

2ej. 15



**Universidad Nacional Autónoma
de México**

Facultad de Química

FUNDAMENTOS DE LA TECNOLOGIA DE LA PANIFICACION

Trabajo Monográfico de Actualización Mancomunado

Que para obtener el Título de
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

presentan

**EDITH BRITO MIRANDA
PEDRO PABLO ROMERO ZUÑIGA**

México, D. F.



1987

EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE DE TABLAS.

No. TABLA	TITULO	PAGINA
I	Valores comparativos de diferentes grados de harina.	5
II	Composición comparativa de trigos y clases de harinas.	7
III	Composición del trigo, harina y germen.	11
IV	Composición de la harina de trigo panadera típica.	12
V	Acidos grasos en diferentes partes del trigo.	15
VI	Composición de la harina y de las fracciones de la molinda.	16
VII	Control de Calidad de la harina.	21
VIII	Usos de los alientos para levadura.	32
IX	Controles aplicados a las grasas.	39
X	Propiedades de dulzura y fermentabilidad de los azúcares.	46
XI	Parámetros de control del huevo.	54
XII	Composición química de la leche.	55
XIII	Composición aproximada del lacto suero.	60
XIV	Formulaciones típicas de tres acondicionadores de masa.	65
XV	Principales agentes de oxidación/reducción en la panificación.	68
XVI	Composición química de la levadura.	71
XVII	Tabla Temp. vs. CO ₂ desprendido por la levadura.	72

XVIII	Formulaciones Típicas.	81
XIX	Comparación de los métodos generales de elaboración de pan.	82
XX	Relación de los Ingredientes y las etapas del proceso con los parámetros de calidad del pan.	90
XXI	Reacciones efectuadas durante el horneo.	94
XXII	Hoja típica de calificación de pan.	98
XXIII	Hoja de evaluación del pan.	103
XXIV	Determinaciones microbiológicas que se efectúan al pan.	105
XXV	Determinaciones analíticas practicadas al pan.	105
XXVI	Defectos del pan	107
XXVII	Formulación básica del panqué.	119
XXVIII	Fallas en el horneo de pasteles.	126

INDICE GENERAL

PRIMERA PARTE

MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA DE LA PANIFICACION.

1. LA HARINA DE TRIGO	1
1.1 Estructura del trigo	1
1.2 Tipos de trigo	2
1.3 Molienda del trigo	3
1.4 Composición Química del trigo y de la harina de trigo	10
1.5 Almacenamiento de la harina	17
1.6 Fuera de la harina	18
1.7 Absorción de la harina	18
1.8 Mezclas preparadas de harina de trigo	19
1.9 Harinas especiales de uso fre- cuente	19
1.10 Control de Calidad en la harina	21
2. AGUA	30
2.1 Introducción	30
2.2 Principales controles químicos del agua en la Industria de la Panificación	33
3. GRASAS Y ACEITES	34
3.1 Introducción	34
3.2 Tipos de grasas usadas en pani- ficación	34
3.3 Mantecas vegetales hidrogenadas	34
3.4 Funciones de las grasas en Pani- ficación	37
3.5 Controles aplicados a las gra- sas	39

4. EDULCORANTES	40
4.1 Introducción	40
4.2 Funciones de los edulcorantes en la panificación	40
4.3 Sacarosa	41
4.4 Jarabes de azúcar invertido	43
4.5 Glucosa y jarabe de maíz	43
4.6 Jarabe de maíz con alto contenido de fructosa	44
4.7 Malta y jarabes de malta	45
4.8 Lactosa	46
4.9 Principales determinaciones de los azúcares.	47
5. HUEVO	49
5.1 Introducción	49
5.2 Funciones del huevo en la panificación	49
5.3 Microbiología del huevo	49
5.4 Huevos congelados	50
5.5 Comparación de los huevos naturales y los huevos congelados.	51
5.6 Huevo deshidratado	51
5.7 Pasteurización	51
5.8 Poder leudante de los huevos	52
5.9 Control de Calidad del huevo	53
6. LECHE	55
6.1 Composición química de la leche	55
6.2 Fabricación de pan con leche	57
6.3 Uso de la leche en polvo descremada en panificación	58
6.4 Efectos producidos por tratamientos térmicos inadecuados	59

6.5 Suero de leche	60
6.6 Control de calidad	61
7. SAL, ALIMENTOS PARA LEVADURA y ACONDICIONADORES DE MASA	63
7.1 Sal	63
7.2 Alimento para levadura y acondicionadores de masa	63
7.3 Oxidación y Reducción en Panificación	66

SEGUNDA PARTE

TECNOLOGIA DE LA PANIFICACION

8. LA FERMENTACION EN LA INDUSTRIA DE LA PANIFICACION	70
8.1 Fermentación	70
8.2 Presentaciones comerciales de la levadura	71
8.3 Efecto de la temperatura en la fermentación	71
8.4 Efecto del pH y presión osmótica en la fermentación	72
8.5 Deterioro de la levadura	72
8.6 Manejo y almacenamiento de la levadura	73
8.7 Analisis de la potencia de la levadura	74
8.8 Reacciones colaterales a la fermentación	75
8.9 Enzimas de importancia para la panificación adicionales a las propias de la fermentación	76
9. PREPARACION DE LA MASA	77

9.1 Método de Masa Directa	77
9.2 Método de Esponja-Masa	78
9.3 Método de Esponja Líquida	78
9.4 Sistemas de mezclado continuo	80
10. PROCESAMIENTO DE LA MASA	83
10.1 Dividido	83
10.2 Bolado	84
10.3 Prueba intermedia	84
10.4 Modelado	85
10.5 Depositado en moldes	86
10.6 Período de prueba final	88
11. EL HORNEO	91
11.1 Reacciones durante el horneo	91
11.2 Condiciones del horneo	92
11.3 Problemas de intercambio en el horno	92
11.4 Enfriamiento y envoltura del pan	96
11.5 Envejecimiento del pan	97
12. METODOS DE CONTROL	98
12.1 El volumen	99
12.2 El color y carácter de la corteza	100
12.3 La simetría de la forma	100
12.4 La uniformidad	101
12.5 La textura	101
12.6 El color de la miga	101
12.7 El grano	101
12.8 El sabor o aroma	102
12.9 Defectos del pan	107
TERCERA PARTE	
ASPECTOS DE PASTELERIA	
13. INGREDIENTES DE PASTELERIA	112

13.1	Harina	112
13.2	Huevo	113
13.3	Agentes químicos leudantes	114
13.4	Especias y Sabores	116
14.	TECNOLOGIA DE LA PASTERIA	118
14.1	Estructura de los batidos de pastel que contienen lípidos	118
14.2	Leudado del pastel	118
14.3	Panqué	119
14.4	Variaciones en el mezclado de pasteles	120
14.5	Métodos generales de mezclado	121
14.6	Horneo de pasteles	124
14.7	Reglas para la construcción de pasteles de alta proporción de azúcar.	124
14.8	Fallas en "M" y en "X" en los pasteles	125
14.9	Fallas en el horneo de los pasteles	126
	BIBLIOGRAFIA	128
	PALABRAS FINALES	132

INTRODUCCION.

La tradición milenaria de hacer pan se ha convertido a través del tiempo en una ciencia, "La Ciencia de la Panificación" junto a la que se ha desarrollado la denominada "Tecnología de la Panificación".

A través de los años se han venido desarrollando nuevos métodos y sistemas para la elaboración del pan y en general para la elaboración de los productos de la panificación. Estos avances hoy en día se continúan y la investigación en el ramo de la panificación es actualmente una realidad latente.

Dada la importancia económica y alimenticia que el pan tiene, hoy por hoy el antiquísimo alimento es un tópico de actualidad.

Por medio de éste trabajo pretendemos dar una visión general de los fundamentos de la Tecnología de la Panificación, con el objeto de integrar en un tema específico algunos de los conceptos estudiados en los cursos de Tecnología de Cereales, Química de Alimentos, Análisis de Alimentos, Bioquímica, Nutriología Aplicada a los Alimentos, Control de Calidad, Microbiología, Fermentaciones Industriales y Procesos de Alimentos con otros que hemos revisado en forma aislada en relación a la Tecnología de la Panificación.

Por otra parte se pretende que éste trabajo monográfico pueda servir de guía general de los Fundamentos de la Panificación a los estudiantes de las generaciones venideras, principalmente cuando lleven el curso de Tecnología de Cereales; así mismo se proporciona una serie de referencias bibliográficas que pueden ser de utilidad a las personas que deseen profundizar en alguno de los temas aquí presentados.

En la primera parte de éste trabajo se exponen algunos conceptos relacionados con las materias primas que se utilizan en la Industria de la Panificación. En el capítulo No. 1 se presentan temas relacionados con el trigo y la harina con él producida como fundamental para la industria de la panificación.

En los siguientes capítulos, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 se tratan los siguientes temas: agua, grasas y aceites, edulcorantes, huevo, leche y sales utilizadas en panificación respectivamente.

La segunda parte se refiere a la Tecnología de la Panificación propiamente dicha, tomándose en el capítulo 8 los aspectos relacionados con la fermentación del pan. Después en el capítulo 9 se exponen tópicos propios de la preparación de las masas y en el capítulo 10 se presentan las etapas del procesamiento de la masa, en relación directa con la obtención de pan blanco de caja. Posteriormente en el capítulo 11 se trata el horno del pan y en el capítulo 12 se presentan los puntos de control que se toman como referencia para garantizar la calidad de los productos de la panificación, terminándose éste capítulo con un listado en el que se exponen los "defectos" del pan y las causas que pueden producirlos.

La tercera y última parte de ésta monografía se refiere a aspectos propios de la pastelería incluyéndose en el capítulo 13 temas relacionados con las materias primas utilizadas en la pastelería, para más tarde en el capítulo 14 exponer temas propios de la Tecnología Pastelera en los que se incluyen entre otros los Métodos generales de mezclado de pasteles, las reglas para las fórmulaciones de alta proporción de azúcar, el horno de pasteles y finalmente también se incluye un listado de las fallas en los pasteles y las causas que pueden producirlos.

A través del texto se indican las referencias bibliográficas consultadas de la siguiente manera: (# de referencia / # de página (s)). El listado completo de la bibliografía se encuentra en las páginas finales de este trabajo.

PRIMERA PARTE
MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA
DE LA PANIFICACION.

CAPITULO I
LA HARINA DE TRIGO

1.1 ESTRUCTURA DEL TRIGO

El grano de trigo estructuralmente hablando, consiste de tres partes anatómicas, el germen o embrión, el endosperma y el salvado. Además en uno de sus extremos tiene un pequeño manojito de cabellos. Los granos de trigo miden de 5 a 8 mm de longitud y de 2.5 a 4.5 mm de ancho, son de forma ovoide y de cariósipide desnuda. (41/22)

Desde el punto de vista biológico, el salvado es la capa que protege al grano, el germen es el embrión, el cual germina y da origen a una nueva planta, y el endosperma constituye una reserva relativamente grande de alimento para el crecimiento de la planta.

(7/22 ; 16/136)

El salvado consta de ~~seis~~ capas; las exteriores son: epidermis, epicarpio y endocarpio que constituyen el pericarpio; las interiores son: testa, capa nuclear y aleurena. (63/13)

El germen está formado por el escutelo, epitelio, plúmula y radícula. El endosperma contiene gránulos de almidón y proteínas. (41/22,31) Estas partes del grano están en cantidades variables de acuerdo con la clase de trigo de que se trate, aproximadamente están en la siguiente relación:

Endosperma 82.5%; salvado 15%; y germen 2.5%. (43/385)

La materia colorante que generalmente posee el grano de trigo es -- principalmente xantofila con pequeñas cantidades de carotenoides. (22/523,524)

Estos pigmentos están contenidos casi totalmente en la "testa". (41/30)

1.2 TIPOS DE TRIGO

El trigo comercial se divide en tres grupos principales: Triticum vulgare, Triticum durum y Triticum compactum. El primero es idóneo para hacer harina de pan, el segundo para la fabricación de pastas y el tercero para la producción de harinas de confitería. (63/11)

Hay varias bases comerciales para la clasificación de las diferentes clases de trigo. El color de la semilla se usa como un medio de diferenciación, así hablamos de trigos rojos y de trigos blancos. La época de la siembra también se usa para la clasificación. El trigo que se siembra en primavera y se recoge en el otoño siguiente se llama "trigo de primavera", así como el que se siembra en invierno y se recoge el siguiente otoño se llama "trigo de invierno". (7/20)

Los trigos se clasifican también en duros y blandos, de acuerdo a las características molineras que presentan al romperse el endospermo. Hay otra clasificación más, trigos fuertes y trigos flojos; esta clasificación se relaciona con las propiedades panaderas que presenta la harina de ellos obtenida. (16/146)

El trigo común tiene gran cantidad de variedades con diversas propiedades dependiendo de diversos factores como son: el clima, la época de siembra, la riqueza del suelo, etc. (41/62)

Los mejores trigos para la elaboración de pan son los trigos fuertes. Los trigos fuertes proceden de regiones donde el clima es extremo y hay pocas lluvias, se cosechan principalmente en Argentina, Australia, Rusia, Canadá y Estados Unidos.

