo fijo es necesario asegurar que el producto se envuelva a una humedad del 38% lo cual le permitirá tener un producto suave en el mercado. Para esto es básico entender los factores que afectan la retrogradación del almidón, que define la suavidad de un pan y el tiempo que ésta se conservará en el producto terminado durante su vida útil.

Además del proceso de elaboración de pan de caja, la revisión aquí realizada sobre las responsabilidades básicas de un Jefe de Producción es solo una breve lista de las necesidades tanto técnicas como administrativas, las cuales normalmente no están desarrolladas en un Ingeniero en Alimentos al momento de su graduación. Esto más que ser un problema debe tomarse como una oportunidad para poder desarrollar algunos aspectos que de manera real se necesitarán al iniciar el desarrollo profesional de la carrera. Si bien es cierto que la mayor parte de las habilidades requeridas para desempeñar un puesto en una empresa serán desarrolladas durante el desempeño del trabajo normal, es de gran ayuda iniciar un trabajo con ciertas ventajas de conocimientos teóricos y prácticos.

Hay algunos aspectos básicos que son similares en cualquier tipo de industria donde un Ingeniero en Alimentos tiene la oportunidad de desarrollarse profesionalmente:

- **Aspectos Laborales:** Conocimiento de la Ley Federal del Trabajo, principalmente aquellos relacionados con los Derechos y Obligaciones de Patrones y Trabajadores. Un punto a destacar en las Relaciones Laborales tiene que ver con el trato al personal, ya que éste no debe ser tratado con un Recurso de la Empresa, sino como un Activo y merece ser tratado como ser Humano. Existen Instituciones que buscan desarrollar en los Empresarios no sólo técnicas para Dirección y Administración de Empresas, sino también la importancia de las relaciones interpersonales y el trato digno de la persona. (IPADE (Instituto Panamericano de Alta Dirección de Empresas), ICAMI (Instituto de Capacitación de Mandos Intermedios). Instituciones como la USEM (Unión Social de Empresarios de México) además de juntas y conferencias periódicas tiene una publicación donde se tratan principalmente los conceptos de la Dignidad de la Persona y la Empresa Humana, basado en los principios de la Doctrina Social Cristiana).
- **Requerimientos básicos de la SSA (Secretaría de Salubridad y Asistencia) y FDA (Food & Drug Administration)** respecto a las condiciones sanitarias que la Planta debe tener. Es imprescindible desarrollar una cultura de seguridad de los

Alimentos, ya que en algunos casos el producto se consume directamente sin que haya algún proceso posterior a su compra. Estos requerimientos son similares para ambos y se basan en el cumplimiento a:

- Un programa de Seguridad de Alimentos
- Control de Plagas
- Buenas Prácticas de Manufactura
- Mantenimiento y funcionalidad de las Instalaciones
- Prácticas de Limpieza
- Condiciones de Almacenamiento adecuadas para los Materiales y Rotación de Inventarios.

