

T/205, / 2774

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



USO INDUSTRIAL DE ADITIVOS ALIMENTARIOS EN LA ELABORACIÓN DE
PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN Y PASTELERÍA

TRABAJO MONOGRÁFICO

PARTE COMPLEMENTARIA DE LA MODALIDAD "D" EXAMEN DE
HABILITACIÓN PROFESIONAL MEDIANTE CURSOS
DE ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

ALEX EDWIN GRAU BAZÁN

ASESORES:

Ing°. URÍAS MOSTACERO PLASENCIA
Ing°. LUIS ANTONIO RAMOS QUESNAY

CAJAMARCA - PERÚ

2014



Universidad Nacional de Cajamarca

Norte de la Universidad Peruana
Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias
Telefax 076 - 365846 - Anexos 107 - 108

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO MONOGRÁFICO

En Cajamarca, a las ocho días del mes de mayo del año dos mil Catorce, se reunieron en el ambiente **2C- 201** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del jurado designados por Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 104-2014-FCA-UNC, de fecha 07/05/2014, con el objetivo de evaluar la sustentación del Trabajo Monográfico Titulado "**USO INDUSTRIAL DE ADITIVOS ALIMENTARIOS EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN Y PASTELERÍA**", bajo la modalidad "D"- Examen de Habilitación Profesional mediante cursos de Actualización, el mismo que fue sustentado por el Bachiller en Industrias Alimentarias Sr. **ALEX EDWIN GRAU BAZÁN**, para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias.

A las Dieciocho horas y cinco minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del Trabajo Monográfico, formulación de preguntas y de la deliberación del Jurado; el Presidente del Jurado anuncio la aprobación por unanimidad, con el calificativo de diecisiete (17), que constituye el 50 % de la nota final del Curso de Actualización con fines de Titulación correspondiente.

A las 19 horas y 40 minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Cajamarca, 08 de mayo del 2014.

Dr. Ing. Segundo Berardo Escalante Zumaeta
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Ricardo Uriol Valverde
SECRETARIO

Ing. M. Sc. Víctor Eudelfio Torrel Pajares
VOCAL

Ing. Luis Antonio Ramos Quesnay
ASESOR

Ing. Urias Mostacero Plasencia
ASESOR

ÍNDICE

CONTENIDO

PÁGINA

Capítulo I

Introducción.....	1
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	2
Justificación.....	3

Capítulo II: Aspectos Generales sobre el Trigo y las Harinas

2.1. El trigo consideraciones generales.....	4
2.2. Características del trigo.....	4
2.3. Partes del trigo.....	4
2.4. Clasificación del trigo.....	4
2.4.1. Trigos vítreos y harinosos: clasificación según la textura del endospermo.....	4
2.4.1.2. Vítrea.....	4
2.4.1.3. Harinosa.....	4
2.4.2. Trigos fuertes y flojos: clasificación según el tipo de pan.....	5
2.4.2.1. Trigos duros.....	5
2.4.2.2. Trigos semiduros.....	5
2.4.2.3. Trigos blandos.....	5
2.4.2.3.1. Trigos flojos.....	5
2.4.2.3.2. El trigo débil.....	5
2.4.3. Trigos duros y blandos: clasificación según la variedad botánica.....	5
2.4.3.1. Trigos duros (durum).....	5
2.4.3.2. Trigos blandos (vulgare).....	5
2.4.4. Trigos de invierno y verano: clasificación según el tiempo de siembra.....	6
2.4.4.1. Trigo de primavera.....	6
2.4.4.2. Trigo de invierno.....	6
2.5. Composición química del grano.....	6
2.5.1. Grano total.....	7
2.6. Propiedades funcionales del almidón.....	7
2.6.1. Cristalinidad.....	7
2.6.2. Birrefringencia.....	7
2.6.3. Solubilidad en agua fría.....	8
2.6.4. Absorción de agua.....	8
2.6.5. Poder de hinchamiento.....	8
2.7. Cambios en el almidón producidos por tratamientos térmicos.....	8
2.7.1. Gelatinización.....	8
2.7.2. Pastificación.....	9
2.7.3. Retrogradación.....	10
2.7.4. Sinéresis.....	10

Capítulo III: Materias Primas en Panificación

3.1. Harinas en panificación.....	11
-----------------------------------	----

3.2. Características organolépticas.....	11
3.2.1. Color.....	11
3.2.2. Tolerancia.....	12
3.2.3. Blanqueo.....	12
3.2.4. Maduración.....	12
3.2.5. Absorción.....	12
3.2.6. Extracción.....	13
3.2.6.1. Grado de extracción de la harina.....	13
3.2.7. Enriquecimiento.....	14
3.2.8. Fuerza.....	14
3.2.9. Separación.....	15
3.3. Composición química de la harina.....	15
3.4. Clasificación breve de harinas.....	15

Capítulo IV: El Pan

4.1. Definiciones y denominaciones.....	17
4.2. Definición de pan especial.....	17
4.2.1. Por su composición.....	17
4.2.2 Duración del pan especial.....	17

Capítulo V: Aditivos o Mejoradores en Panificación y Pastelería

Capítulo VI: Mejoradores con Valor Nutritivo

6.1. Acondicionadores de la masa y su composición.....	19
6.2. Grasas.....	19
6.2.1. Resumen de los efectos de la grasa.....	20
6.3. Harina de soja o soya.....	20
6.3.1. La soya como agente blanqueante de la harina.....	20
6.3.2. Modificaciones observadas en la evolución de los lípidos.....	21
6.3.3. Oxidación del gluten por la harina de soya.....	23
6.4. Harinas de habas.....	23
6.5. Harinas de malta.....	23

Capítulo VII: Emulsionantes, Surfactantes o Agentes Tenso activos

7.1. Definición.....	24
7.2. Emulsionantes empleados en panificación.....	25
7.2.1. Emulsionantes naturales.....	25
7.2.1.1. Lecitinas.....	25
7.2.3. Emulsionantes artificiales.....	26
7.2.3.1. Monoglicéridos de ácidos grasos.....	26
7.2.3.2. Mono y diglicéridos de ácidos grasos esterificados.....	27
7.2.3.3. Éster monoglicérido del ácido diacetil tartárico.....	27
7.2.3.4. Ésteres de ácido tartárico diacetilado con ácidos grasos de mono y diglicéridos [ésteres de data].....	27
7.2.3.5. Estearoil-2-lactilato de sodio SSL.....	28

Capítulo VIII: Agentes para el Tratamiento de las Harinas

8.1. Ácido ascórbico.....	33
8.2. Ascorbato de calcio.....	35
8.3. Ortofosfato monocálcico	35
8.4. Fosfato monocálcico.....	35
8.5. L-cisteína.....	35
8.6. Persulfato potásico.....	35
8.7. Persulfato amónico.....	36
8.8. Bromato potásico.....	36
8.9. Agentes oxidantes en USA.....	36

Capítulo IX: Coadyuvantes de la Fermentación

9.1. Enzimas.....	38
9.2. Coadyuvantes en el procesamiento de panificación y pastelería.....	38
9.2.1. α -amilasas.....	38
9.3.1.1. Amilasa de origen fúngica.....	40
9.3.1.2. α -amilasa cereal (harina de malta).....	41
9.3.1.3. α -amilasa bacteriana.....	41
9.4. β -amilasa.....	42
9.5. Hemicelulasas.....	42
9.6. Pentosanasas.....	42
9.7. Proteinasas.....	41
9.8. Lipoxigenasas.....	44

Capítulo X: Conservantes

10.1. Ácido sórbico	49
10.2. Sorbato potásico.....	49
10.3. Sorbato cálcico.....	49
10.4. Ácido propiónico.....	49
10.5. Propionato de sodio.....	49
10.6. Propionato de calcio.....	50
10.7. Propionato de potasio.....	50

Capítulo XI: Gasificantes o Leudantes

11.1. Leudantes químicos o artificiales.....	52
11.1.1. Bicarbonato de sodio.....	52
11.1.2. Bicarbonato de potasio y bicarbonato de amonio.....	52
11.1.3. Ácidos leudantes.....	53
11.2. Polvo de hornear.....	53
11.2.1. Polvos de acción simple.....	53
11.2.2. Polvos de doble acción.....	53
11.3. Efectos sobre los productos horneados.....	54

Capítulo XII: Envejecimiento del Pan

12.1. Deterioro microbiológico.....	56
12.1.2. Alteración por mohos.....	57

12.1.3. Alteración bacteriana.....	57
12.2. Deterioro físico.....	58
12.2.1. Retrogradación del almidón.....	58
12.3. Control tecnológico del envejecimiento del pan.....	60
Capítulo XIII: Estabilizantes, Espesantes y Gelificantes	61
Capítulo XIV: Reguladores de pH	62
Capítulo XV: Antiapelmazantes	63
Capítulo XVI: Desmoldeadores	64
Capítulo XVII: Excipientes	65
Capítulo XVIII: Humectantes	66
Capítulo XIX: Colorantes	67
Capítulo XX	
Conclusiones.....	68
Capítulo XXI	
Bibliografía.....	69
Capítulo XXI	
ANEXOS	72
ANEXO 1: Los aditivos en la industria panadera y pastelera.....	76
ANEXO 2: Porcentajes de los principales aditivos denominados mejoradores empleados en panadería y pastelería.....	74
ANEXO 3: CODEX STAN.....	80

**USO INDUSTRIAL DE ADITIVOS ALIMENTARIOS EN LA
ELABORACION DE PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN Y
PASTELERIA**

DEDICATORIA

*A mi hijo, Fabrizzio Grau, que con su existencia
lleno mi vida y porque entre llantos y risas me
da la fuerza e inspiración para salir adelante y
cumplir mi sueño de realizarme como profesional.*

*A mi madre, Elizabeth Bazán, por ser ejemplo
de vida y constancia, por todo su amor,
dedicación y entrega, por guiarme en
todos estos años de mi carrera y así verme
realizado como profesional.*

El autor.

AGRADECIMIENTO

A lo largo de la realización de esta monografía, se han ido cumpliendo la mayor parte de mis ilusiones a nivel personal y profesional. Esto no hubiera sido posible sin la ayuda desinteresada de personas que pertenecen a distintos ámbitos. Por ello me gustaría que quedara constancia en estas líneas que ha sido una experiencia muy fructífera el poder aprender de todos ellos y agradecerles su ayuda.

A mis asesores, al Ing. Urías Mostacero Plasencia y el Ing. Luis Antonio Ramos Quesnay que me han dado la oportunidad de introducirme en el mundo de la investigación y por enseñarme las pautas de cómo realizar este trabajo; sin su colaboración este proyecto no habría sido posible.

A todos los compañeros de promoción por su colaboración.

Me gustaría agradecer de manera muy especial a Amigos Javier, Manolo, Jorge, por confiar en mí y brindarme la gran oportunidad de ver realizado el sueño de culminar este trabajo.

A mi pequeño, Fabrizzio, por los ratitos que me permitió robarle para poder culminar este trabajo. Muchas gracias por recibirme siempre con una sonrisa entre abrazos y besos.

El Autor.

RESÚMEN

El uso de aditivos alimentarios en la industria de productos de panificación y pastelería está creciendo de forma acelerada en los últimos años, para lograr mejores resultados en el producto final. Para realizar un proceso tecnológico eficiente en la elaboración de panes y pasteles, es necesario utilizar aditivos o mejoradores con lo cual se logra un ahorro en tiempo en el proceso, se evita la oxidación de las grasas presentes en las harinas, además se mejora la duración de la vida útil del producto, estos conocimientos tecnológicos mejoran la textura de la masa, viscosidad, palatabilidad, flavor, aroma, y otros, como parte del proceso directo de elaboración de masas. Pero el uso indiscriminado de estos mejoradores o aditivos de harina y masa hacen que se utilice de forma indiscriminada, por técnicos o personas que no conocen sobre el empleo de estos mejoradores aplicados en la tecnología panadera y pastelera. El presente trabajo analiza, diferencia y dosifica los límites máximos y mínimos permitidos en la elaboración de productos de panadería y pastelería. El uso de aditivos o mejoradores como son, emulsionantes, leudantes, conservantes, coadyuvantes de la fabricación, agentes para el tratamiento de harinas o complementos panarios que en si son oxidantes, mejoradores con valor nutritivo, antiapelmazantes, reguladores de pH, excipientes, humectantes, (estabilizantes, espesantes y gelificantes); todos estos mejoran el proceso de elaboración de productos de pastelería y panadería.

Palabras clave: mejoradores o aditivos, emulsionantes, conservantes, leudantes, coadyuvantes

ABSTRACT

The use of food additives in the baking industry and confectionery products is growing rapidly in recent years, to achieve better results in the final product. For efficient technological process in the preparation of breads and pastries, you need to use additives or improvers thereby saving time is achieved in the process, the oxidation of fats in flour prevents further improves the duration the useful life of the product, these technological skills improve texture of the dough, viscosity, mouthfeel, flavor, aroma, and others, as part of the process of making direct mass. But the indiscriminate use of these enhancers or additives flour and make dough is used indiscriminately, for technical or people who do not know about the use of these enhancers used in the baking and pastry technology. This work analyzes, difference and the maximum and minimum dosing limits permitted in the manufacture of bakery. The use of additives or improvers such as emulsifiers, raising agents, preservatives, manufacturing aids, agents for the treatment of flour or supplements that panarios if oxidants, breeders with nutritional value, anticaking, buffers, excipients, wetting, (stabilizers, thickeners and gelling agents), all these improve the process of making pastry and bakery.

Keywords: improvers or additives, emulsifiers, preservatives, leavening, interveners

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La industria panificadora y pastelera en la región de Cajamarca, se encuentra atravesando un problema, que va desde el acopio de la materia prima, insumos, mejoradores o aditivos, proceso, conservación y calidad en el producto final; nuestros panificadores son personas que cuentan con un escaso conocimiento de los principios, técnicas, procesos científicos y tecnológicos que se producen en la elaboración de productos de panadería y pastelería. Desconocen las propiedades de las proteínas del trigo, es decir, su capacidad para formar una masa cohesiva una vez que el grano ha sido triturado (molido) y el producto resultante (la harina) humedecido (hidratado) y sometido a una mezcla (amasado). Esta etapa cohesiva es lo que los panaderos llaman “gluten” y que, una vez desarrollada, ha adquirido la capacidad de atrapar gases durante la fase de reposo (fermentación y expansión) y durante el horneado permite que la masa aumente de volumen y se haga más blanda, además se convierte en un alimento de mayor palatabilidad tras la fase final de calentamiento. El trabajo está dividido en capítulos que se inicia en el trigo, composición química, materias primas en panificación, denominaciones del pan, mejorantes en panificación y pastelería, además para elaborar éstos productos se va a diferenciar los principales mejoradores o aditivos como son mejoradores de valor nutritivo como la harina de soya mejorador pues aporta a la estructura del gluten brindando mayor unión, los emulsionantes pues su uso es el de evitar la retrogradación del almidón, de vital importancia están los agentes para el tratamiento de harinas que actúan como oxidantes al evitar el enranciamiento de las grasas presentes en el germen del trigo así como también ayudan a blanquear la harina y a reforzar las cadenas de gluten, los coadyuvantes de la fermentación que en si son enzimas quienes ayudan a desdoblar el almidón formado por amilosa y amilopectina en monómeros más pequeños llamados glucosas para que así las levaduras realicen el proceso de fermentación y ayuden a elaborar masas con menores tiempos de fermentación, los conservantes que ayudan a largar la vida útil del producto evitando que los hongos y levaduras malogren el producto o la estabilidad del alimento, los leudantes biológicos y químicos en este trabajo sólo estudiaremos los químicos; éstos gasificantes importantes brindan la producción de CO₂ a las masas tanto en el área de bollería, galletería y pastelería. Los excipientes que sirven como agentes para mezclar los demás aditivos y mantenerlos en forma neutra, los gelificantes que tiene por función gelificar cuando la masa sobrepasa los 59 °C, los humectantes brindan humedad a los panes tortas y en especiales a los productos de pastelería, y los desmoldadores quienes evitan que el pan y las kekes se peguen a los moldes o planchas de horneado.

OBJETIVO GENERAL

Describir, analizar y comprender el uso industrial de aditivos alimentarios en la elaboración de productos de panificación y pastelería.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer el efecto del uso industrial de los aditivos alimentarios en la elaboración de productos de panificación y pastelería en función de sus propiedades tecnológicas.
- Explicar la influencia del uso industrial de aditivos alimentarios en la elaboración de productos de panificación y pastelería mejorando y alargando la vida útil en el producto terminado.
- Analizar y diferenciar las propiedades funcionales y las dosis recomendadas de aditivos por el Codex Alimentarius en la elaboración de productos de panadería y pastelería de alimentos inocuos y no cause daños a la salud del consumidor.

JUSTIFICACIÓN

Aunque la calidad del pan es siempre el objetivo principal del fabricante, las propiedades del material (masa) producida en el proceso, ejercen una influencia creciente sobre la elección de las materias primas principales y los aditivos necesarios; y, la producción resulta económica cuando las materias primas se almacenan, transportan y dosifican sin dificultades. Por tanto “el productor es, en esencia, un productor de alimentos y para lograr alimentos de calidad es necesario producir harinas y panes de calidad” (Claude 2011).

En la región de Cajamarca se utiliza cantidades importantes de harina, es de interés científico y tecnológico estudiar el uso de aditivos que se emplean en la industria panadera y pastelera. Por consiguiente, la trascendencia del presente trabajo radica en el análisis de diferentes aditivos utilizados en la elaboración de productos de panadería y pastelería que afectan en las propiedades organolépticas y vida útil del producto.

El uso de aditivos alimentarios empleados en la industria panadera y pastelera está justificado únicamente si ello ofrece alguna ventaja, no presenta riesgos apreciables para la salud de los consumidores, no induce a error a éstos, y cumple una o más de las funciones tecnológicas establecidas por el Codex y los requisitos como son conservar la calidad nutricional del alimento; aumentar la calidad de conservación o la estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades organolépticas, a condición de que ello no altere la naturaleza, sustancia o calidad del alimento de forma que engañe al consumidor; proporcionar ayuda en la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, transporte o almacenamiento del alimento, a condición de que el aditivo no se utilice para encubrir los efectos del empleo de materias primas defectuosas o de prácticas (incluidas las no higiénicas) o técnicas indeseables durante el curso de cualquiera de estas operaciones (CODEX STANDARD 1995).

Por éste y los factores expuestos anteriormente es indispensable un estudio de los principales aditivos alimentarios conocidos en la industria harinera, panadera y pastelera como mejoradores, el cual no ha sido estudiado a profundidad, a pesar de que existen estudios formales que dan cuenta del uso máximo permitido de aditivos de ingesta diaria.

CAPÍTULO II

2.-ASPECTOS GENERALES SOBRE EL TRIGO Y LAS HARINAS

2.1 El trigo consideraciones generales

Según Pigani (2010), afirma que la planta del trigo es un miembro de la familia de las gramíneas. Hay un gran número de especies y variedades del género *Triticum* (trigo), las que más interesan en la industria alimenticia son: *Triticum durum* (trigo duro) y *Triticum aestivum* (trigo pan).

El grano de trigo está formado por una semilla cubierta por el pericarpio llamado salvado, contiene principalmente almidón, proteínas, agua, y en menor proporción grasa, mineral, celulosa y vitaminas. El almidón es el componente en mayor proporción en el grano, representando el 70 % del peso seco de éste, la calidad industrial y sus propiedades funcionales dependen de las proteínas almacenadas insolubles, denominadas gluten (Lorenz 2011).

2.2. Características del trigo

La clasificación del trigo es la siguiente (Calaveras 2004).

El trigo corresponde a las monocotiledóneas, del orden de las glumíferas, familia gramineae, género *Triticum*.

2.3. Partes del trigo.

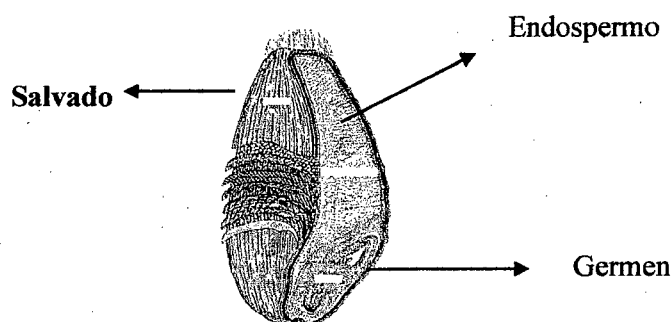


Figura 1: Partes del trigo (Calaveras 2004).

2.4. Clasificación del trigo

2.4.1. Trigos vítreos y harinosos: clasificación según la textura del endospermo

2.4.1.2. Vítreos son granos translúcidos (Calaveras 2004).

2.4.1.3. Harinosos son granos opacos un grano puede ser totalmente vítreo o harinoso pero también hay granos semi vítreos y semi harinosos. El peso específico de los granos vítreos generalmente es mayor. El carácter vítreo o farináceo es hereditario pero también es afectado por el medio ambiente (Calaveras 2004).

2.4.2. Trigos fuertes y flojos: clasificación según el tipo de pan

2.4.2.1. Trigos duros *Triticum durum* se caracterizan por un contenido importante en proteínas (13,5 - 15,0 %) y bajo contenido en agua. La harina que producen estos trigos se utiliza principalmente en la producción de pastas (Ramírez 2011).

El trigo fuerte: es rico en proteínas, y tiene un endosperma vítreo que al moler los gránulos de almidón se lesionan y por lo tanto tienen alto poder de absorción de agua; sus harinas son capaces de formar una masa fuerte y elástica, tan necesaria para la retención de dióxido de carbono (Pigani 2010).

2.4.2.2. Trigos semiduros *Triticum vulgare* son menos ricos en materia proteica (12-13 %), contienen un poco más de agua. Se utilizan principalmente para la fabricación de pan (Ramírez 2011).

2.4.2.3. Trigos blandos *Triticum club* son muy ricos en almidón proporcionando una harina muy blanca, contiene poca materia proteica (7,5 -10 %). Se utiliza para la fabricación de galletas, pasteles, etc (Ramírez 2011).

2.4.2.3.1. Trigos flojos dan harina con la que solamente se pueden conseguir pequeños panes con miga gruesa, suelen ser bajos en proteínas (Calaveras 2004).

2.4.2.3.2. El trigo débil que es bajo en proteínas, da una harina débil, con bajo contenido de almidón lesionado y por lo tanto menor capacidad de absorción. Sus harinas se usan para la fabricación de galletas y pasteles (Pigani 2010).

2.4.3. Trigos duros y blandos: clasificación según la variedad botánica

2.4.3.1. Trigos duros (*durum*)

Afirma que éstos trigos suelen ser grano largo y estrecho, duro, los extremos más o menos apuntados con un borde dorsal saliente, albumecórneo y de sección algo triangular. Por su gran cantidad de gluten y las propiedades coloidales de la misma se emplea preferentemente para la fabricación de macarrones, spaguetti y otras pastas alimenticias. Es un trigo semolero. Los trigos duros producen harina gruesa, arenosa, fluida y fácil de cernir. La dureza afecta a la facilidad con que se desprende el salvado del endospermo (Calaveras 2004).

2.4.3.2. Trigos blandos (*vulgare*)

Sostiene que la harina que de ellos se extrae es utilizada para la panificación. Por sus características analíticas pueden ser diferentes, dependiendo de la zona donde se siembra (Calaveras 2004).