Los trigos duros proporcionan una harina de tamaño grande, arenosa y fácil de cernir, formada por células de endospermo, que en su mayoría permanecen enteras. (41/67)

La harina obtenida de las variedades de trigo duro se emplea principalmente en la elaboración de productos de panificación leudados con levadura. (34/76)

Los trigos blandos proceden de climas moderados y lluvias abundantes. Producen una harina muy fina formada por fragmentos de células de endospermo y gránulos de almidón. (41/67)

La harina de trigos blandos particularmente se adapta a la producción de productos leudados químicamente tales como pasteles, galletas, etc. (63/12)

La disponibilidad de un trigo para cualquiera de esos propósitos se determina primeramente por su contenido de proteína, el cual en algunos casos, se asocia grandemente con la textura del grano en el producto terminado. Los trigos blandos contienen en comparación con los duros, menos proteínas. (62/113)

En general, las clases de trigo pueden distinguirse por diferencias en factores tales como contenido de proteínas, absorción de agua, calidad del gluten, rendimiento de molienda, etc. (62/115)

1.3 MOLIEDA DEL TRIGO

Las harinas, según el uso que vayan a tener: pan, pasteles, donas, galletas, etc. debe prepararse de diferentes clases de trigo. (31/13)

La molienda del trigo tiene dos objetivos fundamentales, primero separar tan completamente como sea posible, la cubierta del salvado y el germen del endosperma; y segundo, reducir la cantidad máxima de endosperma de la harina más fina, de tal manera, que se obtenga la máxima extracción de harina blanca del trigo, sin dañar los gránulos de almidón. (41/114 ; 51/45)

Para completar este objetivo, el trigo es sujeto al proceso de molienda, el cual consiste en cortar, desgarrar y moler los granos por medio de rodillos de acero estriados, los cuales giran en direcciones opuestas y a diferentes velocidades, después de los cuales el producto es sacado en una serie de pasos reductores, cada reducción es seguida por una operación de cribado. (21/151)

El primer paso en la molienda del trigo es separar de éste las partes extrañas, como son otros granos, semillas, basura, etc. (59/513)

Para lograr esto se usan en los molinos diferentes métodos, dependiendo de la naturaleza del objeto que quiera separarse en cada paso; para separar objetos de fierro se utilizan imanes; cernido o aire a presión para quitar partículas adheridas ligeramente al grano y diversos tamices para separar piedras pequeñas, semillas de ajo, mostaza, avena, etc. (51/3).

Enseguida viene el proceso de "acondicionamiento" en el cual se somete al grano a condiciones controladas de humedad y temperatura, a fin de darle uniformidad en su contenido de humedad y facilitar la tarea de la molienda. (7/23)

La molienda del trigo empieza propiamente enseguida y se divide en dos procesos principales. En el primero, el trigo pasa a grandes rodillos acanalados en donde se quiebra, la harina resultante se separa por cernido y el residuo pasa al segundo juego de rodillos donde se remueve la mayor cantidad de endospermo posible; el residuo, después de cernida la harina, va a un tercer juego de rodillos acanalados que continúan la operación. En el cuarto juego de rodillos se separa casi completamente el endospermo que quedaba. Puede todavía pasar a otro grupo de rodillos donde se separa completamente la cascara. (7/24)

El producto obtenido de esta serie de rodillos se llama semolina y se ordena de acuerdo con el tamaño de las partículas, se limpia con corrientes de aire en máquinas especiales llamadas "purificadores" y se pasa a un último molino, los "rodillos de reducción", que es donde se hace propiamente la harina, éstos rodillos son generalmente lisos. (62/315)

El segundo proceso en la molienda del trigo consiste en cernir las harinas obtenidas a través de tamices de diversos tamaños y en máquinas centrífugas especiales. (62/362)

Estas series de quebradoras y reducciones dan lugar a una serie de corrientes diferentes. Además, cada quebrado produce harina, tal como harina de primer quebrado, harina de segundo quebrado, etc. Cada reducción por turno, produce harinas de mediana calidad. Estas corrientes siendo derivadas de diferentes porciones del endospermo y

variando en refinamiento, difieren en contenido de proteínas, cenizas, pureza con respecto a que este libre de salvado, etc,

(58/72)

Empezando con la primera separación del más alto material refinado, la harina contiene progresivamente más impurezas de salvadillo y germen a cada reducción sucesiva. La harina obtenida de la última reducción llamada "Red Dog", tiene un color obscuro y alto contenido de salvado y germen, y es inadecuada para propósitos de panificación.

(58/73)

Según la cantidad de endosperma que se separe del grano, será el grado de extracción de la harina. El máximo que puede obtenerse de un trigo de buena calidad es el 72% de su peso en harina; el 28% que sobra como producto de la molienda lo forman el granillo, la semita y el salvado.

(62/233)

Los grados más puros que se obtienen, los constituyen las harinas -- Flor o de Patente, de las que se han separado las partículas menos finas o "colas".

Los tipos más comunes de harinas comerciales son patente clara, la cual contiene el 40% al 60% de la harina total, patente corta con 60 a 80%; patente media con 80 a 90% y patente larga o estándar con 90 a 95% de la harina total.

(22/193)

Los grados de harina difieren tanto en sus características químicas como físicas y requieren diferentes tratamientos en la industria panificadora. En la tabla I se muestran valores comparativos de varios grados de harina molida de la misma mezcla de trigos duros de invierno.

(60/306)

TABLA I
VALORES COMPARATIVOS DE DIFERENTES
GRADOS DE HARINA

GRADOS DE HARINA	CENIZAS	PROTEINAS	COLOM
	§	§	§
Patente corta (65%)	0.39	10.8	100
Patente estándar (95%)			
Conteniendo 65% de patente corta y 30% de patente clara.	0.45	11.1	97

Completa (100%) contiene			
de 65% de patente corta,			
30% de patente clara y			
5% de grado bajo.	0.48	11.3	95
Patente Clara (30%)	0.60	12.3	85
Grado Bajo (50%)	0.90	13.0	75

Como puede observarse en la tabla II de la siguiente página el contenido de cenizas de la harina completa de trigo blando, con 72% de extracción, es de 0.38% en tanto que el mismo tipo de harina, hecha a partir de trigo duro de primavera, tiene 0.47% de cenizas, a 13.5% de humedad. Así mismo el contenido de proteínas varía considerablemente, teniendo valores de 9.80 , 13.50 y 12.90 para los trigos rojo blando, duro de primavera y duro de invierno respectivamente. El contenido de proteínas de los trigos, al igual que el contenido de proteínas y cenizas de la harina, variará en alguna medida, de acuerdo a las diferentes estaciones del año, de acuerdo a las condiciones del suelo, irrigación, etc.

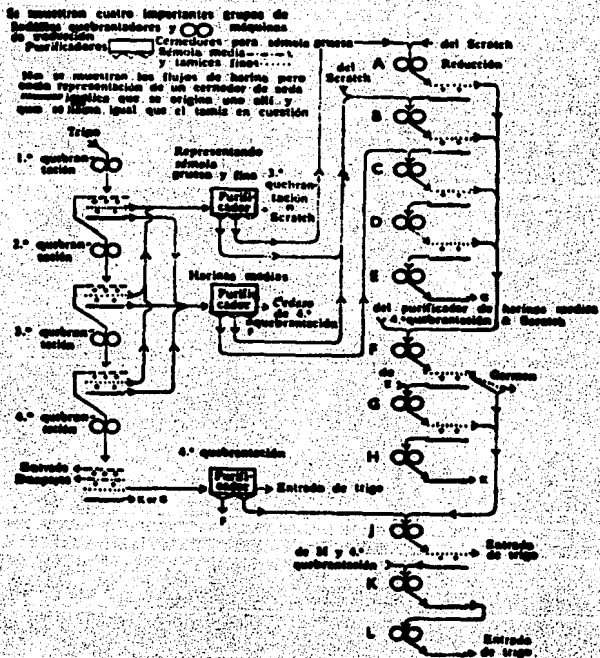
TABLA II
COMPOSICION COMPARATIVA DE TRIGOS
Y CLASES DE HARINA.

Tipo de Trigo.	Proteínas de Trigo al 14% de humedad. (1)	Clases de Harina.	% Extracción de la harina en la Base al Trigo.	Cenizas en la Harina a 14% de Humedad. (1)	Proteínas en la Harina a 14% de Humedad. (1)
Rojo Blando	9.80	Completa	72	0.38	8.20
		Patente <u>co</u> ta.	35	0.30	7.50
		Patente pa- ra panifica- ción.	65	0.34	7.90
		Clara	10	0.68	9.90
Duro de Primavera	13.50	Completa	72	0.47	12.90
		Patente <u>co</u> ta.	35	0.39	12.00
		Patente me- dia.	60	0.41	12.20
		Patente lar- ga.	65	0.43	12.50
		Clara de primera.	10	0.70	15.50
Clara de segunda.	4	1.20	16.50		
Duro de Invierno	12.90	Completa	72	0.47	12.10
		Patente me- dia.	60	0.41	11.70
		Patente lar- ga.	68	0.45	12.00
		Clara de se- gunda.	4	1.20	16.00

(45/232,233)

Enseguida se presenta el diagrama de flujo típico de la molienda del trigo, en el que se indican en orden alfabético las etapas sucesivas de reducción.

(41/127)



A continuación se presentan los rendimientos de los diversos tipos e grados de harinas que se obtienen del proceso de molienda del trigo.

(21/153)

100 Libras de trigo		25% de trigo = Almacenado																											
72% de trigo = 100% Directo, todos los mientados	28%	14% Salvado	14% Ceras																										
<table border="1"> <tr> <td>66%</td> <td>34%</td> </tr> <tr> <td>Harina de patente extra corta o patonera</td> <td>Procesamiento Limpio</td> </tr> <tr> <td>60%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Harina de patente corta o de primero</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>70%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Harina de patente corta</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>80%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Harina de patente media</td> <td>35%</td> </tr> <tr> <td>90%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Harina de patente larga</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Harina directa</td> <td>45%</td> </tr> </table>	66%	34%	Harina de patente extra corta o patonera	Procesamiento Limpio	60%		Harina de patente corta o de primero	25%	70%		Harina de patente corta	30%	80%		Harina de patente media	35%	90%		Harina de patente larga	40%	100%		Harina directa	45%	<table border="1"> <tr> <td>16% Salvado</td> <td>14% Ceras</td> </tr> <tr> <td>16% Salvado</td> <td>12% Ceras</td> </tr> </table>	16% Salvado	14% Ceras	16% Salvado	12% Ceras
66%	34%																												
Harina de patente extra corta o patonera	Procesamiento Limpio																												
60%																													
Harina de patente corta o de primero	25%																												
70%																													
Harina de patente corta	30%																												
80%																													
Harina de patente media	35%																												
90%																													
Harina de patente larga	40%																												
100%																													
Harina directa	45%																												
16% Salvado	14% Ceras																												
16% Salvado	12% Ceras																												

RENDIMIENTOS DE DIVERSOS TIPOS DE HARINAS QUE RESULTAN DE LA MOLIENDA DE 100 Lb DE TRIGO.

1.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL TRIGO Y DE LA HARINA DE TRIGO (60/308)

La composición química de la harina y los productos de la molienda varían sobre límites regularmente amplios. Así se han encontrado rangos de proteínas del 7.0 al 18.0 % en trigos de América, y se han observado variaciones de más baja magnitud en los contenidos de carbohidratos, lípidos, vitaminas, minerales, etc. Cada variedad puede -- mostrar considerables variaciones en diferentes lotes.