- Requerimientos de la SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales) en lo referente a las condiciones de ecología que la industria debe cumplir, ya que forma parte de la Sociedad y debe respetar todas las leyes en beneficio de la Población. La SEMARNAT ha implementado planes de Verificación y Certificación de las Empresas, conjuntándolo con el ISO 14000 para el cumplimiento y regulación en materia de Ecología.
- HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) (Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (ARCPP)), en qué consiste y como se aplica en la industria. Hoy en día no hay una ley que obligue a tener un sistema de HACCP, pero en los Estados Unidos la FDA ya contempla la normatividad necesaria para su legislación en el corto plazo, esto apoyado por el creciente número de alergias que se han detectado con algunos materiales (alergenos). Algunas empresas ya manejan al HACCP como un requisito interno para sus proveedores. Toda Industria de Alimentos que tenga la intención de exportar sus productos a los Estados Unidos o Europa debe tener implementado un programa de HACCP. Ya existen empresas en los Estados Unidos que lo piden como un requisito indispensable para la importación de productos. En los Estados Unidos toda la Industria Alimentaria tiene planes HACCP que son auditados por el Ejército (US Army), USDA (United States Department of Agriculture), el AIB (American Institute of Baking) y algunos otros organismos no gubernamentales. Estos sistemas le sirven a las empresas para reducir los riesgos de contaminación de los alimentos y como protección a las demandas de los consumidores. Las medidas en materia de seguridad en alimentos se intensificaron en los Estados Unidos a raíz de los atentados terroristas del 11 de septiembre del 2001, y esto es mayor para los productos de importación en este país. Si se requiere acreditarse con reconocimiento en México, la empresa que se contrata debe estar reconocida por la EMA (Entidad Mexicana de Acreditación), tanto para HACCP e ISO 9000, lo cual no garantiza que sea reconocida en otro país, ya que estas acreditaciones son válidas para cada empresa sólo en los países donde son reconocidas.
- ISO 9000, en que consiste y cómo se aplica en la industria. Estos sistemas, si bien no son reconocidos por los consumidores, si le dan a la Industria métodos de trabajo que le permiten asegurar la consistencia de sus procesos y por lo tanto de

su calidad. El sistema que se tiene que implementar para tener una certificación ISO 9000 es muy valiosa desde el punto de control de procesos y como un valor agregado para quienes reciben un servicio de la empresa certificada, ya sea de Servicio o de Manufactura, incluso es un requisito para poder hacer negocios entre empresas.

Estos puntos que se requieren en todas las industrias, es importante darles el realce que tienen, ya que tarde o temprano el Ingeniero en Alimentos, como responsable de alguna parte del proceso de Fabricación o Administración en una empresa, debe aplicarlos y por lo mismo es necesario que se tengan los conocimientos básicos de ellos.

5. CONCLUSIONES

En la actualidad la elaboración del Pan de Caja en el ámbito industrial es un proceso artesanal que se ha ido tecnificando pero sin llegar a controlarlo de manera que se asegure que la calidad del producto siempre será la misma. Hay muchos estudios que buscan definir los mecanismos de acción que se dan en las reacciones del proceso de panificación, sin embargo éstos aún son muy básicas como para poder explicar sus comportamientos.

A pesar de ello, la industria mantiene controles que son lo suficientemente prácticos y seguros como para que la calidad del producto se mantenga dentro de un rango de aceptación por el consumidor.

Los principales problemas a que se enfrenta un supervisor de producción en el control de su proceso es la variación que tiene básicamente de dos materias primas: harina y agua, las cuales no esta en sus manos asegurar la uniformidad de las mismas, con excepción del agua donde si se puede instalar un sistema de acondicionamiento de agua para suavizarla y posteriormente agregar las sales necesarias para su proceso. Para ello se hace necesario que se realicen Supervisiones sistemáticamente al Proceso y a las Materias Primas para monitorear las posibles desviaciones y hacer las correcciones pertinentes.

Por tratarse de una Fermentación, la industria de la panificación requiere encontrar procedimientos que le permitan controlar este proceso y con ello asegurar la calidad de su producto y facilitar el control de su proceso, dichos estudios en su mayoría son elaborados por el American Institute of Baking (AIB) en los Estados Unidos y publicados en Boletines Técnicos, los cuales aún no se estructuran en un estudio integral.

Desde el punto del trabajo de campo, el Ingeniero en Alimentos debe manejar dos vertientes: Por un lado las Relaciones Laborales, ya que uno de sus principales objetivos es que el personal a su cargo realice las tareas que le son asignadas, siendo ellos los primeros en aplicar sus conocimientos técnicos y experiencia. Esta es la parte más complicada de la vida Laboral del Ingeniero en Alimentos y es la que menos se atiende desde el punto de vista académico, y por el otro los conceptos técnicos de la elaboración de pan, los cuales conoce, parcialmente, ya que son vistos en diferentes momentos de su plan de estudios, teniendo que reunirlos y enfocarlos a los diferentes procesos que conforman la Panificación. Incluye los conocimientos teóricos básicos vistos en las asignaturas de Química, Bioquímica, Termodinámica, Análisis de Alimentos, Estadística, Operaciones Unitarias y los conceptos básicos adquiridos en los Laboratorios en general.