2.4.4. Trigos de invierno y verano: clasificación según el tiempo de siembra

Según el tiempo en que crece, el trigo se clasifica en:

2.4.4.1. Trigo de primavera: que se siembra al comienzo de la primavera, crece en verano y se cosecha a finales de agosto según las zonas. Evitando así que las heladas e inclemencias climatológicas frenen su desarrollo natural y no lo dejen madurar. Sin embargo en áreas más continentales, con temperaturas invernales extremadas, se siembra el trigo generalmente en primavera y se llama trigo de primavera. El mejor trigo para harina de panificación es el trigo de primavera de Canadá y EE.UU, rico en proteína pero el precio de la importación ha aumentado debido a los aranceles de la Comunidad Europea (Charley 1999).

2.4.4.2. Trigo de invierno: sembrado en otoño, crece de forma lenta e inverna cuando llega el frío para cosecharse en verano. La diferencia es importante porque las variedades de trigo de invierno, tienden a dar un grano más blando con menor cantidad de proteína que las variedades de primavera. Tradicionalmente se ha considerado que la harina de trigo británico es ideal para galletería. Ésto, sin embargo dista mucho de estar claro por varias razones; el 80 % del trigo británico es trigo de invierno, por tanto el grano es blando en términos de molienda y los niveles proteicos son bajos (Charley 1999).

2.5. Composición química del grano

El trigo es un cereal con surco (arroz, sorgo, maíz no tiene surco). El H₂O está unido dentro del trigo en enlace de hidrógeno y formando redes tridimensionales. Las proteínas se presentan con estructura cuaternaria. El grano maduro de los cereales está formado por hidratos de carbono, vitaminas, lípidos, proteínas y sales minerales, las cuales son componentes básicos para una dieta humana. Los valores proporcionales de éstos compuestos tienen bastantes diferencias entre unos trigos y otros y no encontramos una composición exacta debido a la gran cantidad de variedades de trigos. Las partes morfológicas del grano y su composición varían en sus cantidades dependiendo del proceso de molturación que se lleve en la fábrica, incluso varían de un molino a otro (Calaveras 2004).

2.5.1. Grano total

Tabla 1: Extracción de harina al 75 %

Datos para extracción del 75 %		
Minerales	(1,8 %) :	Calcio, potasio, sodio, hierro, etc.
Lípidos	(2 %) :	ácidos graso, triglicéridos y ácidos grasos.
Agua	(14 %) :	Humedad
Almidón	(61 %) :	Exterior (15 %) } Medio (20 %) } Hidratos de carbono Interior (65 %) }
Proteína	(12,4 %) :	Glutenina, gliadina, enzimas
Polisacáridos	(8,8 %) :	Glucosa, maltosa, fibra.

Fuente: Calaveras 2004

2.6. Propiedades funcionales del almidón

En su conjunto la amilosa y la amilopectina, le confieren propiedades específicas al gránulo de almidón, que generalmente se consideran para determinar la aplicación de los productos elaborados a partir de este. Algunas propiedades funcionales del almidón son las siguientes: cristalinidad, birrefringencia, solubilidad, absorción de agua y poder de hinchamiento (Sánchez 2007).

2.6.1. Cristalinidad

El almidón es un material semicristalino, con una cristalinidad que se encuentra entre el 25-35 % dependiendo de la especie vegetal. La amilopectina es el principal componente responsable de la cristalinidad del gránulo de almidón. Que es producida por la longitud y el ordenamiento de sus cadenas ramificadas, sin embargo, también depende del porcentaje de amilosa (Ratnayake y Jackson 2006).

2.6.2. Birrefringencia

Cuando los gránulos de almidón son analizados bajo un microscopio con luz polarizada, se puede observar una sombra en forma de cruz, denominada "cruz de malta". A este fenómeno se le denomina birrefringencia y es un indicador del grado de ordenamiento de los gránulos de almidón. Midiendo la disminución de la birrefringencia de los gránulos es posible establecer, de manera indirecta, el intervalo de temperatura de gelatinización del almidón (Ratnayake y Jackson 2006).

2.6.3. Solubilidad en agua fría

El almidón es un biopolímero poco soluble debido a que la amilosa y la amilopectina se unen mediante puentes de hidrógeno, formando una estructura compleja, altamente organizada, que presenta una gran estabilidad a las múltiples interacciones que existen con sus dos polisacáridos constituyentes, su solubilidad depende de la cantidad disponible de éstos polímeros en el medio (Singh y Singh 2003).

2.6.4. Absorción de agua

La cantidad de agua fría absorbida por el almidón, dependerá del contenido de humedad del medio que lo rodea; el almidón absorbe agua hasta alcanzar el equilibrio con el medio circundante (proceso reversible); la absorción de agua fría provoca que el gránulo presente un hinchamiento incrementado el tamaño de su diámetro hasta un 10 %. En agua caliente, la absorción de agua está determinada por las fuerzas de unión en la estructura del gránulo de almidón, y de la temperatura a la que esté expuesto al gránulo de almidón (Mua y Jackson 1997).

2.6.5. Poder de hinchamiento

El poder de hinchamiento de los gránulos de almidón está relacionado directamente el tamaño y el contenido amilosa y amilopectina. Cuando los gránulos de almidón se sumergen en agua, las moléculas de agua se difunden, al interior del gránulo por lo que se hincha y cuando se calienta, se incrementa el volumen llegando el almidón a perder su cristalinidad y la amilosa puede ser lixiviada notablemente formando así un gel. Cuando más alto es el contenido de amilosa, más bajo poder de hinchamiento y menor es la fuerza del gel para la misma concentración de almidón (Mira et al, 2007).

2.7. Cambios en el almidón producidos por tratamientos térmicos

Cuando el almidón se encuentra en un medio acuoso y es calentado, se producen distintos cambios en su estructura, conforme se incrementa la temperatura, la gelatinización del almidón se hace evidente en el tratamiento. El análisis de viscosidad, es idóneo para expresar este comportamiento, que involucra el proceso de gelatinización, pastificación y retrogradación del almidón, tratado térmicamente (Sánchez 2007).

2.7.1. Gelatinización

Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría sin embargo, cuando la suspensión se calienta empieza un proceso lento de absorción de agua en las zonas amorfas (amilosa), que son

las menos organizadas y las más accesibles, ya que los puentes de hidrógenos no son tan numerosos, ni rígidos como como en las áreas cristalinas (amilopectina) (Ratnayakey y Jakson 2006).

Se presenta el perfil característico de un almidón nativo; a medida que se incrementa la temperatura, se retiene mayor cantidad de agua y el gránulo empieza a hincharse, aumentando su volumen, una vez que la parte amorfa se ha hidratado completamente, la cristalina inicia un proceso semejante, requiriendo mayor cantidad de energía (Sánchez 2007).

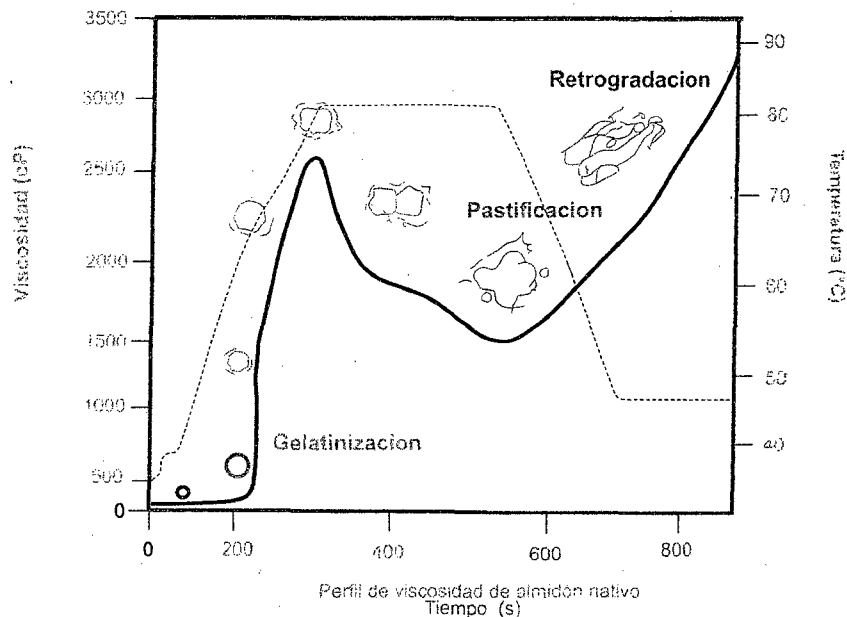


Figura 2: Perfil de viscosidad de almidón nativo (Sánchez 2007).

La temperatura de gelatinización depende de varios aspectos como el porcentaje de amilosa, la fórmula del gránulo y el tamaño, por lo que cada almidón tiene un intervalo de gelatinización diferente, por ejemplo: para el almidón de maíz, la temperatura de gelatinización se encuentra entre 62 – 72 °C, para el trigo entre 52 – 63 °C, para el sorgo entre 68.5-75 °C y para la papa se encuentra entre 56 – 66°C (Li y Yeh 2001).

2.7.2. Pastificación

Es el proceso de hidratación exhaustiva de los gránulos de almidón, que se presenta pasando más allá de la gelatinización y que conduce a la disociación de las hélices de la amilosa. Ésto involucra un incremento del volumen del gránulo, con la exudación de sus componentes moleculares y eventualmente se da rompimiento, como se observa en la figura 2, al llegar a cierta temperatura, el gránulo alcanza su volumen máximo y pierde tanto su patrón de difracción de rayos x, como la propiedad de birrefringencia; si se administra más calor, el gránulo hinchado, incapacitado para retener mayor cantidad del líquido se rompe parcialmente, se dispersan en el seno de la solución (Mira et al. 2007).

2.7.3. Retrogradación

Este fenómeno se define como la insolubilización y precipitación espontánea, principalmente de las moléculas de amilosa. La retrogradación es la realineación de las moléculas, principalmente de la amilosa, debido a que sus cadenas lineales se orientan paralelamente e interaccionan entre sí por múltiples interacciones de sus grupos hidroxilos, mediante puentes de hidrógeno (Morris et al, 1990). En términos generales la retrogradación depende de la concentración y de la temperatura del sistema, la firmeza del gel aumenta y se favorece a bajas temperaturas, debido a la asociación de cadenas de amilopectina en el almidón (Singh et al 2007).

2.7.4. Sinéresis.

Cuando el almidón ha pasado por los cambios antes descritos se puede presentar, a bajas temperaturas, un fenómeno que se conoce como sinéresis, donde el gel pierde agua mediante la formación de capas superficiales sobre el gel, debido a que las moléculas de amilosa y amilopectina se asocian entre ellas, desplazando al agua contenida en el gel este fenómeno se acentúa con el tiempo (Kaur et al. 2007).

CAPÍTULO III

3.-MATERIAS PRIMAS EN PANIFICACIÓN

3.1. Harinas en panificación

La harina de trigo se entiende el producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* o trigo ramificado, *Triticum compactum* o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura (CODEX STANDARD 1985).

Deberá entenderse por harina, sin otro calificativo, el producto finamente triturado, obtenido de la molturación del grano de trigo maduro, sano y seco e industrialmente limpio. Los productos finalmente triturados de otros cereales deberán llevar añadido, el nombre genérico de la harina del grano del cual procede (Calaveras 2004).

3.2. Características organolépticas

Por su parte Calaveras (2004) sostiene que la harina de trigo debe ser suave al tacto; al cogerla con la mano debe tener "cuerpo", pero sin formar un conglomerado, pues ésto nos indicaría que es una harina con bastante humedad. No debe tener mohos, ni estar rancia, ya que ésto indicaría que son harinas de gran proporción de salvado, que son viejas o que están mal conservadas. Si una harina tiene sabor amargo, suele contener harina de semillas adventicias, y si tiene sabor dulce, puede contener harina de trigo germinado. Una buena harina se conoce por diversas características como son:

3.2.1. Color

El color debe ser un color marfil. Las harinas recién molidas presentan un color amarillento, pero a medida que pasa el tiempo la harina va adquiriendo un color más claro por la acción del oxígeno del aire sobre ciertos pigmentos que le daban el tono amarillento original. El porcentaje de extracción también determina el color de la harina. Mientras más alta es la extracción, mayor cantidad de partículas de salvado tendrá y por lo tanto será más oscura (Morales 2008).

3.2.2. Tolerancia

Manifiesta que la tolerancia se refiere a la capacidad para soportar fermentaciones largas Por su parte (Morales 2008).

Consiste en permitir un margen de error mayor o menor a la hora de trabajar con ella en el proceso de fabricación de pan, principalmente, dando más tiempo de amasado o un período razonable de fermentación después de llegar a su tiempo ideal, sin que el resultado final del pan sufra deterioro notable (Calaveras 2004).

3.2.3. Blanqueo

Normalmente basado en el efecto de oxidación de las harinas, bien porque la fabricación de harinas fuerce el colorido blanco de la harina por métodos químicos, o por la utilización, por parte del panadero, de un aditivo panificable con gran contenido de oxidante (Calaveras 2004). El endospermo realmente no es blanco, si no de color cremoso debido a los pigmentos llamados carotenoide. Mediante el gas dióxido de cloro o con peróxido de benzoilo pulverizado, se decolora este pigmento blanqueando así la harina. El dióxido de cloro oxida algo la proteína dando un gluten menos extensible, pero acelera la oxidación natural que se produce en la harina almacenada (Manley 1989).

3.2.4. Maduración

Para hacer pan se utiliza con frecuencia “mejoradores”. Éstos fortalecen el gluten por medio de la oxidación suave. A veces se añaden en la fábrica, en lugar de en la panadería, compuestos químicos corrientes como bromato potásico, ácido ascórbico, azodicarbonamida y L. cisteína (Manley 1989).

Por todos es sabido que la utilización de harinas recién molturadas acarrea problemas en panificación. Por tanto, actualmente todos los técnicos molineros, o bien las maduran químicamente, o bien las dejan reposar entre períodos de 10 a 15 días antes de entregarlas al panadero (Calaveras 2004).

3.2.5. Absorción

La absorción se relaciona con la capacidad para absorber y retener agua (Morales 2008).

Se considera la propiedad de absorber la mayor cantidad de agua sin alterar la formulación de la masa y dando una buena calidad de pan, siendo éste uno de los puntos que concuerda con la hidratación de las masas. La granulometría (cuanto más fina, más absorción de agua). La

humedad relativa del ambiente, que cuanto más elevada sea, menos agua admite la harina. Y la cantidad y calidad de las proteínas insolubles (gliadina y glutenina), que, cuanto mayor sea, conllevará mayor absorción de agua. La harina es higroscópica con capacidad de absorber o perder agua. La W (fuerza): cuanto más W más absorción hay (Calaveras 2004).

3.2.6. Extracción

Cuanta más extracción hay más absorción, más almidón dañado y más fibra: pero superando cenizas de 0,5 % es perjudicial (Calaveras 2004).

como norma general, el salvado constituye el 12 % del grano, el endospermo el 85 % y el germen el 2,5 %. Si la extracción del endospermo fuera perfecta, el rendimiento de la harina (grado de extracción) sería del 85 % pero esto no es posible: El efecto de las inclusiones de diminutas partículas de salvado en la harina blanca es darle apariencia más grisácea y estropear alguno de los atributos de la harina para hacer la masa. Reduce la elasticidad y actividad del gluten. Por esto en la práctica, las harinas de galletería tienen un grado de extracción entre 70 a 75 % (Manley 1989).

luego de la molienda, el porcentaje de la extracción será de un 72 a 73 % a pesar de que el contenido en albumen es de 83 – 85 % ya que una parte del trigo queda pegado del salvado. Entre más blanca sea la harina que se obtiene, menor será el grado de extracción. La harina que se obtiene del centro del grano es más rica en almidón y contiene poca cantidad de proteína y de vitaminas. En conclusión, de un buen trigo se puede obtener el siguiente grado de extracción: hasta 62,5 % de harina blanca, hasta 12,5 % de harina gris, El resto, 25 % será salvado que sirve principalmente, de alimento a los animales (Ramírez 2011).

3.2.6.1. Grado de extracción de la harina

La recombinación de todas las harinas producidas en el molino es la “straight grade flour” (harina de grado correcto) que viene a ser la harina blanca estándar (figura 3), representa un 72 % de los productos totales. La harina que se produce al comienzo del sistema de reducción es la harina “patent” (viene a ser la harina flour o de patente), que puede ser “short (corto) patent” cuando tiene el mínimo de cenizas, y representa un 45 % del total de productos, o “long (largo) patent” que puede integrar hasta el 65 % del total de productos. La harina “cut-off (harina límite) es la que corresponde a 20 % de diferencia entre las patentes larga y corta. El 7 % de diferencia entre patente larga y la de grado correcto, es una harina de grado bajo (“clear flour” harina clara). Esta harina, que proviene de las colas de los sistemas de

fragmentación y de reducción, tiene color oscuro y es rica en cenizas. Otro producto de la molturación es el “millfeed”, es decir, salvado y “shorts (cortos)” (Bravo y Ortiz 1999).

El salvado representa un 11 % de los productos totales, y los “cortos” el 15 %. El germen puede ser un producto adicional recuperado generalmente hasta un 0,5 %. El cálculo del rendimiento parecería sencillo. A partir de 1000 g de trigo, si se obtienen 700 g de harina, se obtiene rendimiento de 70 % o grado de extracción, lo cual puede ser cierto. Aunque se puede utilizar el cálculo anterior después de decidir si tomar como base trigo sucio o limpio, la expresión de rendimiento más corrientemente utilizada por los harineros, se basa en el rendimiento de harina como porcentaje del producto total, no como porcentaje del material de partida. El porcentaje del producto total en cualquier fracción, se llama extracción. Es decir, una harina de grado directo, que es 72 % del producto total, es una harina de 72 % de extracción (Bravo y Ortiz 1999)

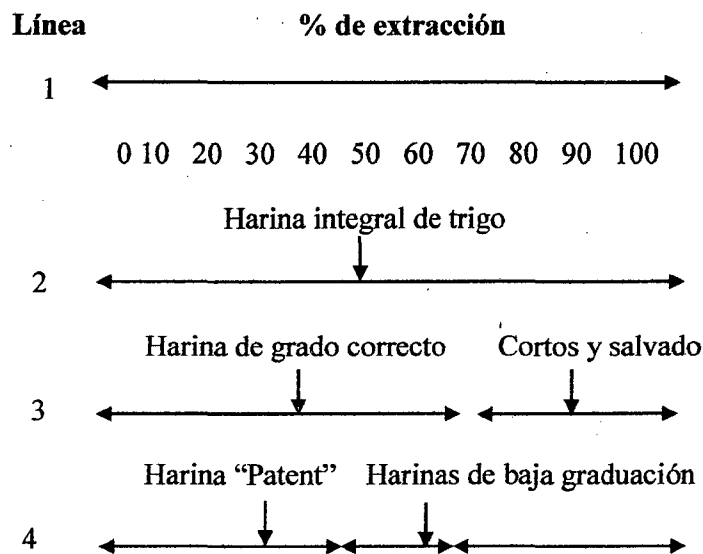


Figura 3: Clases de harina obtenida del trigo. La harina integral es de extracción 100% (línea 2), pero se puede subdividir en harina de grado correcto + cortos y salvado (línea 3). La harina de grado correcto se puede subdividir a su vez en harina “patent” (flúor) y harina de baja graduación (línea 4)

(Bravo y Ortiz 1999).

3.2.7. Enriquecimiento

La harina de algunos países está enriquecida con vitaminas y minerales, como pueden ser vitamina A y D en EE.UU, lo que aporta un mayor valor nutritivo (Calaveras 2004).

3.2.8. Fuerza

La fuerza se refiere a la cantidad y calidad de las proteínas que poseen. De acuerdo a esto representarán mayor o menor capacidad para resistir el trabajo mecánico durante el amasado,

corte, ovillado, sobado, retener gases de la fermentación y dar pan de buen volumen y presentación (Morales 2008).

Definida como la deformación de la masa por impulsión de aire, siendo un parámetro medido por el alveógrafo, que garantiza el poder de la harina para hacer panes de buena calidad (Calaveras 2004).

3.2.9. Separación

Basada en la cantidad y peso de la harina, principalmente, que se ha obtenido después de la molturación (Calaveras 2004).

3.3. Composición química de la harina

Tabla 2: Composición química de la harina

	Harina 100 % extracción	Harina 75 % extracción
Proteínas (gluten)	12 a 13,5 %	11 o 8 %
Grasas (lípidos)	2,2 %	1 a 2 %
Almidón (h. carbono)	67 %	71 %
Cenizas (m. mineral)	1,5 %	0,55 a 0,65 %
Vitaminas (B y E)	0,12 %	0,03 %
Humedad (agua)	13 a 15 %	3 a 15 %
Fibra (salvado)	11 %	3 %
Azucares simples	2 a 3 %	1,5 a 2,5 %

Fuente: Calaveras 2004

3.4. Clasificación breve de harinas

Tabla 3: Clasificación breve de harinas

	A	B	C	D
W. Fuerza	< 80	> 90	> 150	> 250
P/L. Equilibrio	> 15	0,2-0,4	0,4-0,6	0,8-1,1
Proteínas	< 8 %	9 %	10 %	> 11 %
Tipo/Cenizas	T-75	T-70	T-55	T-45
Gluten seco	<5,5 %	8-9 %	9,8 %	10-11 %
Gluten húmedo	<16,5 %	24-26 %	27 %	27-33 %

A. Harina muy floja, fuera de la reglamentación técnico sanitaria

B. Harina floja.

C. Harina de media fuerza

D. Harina de gran fuerza

Fuente: Calaveras 2004

Clasifico a las harinas de la forma siguiente: Harinas extra fuertes: Son aquellas que tienen un alto porcentaje de proteínas (sobre 13 %). Se obtiene de trigos duros y se destinan principalmente a la elaboración de pastas y fideos. Harinas fuertes: Tienen porcentajes de proteínas entre un 10 a 13 %. Se destinan a panificación. Harinas débiles: Tienen porcentajes de proteínas entre un 7 a 8 %. Se usan en la elaboración de productos de biscochería y galletas. No son aptas para panificación (Morales 2008).

Tabla 4: Composición química óptima de harinas para panificación, galletería dulce y salada, pastelería y de semolina para elaboración de pastas

	Panificación	Galletería		Pastelería	Semolina
		Dulces	y saladas		
Humedad (%)	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Proteína (%)	11,50 – 14,50	7,50 – 9,50	8,50 – 10,50	7,00 – 8,50	11,50 – 15,00
Cenizas (%)	0,32 – 0,50	0,30 – 0,55	0,32 – 0,45	0,30 – 0,36	0,55 – 0,75

Fuente: Bravo y Ortiz 1999

CAPÍTULO IV

4.-EL PAN

4.1. Definiciones y denominaciones

El pan sin otro calificativo, designa el producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por especies de microorganismos propios de la fermentación panaria, como el *Saccharomyces cerevisiae* (Calaveras 2004).