En general, los trigos, al igual que los demás cereales considerados como un todo, se caracterizan por un alto contenido de carbohidratos, cuyo promedio es cercano al 70% del grano total, relativamente un bajo contenido de proteína por el orden de 9 a 13% y pequeñas cantidades de grasa, fibra, minerales y vitaminas.

Los carbohidratos del trigo son principalmente: almidón y celulosa, con pequeñas cantidades de azúcares y pentosanos.

Las proteínas incluyen gluteninas, gliadinas, globulinas, albúminas y enzimas, de las cuales las dos primeras predominan y tienen importancia fundamental en la formación del gluten.

Las grasas normalmente forman el 2% del trigo entero.

El trigo contiene un número considerable de minerales, los cuales en su totalidad llevan el contenido de ceniza de aproximadamente 1.6 a 1.8%.

Las vitaminas incluyen a los principales miembros del complejo B y la vitamina E.

En la tabla III se da la composición aproximada de trigo, harina y germen.

TABLA III
COMPOSICION DEL TRIGO, HARINA
Y GERMEN (60/309)

MATERIAL	HUMEDAD %	PROTEINA %	GRASA %	CARBOHIDRATOS		CELESTINA %
				TOTAL %	FIBRA %	
TRIGO						
Duro Rojo de Primavera.	13.0	14.0	2.2	69.1	2.3	1.7
Duro rojo de Invierno.	12.5	12.3	1.8	71.7	2.3	1.7
Blando Rojo de invierno.	14.0	10.2	2.0	72.1	2.3	1.7
Bianco	11.5	9.4	2.0	75.4	1.9	1.7
Durum	13.0	12.7	2.5	70.1	1.8	1.7
HARINA COMPLETA						
Trigo duro.	12.0	11.8	1.2	74.5	0.4	0.46
Trigo blando.	12.0	9.7	1.0	76.0	0.4	0.42
HARINA PATENTE						
Supadora	12.0	11.8	1.1	74.7	0.3	0.44
GERMEN	11.0	25.2	10.0	49.5	9.5	4.3

El salvado contiene un promedio del 15% de proteínas, formadas de globulina, albúminas y gliadina.

Las proteínas del salvado difieren esencialmente de las proteínas correspondientes al endosperma y al germen. (27/289)

Aproximadamente el 31% del total de las proteínas del salvado están constituidas de gliadinas, 16% de albúminas y 13% de globulinas.

Las propiedades físicas de la gliadina y glutenina húmedas difieren mucho entre sí y con las del gluten ya formado.

TABLA IV
COMPOSICION DE LA HARINA DE TRIGO
PANADERA TIPICA

Proteínas	14.3
Cenizas	0.7
Grasas	1.5
Fibra	0.5
Carbohidratos (almidón)	76.0
Humedad	13.0

(62/265)

1.4.1 PROTEINAS DE LA HARINA

Los componentes estructurales del trigo difieren no solamente en las cantidades de proteínas que contienen sino también en la clase proteínas que están presentes. Así, las proteínas del endospermo, las cuales representan cerca del 80% de las proteínas totales del grano, consisten principalmente de gliadinas o prolaminas, solubles en alcohol y las gluteninas o glutelinas, solubles en ácido o alcali, las cuales están presentes en proporciones aproximadamente iguales en el gluten del trigo. Las cantidades de globulinas, albuminas y proteosomas encontradas en el endospermo, son generalmente tan pequeñas que algunas se duda de que existan como si fueran verdaderos constituyentes del endospermo intacto. (8/79)

El embrión o germen contiene cerca del 25% de las proteínas constituidas principalmente de albúminas solubles en agua y las globulinas solubles en sales, pero conteniendo también algunas enzimas.

Las albuminas representan cerca del 10% del germen y constituyen la mayor parte de las proteínas de éste. (17/221 ; 27/284)

1.4.2 CARBOHIDRATOS DE LAS HARINAS DE TRIGO

Los principales carbohidratos del trigo son el almidón, dextrinas, celulosa y algunos azúcares libres y pentosanos.

Durante la molienda prácticamente toda la celulosa, la cual es importante constituyente del salvado, es removida junto con una considerable proporción de pentosanos. (60/314)

Los gránulos de almidón que han sido fracturados, agrietados, cortados o modificados de otra manera, durante la molienda exhiben una marcada susceptibilidad para ser atacados por la alfa amilasa que aquí juega un papel importante en:

- a) La formación de suficientes carbohidratos fermentables, adecuados para producir gas durante la fermentación de la esponja y de la masa.
- b) El nivel de formación de dextrinas durante la etapa de horneado.
- c) La determinación de la absorción en los productos horneados. (67/28)

Los azúcares que están presentes en la harina de trigo incluyen el almidón, los disacáridos, sacarosa y melibiosa, y los monosacáridos, glucosa y fructosa, principalmente.

La cantidad de disacáridos y monosacáridos en la harina es pequeña, no obstante significativa. Estudios cromatográficos recientes, indican los rangos siguientes, expresado en porcentaje: levosina, 0.45-0.60; rafinosa, 0.05-0.17; gluco-D-fructosa, 0.20-0.33; melibiosa, 0.18; maltosa, 0.05-0.07; sacarosa 0.10-0.38; glucosa, 0.01-0.04 y fructosa, 0.02. (6/296 ; 53/324,325)

La levadura contiene una enzima, melibiosa, la cual actúa sobre la melibiosa de una manera similar que la invertasa actúa sobre la sacarosa. La melibiosa es convertida en galactosa y glucosa, de los cuales ambos son directamente fermentables por la levadura.

(42/32)

La harina contiene pequeñas cantidades de dextrinas, carbohidratos, en tamaño y complejidad intermedia entre los azúcares y el almidón.

El almidón presente en el trigo tiene al igual que otros almidones, la propiedad de gelatinizarse al calentarlo en agua, a 60 - 70°C.

(51/8)

1.4.3 LIPIDOS EN LAS HARINAS DE TRIGO

Los lípidos o sustancias grasas del trigo están presentes cerca del 6% en el salvado y llegan a ser de 1-2% en el trigo entero. (41/39,48)

Los lípidos de la harina son además complejos en su composición tal que, han sido separados 23 componentes individuales por cromatografía en capa fina.

(54/29)

Cuando el gluten es separado en fracciones de gliadina y glutenina, los lípidos se encuentran asociados principalmente con la fracción de glutenina.

(48/12)

En la tabla V se indican la composición de los lípidos contenidos en el trigo y algunas de sus fracciones.

(12/236)

Los lípidos del trigo son sujetos a desarrollar rancidez por oxidación y por hidrólisis enzimática, por lo cual en la molienda se reduce el contenido de grasa en la harina, aumentando el período de almacenamiento de la harina.

(16/236)

TABLA V
ACIDOS GRASOS EN DIFERENTES PARTES DEL TRIGO

	TRIGO	HARINA	SALVADO	SALVADILLO
Lípidos totales	2.32	1.55	4.25	7.51
Ac. grasos totales	1.69	1.04	3.45	6.01
Ac. esteárico	0.20	0.01	0.03	0.06
Ac. linolénico	0.09	0.05	0.19	0.34
Ac. linolésico	1.05	0.65	2.02	3.44
Ac. oléico	0.24	0.12	0.59	1.01
Ac. palmítico	0.30	0.21	0.62	1.08
Otros	0.03	0.01	0.04	0.01
TOTAL	1.73	1.05	3.49	5.92

Un tipo de deterioro de la harina al prolongarse el almacenamiento es debido a la acción hidrolizante de las lipasas que actúan sobre las grasas de la harina, liberando ácidos grasos. La acción de las lipasas es favorecida por altos niveles de humedad y temperatura, tal que las harinas almacenadas por largos períodos bajo esas condiciones, es decir, en climas húmedos y calientes, se deterioran y pierden sus cualidades de panificación. Las masas hechas de tales harinas deterioradas carecen de extensibilidad y se desgarran fácilmente. Las masas no se manejan satisfactoriamente y su retención de gas es pobre. El volumen, sabor y palatabilidad del pan hecho de dichas harinas son atribuibles a cambios en los lípidos de la harina.

(54/30)

1.4.4 LOS MINERALES DE LA HARINA

Los minerales del trigo no están uniformemente distribuidos entre las partes individuales del grano, ya que están presentes en más altas concentraciones en la porción de salvado que en la porción del endosperma.

(63/19)

Se ha analizado el contenido de cenizas de diferentes partes y se encontró que la aleurona tiene de 56.4-60.2 % de cenizas totales; el endosperma 20.3-25.9 %; pericarpio y testa 7.3-9.8 %; el escutelo 5.5-8.2 % y el embrión 2.8-4 %.

(58/24)

La diferencia en el contenido de cenizas de las diferentes partes del grano de trigo nos ofrece una premisa conveniente para checar la eficiencia del proceso de molienda, ya que el contenido de cenizas de la harina por encima del contenido natural de minerales del endosperma es en gran parte derivado del salvado, un excesivamente alto contenido de cenizas nos indica las mezclas relativamente altas de material de salvado en la harinas, tal como ocurre en harinas de bajo grado.

(62/270)

En la tabla VI se da la composición de la harina, fracciones de molienda, etc.

(18/65)

TABLA VI

	Cenizas %	K %	P %	Mg %	Ca %	Na ppm	Zn ppm	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Mo ppm	Co ppm
Trigo	1.96	0.455	0.380	0.167	0.045	12.8	31.0	37.3	49.0	4.0	0.33	0.024
Fécula	0.43	0.115	0.065	0.021	0.019	5.0	6.6	5.4	4.6	1.6	0.17	0.004
Harina de Patente.	0.48	0.122	0.105	0.027	0.021	5.2	6.4	7.4	6.0	1.5	0.19	0.004
Harina Clara de Primera.	0.86	0.190	0.065	0.065	0.030	7.5	15.3	20.4	9.0	2.7	0.32	0.012
Bajo Grado.	1.93	0.434	0.294	0.156	0.045	8.5	44.5	43.6	35.8	5.5	0.39	0.023
German	3.98	0.889	0.923	0.268	0.048	23.2	100.8	66.6	137	7.4	0.67	0.017
Red-Dog	4.07	0.093	0.781	0.343	0.110	30.5	105.3	131	121	14.2	0.70	0.074
Salvado	7.28	1.671	1.570	0.688	0.128	30.6	99.4	141	136	15.2	0.83	0.109
Pan	--	0.191	0.183	0.034	1.127	8580.0	9.7	27.3	5.9	2.3	0.32	0.022

1.5 ALMACENAMIENTO DE LA HARINA

La harina de trigo posee propiedades higroscópicas que provocan que su contenido de humedad fluctúe con los cambios en la humedad relativa de los locales en los que se almacena. Las condiciones ideales para el almacenamiento de la harina son: 15.6 - 26.6 °C, con una humedad relativa entre 45 - 55 % en locales bien ventilados. (7/283,284)

Durante el almacenamiento la harina pasa por un período de maduración u oxidación mientras reposa. Se ha comprobado que se obtienen mejores resultados en la elaboración del pan, cuando se utiliza harina con un mínimo de tres semanas de reposo posterior a la molienda que cuando se utiliza la harina antes de que haya concluido su tiempo de maduración. (75/19)

La oxidación de la harina también puede realizarse a través de agentes químicos tales como: clorhidrato de L-cisteína, persulfato de amonio, persulfato de potasio, bromato de potasio, dióxido de cloro, ascorbicarbonato y ácido ascórbico que mejoran las propiedades reológicas de la masa de pan. (1/148 ; 66/72)

La harina de trigo al igual que los granos y harinas de otros cereales es susceptible al ataque de diversas plagas durante su almacenamiento cuando las condiciones de humedad y temperatura son favorables, ante esta situación pueden proliferar mohos, ácaros e insectos harineros. (38/207)

El almacenamiento de la harina se realiza ya sea en sacos o a granel, teniendo variaciones mayores en el contenido de humedad cuando se almacena en sacos por lo que en esta forma de almacenaje la harina es más vulnerable. (38/206)

1.6 FUERZA DE LA HARINA

Se dice que una harina es fuerte cuando con ella se pueden producir piezas de pan con buen volumen, buen grano y buena textura. (41/68)

Las harinas fuertes necesitan un período de fermentación más prolongado que las harinas flojas para lograr producir panes aceptables y esta tolerancia a la fermentación es uno de los principales indicadores de la calidad panadera de la harina.