Por esta razón es importante que en el Plan de Estudios de la carrera sea considerado éste aspecto y reforzarlo con Prácticas Profesionales (plan de Becarios) en la Industria, buscando que el desempeño profesional se pueda dar de una manera más natural y que ayude a definir a los recién egresados sobre sus preferencias de desarrollo profesional. Otros mecanismos de actualización son los Seminarios que se dan dirigidos para la Industria y las Exposiciones, ya sea de Tecnología de Ingredientes y Procesos o de Equipo Industrial, los cuales cada vez son más comunes en nuestro País.

6. BIBLIOGRAFÍA

- 1.-DUBOIS, DONALD K. Dough strengtheners & crumb softeners: Definition & Classification. American Institute of Baking. Technical bulletin, Vol. I, Issue 4, 1979.
- 2.-DUBOIS, DONALD K. Chemical Leavening. American Institute of Baking. Technical bulletin, Vol. III, Issue 9, 1981.
- 3.-DUBOIS, DONALD K. Sweeteners: Classification, properties, and functions in bakery foods. American Institute of Baking. Technical bulletin, Vol. VI, Issue 6, 1984.
- 4.-EUSTACE, DALE. Wheat flour milling. American Institute of Baking. Technical bulletin, Vol. X, Issue 11, 1988.
- 5.-HARTNETT, DEDORAH I. Cake emulsifiers. American Institute of Baking. Technical bulletin, Vol. II, Issue 1, 1980.
- 6.-KULP, KAREL. Staling of bread. American Institute of Baking. Technical bulletin, Vol. I, Issue 8, 1979.
- 7.-KULP, KAREL. Oxidation in baking processes. American Institute of Baking. Technical bulletin, Vol. III, Issue 6, 1981.
- 8.-POMERANZ, YESHAJAHU. Wheat: Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists, Inc. Third Edition, 1988. Vol. I y II.
- 9.-PYLER, ERNST J. Baking Science & Technology. Sosland Publishing Company. Third Edition, 1988. Vol. I y II.
- 10.-SUTHERLAND, ROY. Hydrogen ion concentration (pH) and Total Titratable Acidity tests. American Institute of Baking. Technical bulletin, Vol. XI, Issue 5, 1989.
- 11.-WULF T. DOERRY, ANNABEL ROSS and ARDITH BAKER. Liquid preferments: a study of factors affecting fermentation parameters and bread quality. American Institute of Baking. Technical bulletin, Vol. VII, Issue 6, 1985.
- 12.-Taller: HACCP impartido por el AIB (American Institute of Baking). Cuaderno de trabajo.

13.-Normas Consolidadas del AIB para la Seguridad de los Alimentos. AIB (American Institute of Baking).

14.-Curso: Introducción, Implementación y Documentación ISO 9001:2000, impartido por EDP (Evaluación y Desarrollo de Proveedores, S.C.). Cuaderno de notas.

6.1. SITIOS WEB RECOMENDADOS

- AIB (American Institute of Baking): www.aibonline.org
- EMA (Entidad Mexicana de Acreditación): www.ema.org.mx
- FDA (Food & Drug Administration): www.fda.gov
- HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points): www.cfsan.fda.gov/~lrd/haccp.html
- ICAMI (Instituto de Capacitación de Mandos Intermedios): www.icami.com
- IPADE (Instituto Panamericano de Alta Dirección de Empresas): www.ipade.mx
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales): www.semarnat.gob.mx
- SEMARNAT (Ecología): www.semarnat.gob.mx/marco_juridico/index.shtml
- SSA (Secretaría de Salubridad y Asistencia): www.ssa.gob.mx
- USDA (United States Department of Agriculture): www.fsis.usda.gov
- USEM (Unión Social de Empresarios de México): www.usem.org.mx