La harina de trigo es la única que tiene la habilidad de formar una masa cohesiva y fuerte capaz de retener gases y dar productos aireados y livianos después de su horneado. Esta propiedad que la identifica se debe a su composición química, y en especial a las proteínas y su capacidad para formar gluten. Las proteínas de soya no forman gluten y son incapaces de retener el dióxido de carbono producido durante la fermentación (Tejero 2010).

el pan es de consumo habitual en el día, elaborado con harina de trigo y que cumpla los requisitos establecidos, y al que sólo se le pueden añadir los coadyuvantes tecnológicos y aditivos autorizados para este tipo de pan (Calaveras 2004).

4.2. Definición de pan especial

Según Calaveras (2004) este pan, debe reunir alguna de las condiciones siguientes:

4.2.1. Por su composición, que se haya incorporado cualquier aditivo y/o coadyuvante tecnológico de la panificación, autorizados para panes especiales, tanto a la masa panaria como a la harina. Que se haya utilizado como materia prima, harina enriquecida. Que se haya añadido cualquier ingrediente de los citados como valor nutritivo y que eleven suficientemente este mismo. Que no lleve sal o microorganismos propios de la fermentación, voluntariamente añadidos. Por su formato. Es aquel que aunque sea pan común por su composición, incluidos los aditivos, tiene un formato especial que precisa de un procedimiento de elaboración y acabado no susceptible de mecanización en todas sus fases, por exigir la intervención de mano de obra en cada pieza individualizada (Calaveras 2004).

4.2.2 Duración del pan especial

Según Calaveras (2004) los panes especiales se clasificarán por su duración en:

4.2.2.1. De consumo normal en el día; los que habitualmente se consumen antes de las 24 horas posteriores a su cocción.

4.2.2.2 De mayor duración; los que por sus especiales características de elaboración tecnológica y envasado, tienen un período apto para el consumo, superior a tres días.

CAPÍTULO V

5.-ADITIVOS O MEJORADORES EN PANIFICACIÓN Y PASTELERÍA

Son un conjunto de ingredientes entre oxidantes, enzimas, emulsificantes y azúcares principalmente cuya finalidad es que refuerzan el gluten, logrando más elasticidad, fuerza y resistencia en la masa. Factores que impiden la fuga de gas y producen panes con mejor volumen, controla tiempos de fermentación, blanquea la miga y da un color apetitoso a la corteza. En las masas francesas otorga crocancia a la corteza, e incrementa la capacidad de absorción de agua en la masa, para así aumentar el rendimiento (Miralbes 2000).

Son “Mezclas de alimentos incluidos aditivos destinados a facilitar o simplificar la fabricación de productos panificados, compensar las propiedades de procesamiento cambiantes de las materias primas e influir en la calidad de los productos acabados“(Calvel 2001).

Un mejorante es una mezcla de aditivos alimentarios y otras sustancias que puede perseguir alguno o la totalidad de los siguientes objetivos: compensar las variaciones en la calidad de las harinas, aumentar el volumen del pan elaborado, obtener una greña de mejor apariencia, retrasar el fenómeno de endurecimiento del pan, acelerar la velocidad de fermentación y mantener una calidad constante en la producción y compensar los posibles cambios en las variables del proceso (temperaturas final del amasado y de fermentación, tiempos de reposo, condiciones de cocción, etc). Un buen mejorante debe ser completo, es decir, debe contener un conjunto de sustancias capaces de corregir todos los defectos que pueden ocurrir durante el curso de la panificación. En los últimos años, la industria panadera está dando paso a la sustitución de muchos de los ingredientes de los mejorantes en favor del empleo de las enzimas (Callejo 2002).

Sostiene que un mejorador es una mezcla de aditivos y coadyuvantes tecnológicos cuya misión más importantes es la retención de gases de una masa fermentada. La constitución base de un mejorador es la compuesta por emulsionante, vitamina C (ácido ascórbico), enzimas, azúcares y antiaglutinantes. Otros posibles componentes son las grasas, gluten, estabilizantes, conservantes, harina de soya, harina de malta, etc (Barriga 2003).

CAPÍTULO VI

6.-MEJORADORES CON VALOR NUTRITIVO

6.1. Acondicionadores de la masa y su composición

El término «acondicionador de la masa» lo define como sigue: cualquier material o combinación de materiales añadidos a una masa levantada por levaduras para mejorar y controlar la producción de gas, la retención de gas o ambos. La utilización de estas sustancias está regulada por la legislación de muchos países, haciendo referencia al tipo de aditivo y a la proporción en que se añade. Recientemente se han producido profundos cambios en la legislación del Reino Unido y de la Unión Europea, aunque, afortunadamente, la situación ha alcanzado un período de relativa estabilidad. Por tanto, puede asumirse que, al menos a medio plazo, las sustancias aquí descritas no desaparecerán de la lista positiva recogida en la legislación británica (Cauvain y Young 2002).

El grupo de los coadyuvantes de la fabricación se han definido a menudo como «aditivos que no es preciso declarar en el etiquetado». Las sustancias de mayor relevancia dentro de este grupo tan arbitrario son las clasificadas como «enzimas», cuyo valor y complejidad van en aumento día a día. En el mismo grupo se incluyen, al lado de las enzimas, las más básicas y tradicionales de las materias primas de la panadería y de los productos alimenticios obtenidos con levaduras (Calaveras 2004).

6.2. Grasas

Éstos tipos de grasa pueden definirse como «agentes de enriquecimiento» de productos fermentados. Modifican las propiedades de comestibilidad del pan y otros productos de fermentación, consiguen que la masticación sea más corta y no tan enérgica y, al mismo tiempo, logran una modesta mejora de la vida útil del producto en términos de su textura. Los efectos son más intensos cuando se aumenta la cantidad añadida. Las concentraciones de grasa o aceite utilizadas varían de forma considerable, desde nada en algunos panes hasta el 1 % en peso de la harina para los panes de molde, llegando hasta el 10 % del peso de la harina, e incluso más, en algunos productos típicos del desayuno, tales como el pan de (Cauvain y Young 2002).

6.2.1. Resumen de los efectos de la grasa

Se trata de un ingrediente de alta funcionalidad, de bajo costo, que puede utilizarse como una sustancia «E-sin numeración» dentro de la Unión Europea, y que es un elemento básico de los acondicionadores de masa para un gran número de productos de panadería y procesos de elaboración. Para los fabricantes de pan y los científicos dedicados al estudio de los cereales es una fuente de grandes frustraciones el haber establecido las reglas empíricas que determinan las funciones de la grasa en un amplio rango de técnicas de producción y procesos, sin comprender la verdadera naturaleza del «efecto de la grasa» (Cauvain y Young 2002).

6.3. Harina de soya

Berk et al (1992), citado por Lusas y Riaz et al (1995), señalan que la harina de soya desgrasada o integral con mínimo tratamiento térmico y con sus enzimas activas, es utilizada principalmente en la elaboración de pan blanco. La adición de pequeñas cantidades de harina de soya activa, hasta un 2 %, incrementa la tolerancia al amasado, mejora las propiedades reológicas y la absorción de agua y, en ciertos casos, puede mejorar el volumen de pan.

La soya se adiciona para blanquear las harinas, mejorar la estructura de la miga y el color de la corteza debido a los azúcares presentes en los derivados de soya. La harina de soya posee naturalmente varias enzimas, entre ellas las lipoxigenasas que tienen gran importancia en el proceso de panificación. Estas enzimas a través de una serie compleja de reacciones químicas con los lípidos de la harina y el oxígeno, pueden producir la oxidación de los carotenoides y de las proteínas de la harina a través de la formación de radicales peróxidos. La utilización de cantidades mayores de harina de soya activa puede generar sabores y olores extraños (Quaglia 1991).

6.3.1. La soya como agente blanqueante de la harina

Una práctica común en la preparación de masas fermentadas con levadura, consiste en añadir a la harina de trigo una pequeña cantidad de harina de soya. La lipooxigenasa de la harina de soya añadida es excelente para iniciar la oxidación de los carotenoides por acción de los radicales libres. Aunque aún no se conozca el mecanismo, se sabe que la lipooxigenasa de la soya también mejora mucho las propiedades reológicas de la masa. Si bien se ha sugerido que los hidroperóxidos lipídicos participan en la oxidación de los grupos -SH del gluten, existen pruebas que indican que otras interacciones lipido-proteína también intervienen en la mejora de la masa causada por los oxidantes (Fenema 2000).

6.3.2. Modificaciones observadas en la evolución de los lípidos

Durante la maduración de la harina la hidrólisis de los lípidos catalizada por las lipasas endógenas conduce a la formación de ácidos grasos libres no esterificados (AGNE). Durante el proceso de panificación, la lipoxigenasa cataliza la oxidación de los ácidos grasos libres. Esta enzima, presente en el grano de trigo, puede ser aportada durante el amasado mediante la adición de harina de soya. La oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados en hidroperóxidos en presencia de oxígeno molecular, hace intervenir a una lipoxigenasa en primer lugar, y de forma no enzimática en segundo lugar convirtiendo los tioles en puentes disulfuro lo que conlleva a un aumento de la tenacidad y reforzamiento de la red de gluten y otros productos de la oxidación. Estas reacciones no son independientes entre sí. Las reacciones de hidrólisis alimentan en sustratos a las reacciones de oxidación. Al mismo tiempo, los pigmentos carotenoides de la harina son oxidados, entrañando la decoloración de la masa. Las diferentes transformaciones bioquímicas que intervienen durante el curso de la maduración de las harinas y sus consecuencias durante la panificación (Callejo 2005).

La harina de soya activa es el principal portador del enzima lipoxigenasa. En la fabricación de pan de molde y pan de hamburguesas y, en general, en aquellos panes que se desee potenciar la blancura de la miga está recomendado el uso de entre 5 y 10 g / kg de harina de soya activa. El efecto de la lipoxigenasa sobre el ácido linoleico, es la formación de hidroxiperóxidos, que producen una oxidación acoplada de sustancias lipófilas, como los pigmentos carotenoides. Esta oxidación ocurre durante la etapa de amasado y da lugar a una miga más blanca y brillante, al mismo tiempo que aumenta el volumen del pan y que su sabor es más insípido. Se puede conseguir también este efecto oxidante con una dosificación alta de ácido ascórbico pero resultaría una masa tenaz difícil de mecanizar. Con la adicción de harina de soya activa se puede potenciar el efecto oxidante sin modificar el equilibrio de la harina (Tejero 2010).

Estas reacciones se producen después de un período de maduración (hidrólisis de lípidos, oxidación de ácidos grasos poliinsaturados y tioles). Por lo que según su período de conservación, las propiedades panificables de las harinas estarán mejoradas. Así, los ácidos grasos poliinsaturados generados en el curso de la maduración son beneficiosos porque constituyen (tras la oxidación) el motor de las OXIDACIONES acopladas a los tioles. Pero si la hidrólisis de los lípidos es demasiado intensa, los ácidos grasos se acumulan, degradando las propiedades organolépticas de las harinas y deteriorando las propiedades de la red de gluten (Callejo 2002).

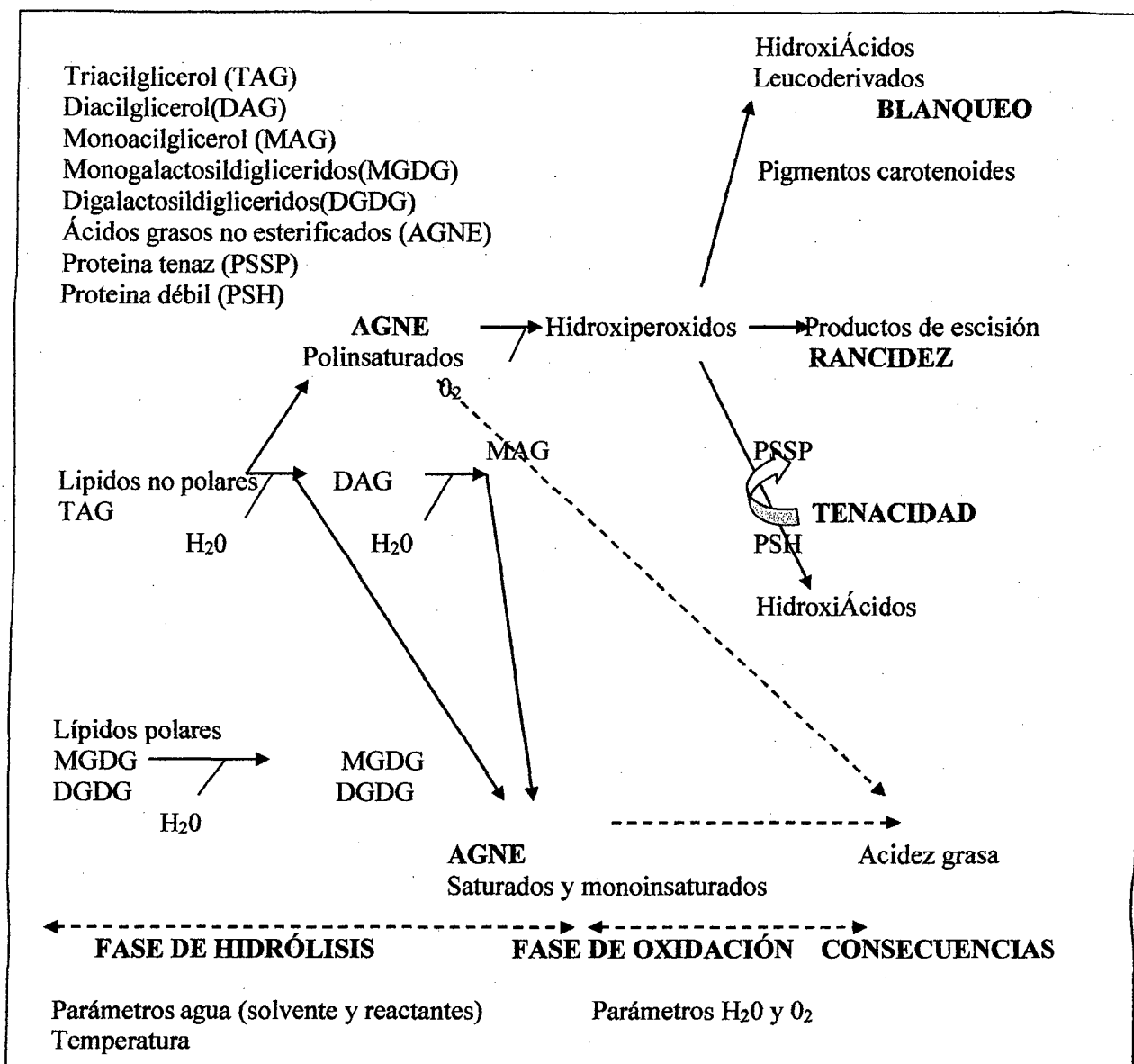


Figura 4: Transformaciones bioquímicas que intervienen durante el curso de la maduración de las harinas y sus consecuencias durante la panificación (Callejo 2002).

6.3.3. Oxidación del gluten por la harina de soya

El término lipoxigenasa o lipoxidasa (linoleato: oxígeno oxidorreductasa; se refiere a un grupo de enzimas que llevan a cabo la oxigenación o peroxidación de diversos compuestos insaturados, tales como ácidos grasos libres, triacilglicéridos, pigmentos y algunas vitaminas. Fue caracterizada por vez primera en 1928, y fue conocida originalmente por su capacidad para decolorar alimentos que contienen carotenoides; desde entonces se han hecho muchas

investigaciones concernientes a su modo de acción, y a los usos, problemas que ocasiona y métodos de control (Miralbes 2000).

La lipoxigenasa también ataca otros compuestos con dobles ligaduras, entre los cuales destacan algunos pigmentos como los carotenoides y las clorofilas; de hecho, esta reacción se ha aprovechado para la decoloración o blanqueado de las harinas de cereales (principalmente la de trigo). En este proceso se emplea soya cruda molida sin ningún tratamiento térmico para que conserve su máxima capacidad enzimática se mezclan ambas harinas (de trigo y de soya) y se mantienen en condiciones adecuadas de temperatura, humedad, etc., para que la lipoxigenasa lleve a cabo su función (Miralbes 2000).

Su acción provoca la destrucción de los ácidos grasos indispensables y la formación de peróxidos, mismos que, a su vez, además de oxidar otras sustancias, se descomponen en aldehídos y cetonas olorosas mediante un mecanismo semejante al descrito en la auto oxidación de las grasas (Miralbes 2000).

Su uso para pan se puede utilizar en proporciones de 1 a 6 % sobre la base de la harina, para elaborar pan, de un 3 a 6 % para productos de pastelería, en donas agregado del 2 al 6 % y en galletas se recomienda del 2 al 5 % de harina de soya (Tejero 2010).

6.4. Harinas de habas

Su función es similar a la harina de soya pero se caracteriza porque ésta no tiene poder blanqueante (Cauvain y Young 2002).

6.5. Harinas de malta

Se extrae de la molturación del grano germinado normalmente de la cebada y su concentración en α -amilasas es elevada. No obstante los fabricantes de mejorantes prefieren utilizar el enzima propiamente, ya que la calidad y efecto de los enzimas de la harina de malta son muy variables y hay que tener, un control muy estrecho sobre las mismas y su aplicación. Esta misma, a veces se usa tostada, donde se ha eliminado la función amilásica pero se ha buscado efecto positivo sobre el sabor del pan y color en la miga. Normalmente se aplica en panes especiales y poco en mejorantes (Cauvain y Young 2002).

CAPÍTULO VII

7.-EMULSIONANTES, SURFACTANTES O AGENTES TENSOACTIVOS

7.1. Definición

Los emulsionantes forman un vasto grupo de sustancias cuya función es la de estabilizar las mezclas de dos líquidos inmiscibles. En el contexto de alimentación, los líquidos inmiscibles son normalmente el aceite (grasa) y el agua, y se comprenderá que el efecto de cualquier tipo de emulsionante variara según la proporción de aceite y agua que estén implicados otros ingredientes tales como almidón, proteína y aire. Algunos de los compuestos que funcionan como emulsionantes en alimentación, también tiene propiedades acomplejantes sobre el almidón y las proteínas. Por eso, el término "emulsionante" no es el más adecuado, y quizás describan mejor las propiedades de éstos compuestos los términos "surfactantes" o "agentes tenso activos". Todos éstos surfactantes actúan a niveles muy bajos (menos del 2 % en peso del producto) y por esto se clasifican como ingredientes menores o aditivos de alimentación (Manley 1983).

Los surfactantes son usados como agentes antienviejimiento principalmente porque incrementan la suavidad inicial. Éstos se combinan con las cadenas rectas de almidón dentro del gránulo de almidón y evitan que sean difundidas fuera del gránulo de modo que estas (cadenas rectas) no contribuyen mucho en la firmeza inicial de la miga. Los emulsificantes no tienen mucho efecto en las cadenas ramificadas de almidón que causan firmeza de la miga durante el almacenamiento y no reducen mucho la migración de humedad de la miga a la corteza. Los emulsificantes son utilizados tanto como suavizadores de miga como fortalecedores de miga. Los que se usan primariamente como suavizadores de miga incluyen mono y diglicéridos, monoglicéridos destilados, polysorbato, y estearil lactilato de sodio (SSL) (Lallemand Baking Update 1996)

Las materias grasas son una de las sustancias que con más frecuencia se emplean en pastelería y en la elaboración de productos horneados. Su empleo es como mejorante de las características de las masas y como conservante. El empleo de los lípidos polares extraídos del trigo mejora el volumen del pan, el aspecto de la corteza y aumenta el tiempo de conservación. Estos efectos se deben a la acción emulsionante de los lípidos polares sobre el almidón y las proteínas. Cuando el almidón se mezcla con agua y se calienta, la amilosa se disuelve y poco a

poco, con el enfriamiento, forma un gel; la larga cadena de los ácidos grasos de los lípidos añadidos como emulsionantes se fijan a la hélice de la amilosa, retardando por consiguiente el proceso de retrogradación del almidón. La formación de éstos complejos explica el efecto retardante de los lípidos sobre el endurecimiento del pan y mejora las características de la masa (Quaglia 1991).

Son numerosas y variadas las actividades que desarrollan los emulsionantes en las masas; facilitan el enlace entre las proteínas y el almidón, dan mayor estabilidad a la masa, estabilizan también la espuma que puede resultar del amasado (anti-espumante), retardan el endurecimiento del pan, aumentan la vida útil y actúan como lubricante de la masa. Los emulsionantes son moléculas que constan de una parte amiga del agua (Hidrófila) y de una parte amiga de la grasa (Lipófila). La molécula se sitúa en la interface aceite/agua, orientándose a parte lipófila hacia el aceite y la parte hidrófila hacia el agua. Los emulsionantes utilizados hoy en panadería permiten obtener enlace más fuertes entre los componentes de la masa, con lo cual se obtiene un gluten con más estabilidad y viscosidad. Por tanto, se obtendrá un pan de mayor volumen y mejor estructura de la miga (Barriga 2003).

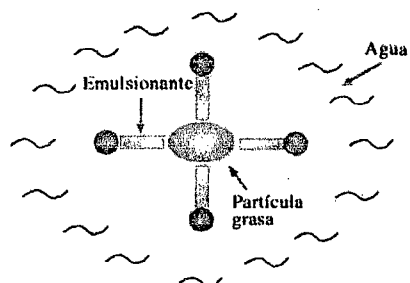


Figura 5: Partes principales de una emulsión (Barriga 2003).

Las acciones que estas sustancias desarrollan en la masa son múltiples como emulsionantes, acomplejantes del almidón, en enlace con las proteínas, permitir mayor elasticidad, estabilizar la espuma, modificar las estructuras cristalinas, impermeabilizante y lubricante. Al interactúan con las proteínas se ha visto que cuando son adicionados a las masas le otorgan un elevado hinchamiento que después se corresponderán con el volumen del pan. Ésto se debe a una interacción más fuerte con el gluten. Los tensoactivos reemplazan a los lípidos asociados naturalmente con el gluten, formando con éste enlace más fuertes (Quaglia 1991)

7.2. Emulsionantes empleados en panificación

7.2.1. Emulsionantes naturales

7.2.1.1. Lecitinas

El estado legal de las lecitinas dentro de la Unión Europea establece que pueden añadirse cantidades QS en todos los panes y productos de repostería. El término lecitina cubre un grupo de fosfolípidos complejos que pueden encontrarse de forma natural en muchos animales y plantas. La fuente de lecitina más habitual en panadería es la soya. La lecitina se extrae como un líquido viscoso que se compone aproximadamente de un 65 % de fosfolípidos y un 35 % de aceite de soya. El líquido se mezcla con yeso o harina de trigo para obtener un producto pulverulento que ya puede ser la base de un acondicionador de masa (Cauvain y Young 2002).

Indica que su dosificación de este emulsionante está como máximo en 2 g x kg o 2000 ppm o es igual al 0,2 x por kg de harina. Quizás sea el emulsificante más conocido de todos. El único que tiene al 100 % origen natural, se obtiene al extraer el agua de aceite del de frijol soya. Su aplicación es realizada en mejorantes para procesos tradicionales y debido a su gran concentración de fosfolípidos, ayuda a la masa dándole extensibilidad y facilita la absorción del agua (Calaveras 2002).

Los componentes como emulsionantes son los fosfolípidos, los cuales poseen fuertes afinidades polares. Las cantidades varían con las muestras, pero normalmente se especifican como “insolubles en acetona”. La lecitina comercial es un fluido o pasta plástica que, si se utiliza con exceso, comunica un sabor desagradable. Las proporciones útiles se encuentran en la normalmente entre 0,5 – 2,0 % de la grasa y se disuelve convenientemente en ella antes de añadirla a los componentes de la receta (Manley 1989).