(7/32,33)

La fuerza de la harina está en relación directa al contenido proteico, considerándolo tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo. Se puede decir que la harina tiene mayor fuerza mientras mayor contenido de proteínas tenga, de lo que es mayor cantidad de gluten más y cuando la extensibilidad y la cohesividad del gluten varían de muestra a muestra.

(51/14)

1.7 ABSORCIÓN EN LA HARINA

La definición panadera de término "absorción" es:

"El número de partes de agua por cien partes de harina."

(58/230)

La absorción depende directamente de la "calidad" del gluten así como del grado de daño de los gránulos de almidón y el contenido de pentosanos.

(72/19)

Las harinas fuertes siempre tendrán absorciones mayores que las harinas flojas.

(7/104)

1.8 MEZCLAS DE HARINAS

(7/36)

El mezclado de harinas tiene como objetivo el superar las deficiencias de calidad que pudieran tener algunas harinas, para realizar esta práctica con éxito es necesario conocer perfectamente las características de las harinas que se pretende mezclar.

En mezcla de harinas resulta beneficiosa para la panificación mejorándose aspectos tales como el color y la fuerza siendo esta última de importancia para lograr mayores tolerancias a la fermentación, lo que repercute en la mejora del sabor y del aroma del pan, además la mezcla de harinas es beneficiosa debido a que facilita la obtención de productos más uniformes por la posible estandarización de la calidad de las mezclas de harinas.

1.9 HARINAS ESPECIALES DE USO FRECUENTE

(7/62, 67)

HARINA DE ARROZ, se emplea en la fabricación de algunos pastales y bollos. Frecuentemente se agrega a la harina de trigo para aumentar la absorción en la formulación de algunos pastales. También se utiliza como harina de polvo en panes y pastales.

HARINA DE AVENA, contiene elevados niveles de proteínas (12 - 13%) pero no forman gluten por lo que no son adecuadas para la panificación por sí solas, pero se logran resultados satisfactorios al utilizar hasta un 5% en relación a la harina de trigo. Las harinas de avena son muy adecuadas para la elaboración de galletas.

HARINA DE CEBADA, contiene una mínima cantidad de gluten

por lo que no es adecuada para la panificación utilizada de forma aislada pero puede utilizarse mezclándola con harina de trigo. La malta preparada a partir de cebada así como la preparada a partir de trigo se utiliza para la elaboración de galletas, pasteles y panes especiales. También se añade a la harina de trigo de bajo contenido diastásico en la elaboración de pan. La malta fortalece a la levadura, mejora la apariencia y el sabor del pan y lo mantiene fresco durante más tiempo.

HARINA DE CENTENO, los nutrientes contenidos en el centeno son similares a los del trigo, sin embargo sus proteínas dan una calidad muy pobre de gluten. Las masas hechas de harina de centeno carecen de elasticidad a menos de que se emplee en su elaboración una porción de harina de trigo.

HARINA DE SOYA, la harina desgrasada de soya contiene elevados niveles de lisina por lo que complementa nutricionalmente a la harina de trigo. Las preparaciones que contienen hasta un 8% de harina de soya han demostrado ser utilizables en la elaboración de pan, presentándose tan solo ligeros cambios en apariencia, sabor y textura. La harina de soya mejora la absorción de agua pero no tiene ningún efecto mejorador en la elasticidad o cohesividad de las masas.

(11/89,90 ; 51/21)

1.10 CONTROL DE CALIDAD EN LA HARINA (TABLA VII)

Los métodos oficiales de la AACQ y de AOAC que normalmente se utilizan para realizar el control analítico de la harina son los siguientes:

a) Húmedad	Estufa de Vacío	AOAC	14.003; AACQ 44-32
	Estufa de aire	AOAC	14.004; AACQ 44-19
b) Cenizas	Método directo	AOAC	14.006; AACQ 08-01
c) Proteínas	Kjeldahl	AOAC	14.026; AACQ 46-10
d) Grasas	Extracción con éter	AOAC	14.018; AACQ 30-10
e) Fibra	Digestión	AOAC	7.070; AACQ 32-10
f) Azúcares reductores y no reductores.	Reactivo Fehling	AOAC	14.023; AACQ 80-60
g) Almidón	Método Polarimétrico.	AOAC	14.032; AACQ 76-11
h) pH Harina	Electrométrica	AOAC	42.007;
i) Color	Prueba de Pékar		AACQ 14-10
	Método Agtron		AACQ 14-30
	Pigmentos	AOAC	13.050; AACQ 14-50
j) Oxidantes	Método Cualitativo.	AOAC	14.039; AACQ 48-02
k) Gluten	Lavado Manual		AACQ 38-10
	Lavado Mecánico		AACQ 38-11
l) Actividad Proteolítica	Método de la H ₂ magleolina.	AOAC	14.054; AACQ 22-60
ll) Actividad diastásica	Método de Digestión.	AOAC	14.046; AACQ 22-15
m) Alfa-Amilasa	No. Falling	AOAC	14.052; AACQ 56-81B
n) Fermentación	Prueba de Pelg henke		AACQ 56-50
o) Sedimentación			AACQ 56-60

1.10.1 INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA LA REALIZACION DE LAS PRUEBAS REOLOGICAS FUNDAMENTALES.

FARINOGRAFO

(60/838,843)

El farinógrafo, es esencialmente una mezcladora registradora, que mide la plasticidad y movilidad de la masa, que se está sometiendo a un mezclado relativamente suave y prolongado, a temperatura constante. La resistencia que ofrece la masa a las espas mezcladoras, durante el mezclado, se transmite a un dinamómetro, el que está conectado a un sistema de palancas y balanzas y a una pluma, la cual traza una gráfica sobre un papel.

Después de que se ha colocado la harina, pesada en base a 1 de humedad, en la mezcladora, se pone a funcionar el motor y se agrega agua con una bureta, hasta tener una masa de consistencia constante, debido a lo cual se puede determinar la absorción de la harina. La mezcladora tiene chaqueta para controlar la temperatura y el agua que se agrega con la bureta también es calentada previamente por un termostato.

Los valores que se obtienen de la curva farinográfica, son los siguientes:

1. **ABSORCION.** Es la cantidad de agua que requiere la harina, para formar la masa de una consistencia tal, que se centre la curva farinográfica sobre la línea de 500 unidades Brabender (UB).
2. **LLEGADA.** Es el tiempo que se requiere para que la parte superior de la gráfica, alcance por primera vez la línea de 500 UB. Este valor es una medida de la velocidad a la que el agua es tomada por la harina, generalmente se observa que, para una variedad dada de trigo, a medida que aumenta el contenido de proteína, el tiempo de llegada también aumenta.
3. **DESARROLLO MAXIMO.** También se le llama tiempo de mezclado. Es el tiempo que transcurre desde la primera adición del agua a la harina,

hasta el desarrollo de la consistencia máxima de la masa. Entre más largo es éste tiempo, significa que la harina es cada vez más fuerte, o sea que es indicativo de la fuerza del gluten.

4. SALIDA. Es el tiempo que pasa desde que se empieza a mezclar la harina, hasta donde la parte superior de la gráfica deja la línea de 500 UB.

5 ESTABILIDAD. Es la diferencia entre los tiempos de salida y de llegada, éste valor de indicación de la tolerancia de la harina al mezclado.

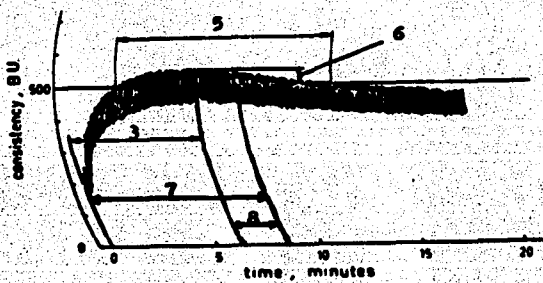
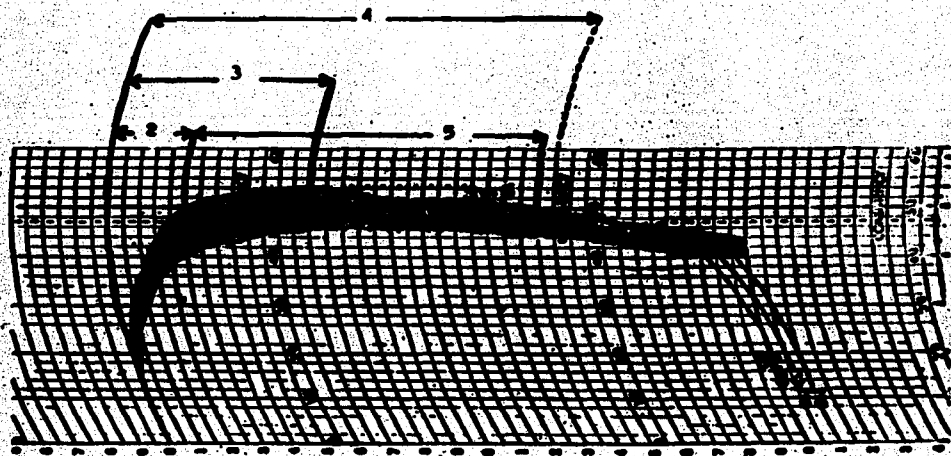
6. INDICE DE TOLERANCIA MECANICA (M.T.I). Es la diferencia en consistencia de la masa, medida en UB, entre las partes superiores de la gráfica en el pico y cinco minutos después de éste.

En general las harinas que tienen una buena tolerancia al mezclado, tienen bajo éste valor y entre más alto es, la harina es más débil.

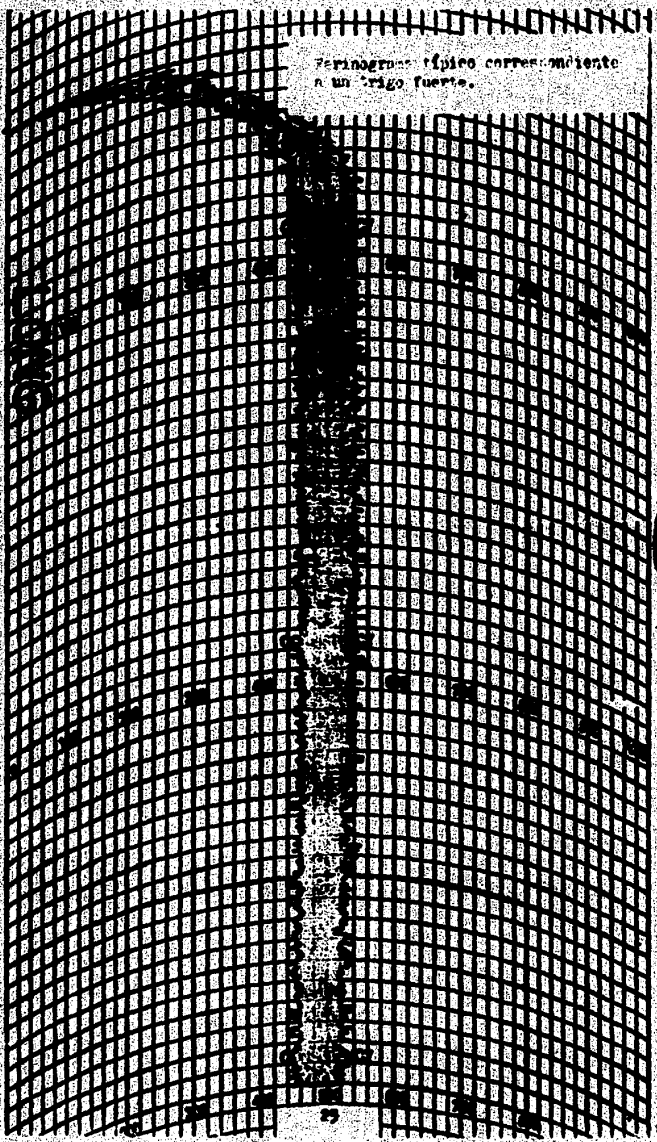
7. CAIDA. Se define como el tiempo que pasa desde el comienzo del mezclado, hasta el decrecimiento, en 30 UB del pico de la gráfica. Cuando este tiempo es corto, significa que la harina no tiene fuerza suficiente para tolerar mezclado extra, fácilmente se lo puede sobre mezclar.

8. TOLERANCIA. Es la diferencia entre el tiempo de caída y el de desarrollo máximo. Cuando es corto, nos dice que la harina puede resistir menos abuso mecánico y menos fermentación, cuando es largo, significa que necesitará más mezclado para ser desarrollada y resistirá mayor fermentación.

VALORES PARENOURAICOS.



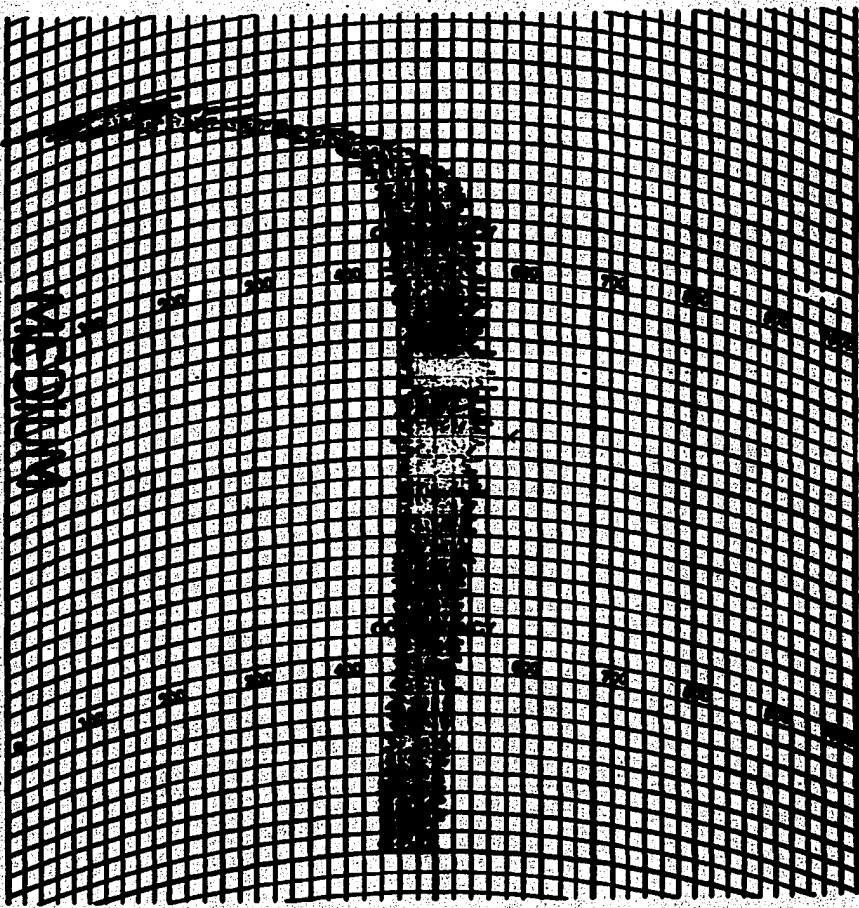
Terminogram típico correspondiente
a un trigo fuerte.



PLASTICITY / CONSISTENCY / VISCOSITY / QUALITY

PLASTICITY / CONSISTENCY / VISCOSITY / QUALITY

Farinograma típico correspondiente
a un trigo medio fuerte.



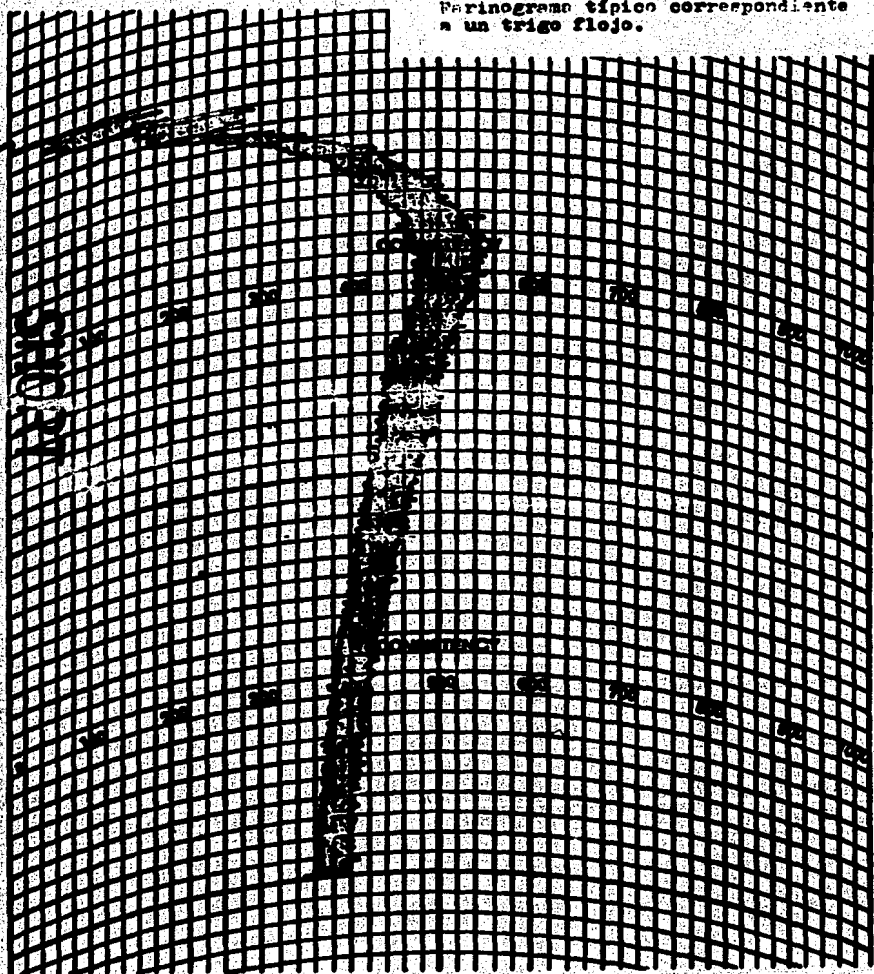
4

RATIÓN / CONSISTENCIA / VISCOSIDAD GRAM

C. H. BRUNER

26

Perinograma típico correspondiente
a un trigo flojo.



ALVEOGRAFO

(7/348,351 ; 58/149,150 ; 17/122)

El alveógrafo consta de tres partes:

- 1.- Una amasadora donde la harina se mezcla con la cantidad de agua salada, necesaria para tener en todos los casos la misma absorción, dándole siempre el mismo mezclado. Una vez obtenida la masa, se extrae de la amasadora, y se corta en discos, los cuales se dejan reposar dentro de una cámara a 25°C, durante 20 minutos.
- 2.- Al cabo de los 20 minutos cada disco se aplana sobre una platina, cuya base tiene un orificio central obturado por un pivote movable, que es la parte por donde entra aire inyectado a cierta presión, que va a actuar sobre la masa, para extenderla y formar un globo.
- 3.- Manómetro hidráulico graficador, que es donde se registra el comportamiento que presenta la masa al aire inyectado, el aire que no se usa para deformar la masa, actúa sobre el agua contenida en un recipiente que lleva un flotador unido a una pluma, la que descansa sobre un tambor giratorio, el cual sostiene el papel sobre el que se inscribe la gráfica característica de cada harina.

La altura PQ de la gráfica es medida en mm, a dicho valor se le designa con la letra P y representa la tenacidad de la harina, pues es la presión de aire que se necesita para vencer la resistencia de la masa a ser deformada. Una vez que se vence la tenacidad de la masa, ésta empieza a ser extendida, teniendo cada vez menos espesor, para lo cual se emplea cada vez mayor cantidad del aire que se inyecta y sólo el que va sobrando, levanta la pluma registradora cada vez menos y por ello el trazo va descendiendo, hasta el momento en que la masa se rompe, se escapa todo el aire por la ruptura, con lo cual ya no llega nada al manómetro para levantar la pluma y ésta desciende a la línea base. De ahí que la cantidad de aire que se emplea en el ensayo, sea una medida de la extensibilidad de la harina, pues entre mayor sea ésta, mayor cantidad de aire se necesitará. El volumen de aire se mide en cifras denominadas G.

Se considera que una harina con P/G-5, no es tenaz, ni extensible, pero en cuanto éste valor crece numéricamente, la tenacidad de la harina se va haciendo cada vez mayor y cuando decrece, la extensibilidad de la harina va acrecentándose.

La corriente de aire que extiende la masa, efectúa un trabajo mecánico, el cual es mayor cuando la harina va siendo más tenza o cuando va siendo más extensible. El valor W, nos da la medida de ese trabajo que es la fuerza de la harina, cuanto mayor es esta fuerza, mayor será el trabajo de deformación que se haya necesitado y entre más débil sea la harina, menos será ese trabajo de deformación. Para determinar W se emplea la siguiente fórmula:

$$W = \frac{K G S}{L}$$

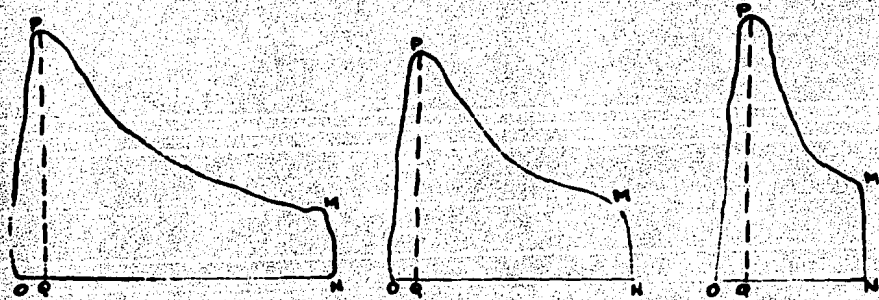
donde:

K= Coeficiente de corrección del manómetro = 1.1

G= Trabajo por cm² de superficie. Valor calculado por los fabricantes del aparato, en función de G.

S= Superficie del diagrama en cm².

L= Longitud ON del diagrama en mm.



CAPITULO II

AGUA

El agua es indispensable en la fabricación del pan, tanto como la harina o la levadura, pues es la que origina el glúten al unir la gliadina y la glutenina, constituyentes de la harina.

(27/205 ; 63/21)

Otra cantidad de agua es empleada en humedecer el almidón, incorporándolo al glúten al ser mezclados y formando, todos ellos la masa.

Por el agua también, la levadura, suspendida en ella, se difunde a través de toda la masa de una manera uniforme.

Por todo esto el agua tiene una importancia especial dentro de la industria panificadora, y deben tomarse en cuenta sus cuadidades, cuidando por medio de análisis, que no sea demasiado dura, suave o alcalina.

(7/56,57)

Los constituyentes minerales que más comúnmente se encuentran en las aguas superficiales y subterráneas, son los siguientes:

(60/349)

- 1.- Acidos: Carbónico, silícico y varios ácidos orgánicos
- 2.- Aluminio: Oxido y sulfato
- 3.- Calcio: Carbonato, bicarbonato, cloruro, sulfato y fosfato.
- 4.- Hierro: Carbonato, bicarbonato, sulfato y cloruro
- 5.- Litio: Carbonato, bicarbonato, sulfato y cloruro
- 6.- Magnesio: Carbonato, bicarbonato, cloruro y sulfato
- 7.- Sílice: Por lo general sílice o bióxido de silicio, ocasionalmente como bicarbonato.
- 8.- Sodio: Cloruro, carbonato, bicarbonato, sulfato y nitrato.

En ocasiones, las aguas naturales pueden también presentar trazas de sales de amonio, arsénico, bario, cadmio, cobre, flúor, iodo y otros elementos.

El agua usada en la masa debe tener una dureza mediana tal, como para proveer una cierta cantidad de sales minerales, que puedan impartir una acción endurecedora al glúten y que, hasta cierto punto, sirvan como alimento para la levadura. (7/55,56)

Las aguas muy suaves producen por lo general masas flojas y pegajosas. (51/31)

Por otra parte, las aguas excesivamente duras tienden a retardar la fermentación. (63/71)

Por lo que concierne al agua como ingrediente, los sulfatos, especialmente los sulfatos de calcio, ejercen un efecto estimulante deseable sobre las levaduras, por lo que se le considera un componente estándar de los alimentos para levadura o acondicionadores de masa.

No todos los minerales que se encuentran en el agua tienen efecto sobre la fermentación. Las sales de fierro, aluminio y varios otros elementos son completamente neutrales en lo que se refiere a la fermentación. Pero las sales que se presentan más comúnmente, como el bicarbonato de calcio, carbonato de calcio, sulfato de calcio, cloruro de magnesio, sulfato de magnesio y bicarbonato de sodio, tienen ya sea un efecto favorable o desfavorable sobre la fermentación. Por regla general, el sulfato de sodio y sulfato de magnesio no ejercen ningún efecto significativo sobre las características finales de la hogaza. El cloruro de magnesio, cuando se encuentra presente en niveles de 50 ppm, produce masas más firmes y volúmenes mayores. Se obtiene un resultado similar con el sulfato de calcio. (51/31,32)

El carbonato de calcio y el bicarbonato de sodio tienen un efecto fuertemente depresivo sobre las levaduras en caso de presentarse en concentraciones suficientes para volver alcalina el agua.