7.2.3. Emulsionantes artificiales

7.2.3.1. Monoglicéridos de ácidos grasos

Sostiene que los mono glicéridos y di glicéridos de ácidos grasos (E-471). Tiene menos efecto sobre el volumen del pan que el DATEM, se utiliza sólo y conjuntamente con otros mejoradores. Su función principal es, ser un emulgente para la elaboración del pan con una dosis máxima de 3 gramos x kg o 3000 ppm o en porcentajes es igual al 0,3 % x kg de harina. Su característica principal es facilitar la mezcla de los distintos ingredientes de la masa y la acondiciona, permitiéndola soportar procesos mecanizados. Pero quizás su valor más importante es evitar la retrogradación del almidón. Su efecto es aplicado directamente sobre el

almidón retrasando el endurecimiento del pan, facilitando un gran volumen y suavizando las masas (Barriga 2003).

El monoglicérido por sí sólo tiene únicamente una función en las masas fermentadas por levaduras: ablandar la miga del producto tras su horneado y colaborar en el mantenimiento de la blandura extra durante unos tres días. No participa en la retención de gas y por tanto, no mejora la estabilidad durante la fermentación, ni el volumen del producto terminado, ni el color de la miga, ni tampoco su textura. Los hidratos que demuestran tales efectos los tienen como consecuencia de la presencia de grasa de elevado punto de fusión en la emulsión (Cauvain y Young 2002).

7.2.3.2. Mono y diglicéridos de ácidos grasos esterificados

Este emulgente que suaviza la masa protegiéndola de tratamientos bruscos, ayuda a estabilizar el gluten y alarga la tolerancia de la masa para fermentaciones largas. Pero quizás, como el anterior, su función vital es evitar en lo posible la retrogradación del almidón, facilitando una corteza fina y panes de mayor volumen con greñas abiertas. No obstante, la utilización de cualquiera de los dos mencionados si su concentración es muy alta, realiza un efecto contradictorio, que es producir panes de excesivo volumen, y con tendencia al descascarillado y resecamiento con rapidez en el pan cocido, aunque el poder emulsionante es menor en el E - 472 que en el E - 471 (Tejero 2010).

7.2.3.3 Éster monoglicérido del ácido diacetil tartárico

Funciones en la masa: mejora la tolerancia durante el amasado, incrementa la absorción de agua, mejora la extensibilidad, mejora la mecanización de las masas, mejora la retención de gas durante la fermentación, aumenta la capacidad de firmeza de la masa durante la fermentación, siendo resistente a los golpes en los sistemas de transporte. En el producto terminado: aumenta el volumen del pan, reduce la estructura de la miga, corteza más fina, mejora la conservación. La dosificación recomendada de este emulsionante para que su efectividad sea la adecuada está entre 3 y 5 gramos / kilo de harina o 3000 ppm o en porcentajes 0,3 % por kg de harina (Tejero 2010).

7.2.3.4. Ésteres de ácido tartárico diacetilado con ácidos grasos de mono y diglicéridos [ésteres de data]

El aditivo DATEM. Monoglicéridos y diglicéridos de ácidos grasos esterificados con

diacetiltartárico (E-472e), el más utilizado en procesos mecanizados. Tiene mayor retención de gas que la lecitina, por lo que consigue más volumen (Barriga 2003).

El estado legal de los ésteres, de data en la Unión Europea es que pueden utilizarse en cantidad QS (*quantum satis*, cantidad suficiente) en todos los tipos de pan y en repostería. El término «ésteres de data» es genérico y cubre un rango de sustancias similares que se diferencian por la naturaleza de los ácidos grasos que las integran y la relación entre los mono y los di glicéridos. También existen diferencias relevantes como consecuencia del grado de esterificación del ácido tartárico diacetilado. Dependiendo del grado de saturación del lípido base, las presentaciones varían desde un líquido oleoso a un producto pulverulento muy suelto. Muchas preparaciones comerciales se componen de al menos 5 componentes mayores y muchos otros menores. Existe un número limitado de tipos de ésteres de data debido al bajo punto de fusión de las grasas o los aceites utilizados como componentes de los acondicionadores de la masa, bien en forma de pasta (similares a la grasa) bien fluidos (bombeables) (Tejero 2010).

Cuando la harina utilizada en tales panes contiene una cantidad inapropiada de proteína o la calidad de tal proteína no es la ideal, la incorporación de ésteres de DATA ayuda a estabilizar la masa en la última etapa de la fermentación y ofrece una masa aceptable para que crezca durante el horneado. El pan así horneado resulta con un volumen específico mayor y su apariencia es más simétrica. Internamente, la estructura alveolar es más fina y los alveolos presentan sus paredes adelgazadas; debido a esto la corteza del pan es más blanquecina, con una estructura más fina y una textura más uniforme, que se aprecia más suave y es más elástica. La proporción en la que se añaden los ésteres es menos del 0,3 % del peso de la harina (Tejero 2010).

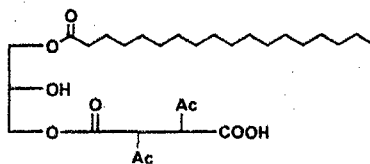


Figura 6. Monoestearato de diacetil tartárico (DATEM) (Celia 2009).

7.2.3.5. Estearoil-2-lactilato de sodio SSL

Éstos emulsionantes SSL (E-481) o SCL (E-482), ester carboxilo del ácido láctico, tiene menos efectos que el DATEM sobre el volumen del pan. Se utiliza en mejoradores para pan de

molde y bollería, mejorando la frescura y conservación del producto. La utilización de SSL en productos de panadería está permitida en el hasta una concentración de 3 g / kg de pan y 5 g / kg en repostería, en términos de peso del producto terminado. Este compuesto es menos complejo que los ésteres de data, aunque el número de residuos de ácido láctico es variable, generalmente entre 2 y 5 por molécula. El SSL es un sólido blanco, tiene un punto de fusión relativamente elevado y puede añadirse a las masas en forma pulverulenta, bien sólo o bien como parte de un componente acondicionador de la masa. Es miscible con la grasa y, por consiguiente, es un componente ideal para concentrados grasos, particularmente los utilizados en productos enriquecidos o semi enriquecidos en grasa, incluyendo panecillos de hamburguesas y donuts (Barriga 2003).

El SSL tiene algunas de las propiedades de los ésteres de data. Mejora la retención de gas en la masa aunque, peso a peso, tiene menos rendimiento. Al mismo tiempo, se ha demostrado que esta sustancia proporciona una extensión de la vida útil del producto en términos de blandura. Es capaz de unirse con la amilosa de forma similar a como lo hacen los monoglicéridos destilados, lo que debe contribuir a su efecto como ablandador de la miga. En la práctica, el SSL se utiliza de forma esporádica en el Reino Unido para la manufactura de pan estándar o la de panes sin grasa o de mucha corteza (Cauvain y Young 2002).

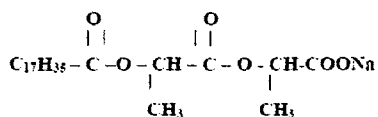


Figura 7: Estereail-2-lactilato de sodio (SSL) (Celia 2009).

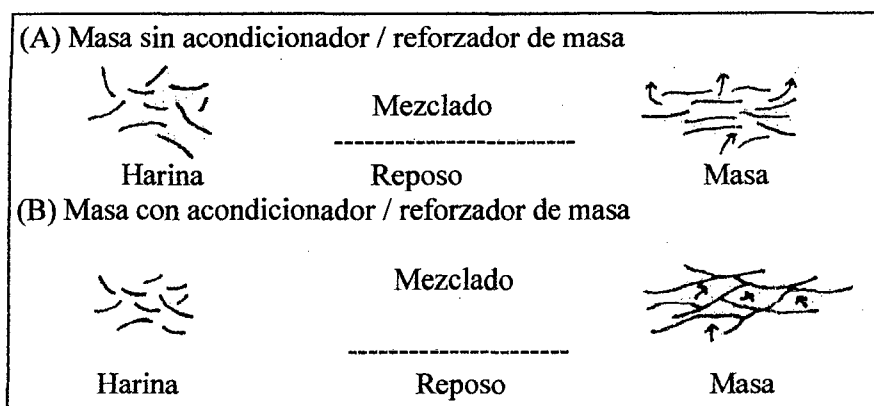


Figura 8: Efecto en la estructura (Calaveras 2004).

Tabla 5: Efecto de los emulsionantes

Efecto DIRECTO de los emulsionantes	Proceso	Efectos INDIRECTOS
Mejora dispersión de ingredientes	AMASADO	Reducción cantidad de grasa Mejora tolerancia al amasado Reducción de la cantidad de gas Mejora la maquinabilidad
Facilita dispersión de grasas	FERMENTACIÓN	Mejor capacidad retención de gases Reduce fermentación.
Interacción Emulsionante – lípido	HORNEADO	Mejor textura Disminuye la pérdida de agua Mejor miga Mejora capacidad de retención de gas Mejor volumen
Con la proteína	ALMACENAJE	Mantiene la miga tierna Prolonga la vida del producto
Con el almidón		
Con la formación gel – almidón		

Fuente: Calaveras 2004

CAPÍTULO VIII

8.-AGENTES PARA EL TRATAMIENTO DE LAS HARINAS

Son aditivos añadidos a la harina de panadería para mejorar la calidad del horneado y cocción, además del color. Así como los aditivos gasificantes, los agentes de tratamiento de harina, cumplen a la par otras funciones: lactatos y fosfatos son reguladores de la acidez; la sal sulfato de calcio es secuestrante y la sal sulfato de amonio es estabilizador (Pigani 2010).

La industria utiliza aditivos blanqueadores y amasadores para el tratamiento de harina de trigo empleada en panificación, de modo que pueda bajar con ellos el color ligeramente amarillo de la harina ocasionado por la presencia de carotenoides, los que como imperceptibles gotitas de grasa acompañan al almidón y a la proteína en el endospermo del trigo. Específicamente, se denominan aditivos amasadores a los que modifican la estructura de las dos principales proteínas del gluten del trigo, gliadina y glutelina, para obtener una mejor masa. A ambos grupos, blanqueadores y amasadores, los panaderos los llaman envejecedores de la harina o mejorantes panarios, porque su presencia logra que la harina parezca como la almacenada por 60 a 70 días, que es la preferida para trabajar (Blanco y Alvarado 2006).

Para analizar como se pone en acción una sustancia oxidante se podría considerar que el gluten está formado por dos fracciones proteicas (gliadina y glutenina), unidas por enlace químicos de distinta naturaleza, tanto intermoleculares como intramoleculares, que forman una red elástica que puede retener gas. La densidad y solidez de los puentes intra o intercatenarios y la elasticidad de la red que forman dichas proteínas, van a determinar la capacidad que tiene la masa de fermentar o retener el anhídrido carbónico. La presencia de oxidantes favorece la formación de enlace de puentes de disulfuros intermoleculares entre proteínas adyacentes, mejorando de esta manera la capacidad de retener gas de la malla de gluten (Quaglia y Badui 1999).

La utilización de este grupo de sustancias se ha reducido considerablemente en el Reino Unido con la retirada del bromato de potasio en 1990 y la de la azodicarbonamida en 1995. Los dos aditivos, o agentes para tratar harinas, más significativos y que tienen relevancia en los productos fermentados por levaduras son un agente oxidante, el ácido ascórbico, y uno reductor, la L-cisteína. Ambos, posiblemente, se mantendrán dentro del grupo de aditivos permitidos (Cauvain y Young 2002).

La glutenina se compone de proteínas de elevado peso molecular cuyas cadenas polipeptídicas individuales se entrecruzan gracias a enlace de puentes de disulfuro de aminoácidos cisteína. Las gliadinas se componen de proteínas de menor peso molecular en las que las uniones entre cisteínas son más intramoleculares que intermoleculares (Cauvain y Young 2002).

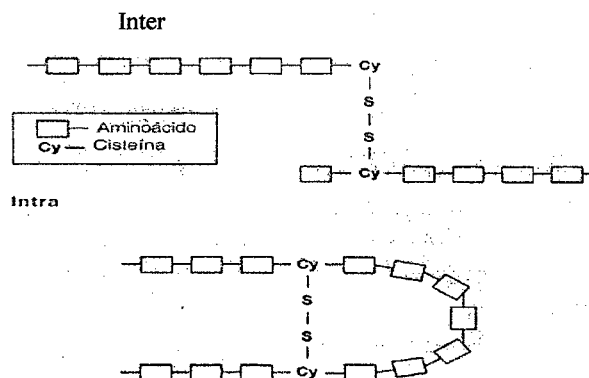


Figura 9: Representación de los entrecruzamientos de cisteína en el gluten (Cauvain y Young 2002).

Una vez hidratadas las dos proteínas se encuentran, en una gran proporción, bien en forma de α - hélice, bien en forma de hélice desordenada. Además de los entrecruzamientos provocados por las uniones entre los restos de cisteína de la proteína de trigo, hay un número de restos de cisteína en estado reducido (Cauvain y Young, 2002).

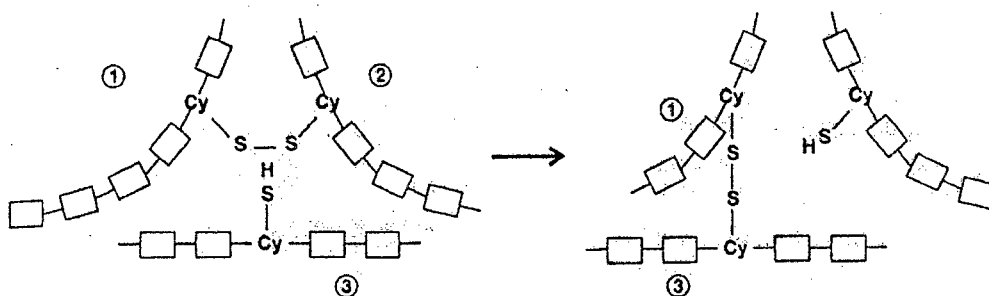


Figura 10: Representación del intercambio disulfuro - sulfidrilo (Cauvain y Young 2002).

La relación entre grupos $-S-H$ y enlace $-S-S-$ es aproximadamente de 1:20. Las reacciones que ocurren entre $-S-S-$ y $-S-H$ y durante el amasado y la fermentación en masa o durante el desarrollo mecánico de la masa son complicadas y variadas (Cauvain y Young 2002).

En este momento sólo vamos a considerar el cambio más importante de entre los que se

producen en la masa. Se trata de la reducción de las tensiones sufridas por la red de gluten que, por regla general, se atribuye a intercambios disulfuro-sulfhidrilo. Este intercambio queda ilustrado en la Figura 10. Se produce, en cierto grado, durante el amasado convencional (de baja velocidad) y con mucha mayor celeridad durante el desarrollo mecánico de la masa o en la amasadora en espiral. Si se incluye un agente oxidante en el sistema, el proceso se complica de forma considerable. En este caso es posible oxidar el grupo —S—H, bien para formar nuevas uniones cruzadas entre cadenas proteicas o bien generando SO₃H, que ya no puede participar en el intercambio disulfuro-sulfhidrilo (Cauvain y Young 2002).

8.1. Ácido ascórbico

Menciona que la vitamina C (ácido ascórbico), es una sustancia oxidante que mejora la masa, ya que refuerza las propiedades mecánicas del gluten, aumenta la capacidad de retención del gas carbónico dando como resultado un pan con mayor volumen y una miga más uniforme. Hoy en día el principal agente oxidante que se usa en el mundo es precisamente el ácido ascórbico, tipificado como E-300 e introducido en 1935 por Jorgensen, vistas las acciones positivas sobre las masas de harina. La dosis máxima autorizada es de 20 g por cada 100 kg de harina. El ácido ascórbico es en realidad un agente antioxidante, pero que durante el amasado incorpora oxígeno transformándose en ácido dehidroascórbico, que a su vez durante la prefermentación y fermentación se transforma en ácido ascórbico más oxígeno, actuando así como oxidante (Barriga 2003).

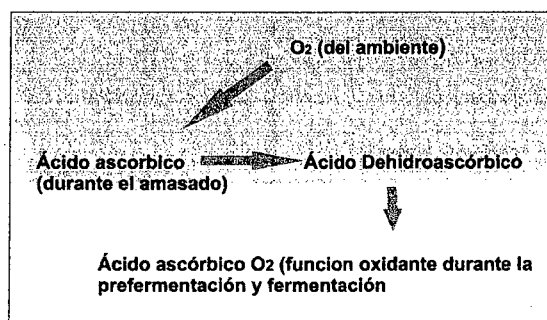


Figura 11: Función oxidante del ácido ascórbico (Barriga 2003).

Que en la práctica, este compuesto va a ser pronto el único agente oxidante permitido disponible en la industria panadera en toda la Unión Europea. En éstos momentos, la cantidad permitida en el Reino Unido está limitada a 200 ppm en términos de peso de la harina, aunque es posible que, una vez se armonicen las normas de la Unión Europea, esta cantidad aumente hasta la QS como está establecido para otros productos alimenticios (Cauvain y Young 2002).

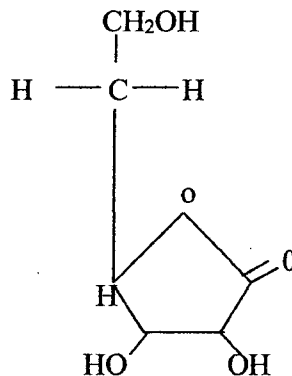


Figura 12: Estructura del ácido ascórbico (Blanco y Alvarado 2006).

Es el sustitutivo de los antiguos oxidantes como los bromatos y básicamente está presente en todos los mejorantes panarios, incluso se utiliza en harinas preparadas (Calaveras 2004).

Su función principal es reforzar las cadenas de gluten, actuando como oxidante de las proteínas de la harina ayudando así a interrelacionarse entre sí. Otras funciones son que evita la pérdida de CO₂, facilita la absorción de agua y permite reducir tiempos de reposo en la harina que normalmente son de 15 días para obtener un estado de madurez correcto en las mismas. Con todo ello, obtenemos más volumen en las masas y panes menos planos dando formas redondeadas. Pero no todo es positivo ya que la utilización de dosis elevadas de este principio activo, produce masas tenaces y pérdidas importantes del sabor característico del pan. En la fabricación de harinas se recomienda de 2 a 10 g x 100 kg de harina, en porcentajes indica el 0,01 % que es 100 ppm por kg de harina porque si se agrega más cantidad, el gluten de la harina se convierte en una red proteica muy rígida, y obtendríamos efectos contrarios a los buscados. Por tanto, la cantidad a adicionar está condicionada por la cantidad del gluten (Calaveras 2004).

Durante el amasado y en presencia de oxígeno, el ácido ascórbico agregado es oxidado y se transforma en ácido deshidroascórbico debido a la acción de la enzima oxidasa. Esto provoca la oxidación del gluten, es decir de la proteína de la harina, aumentando la cantidad de gluten formado y, al mismo tiempo, el blanqueado de la masa (Calaveras 2004).

8.2. Ascorbato de calcio

Aditivo antioxidante, sal formada por el ácido ascórbico actuando como anión ascorbato y el metal calcio como catión, con nombres químicos. Dihidrato de ascorbato de calcio; Sal de

calcio del dihidrato de 2,3-didehidro-I-treo-Hexona- 1,4 lactona. JECCFA : ultima evaluación 1981, IDA no asignada (Blanco y Alvarado 2006).

8.3. Ortofosfato monocálcico

Básicamente su poder de oxidación es más bajo que el ácido Ascórbico y no es tan utilizado. Su dosis recomendada es de 250 g x 100 kg de harina. No obstante su aparición en muchos mejorantes es debido al aumento de volumen que produce en los panes aguantando su gasificación en fermentaciones largas (Calaveras 2004).

8.4. Fosfato monocálcico

Es un principio activo que se incluye en los mejorantes para paliar los efectos de la degradación proteolítica en harinas. Este es un fenómeno muy importante que principalmente viene provocado por el garrapatillo o *Aelia eurigaster* aunque existen otros motivos más por lo que nuestras harinas tienen degradación proteolítica. En la panificación dos son las funciones más importantes. Inhibir el efecto de las proteosomas sobre el gluten e incrementar ligeramente la fuerza de las harinas (Calaveras 2004).

8.5. L-cisteína

Es un aminoácido que debido a su grupo —S—H puede actuar como un agente reductor directamente sobre las uniones de puentes disulfuro de la estructura del gluten en la masa. Por regla general se utiliza en su forma hidrociorada (Cauvain y Young 2002).

Los agentes reductores se utilizan en algunas ocasiones para modificar el comportamiento de las harinas con un contenido proteico elevado o cuando la reología de las masas no es la apropiada para el tipo de panificación a realizar. En Norteamérica, el tratamiento de harinas fuertes, de las que se dice que son «muy fuertes», con un agente reductor es relativamente normal. En tales casos, la adición del agente reductor puede utilizarse con el fin de mejorar el comportamiento de la masa durante el moldeo (Cauvain y Young 2002).

8.6. Persulfato potásico

Trabaja como antioxidante y mejorador de la harina de trigo cristales blanco solubles en agua y en alcohol usados para modificar la harina hasta madurarla o envejecerla. Fórmula $K_2(SO_4)_2$ (Blanco y Alvarado (2006).

8.7. Persulfato amónico

Aditivo que trabaja como antioxidante y mejorador de la harina de trigo. Polvo blanco de micro cristales sin olor ni sabor. Fórmula $(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$. Ambos persulfatos dentro del pan se convierten en bisulfatos y en sulfatos. Al comer el pan son ligeramente absorbidos. Evaluados por JECFA por última vez en 1965 sin asignarles IDA (Blanco y Alvarado 2006).

8.8. Bromato potásico

Es necesario recordar que las levaduras son microorganismos cuyas enzimas logran degradar la glucosa del almidón por glicolisis hasta liberar CO_2 que aumenta la masa a más del doble de su tamaño inicial. Bromato KBrO_3 son granos o cristales blancos de la sal potásica del ácido brómico, que al degradarse en el horneado libera su propio oxígeno, por ello no deberá emplearse más de 7 ppm (Blanco y Alvarado 2006).

Este aditivo es utilizado en panadería desde 1914, para elevar la masa logrando panes más grandes y más blancos, pero con menor peso, porque el tamaño se logra con la formación de burbujas de gas que levantan la masa, efecto que tradicionalmente se logra con la levadura, gracias a sus enzimas que degradan la glucosa del almidón de la harina hasta producir CO_2 o anhídrido carbónico. Un exceso de bromato se puede reconocer por la cubierta más dorada, la miga muy esponjosa, y al aplastarlo con la mano el pan propiamente se deshace, se desmorona la cubierta. Forma y peso del pan lo otorgaban el oxígeno liberado en el horneado (Blanco y Alvarado, 2006). En el año 1992 la OMS y la FAO alertaron que más de 7 ppm pueden irritar los intestinos, causar diarrea y vómitos (Blanco y Alvarado 2006).