Las aguas que contienen en solución sustancias alcalinas, si tienen un pH = 7-8, ayudan a neutralizar en parte la acidez de la masa originada por la fermentación. Pero debe evitarse también una alcalinidad excesiva, pH mayor de 8, ya que tiene un efecto solvente sobre el glúten. (60/55) ; 7/156)

El uso correcto de los alimentos para levadura es de utilidad para compensar o reducir los efectos adversos de aguas muy duras, suaves o alcalinas, como lo muestra la siguiente tabla.

TABLA VIII

Tipo de Agua.	Clase de Agua.	Tipo de alimento de levadura re querido.	Cantidad de alimento de levadura re querido.	Otro trata- miento espe cial.
1. Acida	A. Suave (menos de 120 ppm. de dureza)	Normal	Normal	Sal en la esponja.
	B. Moderada mente dura (de 120 a 180 ppm)	Normal	Normal	Ninguno
	C. Dura (más de 180 ppm)	Normal	Menor	Malta en la esponja en cantidad su perior a la normal.
2. Modera damente alcali- na. (pH entre 7 y 8)	A. Suave	Normal	Mayor	Ninguno
	B. Moderada mente dura.	Normal	Normal	Ninguno
	C. Dura	Normal	Menor	Malta en la esponja en cantidad su perior a la normal.
3. Alcali na.	A. Suave	Acido	Mayor	Fosfato Mono cálcico
	B. Moderada mente dura.	Acido	Normal	Ninguno
	C. Dura	Acido	Menor	Exceso Malta y en casos graves además ac. láctico o vinagre.

(60/564)

2.2

PRINCIPALES CONTROLES QUIMICOS DEL AGUA EN LA INDUSTRIA DE LA PANIFICACION.

- a) **CLORUROS** El método más común es el Argentométrico, el cual se basa en la precipitación de los cloruros en una solución neutra o alcalina como AgCl en presencia de cromato de potasio, el cual al no existir cloruros, se combina con el nitrato de plata para dar cromato de plata de color rojo. (13/462)
- b) **SULFATOS** Los sulfatos contenidos en una muestra de agua son precipitados en medio ácido como sulfato de bario al adicionar cloruro de bario. (73/302)
- c) **CALCIO Y MAGNESIO** El calcio y el magnesio contenidos en una muestra de agua, se determinan por el Método de Titulación con E.D.T.A. (ácido etilen-diamino tetraacético), a una muestra de agua se le añade una pequeña cantidad de colorante como el Negro de Eriocromo T, aproximadamente a un pH de 10, la solución toma un color rojo vino, entonces se añade E.D.T.A. como titulante, el Ca y el Mg formarán un complejo con él. Cuando se ha añadido suficiente titulante para que reaccione con todo el calcio y el magnesio presentes en la solución, ésta cambiará del color rojo vino al color azul, indicándonos el punto final de la titulación. (5/91)
- d) **ALCALINIDAD** La alcalinidad del agua, está dada por su contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos y en menor grado por boratos, fosfatos y silicatos.

La alcalinidad de una agua es su capacidad cuantitativa para neutralizar un ácido fuerte a un pH determinado. (9/462)

CAPITULO III

GRASAS

3.1 Introducción. (4/248,249 ; 25/406,408 ; 60/435,436)

Las grasas se usan ampliamente en una variedad de productos en la panificación.

La importancia de las grasas en la panificación varía de acuerdo con el tipo de productos de que se trate. En ciertos tipos de pasteles como los producidos a partir de batidos tipo "esponja" la grasa no se utiliza en absoluto. En cambio en los pasteles que en su formulación llevan grasas, éstas son de fundamental importancia para que los productos adquieran sus características de aceptabilidad. Por otra parte en el pan su empleo es opcional.

Cuando se emplean cantidades excesivas de grasas se producen efectos negativos ya que los productos adquieren texturas grasosas desagradables y se producen detrimentos en el volumen de los productos.

3.2 Tipos de grasas usadas en panificación.

Actualmente las grasas más ampliamente utilizadas en la panificación son las mantecas vegetales hidrogenadas, también es de importancia el empleo de margarinas y con alguna frecuencia se emplea mantequilla. En algunos casos también se emplean aceites vegetales adicionados de agentes emulsificantes.

3.3 Mantecas vegetales hidrogenadas.

(20/125 ; 60/74,76 ; 16/227)

En general se requiere que las grasas que se utilizan en la panificación tengan las siguientes características:

1. Que no tengan problemas por olor y/o sabor.
2. Que no tengan problemas de coloración.
3. Que posean buena plasticidad, y
4. Que sean estables en su sabor y contra la oxidación.

La importancia relativa de los dos últimos factores diferirá se-

gún el uso a que se destine la grasa.

Las mantecas vegetales hidrogenadas cumplen ampliamente con los requisitos antes expuestos y por sus comparativamente bajas costes y su disponibilidad son las grasas más ampliamente utilizadas en la industria panificadora.

En general poseen altos puntos de fusión y su grado de plasticidad o solidez se controla mediante el grado de hidrogenación a que se les somete.

Las mantecas vegetales hidrogenadas pueden clasificarse de acuerdo a su funcionalidad en :

- a) Plásticas de uso general.
- b) Plásticas emulsificadas de gran absorción.
- c) Plásticas ligeramente emulsificadas.
- d) Ligeramente plásticas de alta estabilidad.

3.3.1 Mantecas vegetales hidrogenadas plásticas de uso general.

Estas grasas de uso general, como su nombre lo indica se utilizan en forma no específica en los productos de la panificación. Estas grasas son plásticas y con buenas propiedades de cremado.

Normalmente su estabilidad es elevada pero no en exceso a grado tal que se pudieran debilitar sus propiedades plásticas. Antes de que se desarrollaran los métodos de hidrogenación controlada, este tipo de grasas de uso general se obtenían a partir de mezclas a diferentes proporciones de mantecas animales y aceites vegetales, sin embargo las actuales las superan ampliamente y su coste es mucho menor por lo que las han sustituido completamente.

3.3.2 Mantecas hidrogenadas plásticas emulsificadas de gran absorción.

Estas grasas se hacen especialmente para la elaboración de pasteles, rellenos cremosos y coberturas. En estas grasas la capacidad de cremado, es decir la capacidad de atrapar aire durante el mezclado es de importancia fundamental. En su elaboración se emplean una buena cantidad de emulsificantes generalmente del tipo mono y diglicéridos, aún y cuando también se utiliza el monoestearato de

de sorbitan poliexietileno (Tween 60). Con éste tipo de grasas se hace posible el preparar pasteles con mayores proporciones de azúcar y de agua, lo que los hace más dulces, más suaves y tersos, más húmedos y con menor tendencia a resecaarse. Cuando se emplean éstas grasas en la elaboración de rellenos cremosos y de coberturas éstos tienen mejor textura y son más estables que cuando se emplean otro tipo de grasas en su elaboración.

Normalmente éste tipo de grasas se ajustan en cuanto a su HLB de acuerdo al uso que se les vaya a dar, ya sea para batidos de pastel o para cremas batidas, sin embargo es posible conseguirlas con valores intermedios para que puedan ser utilizadas con uno u otro fin.

3.3.3 Mantecas vegetales hidrogenadas plásticas ligeramente emulsificadas.

Estas grasas contienen aproximadamente un 8.0% de mono y diglicéridos obtenidos de grasas con índices de yodo bajos, el ingrediente activo es el monoglicérido pero normalmente va mezclada con diglicéridos por su dificultad que existe para su separación. En comparación con las grasas que no les contienen permiten mejores manejos de las masas durante su procesamiento, también mejoran la textura y suavidad de los productos horneados aumentando su capacidad de retención de humedad durante su vida de anaquel. Son las grasas que se utilizan normalmente en la elaboración de masas de pan blanco y pan de dulce.

3.3.4 Mantecas vegetales hidrogenadas ligeramente plásticas de alta estabilidad.

Este tipo de grasas se destinan normalmente para la elaboración de productos fritos y para galletas así como en la elaboración de pan tostado en donde se requiere la máxima estabilidad de los productos. En este tipo de grasas la plasticidad no es un factor de relevancia por lo que se le sacrifica a cambio de incrementar grandemente su estabilidad por medio de hidrogenación intensiva que se puede comprobar mediante la obtención de bajos índices de yodo y por

pruebas de estabilidad.

3.4 Funciones de las grasas en panificación.

(25/408,409)

Las funciones de las grasas en la panificación puede resumirse de la siguiente manera:

- a) Producción de efectos de suavidad y lubricación.
- b) Aereación de los productos.
- c) Mejoramiento de la comestibilidad de los productos.
- d) Estabilización de emulsiones.
- e) Mejoramiento de las características de conservabilidad de los productos.

A las anteriores puede agregarse la producción del excelente sabor que se produce al agregar mantecquilla a las formulaciones y el incremento en el valor calórico de los productos elaborados con grasas.

a) Producción de efectos de suavidad y lubricación.

Este efecto producido por las grasas deriva de su habilidad para lubricar la estructura de los productos horneados, mediante su dispersión durante el mezclado que interfiere a la formación de masas compactas de almidón y proteínas.

El poder suavizante, valor de "shortening" o "funcionalidad" de una grasa para los productos de panificación se determina normalmente mediante pruebas de panificación utilizando formulaciones y condiciones estandarizadas comparando mediante paneles de prueba los productos obtenidos.

b) Aereación de los productos.

La propiedad de las grasas de atrapar aire durante su mezclado es de suma importancia. Esta capacidad de atrapar el aire o sea de "cremar" es fundamental para considerar su nivel de eficiencia en la elaboración de batidos.

El volumen de cremado, éste es el volumen que alcanza una grasa al sercarse mecánicamente depende del grado de hidrogenación, de las características de los cristales de grasa, de la temperatura de cremado y del tamaño de partícula del azúcar utilizado en las

cremas.

c) Mejoramiento de la comestibilidad de los productos.

Las grasas contribuyen al mejoramiento de las características de comestibilidad de los productos de la panificación por el mejoramiento de su textura y suavidad que los hace más apetecibles. Además la posibilidad de emplear mayores cantidades de componentes enriquecedores de las formulaciones como son el azúcar, la leche y los huevos mejora las características nutricionales y organolépticas de los productos. Así también cuando se utiliza mantequilla en las formulaciones se incrementa la aceptabilidad.

d) Estabilización de emulsiones.

Las funciones de estabilización de emulsiones, o sea su tendencia a impartir a los batidos suficiente fuerza durante el horneo para prevenir que se colapsen esta íntimamente ligada con la capacidad de cremado. Desde el punto de vista fisicoquímico, los batidos de pastel son emulsiones en las cuales la grasa forma fase interna e discontinua y los demás ingredientes, como son el azúcar, la harina, la leche y los huevos forman la fase externa e continua. Sin una aereación adecuada, éstas emulsiones resultan faltas de consistencia y sin cuerpo. La pérdida de consistencia se debe fundamentalmente al debilitamiento del gluten producido principalmente por la elevada concentración de azúcar. La grasa posee cierta estabilidad inherente que al aerearse produce por medio de la formación de burbujas una estabilidad mecánica más fuerte a los batidos que impide que los batidos se colapsen antes de que pueda coagular el gluten en el horneo.

e) Mejoramiento de las características de conservabilidad de los productos.

El efecto de mejorar o prolongar la vida de anaquel de los productos por medio de grasas se debe a la propiedad de retener mayor humedad cuando se encuentran formando emulsiones éste retarda o al menos enmascara de algún modo los efectos producidos por el envejecimiento de los productos horneados, prolongando así su vida de anaquel.

3.5 Centroles aplicadas a las grasas en la Industria de la Panificación como criterios de aceptación. (TABLA IX)

		Mantequilla	Margarina	Mantecas vegetales hidrogenadas
% Humedad	AOAC 15.131	si	si	si
Punto fusión (M.Wiley)	AOAC 28.012	si	si	si
% Grasa (Método Babcock)	AOAC 15.087	si	si	- - -
Grasa, GOMP	AOAC 26.070	si	- - -	- - -
Características sensoriales		si	si	si
Calidad microbiológica		si	si	- - -
% AGL ,	AOAC 28.032	- - -	- - -	si
Indice Peroxide	AOAC 28.025	- - -	- - -	si
Indice Saponificación	AOAC 28.028	- - -	- - -	si
Punto de humeo		- - -	- - -	si
alfa-mono-glicéridos	AOAC 28.154	- - -	- - -	si
Antioxidantes	AOAC 26.107	- - -	- - -	si
Volúmen de Cremado		- - -	- - -	si
Plasticidad	ASTM	- - -	si	si
Estabilidad	ACM	- - -	- - -	si

CAPITULO IV

Agentes edulcorantes.

4.1 Introducción.

(14/13 ; 51/49)

El principal agente edulcorante utilizado en la industria panificadora es la sacarosa. También es importante el uso de jarabes de maíz, de azúcar invertido; de menor relevancia pero también con importancia se pueden mencionar los jarabes de malta y la lactosa.

En relación al grado de dulzura es costumbre asignar a la sacarosa el valor de 100 respecto del cual la fructosa tendría aproximadamente un valor de 173 y la glucosa de 74 por lo que el azúcar invertido es más dulce que la sacarosa teniendo un valor promedio de 124.

Al disolverse los azúcares en agua se presenta el fenómeno de mutarrotación resultando mezclas tautoméricas con diferentes grados de dulzura, un ejemplo típico es la disolución de la fructosa cuyas preparaciones frescas son más dulces que las que se dejan en reposo para que alcancen su equilibrio tautomérico.

4.2 Funciones de los Edulcorantes en la Panificación.

(60/396, 398)

Los azúcares adicionados a las formulaciones de los productos horneados mejoran el color de la corteza, el volumen, el sabor y las propiedades de conservación de los productos.

Al adicionarse sacarosa a una masa de pan ésta es invertida prácticamente de forma inmediata por la inversión de la levadura, al tenerse cantidades iguales de glucosa y fructosa por éste medio, la levadura utiliza más rápidamente la glucosa que la fructosa, éste no es así cuando se adiciona por separado la glucosa y la fructosa que son asimiladas por la levadura a la misma velocidad. La maltosa, derivada de la hidrólisis enzimática del almidón o bien adicionada en forma de jarabe de maíz permanece ampliamente sin fermentar hasta que la levadura ya no tenga glucosa o fructosa disponible. La adición de mayores cantidades de azúcar hasta un 8%

produce mayores cantidades de gas pero cuando la cantidad es excesiva, alrededor del 15% el efecto inhibitorio es fácilmente detectable.

En el caso de las masas "dulces" conteniendo entre 20 y 25% en base harina se requiere mezclar un 50% más de tiempo las masas para contrarrestar los efectos negativos que se producen en el volumen y consistencia de los productos.

Los azúcares adicionados que no fueron utilizados por la levadura reciben el nombre de azúcares residuales y tienen un rol muy importante en la calidad de los productos terminados que puede resumirse de la siguiente manera:

- 1) Rápida formación de coloraciones adecuadas en la corteza de los productos, lo que representa tener productos con mayores cantidades remanentes de agua por las características del horno para ellos recuero, es decir con menores tiempos y menores temperaturas.
- 2) Mejoramiento del sabor y aroma por la formación de ciertos ácidos y aldehídos volátiles.
- 3) Acción suavizante, mejorándose la textura del grano y la miga, por su efecto de retardar tanto la gelatinización del almidón y la denaturalización de las proteínas.
- 4) Ampliación de la vida de anaquel por sus propiedades higroscópicas que favorecen la retención de humedad.
- 5) Además la adición de azúcares en las formulaciones mejora el rendimiento de la masa.

4.3 Sacarosa.

(51/49)

El azúcar refinado comercial (sacarosa) es uno de los ingredientes más puros de que puede disponerse en la industria alimentaria ($\approx 99.8\%$).

En algunos casos se requiere de azúcar pulverizada para las preparaciones de panes y pasteles; esta se tiene disponible comercialmente ó bien algunas panificadoras cuentan con sus propios molinos

para satisfacer sus necesidades.

La sacarosa carameliza a 155°C , por ésta razón solo la parte exterior de las hoganas adquieren el color característico de la corteza durante el horneo, ya que el interior del pan no logra superar la temperatura de ebullición del agua por el contenido de humedad que éste tiene.

En la preparación de rellenos dulces la sacarosa es el azúcar preferido por los panificadores por su solubilidad relativamente constante en un amplio rango de temperaturas comparada por ejemplo con el azúcar invertido y la glucosa.

4.4

Jarabes de azúcar invertido.

(31/15,16)

El jarabe que se obtiene al hidrolisar la sacarosa en dextrosa y fructosa, se conoce como jarabe de azúcar invertido. Este jarabe es más dulce que la sacarosa y fermenta directamente por la acción de las levaduras.

4.5

Glucosa y jarabe de maíz.

(21/559,561 ; 14/12,13 ; 68/31,32 ; 51/54,58)

La glucosa se obtiene del almidón de maíz, mediante un proceso de conversión que produce dextrinas, maltosas y dextrosa.

Para obtener la dextrosa, se diluye el almidón de maíz crudo en agua hasta formar una pasta de almidón, se calienta, se le agrega ácido clorhídrico diluido y se somete a una presión de 40 lb/in². El almidón se transforma casi completamente en dextrosa. El líquido así obtenido, se neutraliza, se evapora y se clarifica, después de lo cual la dextrosa es cristalizada.

La dextrosa en comparación con la sacarosa, es menos soluble en agua, carameliza a 154°C, por lo que contribuye a producir un buen color en la corteza del pan y a mejorar su facilidad de tostarse.

El jarabe de maíz se produce por la hidrólisis incompleta del almidón y contiene maltodextrinas, maltosa y dextrosa, como en el caso del azúcar de maíz.

Tiene aproximadamente 80% de sólidos y el 1% de cenizas.

En panificación la dextrosa es el azúcar más importante en un jarabe de maíz, por ser la base de la fermentación.

El jarabe de maíz se obtiene al calentar el almidón con ácido clorhídrico diluido o por tratamiento enzimático o por ambas. Después de la decoloración, el fluido se evapora al vacío. Se clasifica en diferentes tipos de jarabes de

maíz, de acuerdo al grado de concentración en el evaporador y al contenido de azúcares reductores, expresados como equivalentes de dextrosa (D. E.)

4.6

Jarabe de maíz con alto contenido de fructosa.

En la producción de edulcorante de maíz, se usa también, otro tipo de transformación enzimática. Esta transformación se conoce como isomerización. La glucosa isomerizada cambia bajo condiciones adecuadas, la dextrosa a fructosa, en jarabes de maíz de alto grado de conversión. La fructosa es más dulce que la dextrosa.

El jarabe de maíz con alto contenido de fructosa, es utilizado principalmente en la industria de panificación y en la de refrescos embotellados.

La fructosa solo puede obtenerse en forma cristalizada bajo condiciones muy especiales, por lo que generalmente se usa en forma de miel.

Es el azúcar más dulce que se conoce.

(23/70 ; 14/13)

4.7

Malta y jarabes de malta.

La maltosa se forma como producto intermedio en la hidrólisis del almidón por las amilasas. (46/267)

El extracto de malta o jarabe de malta, la harina de malta y el extracto seco de malta se obtienen mediante la germinación controlada de la cebada o el trigo. Contienen maltosa, dextrinas, enzimas diastásicas y proteolíticas. (63/22)

La acción conjunta de las amilasas al degradar el almidón formando maltosa tiene las siguientes ventajas en la panificación:

- i) Mejorar el color, por facilitación de las reacciones de Maillard.
- ii) Mejorar el volumen por el CO_2 producido por las levaduras.
- iii) Mejorar la textura debido a una hidrólisis parcial del almidón. (3/234)

Los productos de malta utilizados en panificación general - mente se clasifican en los tres tipos siguientes en relación a su actividad enzimática.

- i) Productos de malta no diastásicos.
- ii) Productos de malta de actividad diastásica media y
- iii) Productos de malta de actividad diastásica alta.

La actividad diastásica puede ser evaluada en base pruebas de laboratorio expresándola en grados Lintner, así el primer grupo tendrá valores menores a $30^\circ L$, el segundo entre 30 y $60^\circ L$ y el último valores superiores a $60^\circ L$. (60/426,427)

4.8

Lactosa.

(36/21,25 ; 69/29,31)

La lactosa es el carbohidrato característico de la leche. Su poder edulcorante es limitado, por lo que se usa principalmente como saborizante.

La lactosa incrementa la actividad de la levadura y la rapidez de fermentación por la acción de las bacterias ácido lácticas que contienen la leche que convierten la lactosa en ácido láctico.

Algunas veces, al ácido láctico se emplea para sustituir al ácido cítrico, que es más caro, usándose en sabores artificiales y naturales de naranja y limón.

TABLA 3 Propiedades de dulzura y fermentabilidad de los Azúcares.

NOMBRE DEL AZÚCAR (en orden decreciente de dulzura)		FERMENTABILIDAD
Fructosa	7	Buena (directa)
Jarabe de azúcar invertido	6	Buena (directa)
Sacarosa	5	Buena (indirecta)
Dextrosa	4	Buena (directa)
Maltosa	3	Buena (indirecta)
Lactosa	2	No por la levadura
Galactosa	1	Regular (directa)

(3/7 ; 14/13 ; 15/148,751 ; 70/6)

4.9

Principales determinaciones analíticas de los azúcares.

Los métodos clásicos para la determinación de azúcares se basan en algunos de estos dos principios:

- i) Reducción de una solución alcalina de cobre.
- ii) Determinación de la actividad óptica.

Los métodos de reducción del cobre ofrecen numerosas variantes diseñadas para casos específicos.

(34/444)

Actualmente para realizar el aislamiento, separación e identificación de los azúcares y sus derivados se utilizan normalmente procedimientos de cromatografía en papel o en capa fina, aún y cuando para mayor precisión se opta por la cromatografía en columna con materiales de intercambio iónico en presencia de un exceso de ácido bórico, así como la cromatografía de gas-líquido.

(23/43 ; 46/269)

Una de las constantes más utilizadas para la identificación de azúcares es su rotación específica. Esta se refiere a la propiedad que las soluciones acuosas de azúcares así como de otras sustancias de rotar el plano de la luz polarizada por medio de aparatos denominados polarímetros.

(60/12)

En el caso de la sacarosa pulverizada, una de las determinaciones más importantes es la de la granulometría para destinar de acuerdo al tamaño de partícula de ésta el uso que se le ha de dar.

Para los jarabes de maíz son de importancia las determinaciones de equivalentes de dextrosa (DE) y de la concentración expresada en grados Baumé.

(52/49,54)

A los extractos de malta utilizados en panificación como fuente de maltosa y sobre todo de enzimas diastásicas se les

hace la prueba de actividad amilolítica expresando los resultados en grados Linter, normalmente a través de un método de valoración por reducción del almidón, utilizando amortiguadores de fosfatos a pH 5 a 40°C, con tiempos de exposición de 15 minutos.

CAPITULO V

HUEVO

5.1 Introducción

(51/100)

Los huevos y sus derivados, se emplean como ingredientes en muchos productos de panadería, como los pasteles y biscochos.

La industria de la panificación es uno de los principales consumidores de huevo y de sus derivados.

En la industria panadera los huevos pueden ser utilizados, enteros, o separados en claras e yemas. Se pueden adquirir huevos — frescos, congelados o en polvo.

Para algunos productos de panificación la mitad de los costos de los ingredientes, se atribuyen al huevo y sus derivados.

5.2 Funciones del huevo en la panificación.

(60/543,544)

Los huevos son usados en la panadería por la gran contribución que hacen al valor nutritivo de los productos y por el mejoramiento que traen consigo en el volumen, palatabilidad y color de los productos.

En general se pueden resumir las funciones de los huevos en los productos horneados de la siguiente manera:

- 1) Incremento del valor nutricional.
- 2) Mejoramiento del sabor, textura y consistencia.
- 3) Producción de colores apetecibles tanto en cortezas como en migas.
- 4) Acción calmante de los otros constituyentes.
- 5) Mejoramiento rigidez a la estructura en pasteles del tipo "Angel Food" (claras) y "Sponge Cake" (yemas).
- 6) Acción emulsificante.
- 7) Mejoramiento de las características de conservación.