8.9. Agentes oxidantes en USA.

La lista de agentes oxidantes permitidos Estados Unidos es, de alguna manera, más larga que la de la Unión Europea. En el momento de escribir este libro la utilización del bromato de potasio todavía está permitida, aunque muchos fabricantes de pan han dejado de usarlo (Cauvain y Young 2002).

A diferencia de lo que sucede en Europa, los fabricantes de América del Norte no suelen utilizar ácido ascórbico ni sales de yodo, como el iodato potásico, mientras que todavía se usa la azodicarbonamida. El oxígeno disponible no es un factor limitante de la acción de esta última sustancia. La azodicarbonamida resulta apropiada para la metodología de esponja y masa, habitual en Norteamérica (Cauvain y Young 2002).

Tabla 6: Agentes para el tratamiento de las harinas

Agentes para el tratamiento de las harinas	Nivel máximo en el producto terminado
1 Ácido ascórbico L. y sus sales de sodio y potasio	300 mg / kg
2 Hidrocloruro de L.-cisteína	90 mg / kg
3 Dióxido de azufre (en harinas utilizadas únicamente para la fabricación de bizcochos y pastas)	200 mg / kg
4 Fosfato monocálcico	2 500 mg / kg
5 Lecitina	2 000 mg / kg
6 Cloro en tortas de alto porcentaje	2 500 mg / kg
7 Dióxido de cloro para productos de panadería crecidos con levadura	30 mg / kg
8 Peróxido benzofílico	60 mg / kg
9 Azodicarbonamida para pan con levadura	45 mg / kg

Fuente: CODEX STANDARD 1995

CAPÍTULO IX

9.-COADYUVANTES DE LA FERMENTACIÓN

9.1. Enzimas

Las α -amilasas son utilizadas como agente antienvjecimiento porque ellas reducen el endurecimiento de la miga de una forma tal que también se reduce la migración de agua. Las enzimas rompen una porción del almidón durante el proceso y el horneado, de modo tal que la firmeza de la miga es menor durante el almacenamiento del pan ya que el almidón no se retrograda tan fácilmente. La estabilidad de la temperatura y modo de acción de las enzimas son importantes para que una cantidad suficiente de almidón ramificado sea roto para inhibir el envejecimiento o retrogradación del almidón, pero cuando la enzima esta en exceso la miga se hace gomosa y se dificulta el rebanado) (Lallemand Baking Update 1996)

Son coadyuvantes de fermentación cuando hablamos de las enzimas como catalizadores biológicos que ayudan a acelerar diversas reacciones químicas. Normalmente al hablar de este apartado, nos referimos a las amilasas fúngicas y las proteasas, pero no debemos olvidar que en este grupo se encuentran también las pentosanasas y los gluco-oxidasas. Quizá al ser productos naturales y con un gran campo de aplicaciones, las enzimas tienen bien merecido el hueco tan importante en la panificación y quizá sean éstas, la base fundamental en el futuro de los mejorantes, ya que son cada vez más los estudios desarrollados sobre ellas (Calaveras 2004).

Las enzimas que están presentes en las harinas o en la malta (amilasas) escinden el almidón en maltosa o dextrosa, los cuales a su vez junto con la sacarosa, son transformados por las enzimas presentes en las células de la levadura en glucosa y fructosa que por la acción de otra enzima (zimasa) se transforman en anhídrido carbónico y alcohol. Entre los compuestos volátiles están los aldehídos y ácidos volátiles como ácido acético y en pequeñísimas cantidades ácido fórmico (Quaglia 1991).

9.2. Coadyuvantes en el procesamiento de panificación y pastelería

9.2.1. α -amilasas

Enzima presente en las capas externas del germen de trigo, estando en mayor cantidad si es trigo germinado. Actúa sobre las uniones de enlace de la cadena de almidón, liberando

productos de menos número de carbonos como las dextrinas. Por acción del calor del horneado desde los 75 a 80 °C se inactiva (Blanco y Alvarado 2006).

Las α -amilasas son una serie de enzimas que catalizan, todas ellas, la misma reacción básica, la escisión de las moléculas hidratadas de almidón, es decir, de la amilosa, la amilopectina no ramificada y los polímeros de cadena larga y ramificados de maltosa, generándose moléculas de cadena corta no ramificadas conocidas como dextrinas. Realizan en combinación con la β -amilasa, una enzima que ataca las partes extremas de las cadenas de amilosa y amilopectina, liberando moléculas de maltosa, consiguiendo, si se les da suficiente tiempo y las mantenemos en unas condiciones adecuadas, convertir prácticamente todo el almidón en maltosa Figura 13. Cada vez que la α -amilasa rompe una cadena de almidón, se crean dos lugares sobre los que puede actuar la β -amilasa. Por tanto, la cantidad de α -amilasa es la que determina la velocidad de reacción de las enzimas en el sistema (Cauvain y Young 2002).

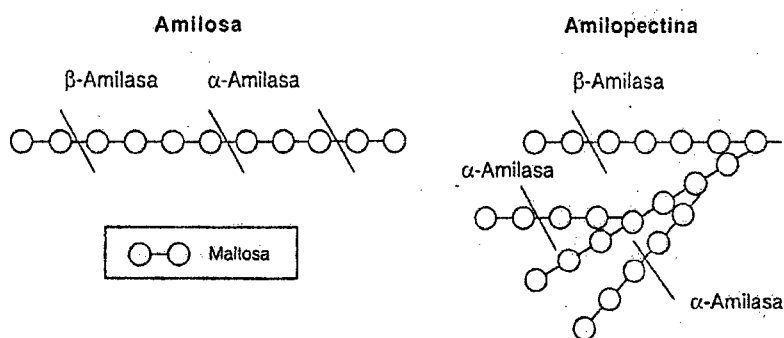


Figura 13: Representación de las actividades de la α -amilasa y la β -amilasa sobre el almidón (Cauvain y Young 2002).

Las amilasas presentes en la harina al inicio del amasado comienzan su actividad en el momento en que se añade el agua. El almidón roto durante la molturación del grano de trigo es más rápidamente hidratado, y por tanto, más fácilmente atacable por las enzimas. Estas, trabajan en acción combinada: la alfa amilasa va cortando las cadenas lineales en fracciones de menor longitud, llamadas dextrinas, mientras que la beta amilasa va cortando las cadenas en moléculas de maltosa, formada por dos unidades de glucosa. El contenido en dextrinas parece tener un efecto importante en la capacidad de retención de agua y en la consistencia de la masa; si la harina procede de trigo germinado se produce una excesiva dextrinación y las masas resultan blandas y pegajosas (Tejero 2012).

Como el contenido en beta amilasa del trigo es generalmente suficiente para la actividad requerida en la fermentación, sólo se controla el contenido de alfa amilasa de las harinas antes de su utilización (Tejero 2012).

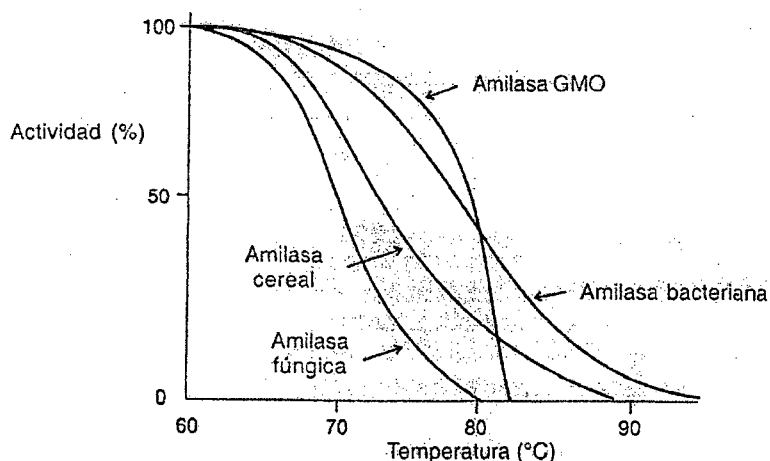


Figura 14: Curvas generales de temperatura - actividad de α -amilasas de diferente procedencia (Cauvain y Young 2002).

Dependiendo del tamaño de las elaboraciones así como de la temperatura del horno, después de unos 10 minutos aproximadamente, las enzimas de la levadura se desactivan y la célula muere. A medida que aumenta la temperatura de la masa en el horno (250 °C), comienza a producirse la gelatinización con lo cual, el almidón se hincha y forma un gel más o menos rígido, en función de la cantidad de alfa-amilasas presentes, y de su origen. De éstos dos factores dependerá el tiempo durante el que se sigue produciendo dextrinización en la masa, en la miga en formación. No obstante, una acción excesivamente prolongada aumenta el volumen del pan con riesgo de derrumbamiento de su estructura, y el resultado de una miga pegajosa, por el contrario, una rápida estabilización de la miga dará un volumen escaso (Cauvain y Young 2002).

9.3.1.1. Amilasa de origen fúngica

Se producen por fermentación de una cepa del hongo *Aspergillus niger*, y es la más utilizada en la fabricación del pan, como alternativa a la harina de malta. Ello es debido al hecho, entre otros, de que la alfa-amilasa fúngica tiene una mayor tolerancia a la sobredosificación que la de origen cereal, lo que se basa en su desactivación durante la primera fase de la cocción (60 - 65° C), por lo que no existe el riesgo de que se produzca exceso de dextrinas, lo cual produciría migas pegajosas (Tejero 2012).

El motivo por el que la utilización de α -amilasa de origen cereal representa un riesgo mayor que el empleo de la fúngica es evidente si se comparan las curvas de inactivación de ambas enzimas Figura 14. Si se tiene en cuenta el hecho adicional de que la actividad de la levadura y la de la β -amilasa cesa por encima de los 55 °C es evidente que la amilasa cereal continuará generando dextrinas durante más tiempo que lo haría la fúngica en un pan que se está horneando, de tal manera que la cantidad de dextrina en ese pan será más elevada (Cauvain y Young 2002).

9.3.1.2. α -amilasa cereal (harina de malta)

Estas amilasas se inactivan a 75 °C por lo que en una harina con elevada actividad enzimática o en el caso de una sobredosificación, esta mayor estabilidad al calor puede ocasionar los mismos problemas que las harinas procedentes de trigo germinado (Tejero 2012).

En algunas circunstancias, la harina diastásica de malta ofrece a la industria panadera ciertas ventajas y oportunidades; por ejemplo, en la manufactura de productos crujientes no rebanados en los que se desea lograr un volumen específico con un crecimiento energético en el horno. La corteza debería tener buen color y ser crujiente, pero no correosa. Para conseguir esto es fundamental la utilización de la técnica correcta, pero puede facilitarse su consecución mediante la adición de la cantidad apropiada de harina diastásica de malta (Cauvain y Young 2002).

9.3.1.3. α -amilasa bacteriana

La alfa-amilasa bacteriana se produce a partir de la bacteria *Bacillus subtilis*, y es muy resistente al calor por lo que a temperaturas de 70 a 90° C alcanza su máxima velocidad de reacción. El efecto secundario típico de la amilasa bacteriana es una disminución de la viscosidad del engrudo del almidón (Tejero 2012).

Es notable la termoestabilidad de las α -amilasas de origen bacteriano. De hecho retienen algo de actividad después de todo el proceso de horneado y, por tanto, continúan liberando dextrinas durante todo el ciclo del horneado e, incluso, durante la posterior refrigeración. En términos prácticos, la gran ventaja que supone la utilización de estas enzimas en comparación con otros ablandadores de la miga, como los monoglicéridos destilados, es que consiguen alargar más la vida útil al lograr mantener el pan blando un tiempo más prolongado. Comparados con los monoglicéridos son igual de eficaces en los 3 primeros días y prolongan más

la vida útil del pan tras su horneado, alargándola durante 3-6 días más. Otra ventaja destacable es que el ablandamiento que logran no se acompaña ni por debilitamiento ni por sequedad de la miga (Cauvain Young 2002).

9.4. β -amilasa

Enzima que acompaña al almidón del endospermo del trigo degradándolo si se ha dañado en la molturación, transformando al almidón en maltosa, jarabes de glucosa o fructosa, empleados en bebidas refrescantes, conservas de frutas, repostería, en lugar del azúcar de caña o de remolacha. Antes se obtenían los jarabes por hidrólisis del almidón con un ácido, hoy se hace por hidrólisis enzimática, obteniendo mejores jarabes de glucosa a un costo menor (Blanco y Alvarado 2006).

9.5. Hemicelulasas

Cuando se añaden las enzimas, ofrecidas comercialmente como hemicelulasas, a las masas se modifican los pentosanos del trigo. Puede demostrarse claramente que varios de estos sistemas enzimáticos (utilizados en una concentración adecuada) tienen un efecto beneficioso notable en muchos tipos de productos de panadería. Cuando se utilizan en las masas, el manejo de éstas resulta más fácil y son más extensibles sin que esto redunde en la pérdida de resistencia ni en un incremento de su pegajosidad. Incluso puede observarse un modesto aumento de la capacidad de absorción de agua. El producto terminado presenta un mayor volumen junto a una estructura alveolar más fina. Esta estructura fina del alveolo provoca sucesivamente un mejor color de la miga y una mejora de su suavidad y elasticidad (Cauvain y Young 2002).

9.6. Pentosanasas

Estas enzimas desdoblan las pentosanas que son unos polisacáridos distintos al almidón. Esta reacción de hidrólisis aumenta la absorción de agua en la masa, aumentando la tenacidad y disminuyendo ligeramente la extensibilidad. Los preparados enzimáticos de pentosanasas se añaden con el propósito de frenar el envejecimiento rápido del pan. Se ha podido observar que retardan la velocidad de retrogradación del almidón. Al mismo tiempo, dichas enzimas retienen agua durante la cocción y posteriormente esta agua puede ser suministrada gradualmente al almidón, lo que permite mantener más tiempo el pan tierno (Tejero 2012).

Los pentosanos, polisacáridos distintos del almidón, son un componente minoritario de la harina de trigo donde se encuentran a un nivel de 2-3 %. Aproximadamente mitad solubles y

mitad insolubles en agua. La presencia de los pentosanos reduce la tendencia de los componentes del almidón a la recristalización, porque son extremadamente hidrofílicos y absorben unas seis veces su peso en agua (Cauvain y Young 2002).

9.7. Proteinasas

La función es facilitar el amasado dando extensibilidad a la masa y facilitando el desarrollo del pan en el horno. Altera el greñado dando una greña nítida y facilita el color dorado tan buscado en algunos panes. La aplicación de proteasas en los mejorantes normalmente no se realiza, debido a que en nuestras harinas se tiene una elevada concentración por propia naturaleza, pero esto no impide que en diversos casos se añadan como también sucede en la fabricación de harinas. Su función es dar extensibilidad a las masas y su aplicación práctica en fábrica de harina oscila entre 4 a 15 g x 100 kg de harina (Calaveras 2004).

Este grupo de enzimas ataca directamente las cadenas proteicas. Al hacerlo, debilitan de forma paulatina e irreversible la red de gluten. Por consiguiente, la industria panadera británica ha mirado de forma recelosa a estas enzimas. Sin embargo, se utilizan de forma regular en Norteamérica para contrarrestar los efectos de las «harinas muy fuertes». El gluten «extra fuerte» no suele ser un problema en las industrias europeas. Es necesario añadir las proteinasas en cantidades elevadas en el procesado de las masas de tiempo nulo para conseguir efectos perceptibles. En ciertas ocasiones, estas enzimas pueden ser apropiadas en la producción de productos de desayuno hojaldrados si se añaden junto a la L-cisteína (Cauvain y Young 2002).

Que para darse alguna idea de las cantidades en juego citamos los niveles siguientes que se recomiendan para añadir a la masa de tres proteinasas en polvo (Manley 1989).

Tabla 7: Porcentajes de enzima proteolítica

Producto comercial	Porcentaje
Proteinasa 18 ABM Chemicals Ltd	0,056-0,28 / 100 u. hari.
Neutrasa 1.55 Novo Enzyme Products Ltd	0,005-0,015 / 100 u. hari.
H.T Proteolytic 200 Miles Kali-Cheme GmbH	0,08-0,16 / 100 u. hari.

Fuente: Manley 1989

La fabricación de galletas y barquillos se utilizan proteasas bacterianas. En éstos casos su efecto se traduce en un debilitamiento del gluten, lo que favorece el laminado de la masa y su

expansión sin deformación durante la cocción. La degradación del gluten ayuda a la obtención de galletas más crujientes. En la fabricación de barquillos la viscosidad o fluidez de la masa aumenta con la adicción de proteasas bacterianas, que ayudan a la evaporación del agua, lo que repercute en una mayor productividad y una menor fragilidad (Tejero 2012).

9.8. Lipoxigenasas

Blanqueador de harina y mejorados en el amasado. Se obtiene por métodos convencionales de separación de proteínas de la soya y de otras leguminosas que la poseen en apreciable cantidad (Blanco y Alvarado 2006).

La harina de soya activa es el principal portador del enzima lipoxigenasa. En la fabricación de pan de molde y pan de hamburguesas y, en general, en aquellos panes que se desee potenciar la blancura de la miga está recomendado el uso de entre 5 y 10 g / kg de harina de soya activa. El efecto de la lipoxigenasa sobre el ácido linoleico, es la formación de hidroxiperóxidos, que producen una oxidación acoplada de sustancias lipófilas, como los pigmentos carotenoides. Esta oxidación ocurre durante la etapa de amasado y da lugar a una miga más blanca y brillante, al mismo tiempo que aumenta el volumen del pan y que su sabor es más insípido. Se puede conseguir también este efecto oxidante con una dosificación alta de ácido ascórbico pero resultaría una masa tenaz difícil de mecanizar. Con la adicción de harina de soya activa se puede potenciar el efecto oxidante sin modificar el equilibrio de la harina (Tejero 2012).

Tabla 8: Enzimas utilizadas en panificación

Enzimas	Nivel máximo en el producto terminado
1 Amilasa fúngica de <i>Aspergillus niger</i>	BPF
2 Amilasa fúngica de <i>Aspergillus oryzae</i>	BPF
3 Enzima proteolítica de <i>Bacillus subtilis</i>	BPF
4 Enzima proteolítica de <i>Aspergillus oryzae</i>	BPF

Fuente: CODEX STANDARD 1995

Tabla 9: Grupos de enzimas

Componentes de harina	Tipo de enzima	Reacciones catalizadoras	Mejora
Almidón	Amilasas de la harina de malta Amilasa fúngica Amilasa bacteriana	Desintegración del almidón en: Azúcares Dextrinas	Características de la masa: Volumen Porosidad Color de la corteza
	Amiloglucosidasa	Aroma	Conservación Superficie crujiente
Otros polisacáridos	Celulasas	Desintegración de la celulosa Apertura de las estructuras	Características de la masa: Volumen Elasticidad de la miga
	Hemicelulasas	Desintegración de hemicelulosas Estabilidad de fermentación	Volumen Conservación
	Pentosanasas	Desintegración de pentosanas	Normalización de las harinas
Proteínas	Proteasas Proteasas fúngicas	Aflojan la estructura del gluten	Características de la masa: Ablandamiento de la estructura del gluten
	Proteasas bacterianas	Acortan las cadenas proteicas hasta la eliminación del gluten	Calidad de la bollería y pastelería
Lípidos	Lipoxigenasas (mediante harina de soya sin desgrasar y sin tostar)	Oxidación de Carotenoides. Formación de peróxidos	Blanqueado de la miga Mejora del gluten

Fuente: Tejero 2012

Tabla 10: Enzimas sugeridas para la mejora del pan y de la harina (no exclusivas)

Enzima	Efecto pretendido
α -amilasa, fungal	Suministro de energía para la levadura
α -amilasa, bacteriana	Licuefacción
α -amilasa, estable al calor intermedio	Antiendurecimiento
Amiloglucosidasa (glucoamilasa)	Suministro de energía, color, sabor
Enzima ramificada (glucotransferasa)	Retención de agua
Celulasa	Retención de agua
Furanosidasa, arabinofuranosidasa	Estructura de la masa, retención de agua
Esterasa de ácido ferúlico y cumárico	Estructura de la masa, retención de agua
Glutación oxidasa	Refuerzo de las proteínas
Glicolipasa, galactolipasa	Estabilidad de la masa y rendimiento de volumen
β -glucanasa	Estructura, licuefacción
Glucosa oxidasa, galactosa oxidasa, hexosa oxidasa	Refuerzo de las proteínas
Hemicelulasa, xilanasa, pentosanasa	Estructura de la masa, retención de agua, rendimiento de volumen
Laccasa, polifenol oxidasa Reforzamiento de la masa	Reforzamiento de la masa
Lipasa	Sabor, emulsificación <i>in-situ</i> , estabilidad de la masa y rendimiento de volumen
Lipoxigenasa, lipoxidasa	Estructura de la masa,
Exopeptidasa	Color, sabor
Peroxidasa	Reforzamiento de las proteínas
Fosfolipasa	Estructura porosa y rendimiento de volumen
Proteasa, proteinasa	Relajación de las proteínas, licuefacción
Pululanasa	Estructura, retención de agua
Sulfidril oxidasa	Reforzamiento de las proteínas
Sulfidril transferasa	Reforzamiento de las proteínas
Transglutaminasa	Reticulación de las proteínas, estabilización del gluten

Fuente: Popper 2010

CAPÍTULO X

10.-CONSERVANTES

Indica que los conservantes permitidos en la elaboración de pan y otros productos de panadería en el Reino Unido se recogen en *The Miscellaneous Food Adciitives Regulations* de 1995. Los conservantes se utilizan con el objeto de que inhiban el desarrollo de mohos y bacterias termófilas. De los tres grupos de conservantes listados, el ácido sórbico y sus sales son de escaso valor para la elaboración de pan y otros productos fermentados por levaduras, porque sus efectos inhibitorios sobre los microorganismos no compensan sus efectos perjudiciales sobre las características de la masa. Las cantidades necesarias de estas sustancias para que se incrementara de forma significativa la vida útil del producto son tales que provocarían una masa pegajosa, cuyo procesado presentaría serias dificultades. Los productos resultantes se caracterizarían por un escaso volumen y una estructura de alveolos abierta y basta. Si el consumidor está preparado para aceptar la presencia de un conservante en el producto, los propionatos son los más eficaces en impedir el crecimiento de mohos. El compuesto de elección, dentro de este grupo, es el propionato cálcico (Cauvain y Young 2002).

Debería tenerse en cuenta que los conservadores sólo pueden impedir, nada más, la alteración microbiana; en otras palabras, no destruyen a los microorganismos. La base fundamental de la elaboración de productos de panadería con una adecuada vida útil es disponer de una industria bien diseñada, limpia y eficazmente dirigida, con un sistema de normas higiénicas correctamente ejecutado y controlado de forma minuciosa (Calaveras 2004).

Las concentraciones límites permitidas en las diferentes clases de productos de panadería son, en la actualidad, menores que las que se permitían previamente en las normas del Reino Unido. No obstante son menos restrictivas de lo que aparentan a primera vista. Se refieren a acidez libre y se basan en el peso total del producto tras el horneado y durante este proceso se producen considerables pérdidas de ácido propiónico. En la práctica, las cantidades máximas de propionato cálcico que suelen utilizarse en la actualidad en el Reino Unido son unas 3.000 ppm o en porcentajes 0,3 % en peso de harina, cantidad que debería ser suficiente para lograr una protección adecuada y mantenerse dentro de las normas en cualquier tipo de producto de panadería. Con estas concentraciones de conservante se consigue mantener el producto libre de mohos durante un tiempo, prolongándose la vida útil en 2-3 días (Cauvain y Young 2002).

Tabla 11: Conservadores y su utilización

Categoría de producto cantidad máxima permitida (ppm del producto terminado)

Todos los panes y productos de repostería	Ácido acético (E260)	} QS
	Acetato potásico (E261)	
	Diacetato sódico (E262)	
Preenvasados en rebanadas y panes de centeno	Ácido acético (E260)	} QS
	Acetato potásico (E261)	
	Diacetato sódico (E262)	
	Ácido sórbico (E200)	} 2000 ppm = 0,2 %
	Sorbato potásico (E202)	
	Sorbato cálcico (E203)	
	Ácido propiónico (E280)	} 3000 ppm = 0,3 %
	Propionato sódico (E281)	
	Propionato cálcico (E282)	
Propionato potásico (E283)		
Panecillos precocinados, Preenvasados y con amasado de baja intensidad	Ácido acético (E260)	} QS
	Acetato potásico (E261)	
	Diacetato sódico (E262)	
	Ácido propiónico (E280)	} 2000 ppm = 0,2 %
	Propionato sódico (E281)	
	Propionato cálcico (E282)	
	Propionato potásico (E283)	
Productos de repostería preenvasados con una $a_w > 0,65$	Ácido acético (E260)	} QS
	Acetato potásico (E261)	
	Diacetato sódico (E262)	
	Ácido sórbico (E200)	} 2000 ppm = 0,2 %
	Sorbato potásico (E202)	
	Sorbato cálcico (E203)	
	Ácido propiónico (E280)	} 3000 ppm = 0,3 %
	Propionato sódico (E281)	
	Propionato cálcico (E282)	
Propionato potásico (E283)		
Panecillos y panes de pita pre envasados	Ácido acético (E260)	} QS
	Acetato potásico (E261)	
	Diacetato sódico (E262)	
	Ácido propiónico (E280)	} 2000 ppm = 0,2 %
	Propionato sódico (E281)	
	Propionato cálcico (E282)	
	Propionato potásico (E283)	

Fuente: Cauvain y Young 2002

10.1. Ácido sórbico

Se recomienda en dosis de 2 g x kg aislados o en conjunto con sorbato sódico, potásico y cálcico. Es un polvo cristalino blanco, casi sin olor y poco soluble en agua, de sabor débilmente ácido que responde a la nomenclatura: $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$. Se caracteriza por ser inocuo para personas y animales, por ser muy activo contra numerosos microorganismos y sin alterar olor y sabor del pan. Debe mantenerse en lugares secos y protegerse de la luz. Su aplicación es directa contra los hongos y enmohecimientos del pan, conservando en buen estado el producto incluso con elevadas márgenes de pH. Ahora bien, su utilización en exceso puede dificultar la fermentación panaria ya que inhibe las levaduras (Calaveras 2004).

10.2. Sorbato potásico

Es un polvo blanco prácticamente inodoro que se diferencia del anterior por su fácil solubilidad en el agua. Su eficacia es similar al ácido sórbico ya que es liberado como componente conservante al incorporarlo con la masa (Calaveras 2004).

10.3. Sorbato cálcico

Es un polvo blanco similar al talco. Su solubilidad es muy limitada en agua. Es el menos utilizado en panificación, pero cuando se buscan resultados duraderos de aplicación rápida, éste tiene un efecto importante sobre las superficies de los alimentos (Calaveras 2004).

10.4. Ácido propiónico

Este ácido propionico o propanoico es un ácido orgánico de 3 C, estructuralmente derivado del hidrocarburo propano con su primer C primario oxidado hasta carboxilo COOH. Aditivo fungicida, preservante y aromático. También tienen acción preservante sus sales de calcio, potasio y sodio. Químicamente, el ácido propanoico, posee estructura química muy sencilla y su uso no presenta problemas. Desde hace más de 60 años es empleado al igual que sus sales de mejor olor y más baratas como aromatizantes y conservantes eficientes en panadería contra mohos, levaduras y bacterias. JECFA: última evaluación 1997, IDA: no especificada (Blanco y Alvarado 2006).

10.5. Propionato de sodio

Este aditivo conservante inhibidor de mohos y hongos filamentosos. Sinónimo *propanoato de sodio*. JECFA: última evaluación 1973, IDA: no especificada son sales de sodio y de calcio del

ácido propionico con forma muy fina y de color blanco. Su eficacia está en relación al pH siendo 5,0 pH su actividad más óptima para la eliminación de mohos. Se caracteriza porque tiene muy poco efecto sobre las levaduras en dosis normales. Su dosis recomendada es de 3 g x kg aislados o en conjunto (Blanco y Alvarado 2006).

10.6. Propionato de calcio

Aditivo conservante inhibidor de mohos y hongos filamentosos. Sinónimo propanoato de calcio. Son sales de sodio y de calcio del ácido propiónico con forma muy fina y de color blanco. Su eficacia esta en relación al pH siendo 5.0 su actividad más óptima para la eliminación de mohos. Se caracteriza por que tiene muy poco efecto sobre las levaduras en dosis normales. Su dosis recomendada es de 3 g x kg aislados o en conjunto (Calaveras 2004).

10.7. Propionato de potasio

Aditivo conservante inhibidor de mohos y hongos filamentosos. sinónimo propanoato de potasio (Calaveras 2004).

CAPÍTULO XI

11.-GASIFICANTES o LEUDANTES

Los leudantes químicos se usan para proporcionar su textura a galletas, pasteles y otros productos. Ellos producen gas de la reacción que se genera cuando el bióxido de carbono y un ácido leudante son mezclados juntos y entran en contacto con el agua. El gas forma burbujas que son atrapadas en el batido y luego se expanden durante el horneado para formar los hoyos que son retenidos en el producto terminado (Lallemand Baking Update 1996).

Los agentes fermentadores son aquellas sustancias que directamente o indirectamente tienen un efecto de dilatación y elevación o aumento de volumen en las masas destinadas para producir productos horneados (fermentación). El principal agente fermentante es el dióxido de carbono, pero también es importante la acción del vapor de agua, del aire que se incorpora durante la preparación de la masa, que después se dilata durante la cocción en el horno. Hay distintos tipos de leudantes: química, biológica, física, o debidos a la evaporación y dilatación del agua emulsionada con grasas (Quaglia 1991).

En la fermentación biológica la fermentación se consigue por fermentación con levaduras (fermentación natural). Para la fermentación de las masas panarias se emplean levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae*. Las levaduras al provocar la fermentación transforman los azúcares en alcohol y gas carbónico (Calvel 1983).

Sustancias o combinación de sustancias que liberan gas aumentando con ello el volumen de la masa. Provocan incorporación de CO₂ a la masa. Esencialmente son reguladores de la acidez, a la vez que gasificantes. Los hay que cumplen funciones como texturizadores, antiaglutinantes, agentes de retención de agua, secuestrantes, emulsionantes o agentes para el tratamiento de harinas (Blanco y Alvarado 2006).

Cualquier alimento que ya contiene ácido en solución se combina con el bicarbonato, éste se disuelve en el líquido frío y el ácido rápidamente libera el bióxido de carbono del bicarbonato. Una sal del ácido se forma junto con el gas. Sin embargo, a menos que tanto el ácido como el bicarbonato estén en solución e ionizados, los dos no reaccionan. El polvo de hornear; que es una mezcla de bicarbonato y ácido secos, aprovecha la ventaja. Es estable en un recipiente cerrado debido a que ambos reactivos están secos. El primer polvo de hornear se vendió en 1853 en los Estados Unidos (Charley 1999).

11.1. Leudantes químicos o artificiales

11.1.1. Bicarbonato de sodio

Bicarbonato de sodio es la fuente más común de bióxido de carbono, es bajo en costo, de alta pureza, fácil de manejar, y no deja sabor residual. La harina y los otros ingredientes son ligeramente ácidos, de los de acción rápida son menos comunes modo que el bicarbonato liberará algo de bióxido de carbón al ser agregado sólo, pero producirá más gas agregando más ácidos (Lallemand Baking Update 1996).

El bicarbonato de sodio, como una sal de base fuerte (hidróxido de sodio) y un ácido débil (carbónico), es alcalino. Debido a ello, reacciona con los ácidos. En solución, los ácidos se ionizan, liberando iones de hidrógeno (H^+). El bicarbonato de sodio en solución también se ioniza, liberando iones de sodio (Na^+) y de bicarbonato (HCO_3^-). El ion de sodio positivo se une con el ion negativo aportado por el ácido, para formar la sal sódica del ácido. El ion de hidrógeno positivo del ácido se une con el ion, bicarbonato negativo para formar ácido carbónico (H_2CO_3) (Charley 2004).

11.1.2. Bicarbonato de potasio y bicarbonato de amonio

Son fuentes de bióxido que algunas veces son utilizadas en lugar de bicarbonato de sodio. El bicarbonato de potasio puede ser usado para aplicaciones bajas en sodio. El bicarbonato de amonio puede ser utilizado para productos de baja humedad como galletas (Lallemand Baking Update, 1996).

El bicarbonato de amonio es otra fuente de bióxido de carbono. Además, éste produce amoníaco y agua, los que pueden ser convertidos en vapor. El uso del bicarbonato de amonio como fuente de gas esponjante se limita a los productos horneados de poca humedad, como las galletas que no retienen el amoníaco (Charley 1999).

El bicarbonato amónico ("vol") $CO_3H(NH_4)$ es un agente esponjante, extraordinariamente útil en galletería, se descompone completamente por el calor desprendiendo anhídrido carbónico, amoníaco gaseoso y agua. El nombre "vol" por el que se le conoce comúnmente en Gran Bretaña, viene de la sal volátil, a causa de su completa descomposición (Manley 1989).

11.1.3. Ácidos leudantes

Los ácidos leudantes son seleccionados en base a su reactividad que tan rápido reaccionan y a que temperaturas. La reactividad depende mayormente de la solubilidad, que depende de la composición química, tamaño de particular y tratamientos (Lallemand Baking Update 1996).

El pirofosfato ácido de sodio, $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$, es de acción lenta a muy lenta, ligero sabor ácido, se utiliza comercialmente como un ácido leudante. Existen formas del ácido que se disuelven a diferentes temperaturas durante el horneado (Charley 1999).

11.2. Polvo de hornear

El polvo de hornear contiene baking, soda y uno o más ácidos leudantes y un relleno. Los ácidos leudantes son segregados en forma de polvo como sales que no reaccionan hasta que son disueltos en agua. El relleno (almidón) estabiliza el producto manteniendo el bicarbonato y el ácido separados y lo estandariza a la fuerza que se desea (Lallemand Baking Update 1996).

11.2.1. Polvos de acción simple

Los polvos de acción simple contienen un sólo ácido leudante, y puede ser de acción lenta o rápida. Los de acción lenta son los más comunes y utilizan un ácido leudante de acción lenta como el SALP (fosfato de sodio y aluminio) que reacciona muy poco antes de ser calentado en el horno los de acción rápida son menos comunes pero usan ácidos de acción rápida como crema tártara para producir gas a baja temperatura (Lallemand Baking Update 1996).

11.2.2. Polvos de doble acción

Los polvos de doble acción contienen una mezcla de ácidos de acción rápida como el MCP (fosfato monocálcico) y uno de acción lenta como el SAPP (Pirofosfato ácido de sodio). Éstos reaccionan parcialmente a bajas temperaturas y parcialmente a altas temperaturas para proveer de un leudado uniforme a través de todo el proceso (Lallemand Baking Update 1996).

Los polvos de hornear de tartrato y fosfato se clasificaban como de acción rápida o única, debido a que los ácidos involucrados se disolvían y una alta proporción del bióxido de carbono se liberaba cuando el polvo de hornear se ponía en contacto con un líquido frío (Charley 1999).

11.3. Efectos sobre los productos horneados.

El sabor es influenciado por la selección del ácido leudante y el ratio entre el ácido y el bicarbonato. El SAPP y GDL tienen un sabor ligeramente ácido, pero el sabor del SAPP puede ser enmascarado al usar suficiente bicarbonato, y adicionando una fuente de iones calcio, azúcar, sabores (Lallemmand Baking Update 1996).

El tipo de polvo de hornear utilizado influye en el pH del batido o masa. Los batidos y masas hechos con polvo de hornear de tartrato son más ácidos que aquellos hechos con polvo de hornear de fosfato. Este último produce un batido más ácido que el del SAS-fosfato (Charley 1999).

El color de miga es influenciada por el pH del producto final. Un pH bajo nos ofrece una miga blanca. Un pH alto tendrá una miga oscura debido al alto nivel de bicarbonato de sodio, esto es algo deseable en los productos con chocolate (Lallemmand Baking Update 1996).

La textura es también influenciada por el ácido leudante. El calcio y el aluminio de los ácidos leudantes permiten un buen desarrollo del gluten para volumen y textura mientras que los sulfatos y fosfatos interfieren con el desarrollo del gluten y reducen la retención de gas. La GDL también permite un buen desarrollo del gluten y proporciona una aceptable textura de la miga en los productos que usan levadura (Lallemmand Baking Update 1996).

Tabla 12: Principales aditivos gasificantes

Número	sustancia	otras funciones
341	Fosfatos de calcio	Regulador de la acidez, agente para el tratamiento de las harinas, texturizador, antiaglutinante, agente de retención del agua.
450, i, ii, iii	Difosfatos di, tri y tetrasádico	Emulsionante, estabilizador, regulador de la acidez, secuestrante, agente de retención del agua.
450 iv, v	Difosfatos di y tetrapotásico	
450 vi, vii	Difosfatos dicálcico, diácido cálcico	
450 viii	Difosfato dimagnésico	
452	Polifosfatos	
500 i, ii, iii	Carbonatos de sodio	
503 i, ii	Carbonatos amónicos	Regulador de la acidez, antiaglutinante
574	Ácido glucónico	
575	Glucono δ -lactona	Regulador de la acidez

Fuente: Blanco y Alvarado 2006

Tabla 13: Ingredientes químicos leudantes

LEUDANTES QUÍMICOS			
NOMBRE DEL INGREDIENTE	NOMBRE COMÚN	FUNCIONES	CONSIDERACIONES
Bicarbonato de sodio	Baking soda	Fuente de CO ₂	Fuente más común de CO ₂ para polvos de hornear
Bicarbonato de potasio		Fuente de CO ₂	Usado en lugar de bicarbonato para bajar sodio
Bicarbonato de aluminio		Fuente de CO ₂	El sabor de amoníaco limita su uso a productos de baja humedad
Ácido tartárico		Ácido leudante	Muy rápida acción
Tartrato monopotásico	Crema tártara	Ácido leudante	Acción rápida
Fosfato monocálcico	MCP	Ácido leudante	Acción rápida, usado en polvo de hornear doble acción
Fosfato monocálcico anhidro	AMCP	Ácido leudante	Recubierto para una acción más lenta que MCP
Pirofosfato ácido de sodio	SAPP	Ácido leudante	Acción de lenta a muy lenta, ligero sabor ácido
Fosfato de sodio y aluminio	SALP	Ácido leudante	Acción lenta, usado en polvo de hornear de simple acción
Sulfato de aluminio y sodio	SAS	Ácido leudante	Acción muy lenta
Dihidrato de fosfato dicalcico	DCPD	Ácido leudante	Acción muy lenta
Glucono-delta-lactona	GDL	Ácido leudante	Acción lenta, sabor ligeramente ácido
Sulfato de calcio		Relleno	Inerte
Carbonato de calcio		Relleno	Inerte
Almidón de maíz		Relleno	Inerte

Fuente: Lallemand Baking Update 1996

CAPÍTULO XII

12.-ENVEJECIMIENTO DEL PAN

El pan es el alimento de consumo corriente más importante en el mundo occidental y está considerado como un bien perecedero, siendo mejor cuando se consume fresco. Desafortunadamente, el pan permanece “fresco” tan sólo durante unas pocas horas después de sacarlo del horno. Durante el almacenamiento sufre diversos cambios que conducen a la pérdida de su frescura organoléptica. Los factores que gobiernan la velocidad a la que el pan pierde frescura durante su almacenamiento se dividen en dos grandes grupos: aquellos debidos al ataque microbiano y los que son consecuencia de una serie de cambios químicos y físicos que dan lugar al endurecimiento progresivo de la miga, denominado vulgarmente como “envejecimiento” (Cauvain y Young 2002).

Los procesos que provocan el envejecimiento realmente comienzan durante el enfriamiento, incluso antes de que el almidón haya solidificado lo suficiente como para que la pieza de pan se corte. El envejecimiento del pan está asociado principalmente al endurecimiento de la miga. Durante el almacenamiento la miga generalmente se vuelve más dura, seca y desmenuzable y la corteza se ablanda y se vuelve correosa. Con mucha frecuencia estos cambios se atribuyen únicamente a que la miga se seca. Sin embargo el mecanismo del endurecimiento de la miga durante el almacenamiento es algo más que una simple redistribución de la humedad de la miga hacia la corteza. El proceso global del envejecimiento está compuesto de dos subprocesos (Guy et al. 1983).

El término “envejecimiento” hace referencia a la disminución gradual de la aceptación del consumidor debido a todos los cambios químicos y físicos que tienen lugar en la corteza y en la miga durante el almacenamiento, excluyendo la alteración microbiológica (Calvel 2001).

El resultado de estos cambios es un producto que el consumidor ya no considera “fresco”. El envejecimiento se detecta organolépticamente por los cambios que se producen en la textura del pan así como en el sabor y aroma (Cauvain y Young 2002).

12.1. Deterioro microbiológico

La fuente más habitual de la alteración microbiológica del pan es el crecimiento de mohos. Menos frecuente, pero responsable de problemas cuando el clima es cálido, es la alteración bacteriana conocida como “encordamiento”, “ahilamiento” o pan filante, debida al

crecimiento de especies de *Bacillus*. La menos frecuente de todos los tipos de alteración microbiológica en el pan es la causada por ciertos tipos de levaduras (Cauvain y Young 2002).

12.1.2. Alteración por mohos

Los mohos más comunes en la alteración del pan son *Penicillium spp*, aunque *Aspergillus spp*, puede tener mayor trascendencia en los países tropicales. En los panes de trigo se ha observado un amplio rango de mohos alterantes incluyendo *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucorales* y *Neurospora* (Cauvain y Young 2002).

12.1.3. Alteración bacteriana

El ahilamiento o encordamiento es una alteración del pan y de otros productos de panadería que tienen una humedad relativa de equilibrio (HRE) alta, esto es mayor del 90 %. Es causado por una variante de *Bacillus subtilis* o *Bacillus licheniformis*. El organismo responsable, *Bacillus subtilis*, se encuentra de forma natural en el suelo y por ello las bacterias causantes del pan ahilado o filante pueden estar presentes en las partes externas de los granos y de los vegetales. También puede estar presente en el aire y podría transportarse en el ambiente de la panadería como un aerosol por medio del polvo. La fuente primaria de contaminación son los ingredientes crudos que pudieran estar presentes en la superficie o el exterior de los equipos (Cauvain y Young 2002).

Tabla 14: Características de los mohos del pan

Moho	Color de colonia	Apariencia de la colonia	Comentarios
<i>Penicillium spp</i>	azul/verde	plana se extiende con bastante lentitud	El tipo de moho más habitual en el pan
<i>Aspergillus niger</i>	negro	Pilosa, se extiende con cabezas de esporas, a menudo claramente visible	Frecuente
<i>Aspergillus flavus</i>	verde oliva		
<i>Aspergillus candidus</i>	crema		
<i>Aspergillus glaucus</i>	verde claro		
<i>Cladosporium spp.</i>	verde oliva oscuro	Plana, se extiende lentamente	Presente a menudo en las paredes húmedas de las tahonas, se encuentra frecuentemente.
<i>Neurosporasitophila</i>	rosa salmón	Muy pilosa y de extensión rápida	Crecerá muy rápidamente en pan húmedo
<i>Rhizopus nigricans</i>	gris/negro		
<i>Mucor spp</i>	gris		

Fuente: Cauvain y Young 2002

12.2. Deterioro físico

El ablandamiento de la corteza es consecuencia de la difusión de agua de la miga hacia la corteza propiciada por un gradiente de concentración (la miga posee más agua que la corteza) y por la absorción de humedad de la atmósfera. Por su parte el endurecimiento de la miga se atribuye a la coexistencia de varios fenómenos como la retrogradación de la amilosa, la recristalización de la amilopectina, la formación de enlace entre el gluten y almidón y redistribución de agua en el pan. De estos fenómenos, la recristalización de la amilopectina es considerada la principal causa del endurecimiento (Eliasson 1993).

Aunque la amilosa y la amilopectina están hechas de los mismos bloques de D-glucosa tienen diferentes propiedades físicas y químicas que afectan su comportamiento durante el horneado. La amilosa se difunde rápidamente fuera del gránulo de almidón, cuando ellos se hidratan e hinchan (gelatinizan) a 60°C se acompleja con emulsificantes y puede ser completamente rota en el azúcar maltosa por la beta-amilasa. La amilosa recristaliza o retrograda rápidamente cuando se enfría después de la gelatinización (Lallemand Baking Update 1996).

La amilopectina no se difunde fácilmente fuera del gránulo de almidón cuando este gelatiniza y se acompleja muy poco con los emulsificantes. Tampoco es afectada por beta-amilasa por sus enlace alfa-1,6 pero puede romperse en dextrinas con algunas ramificaciones por la alfa-amilasa. La amilopectina retrograda lentamente durante el enfriamiento después de la gelatinización y contribuye en la firmeza por sus enlace tridimensionales (Lallemand Baking Update 1996).

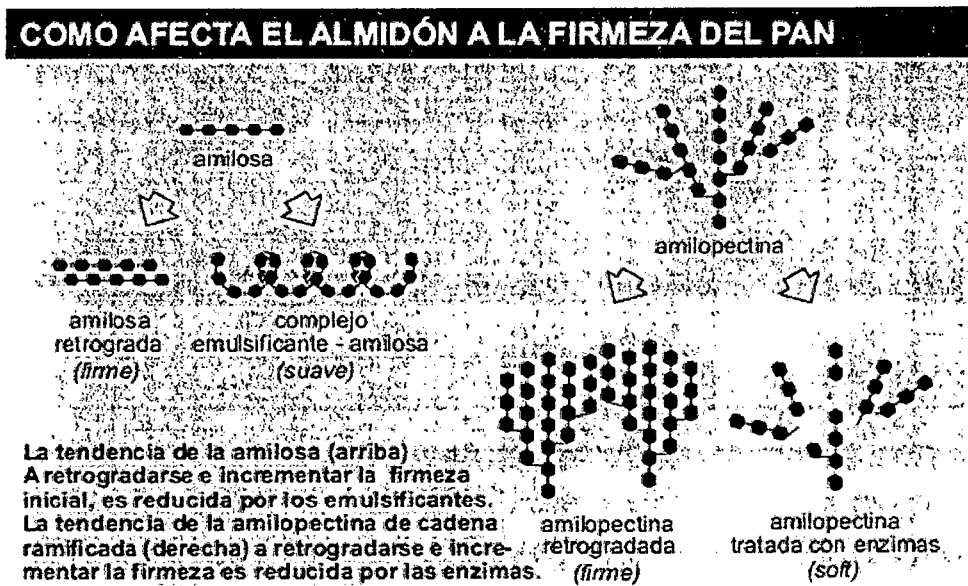


Figura 15: Como afecta el almidón la firmeza del pan (Lallemand Baking Update 1996).

12.2.1. Retrogradación del almidón

Después de un ciclo completo de panificación, comienzan los procesos de enfriamiento y envejecimiento, durante los cuales se reasocian o reordenan las moléculas de almidón: el almidón retrograda. La retrogradación del almidón se produce cuando las moléculas de almidón comienzan a asociarse en estructuras ordenadas. En una fase inicial, dos o más moléculas pueden formar un simple punto de unión que después puede desarrollarse en regiones ordenadas más extensas. Finalmente bajo condiciones favorables, aparece el orden cristalino. Es importante notificar que la retrogradación no implica una vuelta literal al mismo grado de orden o propiedades encontradas en el almidón nativo (Callejo 2002).

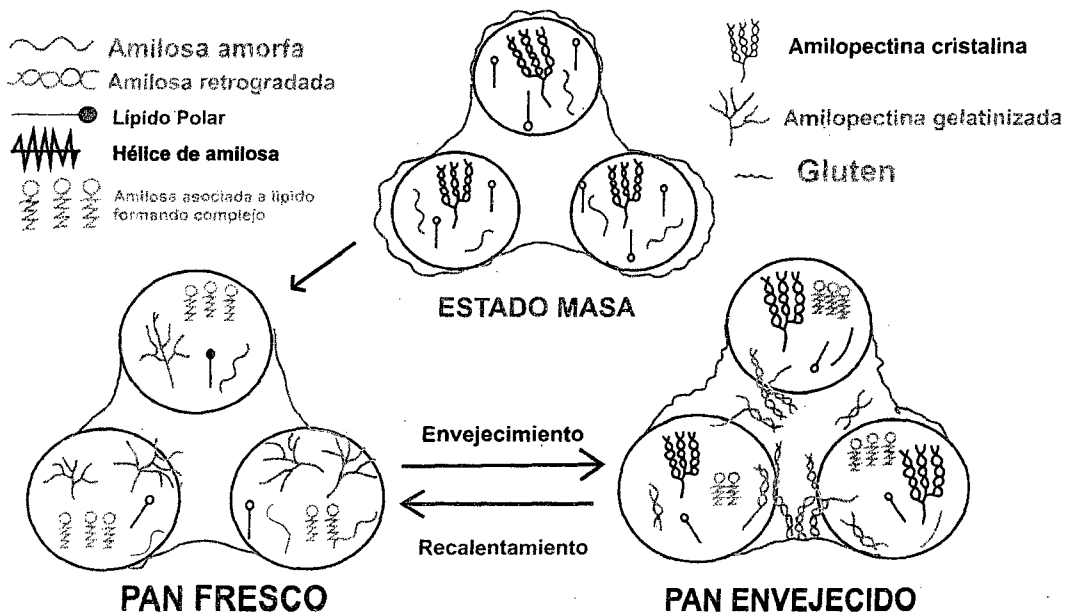


Figura 16: Modelo que muestra el envejecimiento de la miga de pan con las estructuras moleculares presentes en el estado de masa, pan fresco, pan envejecido y pan “recuperado por recalentamiento” (Callejo 2002).

La retrogradación de la amilosa y la amilopectina caracterizan la cristalización de los geles de almidón el primer día de almacenamiento, después del cual sólo la amilopectina controla la retrogradación por lo que se considera que el envejecimiento se debe básicamente a la asociación de cadenas de amilopectina. En el pan fresco, el polisacárido ramificado tiene casi todas sus ramas extendidas, mientras que en el pan duro están retrogradadas, unidas entre sí y sin el agua original (Badui 1999).

Muestra los cambios desde el estado de masa, al pan fresco (inmediatamente después de la cocción) y al envejecimiento del pan, así como los cambios como consecuencia del recalentamiento del pan, con el consiguiente incremento de frescura temporal en el mismo. En cada caso, se representa el grado de orden presente en la fracción de almidón y las fases del gel intra e intergranular. En el estado de masa, los gránulos se representan más pequeños para indicar su estado sin gelatinizar comparado con los gránulos en los estados de pan fresco y envejecido. El gluten se representa cubriendo las superficies de los gránulos y como puente entre ellos, formando una fase continua. La amilopectina aparece en conformaciones moleculares helicoidales agregadas en regiones cristalinas (el modelo representa sólo un segmento). La amilosa en forma amorfa, en conformación de simple hélice. Otro componente granular son los lípidos polares, que son susceptibles de interactuar con la amilosa durante el proceso de panificación (Callejo 2002).

El estado de pan fresco refleja los eventos que tienen lugar en el horno e inmediatamente después de sacar el pan del horno durante su enfriamiento. Durante la cocción se pierde la cristalinidad de la amilopectina produciéndose la gelatinización y gelificación del gránulo con éstos cambios en el gránulo, una parte de las moléculas de amilopectina tiene la libertad de expandirse en el espacio intergranular. La amilosa, lixiviada de los gránulos gelificados, aparece también en este espacio. Al mismo tiempo la amilosa exudada se muestra en forma de dobles hélices retrogradadas. En este estado fresco una parte de la amilosa permanece en los gránulos y se representa en un complejo con forma de hélice por los lípidos polares presentes en la harina de los lípidos (Callejo 2002).

12.3. Control tecnológico del envejecimiento del pan

El estado de pan envejecido muestra la “reformación” de estructuras de doble hélice en la fracción amilopectina y su reorganización en regiones cristalinas durante el envejecimiento. Esta nueva organización imparte rigidez tanto al gránulo de almidón gelatinizado como al material intergranular, funcionando como un “entrelazamiento físico” sobre toda la estructura del gel. La acción de las amilasas, inhibiendo el incremento de firmeza que se produce como consecuencia de la retrogradación del almidón, podría iniciarse en el horno, tras la gelatinización del almidón. como se comentara, la extensión y el tiempo de tal acción dependerá de la estabilidad térmica de la amilasa, diferente según el origen de la enzima (Callejo 2002).

CAPÍTULO XIII

13.-ESTABILIZANTES, ESPESANTES Y GELIFICANTES.

Entre ellos los hidrocoloides se han utilizado con éxito como agente antienviejimiento. Los hidrocoloides pueden modificar las propiedades reológicas del almidón y prolongar la vida útil del pan estudiaron el efecto del alginato así como de las gomas guar, algarrobo goma arábica y xantana sobre la retrogradación del almidón (Rojas et al. 2000).

Su aplicación es para facilitar un estado de gelificación sobre la masa cuando sobrepasa una temperatura superior a los 59 °C en el horno, ayudando a la gelificación de los almidones que según origen en la harina gelifican antes o después (Calaveras 2004).

Los estabilizantes y reguladores de pH, el más usado es el fosfato monocálcico (E-341i) y de las procedentes de trigos germinados. La dosis máxima autorizada es de 250 g por 100 kg de harina (Barriga 2003).

CAPÍTULO XIV

14.-REGULADORES DE pH.

Su utilización está admitida como dosis máximas 3 g / kg aislados o en conjunto (Calaveras 2004).

Estos son: acetato potásico (E-261), ácido cálcico (E-263), ácido láctico (E-270), lactato potásico (E-26), lactato cálcico (E-327), ácido cítrico (E-330), citrato potásico (E-332), citrato cálcico (E-333) y el vinagre de origen vínico (Calaveras 2004).

Estos ácidos se añaden en la masa con el fin de regular su pH e inhibir la actividad del *Bacillus subtilis* o *mesentéricus*, responsable del pan filamentoso o más conocido como pan ahilado (Calaveras 2004).

CAPÍTULO XV

15.-ANTIPELMAANTES.

Carbonato cálcico

Los antiapelmantes evitan el aglutinamiento' de los productos en polvo, debido a la humedad del propio producto o del ambiente. El más utilizado es el carbonato cálcico (E-170) (Barriga 2003).

Este principio activo ayuda a dar flexibilidad al pan y bollos, manteniéndolos más tiempo tierno. Es un efecto de esponjamiento (Calaveras 2004).

CAPÍTULO XVI

16.-DESMOLDEADORES

Su aplicación práctica es permitir la correcta separación de los panes de las chapas o moldes, después de cocidos. Se utilizan sobre los fondos de latas y no condicionan el sabor final del pan. En la mezcla de mejorantes hay que tener en cuenta que existen otros muchos componentes que solamente vamos a mencionar, y que son muy aplicados para mejorantes de panes especiales: fibras, derivados lácticos, conservantes, acidulantes, dextrosas y grasas (Calaveras 2004).

CAPÍTULO XVII

17.-EXCIPIENTES

Son la cantidad de producto para mezclar todos los demás principios activos y normalmente son mayoría en su concentración ejemplo almidones (Calaveras 2004).

CAPÍTULO XVIII

18.-HUMECTANTES

En este capítulo es decir que solamente es posible aplicar el sorbitol (Calaveras 2004).

CAPÍTULO XIV

19.-COLORANTES

Caramelo

Con el fin de dar tonos oscuros, su aplicación se puede realizar en panificación pero exclusivamente en el pan de centeno (Calaveras 2004).

CAPÍTULO XX

CONCLUSIONES

1. Un mejorante es una mezcla de aditivos alimentarios que tienen por característica compensar las variaciones de la calidad de las harinas y los productos horneados.
2. Los aditivos alimentarios denominados mejoradores influyen en la elaboración de productos de panadería y pastelería determinando la calidad y la vida útil en anaquel del producto, además compensan los posibles cambios en las variables del proceso (temperatura final del amasado y de la fermentación, tiempos de reposo, condiciones de cocción).
3. La mayor cantidad de pérdidas en los productos horneados se debe al envejecimiento del pan influenciado por factores biológicos (mohos, bacterias, levaduras) y físicos (retrogradación del almidón, cristalización, pérdida de humedad) siendo la preocupación principal alargar la vida útil del producto.
4. La función tecnológica de los conservantes impiden la alteración microbiana (mohos, bacterias, levaduras) en la harina y en el producto terminado además evitan el deterioro y alargan la vida útil del producto en anaquel.
5. La función tecnológica de los emulsionantes mejora el color de la corteza de los panes, se enlazan rápida y totalmente con las ramificaciones del gluten hidratando el entramado del gluten, producen artículos crujientes con una corteza muy fina con un aspecto de exhibición y ayudan a retrasar el fenómeno de endurecimiento del pan o retrogradación del almidón.
6. La función tecnológica de los coadyuvantes como las enzimas ayudan a acelerar el proceso de fermentación, incrementa el volumen del pan obteniendo una corteza de mejor apariencia, permite una miga más suave en panes.
7. La función tecnológica de los agentes oxidantes como el ácido ascórbico, pentosanas incrementan la tenacidad de las masas.
8. La función tecnológica de los agentes reductores como las proteasas, L cisteína reducen la tenacidad de las masas e incrementan la elasticidad.
9. Las dextrinas tienen un efecto importante en la capacidad de retención de agua y en la consistencia de la masa; si la harina procede de trigo germinado se produce una excesiva dextrinación y las masas resultan blandas y pegajosas.

CAPÍTULO XXI

BIBLIOGRAFÍA

1. Barriga, X. 2003. Panadería artesana, tecnología y producción. Barcelona, España. Editorial Montagué, S.A. 287 p.
2. Badui, D; Bourges, R; Anzaldúa M. 1999. Proteínas. Química de los Alimentos. Edit. Pearson. México.
3. Berk, J; Dubois, M. 1992. Repercussions action de la lipoxigenasa de la feve sur les caractéristiques de la pate et du pain. .
4. Bravo, J; Ortiz G. 1999. Efecto del grado de extracción de harina del trigo (*triticum aestivum*) sobre sus propiedades fisicoquímicas y de panificación. Tesis Universidad Autónoma de Chapingo México 74p. Consultado el 20 marzo de 2012. Disponible en http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/bravo_h_p/capitulo4.pdf
5. Blanco, T; Alvarado, C. 2006. Aditivos alimentarios. Lima, Peru. Editorial Realidades, S.A. 160 p.
6. Calaveras, J. 2004. Nuevo Tratado de Panificación y Bollería. Madrid, España. Editorial Mundi Prensa. 622 p.
7. Cauvain, S; Young, S. 2002. Fabricación del Pan. Zaragoza, España. Editorial Acribia, S.A. 420 p.
8. Cauvain, S; Young, S. 2006. Productos de panadería ciencia, tecnología y práctica. Zaragoza, España, Editorial. Acribia, S.A. 251 p.
9. Calvel, R 2001. El sabor del pan. España ed. Montagué, Barcelona. 145 p.
10. Callejo, M. 2002. Industrias de cereales y derivados. Madrid. Editorial Mundi Prensa; AMV Ediciones, 325 p.
11. Cairnes, P; Miles, M; Morris, V. 1991 Studies of the effect of the sugars ribose, xylose and fructose on the retrogradation of wheat starch gels by X-ray diffraction. Carbohydrate Polymers. 355 p.
12. Celía, M. 2009. Harina de arveja en la elaboración de pan. Estudio del efecto de emulsionantes como mejoradores de volumen y vida útil. Tesis Universidad Nacional del Litoral 156p. Consultado el 26 julio de 2012. Disponible en <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8180/tesis/bitstream/1/145/1/tesis.pdf>
13. CLAUDE, W. 2011. "El rincón del molinero: Requisitos para la calidad total" Consultado el 26 julio de 2012. disponible en: /rinconmolino/calidadtotal.html obtenido el 4/10/2011.
14. Codex Alimentarius Standard 1985. Norma del codex para la harina de trigo. Consultado el 25 de junio del 2013. Disponible en <http://www.codexalimentarius.net/search/advancedsearch.do>
15. Codex standard 199-1995, "Norma del Codex para el trigo y el trigo duro"

16. Charley, H. 1999. Tecnología de alimentos: procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. México Editorial Limusa 768 p.
17. Eliasson, A. 1993. Differential scanning calorimetry studies on wheat starch-gluten mixtures. II. Effect of gluten and sodium stearyl lactylate on starch crystallization during ageing of wheat starch gels. *Journal of Cereal Science*. 213 p.
18. Fenema, Owen. 2005. Química de los alimentos. 5 ed. España. Editorial, Acribia. 1240 p.
19. Guy, R; Hodge, D; Robb, J. 1983. An examination of the phenomena associated with cake staling. FMBRA Report No. 107. November. CURA. Chipping Campden, UK.
20. He, H; Hosney, R. 1991. Differences in gas retention, protein solubility and rheological properties between flours of different baking quality. *Cereal Chemistry*. 530.
21. Kaur, L; Singh, N; Singh, J. 2004. Factors influencing the properties of hydroxypropylated potato starches. *Carbohydrate polymers* 211 p.
22. Lallemand Baking Update envejecimiento del pan. México, S.A. DE C.V. Consultado el día 20 de febrero del 2012. disponible en <http://www.envejecimientodelpan.p>
23. Lallemand Baking Update una guía de leudantes químicos México, S.A. DE C.V. Consultado el día 26 de julio 2012. Disponible en <http://www.lallemandmexico.com/pdf/LBU-01-12.pdf>
24. Li, J; Yeh, A. 2001. Relationships between thermal, rheological characteristics and swelling power for various starches, j. *Food Engineering* 50 p.
25. Lorenz, K. 2014. El trigo. Disponible Consultado el día 03 de marzo 2014. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo.shtml>, obtenida el 11/01/2011.
26. Lutz, P. 2010. Las pequeñas ayudantes de los fabricantes de harinas Alemania. Ed Mühlenchemie GmbH & Co. KG, Ahrensburg, 123p.
27. Lusas, J; Riaz M. 1995. Repercusión de la acción de la lipoxigenasa en las características de la de la fibra del pan.
28. Manley, D. 1989. Tecnología de la industria galletera galletas, crackers y otros horneados Zaragoza España Editorial Acribia 345 p.
29. Miralbés, C. 2000. Enzimas en Panadería. Ed. Montagud, Barcelona.
30. Mira, I; Persson, K; Villwok, V. 2007. On the effect of surface active agents and their structure on the temperature induced changes of normal and waxy wheat starch in aqueous suspension. Part I Pasting and calorimetric studies. *Carbohydrate polymers*. 68 p.
31. Morales, M. 2008. Material didáctico panadería. Manual de panadería Consultado el 24 febrero 2014 Disponible en http://biblioteca.duoc.cl/bdigital/Documentos_Digitales/600/640/38435.pdf

32. Mua, J; Jackson, D. 1997. Fine structure of corn amylose and amylopectin fractions with various molecular weights. *J Agric. Food Chem* 45.
33. Pigani R. 2010. Co oxidation reactions of lipoxygenase in plant systems *Free Radical Biol. And Med* Consultado el 02 de ene. 2013 Disponible en <http://redalyc.uaemex.rc/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=209115357009>
34. Popper, L. 2010. *Enzimas-Las mejores amigas de las harinas* Editorial Mühlenchemie GmbH & Co. KG, Ahrensburg, Alemania Consultado el 26 julio de 2012. Disponible en <http://www.muehlenchemie.de/downloads-expertenwissen/mc-enzyme-popper-esp.pdf>
35. Quaglia, G. 1991. *Ciencia y tecnología de la panificación*. España Ed. Acribia, Zaragoza. 373 p.
36. Ramírez, J. 2011. *Fortificación de alimentos: Estado del arte*. Universidad el valle. Cali. Colombia. Consultado el 12 de nov. 2012. Disponible en: <http://colombiamedica.univalle.edu.co/VOL32NO2/micronutrientes.html>
37. Ratnayake, W; Jackson, D. 2006. Gelatinization and solubility of corn starch during heating in excess water: *New Insights. Agric Food Chem*. 54.
38. Rojas, J; Rosell, C; Benedito, C; Pérez, M; Lluch, M. 2000. The baking process of wheat rolls followed by cryo scanning electron microscopy. *European Food Research and Technology*, 212: 57-63.
39. Ryan, H. 1988. Lipoxygenases pathways in cereals. In Pomeranza y Ed. *Advances in cereal science and technology*. Consultado en 02 de ene. 2013 Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=23911410>
40. Sánchez, I. 2007. *Propiedades fisicoquímicas de almidones catiónicos elaborados por extrusión México* 98p. Tesis Instituto politécnico Nacional Consultado el 20 marzo de 2012. Disponible en http://www.inaes.gob.mx/doctos/pdf/guia_empresa/panificacion.pdf
41. Singh, J; Singh, N. 2003. studies of the morphological and rheological properties of granular cold water cold water soluble corn and potato starches *Food Hydrocolloids*. 112 p.
42. Tejero, F. 2000. *Defectos de la harina de trigo*. España Ed. Montagud, Barcelona.
43. Tejero F. 2012. *Asesoría técnica en panificación*. España Ed. Montagud, Barcelona. Consultado el 20 de dic. 2012. Disponible en <http://www.franciscotejero.com.es>
44. Tejero F. 2012. *Las enzimas en la panificación* España Ed. Montagud, Barcelona. Consultado el 20 de dic. 2012. Disponible en <http://www.franciscotejero.com/tecni>

CAPÍTULO XXII

ANEXOS

ANEXO 1: LOS ADITIVOS EN LA INDUSTRIA PANADERA Y PASTELERA

Los mejoradores, despiertan gran interés, a la Ciencia de los Alimentos. Enfocan ahora, con la autoridad profesional que tienen, uno de los aspectos más apasionantes y complejos de la producción, procesamiento y uso de los alimentos: el mundo de los aditivos alimentarios.

Las opiniones profesionales y la percepción pública sobre los aditivos alimentarios están profundamente divididas. Las sustancias químicas, conocidas como aditivos alimentarios, son admiradas y apreciadas por algunos, odiadas o rechazadas por otros, hasta temidas por ciertos sectores. Hay profesionales, entre ellos, incluso, médicos y nutricionistas, que desaconsejan la ingestión de alimentos con aditivos, por considerarlos, no necesariamente con pruebas científicas, muy peligrosos. Muchos consumidores rechazan los aditivos por ser compuestos químicos, ignorando tal vez que todos los alimentos, y por supuesto también el propio cuerpo humano están formados por compuestos químicos.

Declaran no ingerir nunca alimentos con aditivos, pero usan, tal vez a diario, azúcar, sal, y especias diversas, que son también, aditivos alimentarios y lógicamente, compuestos químicos tan detestados por ellos. Estas preocupaciones, muy respetables por supuesto, llevaron a la Organización Mundial de la Salud (OMS) y a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) a establecer, a mediados de la década del cincuenta, el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios, más conocido como JECFA, por su nombre en inglés *Joint Expert Committee FAO/OMS on Food Additives*. La Primera Conferencia Mixta FAO/OMS sobre Aditivos Alimentarios, se realizó en setiembre de 1955, cuyo informe dio origen al documento *Principios Generales que Regulan el Empleo de Aditivos Alimentarios* (Primer informe del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios). FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 15, 1957; OMS, Serie de Informes Técnicos, N° 129, 1957. Las Bodas de Oro de JECFA se celebraron el año pasado. Durante su fructífera vida, se han celebrado reuniones periódicas en Ginebra en la sede de la OMS, en las cuales participan especialistas en los grupos de aditivos de acuerdo a la agenda específica. El trabajo que se realiza allí es con mucha minuciosidad, seriedad y gran espíritu científico que gobiernan dichas reuniones, por lo cual las conclusiones de esos expertos son

dignas de todo crédito. En el año 1962, se creó el Programa FAO/OMS sobre **Normas Alimentarias** y su Comisión del Codex Alimentarios, uno de cuyos comités es, precisamente, el dedicado a los Aditivos Alimentarios, que funciona en los Países Bajos. Por supuesto que este cuerpo emplea para sus deliberaciones los informes especializados de JECFA. La gran cantidad de esos informes publicados hasta la fecha, incluyendo las revisiones periódicas sobre cada grupo de aditivos o, sobre algunos aditivos en especial, hace que dicha literatura científica sea de gran utilidad para los *profesionales especialistas en dichos compuestos químicos, pero no siempre es apta o práctica para* los profesionales, empresarios o consumidores que requieren información oportuna sobre aditivos alimentarios, pero seleccionada y escrita en un lenguaje accesible a personas que no lo son. Es por eso que podemos afirmar que el siguiente trabajo monográfico sobre mejoradores en la industria panadera y pastelera que presenta en un momento muy oportuno, para llenar ese vacío de información seleccionada, tamizada y escrita en un lenguaje sencillo, pero con profundidad científica. Esa es una de las virtudes de este libro. Pero tiene muchas otras, entre ellas el presentar, ordenadamente, las listas de los principales mejoradores de acuerdo a su clasificación, en cuadros muy bien logrados. Asimismo, informan sobre la legislación que gobierna los diversos aspectos sobre los aditivos.

ANEXO 2: PORCENTAJES DE LOS PRINCIPALES ADITIVOS DENOMINADOS MEJORADORES EMPLEADOS EN PANADERÍA Y PASTELERÍA

Reglamentación técnico sanitaria de aditivos en panificación. Para pan y panes especiales.

A - Emulgentes.

Tabla 15: Emulgentes

Número	Dosis máxima de uso
Lecitina de soya..... E-322	2 g / kg de harina = 0,2 % por kg de harina = 2000 ppm
Mono y diglicéridos de los ácidos grasos alimenticios..... E-471	3 g / kg de harina = 0,3 % por kg de harina = 2000 ppm
Ésteres de los mono y diglicéridos de los ácidos grasos alimenticios con los ácidos :	
- Acético E-472 a	3 g / kg de harina = 0,3 % por kg de harina = 2000 ppm
- Tartárico E-472 d	
- Monoacetil tartárico y diacetil tartárico.... E-472 e	

Fuente: Calaveras 2004

B. Componentes panarios para la elaboración del pan.

Tabla 16: Componentes panarios para la elaboración de pan

Mejorantes tecnológicos	número	Dosis máxima de uso
Ácido L ascórbico.....	E-300	20 g /100 kg de harina = 0,02 % x kg
Ortofosfato monocalcico....	E-341 (i)	250 g /100 kg de harina Aislados ----- o en conjunto
Ortofosfato bicalcico.....	E-341 (ii)	

Fuente: Calaveras 2004

C. Coadyuvantes de fermentación.

Tabla 17: Coadyuvantes de fermentación

Fermento amilolítico (amilasas) Y fungal amilasas.....	Cantidad suficiente para obtener El efecto deseado
Proteasas.....	
Gluco-oxidasas.....	
Pentosanasas.....	

Fuente: Calaveras 2004

D. Mejorantes de valor nutritivo

Tabla 18: Coadyuvantes de fermentación

	Dosis máxima de uso
Azúcares comestibles.....	BPF (El contenido de Azúcares reductores en el producto terminado no sobrepasara el 3 por 100 m/m
Harina de malta.....	10 g /kg de harina = 1 % x kg de hari = 10000 ppm
Extracto de malta.....	Dosis equivalente en actividad diastásica a la autorizada para la harina de malta
Harinas de leguminosas (habas, soya, guisantes, lentejas y judías.....	30 g /kg de harina = 3 % x kg = 30000 ppm
Grasas comestibles.....	10 g /kg de harina

Fuente: Calaveras 2004

E. Conservantes (excepto pan de viena y pan francés)

Tabla 19: Conservantes (excepto pan de viena y pan francés)

Número	Dosis máxima de uso
Ácido sorbico..... E-200	} 2000 ppm, aislados o en conjunto, expresado en ácido sorbico = 0,2 % x Kg de harina = 2 g x kg
Sorbato sódico..... E-201	
Sorbato potásico..... E-202	} 3000 ppm, aislados o en conjunto, expresado en ácido acético 0,3 % x Kg de harina = 3 g x kg
Sorbato cálcico..... E-203	
Diacetato sódico(acetato de sodio)..... E-262	} 3000 ppm, aislados o en conjunto, expresado en ácido propionico 0,3 % x Kg de harina = 3 g x kg
Acétato cálcico E-263	
Propianato sódico..... E-281	} 3000 ppm, aislados o en conjunto, expresado en ácido propionico 0,3 % x Kg de harina = 3 g x kg
Propianato cálcico..... E-282	

Fuente: Calaveras 2004

F. Antiapelmasantes

Tabla 20: Anti apelmasantes.

	Número	Dosis máxima de uso
Carbonato calcico	E- 170	B.P.F

Fuente: Calaveras 2004

G. Colorantes (exclusivamente para el pan de centeno)

Tabla 21: Colorantes

	Número	Dosis máxima de uso
Caramelo (no al amoniaco)	E- 150	B.P.F

Fuente: Calaveras 2004

H. Reguladores de pH

Tabla 22: Reguladores de pH

	Número	Dosis máxima de uso
Acetato potásico.....	E-261	3 g / kg de harina, aislados o en conjunto, expresados en ácido correspondiente
Acetato cálcico.....	E-263	
Ácido láctico.....	E-270	
Lactato potásico.....	E-326	0,3 % x kg de Harina = 3000 ppm
Lactato cálcico.....	E-227	
Ácido cítrico.....	E-330	5mL / de harina
Citrato potásico.....	E-332	
Citrato cálcico.....	E-333	
Vinagre de origen vínico.....		

Fuente: Calaveras 2004

I. Gasificantes (excepto en el pan de viena y pan francés)

Tabla 23: Gasificantes

	Número	Dosis máxima de uso
Ortofosfato mono cálcico	E- 339 (i)	2000 ppm, aislados o en conjunto = 0,2 % x Kg
Ortofosfato disódico	E- 339 (ii)	
Ortofosfato monopotásico	E- 340 (i)	
Pirofosfato ácido de sodio (difosfato disódico)	E- 450 (i)	2000 ppm, aislados o en conjunto
Bicarbonato amónico	H-11.181	B.P.F
Bicarbonato sodico	H- 8.186	
Fosfato amónico	H-11.091	Para mejorar la levadura 5g / kg de levadura
Sulfato amónico	H-11.134	

Fuente: Calaveras 2004

J. Excipientes.

Excipientes para preparados comerciales de aditivos autorizados: harina de cereales, mandioca, almidones comestibles

K. Estabilizantes, emulgentes, espesantes y gelificantes.

Tabla 24: Estabilizantes, emulgentes, espesantes y gelificantes

	Número	Dosis máxima de uso
Lecitina	E-322	4 g /kg de harina
Ortofosfato de sodio	E-339	3000 ppm aislados o en conjunto = 0,3 % x kg de harina = 3 g x kg de harina
(i) Monosódico		
(ii) Disódico		
(iii) Trisódico		
Ortofosfato de potasio	E-340	
(i) Monopotásico		
(ii) Dipotásico		
(iii) Tripotásico		
Ortofosfatos de calcio	E- 341	
(i) Monocálcico		
(ii) Dicálcico		
Polifosfatos	E-450	
a) Difosfatos :		
(i) monosódico		
(ii) disódico		
(iii) tetrasódico		
(iv) Tetrapotásico		
b) Trifosfatos:		
(I) pentasódico		
(II) pentapotásico		
c) Polifosfatos : lineales que no contengan mas del 8 por 100 de compuestos cíclicos:		
(I) Sódico		
(II) Potásico		
Alginato sódico	E-401	B.P.F
Alginato potásico	E-402	
Alginato amónico	E-403	
Alginato cálcico	E-404	
Alginato de propilenglicol (alginatol de 1-2 propanodiol)	E.405	
Harina de granos de algarroba	E-410	B.P.F
Harina de granos de guar.	E-412	
Mono y diglicéridos de los ácidos grasos alimenticios	E-471	

Ésteres de mono y diglicéridos de los ácidos grasos alimenticios con los ácidos: -acético -tartárico -monoacetiltartárico y diacetiltartárico	E-472 a) E-472 d) E-472 e)	} 3 g/kg de harina aislados o en conjunto
Sucroesteres, ésteres de la sacarosa con los ácidos grasos	E-473	
Ésteres de propilenglicol de los Ácidos grasos	E-477	10 000 ppm
Estearoil-2-lactitato sódico (estearoil-2-lactil-lactato sódico)	E-481	} 5000 ppm aislados o en conjunto = 0,5 % x kg = 5 g x kg de harina
Estearoil-2-lactitato sódico (estearoil-2-lactil-lactato cálcico)	E-482	
Adipato de di almidón acetilado	H-4.384	} B.P.F
Éter glicérido de di almidón.....	H-4.385	
Éter glicérido de di almidón Acetilado.....	H-4.386	
Éter glicérido de di almidón Hidroxipropilado	H-4.387	
Fosfato de di almidón acetilado	H-4.389	
Fosfato de di almidón hidroxipropilado.....	H-4.390	
Fosfato de almidón Fosfatado	H-4.391	
Almidón oxidado	H-4.393	
Acetato de almidón	H-4.394	
Almidón hidroxipropilado	H-4.395	

Fuente: Calaveras 2004

L. Humectantes.

Tabla 25: Humectantes

	Número	Dosis máxima de uso
Sorbitol	E-420	B.P.F

Fuente: Calaveras 2004

Tabla 26: Mejoradores

ACONDICIONADOR DE MASA	FUNCIONES	NIVEL DE USO	CONSIDERACIONES
Gluten vital de trigo		2-10 %	Incrementa fuerza y absorción
Cloruro de amonio	Nutriente Levadura	0,04 %	Fuente de nitrógeno
Sulfato de amonio	Nutriente Levadura	0,04 %	Fuente de nitrógeno
Fosfato de amonio	Nutriente Levadura	0,04 %	Fuente de nitrógeno y Fósforo
Carbonato de calcio	Regulador de pH	0,1-05 %	Eleva el pH
MCP (Fosfato mono cálcico)	Regulador de pH	0,1-0,3 %	Baja el pH
Sulfato de calcio	Regulador de pH	0,1-0,6 %	Eleva el pH
Bromato de potasio	Agente Oxidante	10-75 ppm	Oxidante lento
Ácido ascórbico	Agente Oxidante	10-100 ppm	Oxidante intermedio
Peróxido de calcio	Agente Oxidante	10-75 ppm	Agente secante
ADA (Azidocarbonamida)	Agente Oxidante	10-45 ppm	Oxidante rápido
Yodato de potasio	Agente Oxidante	10-75 ppm	Oxidante rápido
Yodato de calcio	Agente Oxidante	10-75 ppm	Oxidante rápido
L-cysteina	Agente Reductor	10-90 ppm	Agente químico reductor
Levadura inactiva	Agente Reductor	0,25-1,0 %	Fuente natural de Glutation
Proteasa	Enzima		Incrementa extensibilidad
Carbohidrasa	Enzima		Mejora frescura
Oxidasa	Enzima		Produce oxígeno vía peróxido
Soya enzimática/activa	Enzima	0,25-0,5 %	Lipoxigenasa blanquea la miga
Jarabe de malta diastásica	Enzima	1,0-2,0 %	Suplemento enzimático
Harina de malta	Malta Enzima	0,5-1,0 %	Suplemento enzimático
Lecitina	Emulsificante	0,25-1,0 %	Suavizador natural
SSL (Estearyl lactilato de Na)	Emulsificante	0,25-0,5 %	Suavizador y reforzador
CSL (Estearyl lactilato de Ca)	Emulsificante	0,25-0,5 %	Suavizador y reforzador
DATM (Ésteres de mono y diglicéridos de ácido diacetil tartárico)	Emulsificante	0,25-0,5 %	Reforzador
EMG (Monoglicéridos etoxilados)	Emulsificante	0,25-0,5 %	Reforzador
Polysorbato 60	Emulsificante	0,25-0,5 %	Suavizador
SMG (Mono y diglicéridos succinilados)	Emulsificante	0,25-0,5 %	Suavizador y reforzador
Mono y diglicéridos	Emulsificante	0,25-1,0 %	Suavizador
Monoglicéridos destilados	Emulsificante	0,25-1,0 %	Suavizador
Almidón	Relleno		

Fuente: Lallemand Baking Update 2010

No. de Categoría de alimento 06.2.1 Harinas

Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
AZODICARBONAMIDA	927a	1999	45 mg/kg	
CLORO	925	2001	2500 mg/kg	Note 87
DIÓXIDO DE CLORO	926	2001	2500 mg/kg	Note 87
PERÓXIDO DE BENZOÍLO	928	2007	75 mg/kg	
PROTEASA (A. ORYZAE VAR.)	1101(i)	1999	GMP	
SULFITOS	220-225, 227, 228, 539	2006	200 mg/kg	Note 44

No. de Categoría de alimento 06.2.2 Almidones

Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
SULFITOS	220-225, 227, 228, 539	2006	50 mg/kg	Note 44

No. de Categoría de alimento 06.3 Cereales para el desayuno, incluidos los copos de avena

Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
ACESULFAME POTÁSICO	950	2007	1200 mg/kg	Note 161
ASPARTAMO	951	2007	1000 mg/kg	Note 161
AZUL BRILLANTE FCF	133	2005	200 mg/kg	
BUTILHIDROXIANISOL, BHA	320	2005	200 mg/kg	Notes 15 & 130
BUTILHIDROXITOLUENO, BHT	321	2006	100 mg/kg	Notes 15 & 130
CARAMELO III - PROCESO AL AMONÍACO	150c	1999	6500 mg/kg	
CARAMELO IV - PROCESO AL SULFITO AMÓNICO	150d	1999	2500 mg/kg	
CARMINES	120	2005	200 mg/kg	
CAROTENOS, BETA- (VEGETALES)	160a(ii)	2005	400 mg/kg	
ÉSTERES DE ASCORBILO	304, 305	2001	200 mg/kg	Note 10
GALATO DE PROPILO	310	2001	200 mg/kg	Notes 15 & 130
NEOTAMO	961	2007	160 mg/kg	Note 161
ÓXIDOS DE HIERRO	172(i)-(iii)	2005	75 mg/kg	
RIBOFLAVINAS	101(i), (ii)	2005	300 mg/kg	

No. de Categoría de alimento 06.4.3 Pastas y fideos precocidos y productos análogos

Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
BENZOATOS	210-213	2004	1000 mg/kg	Note 13
BUTILHIDROXIANISOL, BHA	320	2006	200 mg/kg	Notes 15 & 130
BUTILHIDROXITOLUENO, BHT	321	2006	200 mg/kg	Notes 15 & 130
DIMETILPOLISILOXANO	900a	2007	50 mg/kg	Note 153
ÉSTERES DE ASCORBILO	304, 305	2003	20 mg/kg	Note 10
ÉSTERES DE PROPILENGLICOL DE ÁCIDOS GRASOS	477	2007	5000 mg/kg	Notes 2 & 153
ÉSTERES DIACETILTARTÁRICOS Y DE ÁCIDOS GRASOS DE GLICEROL	472e	2005	10000 mg/kg	

No. de Categoría de alimento 06.4.3 Pastas y fideos precocidos y productos análogos

Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
GALATO DE PROPILO	310	2001	100 mg/kg	Notes 15 & 130
POLISORBATOS	432-436	2007	5000 mg/kg	Note 153
RIBOFLAVINAS	101(i), (ii)	2005	300 mg/kg	
SULFITOS	220-225, 227, 228, 539	2006	20 mg/kg	Note 44
TERBUTILHIDROQUINONA, TBHQ	319	2006	200 mg/kg	Notes 15 & 130

No. de Categoría de alimento 06.5 Postres a base de cereales y almidón (p. ej., pudines de arroz, pudines de mandioca)

Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
ACESULFAME POTÁSICO	950	2007	350 mg/kg	Note 161
ÁCIDO CICLÁMICO (Y SALES DE NA, K Y CA)	952	2007	250 mg/kg	Notes 17 & 161
ASPARTAMO	951	2007	1000 mg/kg	Note 161
AZUL BRILLANTE FCF	133	2005	150 mg/kg	
BENZOATOS	210-213	2003	1000 mg/kg	Note 13
CARAMELO III - PROCESO AL AMONIACO	150c	1999	GMP	
CARAMELO IV - PROCESO AL SULFITO AMÓNICO	150d	1999	GMP	
CARMINES	120	2005	150 mg/kg	
CAROTENOS, BETA- (VEGETALES)	160a(ii)	2005	1000 mg/kg	
EDTA	385, 386	2001	315 mg/kg	Note 21
ÉSTERES DE ASCORBILO	304, 305	2001	500 mg/kg	Notes 2 & 10
ÉSTERES DE PROPILENGLICOL DE ÁCIDOS GRASOS	477	2001	40000 mg/kg	
ÉSTERES DIACETILTARTÁRICOS Y DE ÁCIDOS GRASOS DE GLICEROL	472e	2005	5000 mg/kg	
GALATO DE PROPILO	310	2001	90 mg/kg	Notes 2, 15 & 130
NEOTAMO	961	2007	33 mg/kg	Note 161
ÓXIDOS DE HIERRO	172(i)-(iii)	2005	75 mg/kg	
POLISORBATOS	432-436	2005	3000 mg/kg	
RIBOFLAVINAS	101(i), (ii)	2005	300 mg/kg	
SACARINA (Y SUS SALES DE Na, K Y Ca)	954	2007	100 mg/kg	Note 161
SUCRALOSA (TRICLOROGALACTOSACAROSA)	955	2007	400 mg/kg	Note 161

No. de Categoría de alimento 06.6 Mezclas batidas para rebozar (p. ej., para empanizar o rebozar pescado o carne de aves de corral)

Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
CARMINES	120	2005	500 mg/kg	
CAROTENOS, BETA- (VEGETALES)	160a(ii)	2005	1000 mg/kg	

No. de Categoría de alimento 06.6		Mezclas batidas para rebozar (p. ej., para empanizar o rebozar pescado o carne de aves de corral)		
Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
DIMETILPOLISILOXANO	900a	1999	10 mg/kg	
ÉSTERES DIACETILTARTÁRICOS Y DE ÁCIDOS GRASOS DE GLICEROL	472e	2005	5000 mg/kg	
POLISORBATOS	432-436	2007	5000 mg/kg	Note 2
RIBOFLAVINAS	101(i), (ii)	2005	300 mg/kg	
No. de Categoría de alimento 06.7		Productos a base de arroz precocidos o elaborados, incluidas las tortas de arroz (sólo del tipo oriental)		
Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
SUCRALOSA (TRICLOROGALACTOSACAROSA)	955	2007	200 mg/kg	Note 72
No. de Categoría de alimento 07.0		Productos de panadería		
Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
ACEITE MINERAL DE ALTA VISCOSIDAD	905d	2004	3000 mg/kg	Note 125
BENZOATOS	210-213	2004	1000 mg/kg	Note 13
BUTILHIDROXIANISOL, BHA	320	2007	200 mg/kg	Notes 15 & 130
BUTILHIDROXITOLUENO, BHT	321	2007	200 mg/kg	Notes 15 & 130
CERA CARNAUBA	903	2001	GMP	Note 3
ÉSTERES DE ASCORBILO	304, 305	2003	1000 mg/kg	Notes 10 & 15
ÉSTERES DE PROPILENGLICOL DE ÁCIDOS GRASOS	477	2001	15000 mg/kg	Notes 11 & 72
No. de Categoría de alimento 07.1		Pan y productos de panadería ordinaria		
Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
ÉSTERES DIACETILTARTÁRICOS Y DE ÁCIDOS GRASOS DE GLICEROL	472e	2006	6000 mg/kg	
No. de Categoría de alimento 07.1.1		Panes y panecillos		
Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
ACEITE MINERAL, VISCOSIDAD MEDIA Y BAJA (CLASE I)	905e	2004	3000 mg/kg	Notes 36 & 126
TERBUTILHIDROQUINONA, TBHQ	319	2006	200 mg/kg	Notes 15 & 130
VERDE SÓLIDO FCF	143	1999	100 mg/kg	
No. de Categoría de alimento 07.1.2		"Crackers" (galletas saladas o de agua), excluidos los "crackers" dulces		
Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
CAROTENOS, BETA- (VEGETALES)	160a(ii)	2005	1000 mg/kg	
TERBUTILHIDROQUINONA, TBHQ	319	2006	200 mg/kg	Notes 15 & 130

No. de Categoría de alimento 07.1.3		Otros productos de panadería ordinaria (p. ej., panecillos tipo rosca "bagels", pan tipo mediterráneo "pita", panecillos ingleses chatos "muffins", etc.)		
Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
GALATO DE PROPILO	310	2001	100 mg/kg	Notes 15 & 130
TERBUTILHIDROQUINONA, TBHQ	319	2006	200 mg/kg	Notes 15 & 130

No. de Categoría de alimento 07.1.4		Productos similares al pan, incluidos los rellenos a base de pan y el pan rallado		
Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
CAROTENOS, BETA- (VEGETALES)	160a(ii)	2005	1000 mg/kg	
TERBUTILHIDROQUINONA, TBHQ	319	2006	200 mg/kg	Notes 15 & 130

No. de Categoría de alimento 07.2		Productos de panadería fina (dulces, salados, aromatizados) y mezclas		
Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
ACESULFAME POTÁSICO	950	2007	1000 mg/kg	Note 165
ÁCIDO CICLÁMICO (Y SALES DE NA, K Y CA)	952	2007	1600 mg/kg	Notes 17 & 165
ASPARTAMO	951	2007	1700 mg/kg	Note 165
CARAMELO III - PROCESO AL AMONIACO	150c	1999	GMP	
CARMINES	120	2005	200 mg/kg	
CAROTENOS, BETA- (VEGETALES)	160a(ii)	2005	1000 mg/kg	
CERA CANDELILLA	902	2001	GMP	Note 3
CERA DE ABEJAS	901	2001	GMP	Note 3
ÉSTERES DIACETILTARTÁRICOS Y DE ÁCIDOS GRASOS DE GLICEROL	472e	2006	20000 mg/kg	
GOMA LACA	904	2001	GMP	Note 3
NEOTAMO	961	2007	130 mg/kg	Note 165
ÓXIDOS DE HIERRO	172(i)-(iii)	2005	100 mg/kg	
RIBOFLAVINAS	101(i), (ii)	2005	300 mg/kg	
SACARINA (Y SUS SALES DE Na, K Y Ca)	954	2007	170 mg/kg	Note 165
SULFITOS	220-225, 227, 228, 539	2006	50 mg/kg	Note 44
VERDE SÓLIDO FCF	143	1999	100 mg/kg	

No. de Categoría de alimento 07.2.1		Tortas, galletas y pasteles (p. ej., rellenos de fruta o crema)		
Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
CARAMELO IV - PROCESO AL SULFITO AMÓNICO	150d	1999	GMP	

No. de Categoría de alimento		Otros productos de panadería fina (p. ej., rosas fritas "donuts" (donas), panecillos dulces, "scones" y panecillos chatos "muffins")		
Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
CARAMELO IV - PROCESO AL SULFITO AMÓNICO	150d	1999	1200 mg/kg	
No. de Categoría de alimento		Mezclas para pastelería fina (p. ej., tortas, tortitas o panqueques)		
Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
CARAMELO IV - PROCESO AL SULFITO AMÓNICO	150d	1999	GMP	
GALATO DE PROPILO	310	2001	200 mg/kg	Notes 15 & 130
No. de Categoría de alimento		Carne y productos cárnicos, incluidos los de aves de corral y caza		
Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
CARAMELO III - PROCESO AL AMONIACO	150c	1999	GMP	Note 3
CARAMELO IV - PROCESO AL SULFITO AMÓNICO	150d	1999	GMP	
No. de Categoría de alimento		Carne fresca, incluida la de aves de corral y caza, en piezas enteras o en cortes		
Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
CARMINES	120	2005	500 mg/kg	Note 16
No. de Categoría de alimento		Carne fresca picada, incluida la de aves de corral y caza		
Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
CARMINES	120	2005	100 mg/kg	Note 117
CITRATOS DE ISOPROPILO	384	2001	200 mg/kg	
No. de Categoría de alimento		Productos cárnicos, de aves de corral y caza elaborados, en piezas enteras o en cortes		
Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Observaciones
BUTILHIDROXIANISOL, BHA	320	2005	200 mg/kg	Notes 15 & 130
BUTILHIDROXITOLUENO, BHT	321	2007	100 mg/kg	Notes 15, 130 & 167
CARMINES	120	2005	500 mg/kg	Note 16
CAROTENOS, BETA- (VEGETALES)	160a(ii)	2005	5000 mg/kg	Note 16
GALATO DE PROPILO	310	2001	200 mg/kg	Notes 15 & 130
POLISORBATOS	432-436	2007	5000 mg/kg	
TERBUTILHIDROQUINONA, TBHQ	319	2007	100 mg/kg	Notes 15, 130 & 167