5.3 Microbiología del huevo.

(39/150,151)

El contenido del huevo es estéril hasta el momento en que son puestos por la gallina; la superficie del cascarón puede tener muchas bacterias, sobre todo cuando se mancha con excremento; aunque las

cáscaras no estén agrietadas, los microorganismos pueden penetrar a través de sus poros naturales.

La cutícula que recubre al cascarrón no es efectiva cuando los huevos no son frescos porque se seca, también se elimina cuando se lava el huevo.

El huevo presenta como defensa para el desarrollo de bacterias, además de la cutícula que recubre al cascarrón, dos membranas debajo de ésta, formadas por queratina, en la clara hay 3 compuestos antimicrobianos como la lisocima, que evita principalmente a los microorganismos Gram (+).

Los análisis microbiológicos que se efectúan depende del tipo de huevos de que se trate. Se realiza cuenta de mesófilos anaerobios y cuenta de mesófilos aerobios. Si el huevo es deshidratado se buscan hongos y levaduras.

5.4 Huevos Congelados.

(20/136 ; 51/113 ; 21/375)

Los huevos congelados tienen la misma función en panificación que los huevos en cascarrón y pueden utilizarse en cualquier fórmula que necesite huevos frescos. Los huevos congelados son los más fáciles de manejar, más uniformes en calidad y más económicos.

El contenido de sólidos de las claras congeladas debe ser de 11% a 14%. Los contenidos mayores de sólidos pueden indicar que los huevos no son frescos. Las claras congeladas se utilizan en panqué blanco, pastel de queso, glases cremosos, merengues, macarrones, salviaicos cocidos y otros tipos de pasteles y pastelillos.

Los usos principales de las yemas congeladas es en mesclas preparadas, pasteles amarillos, tipo esponja, pasteles amarillos de fórmula rica, donas y pastelillos. Durante el proceso de congelación, el agua en las yemas forma cristales de hielo y esta extracción desnaturaliza en forma parcial a las proteínas, cambiando sus propiedades, disminuye su solubilidad, y sus propiedades de emulsificación. Para evitar estas desventajas de las yemas congeladas, se puede adicionar azúcar, glicerina o sal a la yema. Previene así que el agua se separe al cristalizarse antes de que la parte restante de yema se congele.

5.5 Comparación de los huevos naturales y los huevos congelados.

- 1) En panadería, los huevos congelados son tan buenos como los naturales.
- 2) Los huevos congelados están libres de desperdicio, en los huevos naturales del 3 al 4% de la clara pueda perderse en el reemplazo de los mismos.
- 3) Los huevos congelados ocupan poco espacio de almacenamiento.
- 4) El tiempo, trabajo del reemplazo y separación de los huevos es eliminado.
- 5) En los huevos congelados, las yemas son más firmes e estables, y las claras más espesas que en los huevos naturales.
- 6) Los huevos congelados son más uniformes que los naturales.

5.6 Huevo deshidratado.

(51/114 ; 21/376)

Los huevos enteros o yemas se secan por aspersión, o mediante el uso de charolas, en las que se extiende el huevo líquido y se colocan en gabinetes, donde circula aire caliente.

Cualquiera que sea el método de deshidratación, para la clara, al secarse o durante el almacenamiento, la glucosa presente en ésta, se une a las proteínas dando la reacción de Maillard. Esta reacción de "enranciamiento" se evita eliminando la glucosa antes de deshidratar la clara de huevo, mediante su tratamiento con glucosa oxidasa y catalasa. Esta eliminación de glucosa también favorece la estabilidad de los productos ante el ataque microbiano.

Los productos de huevo deshidratado deben almacenarse a 4°C ó menos.

5.7 Pasteurización.

(21/373)

Debido a la prevalencia de las infecciones de Salmonella, se requiere la pasteurización de los huevos que se extraen del cascarón para usos industriales.

La pasteurización de los huevos enteros y de las yemas se ha practicado desde hace muchos años, no así la clara que es especialmente sensible al calor. La técnica actual empleada consiste en calentar hasta

una temperatura entre 60° y 61.5°C de 3 1/2 a 4 minutos.

Los procesos de pasteurización tienen como finalidad que los huevos estén libres de Salmonella.

5.8 Poder leudante de los huevos.

(60/543)

Cuando la clara se bate, la crema consta de muchas pequeñas burbujas de aire, cada una rodeada de una película de proteína de huevo. La habilidad de la clara de cremar es debida a su baja tensión superficial, lo que resulta es una alta concentración de sólidos en la superficie. La acción mecánica de batir y poner en contacto la delgada película de la proteína con el aire, coagula parcialmente a la proteína y hace estable a la crema. En la hornada, las burbujas de aire se expanden con el calor y la película de proteína es suficientemente elástica para permitirlo. Como en el batido o el merengue al esas altas temperaturas, la proteína se coagula por completo, perdiendo su elasticidad y dando lugar a una estructura más firme.

El volumen y estabilidad de las cremas de clara de huevo están influenciadas por un cierto número de factores. La clara más espesa es la que toma más tiempo para formar una crema, y la que da un volumen menor. Por otro lado, la estabilidad de la crema es la más grande. Este efecto no se debe tanto al huevo en sí, sino al hecho de que la clara sea viscosa. La desanda de claras espesas se debe a que en el caso de huevos en cascarrón, la clara se mantiene alta y uniforme al vertirla en un plato, lo que indica que está fresca. En huevos viejos la clara se ha adelgazado y se afloja más rápidamente. Obviamente, este no es significativo en huevos en polvo o congelados.

Otros factores que influyen en la estabilidad y el volumen de la crema producida por las claras de huevo son la presencia de sal, azúcar y ácido, y las condiciones bajo las cuales se bate la clara. La sal y el azúcar dentro de ciertos límites de concentración incrementa la estabilidad de la espuma. El ácido dentro de sus límites de concentración también lo hace, gracias a que lleva a la proteína a su punto isoelectrico de suerte que coagula más rápidamente. Esta es la razón por la que se usan ácidos como ingredientes tales como la crema

tártaro, el fosfato ácido de calcio, o jugo de limón de un mercurio. La sal y el ácido como estabilizadores son más efectivos cuando se añaden en el estado cremoso al principio del proceso. El azúcar tiene el mismo efecto pero alarga el tiempo de batido.

Las claras de buena calidad deben estar completamente libres de grasas de cualquier tipo. La presencia de grasa da como resultado una crema de bajo volumen, estructura fina y baja estabilidad.

Mientras que la tensión superficial se reduce con el aumento de la temperatura, la clara de huevo se crema más rápidamente a la temperatura ambiente que cuando está fría. El tipo de batido afecta también a la crema. Si es muy violenta, la crema tendrá grandes burbujas y será menos estable.

Cuando la yema de huevo se bate, tanto el tipo de proteínas de que consiste como la presencia de grandes cantidades de grasa natural, dan a la crema un bajo volumen, una estructura fina y mucha menor estabilidad que la de la clara cuando está fría. Sin embargo, la yema de huevo tiene buenas propiedades emulsificantes que ayudan a la incorporación de otros ingredientes, y mantener partículas de grasa dispersas en un batido. Estas propiedades se deben a la presencia de lecitina. En el horno, la yema coagula a estructuras más firmes y estables que la clara, y forma una estructura con paredes celulares más delgadas.

3.9 Control de Calidad del Huevo (31/21 ; 39/151 ; 59/459 ; 16/3107)

Las clasificaciones de calidad de los huevos se basan en medidas de frescura, porque en los huevos frescos es más fácil de separar la yema y la clara y para fines de fabricación dan mejores batidos los de 2 a 4 semanas. El grado de frescura se puede ver en un huevo sin cascarón. Los frescos tienen yemas abultadas, más bien que aplastadas, la clara es densa y firme.

Hasta hace poco tiempo, la espuma de los sólidos de la clara del huevo en polvo fue considerada inferior a la de las claras de los huevos naturales ó congelados, pero esto ya no es muy válido, debido a la nueva tecnología en el secado de los huevos.

Los huevos enteros en polvo y las yemas generalmente no forman una espuma tan estable como la que forman los huevos naturales o congelados. Sin embargo, se ha encontrado que si 10 ó 15% de sacarosa o lactosa se añade al huevo antes de secarse, su poder espumante y estabilidad de espuma son mejoradas. Los pasteles hechos con huevo seco azucarado se comparan en forma favorable con productos similares hechos con huevo congelado en volumen, grano, textura, olor y sabor.

El huevo en polvo en su procesamiento debe incluir etapas de pasteurización y de estabilización con glucosa oxidasa para garantizar su conservación y seguridad de uso.

Entre los principales parámetros a controlar en el huevo se tienen los siguientes:

TABLA XI

	Huevo fresco y congelado.	Huevo en polvo.
% Humedad	no	si
Extracto seco	si	no
%Proteínas (N X 6.68)	si	si
%Grasa	si	si
%Glucosa	si	si

Microbiológicamente se determina:

- a) Cuenta estándar.
- b) Coliformes.
- c) Salmonella.
- d) Hongos y levaduras en el huevo en polvo.

CAPITULO VI

LECHE

6.1 COMPOSICION QUIMICA DE LA LECHE.

En la fabricación del pan, la leche tiene una especial importancia, pues con su uso se obtienen muchas ventajas tanto en las cualidades de la pieza de pan, como en su sabor y valor nutritivo. (7/331)

Esencialmente la leche se obtiene entera o descremada, y según el caso, condensada, evaporada y en polvo. Para dar una idea de la composición química de cada una de estas leches se dan los siguientes datos: (51/82)

TABLA XII
LECHE ENTERA

	Agua %	Grasa %	Proteína %	Lactosa %	Minerales %	Sacarosa %
Líquida	87.5	3.5	3.3	4.9	0.8	---
Evaporada	66.0	10.0	9.0	13.0	2.0	---
Condensada						
sacurada	26.0	9.0	9.0	12.0	2.0	41
En polvo	4.0	26.0	27.0	37.0	6.0	---

LECHE DESCREMADA

	Agua %	Grasa %	Proteína %	Lactosa %	Minerales %	Sacarosa %
Líquida	91	trazas	3.5	4.75	0.75	---
Evaporada	72	trazas	11	14.5	2.5	---
Condensada						
sacurada	29	trazas	11	14.5	2.5	43
En polvo	5	1.5	34	50	8	---

(1/543)

Estos porcentajes pueden variar de acuerdo con la clase de leche de que se trate.

El agua forma la mayor parte de la leche, en la leche entera constituye el 80% de su total, quedando solamente un 12% de sólidos distribuidos de la siguiente manera;

Grasas. La porción grasa constituye alrededor de la tercera parte de los sólidos totales de la leche.

La composición química de la grasa láctea difiere de las otras grasas de origen animal, ya que tiene un amplio contenido de ácidos grasos de bajo peso molecular, como el ácido butírico, capríco y cáprico. Además contiene lecitina y vitaminas liposolubles como la A, B y E; y caroteno y xantófila que le dan su color. (24/23,24)

Proteínas. Las proteínas de la leche consisten alrededor de 85% de caseína, y la parte restante está formada por partes iguales de lactalbúmina y lactoglobulina. Las proteínas de la leche contienen todos los aminoácidos esenciales, además tienen una mayor calidad que las proteínas de casi cualquier otro alimento natural. (33/29,32)

Lactosa. Es el azúcar característico de la leche y no se encuentra en ningún otro alimento en la naturaleza. La lactosa constituye alrededor de la mitad de los sólidos no grasos de la leche.

La lactosa no es atacada por las levaduras durante la fermentación y su valor nutritivo es aprovechado casi íntegramente en la pieza de pan ya terminada, ya que parte de la lactosa interviene en las reacciones de Maillard y de caramelización. (34/21)

Salos Minerales. Los minerales de la leche constituyen una porción muy valiosa del contenido de sólidos de la leche. Los principales elementos minerales de la leche son: calcio, fósforo, magnesio, sodio, azufre, potasio y cloro. (64/14,15)

Vitaminas. La leche entera contiene casi todas las vitaminas conocidas, éste se ve favorecido por el hecho de que en la le-

che se tienen en equilibrio tanto una fase acuosa como una oleosa, facilitando de ésta forma la presencia tanto de vitaminas hidrosolubles como liposolubles. (1/168,169)

Enzimas. Algunas de las enzimas lácteas se utilizan para realizar pruebas de control de los procesos de pasteurización a que se le somete, las principales son la peroxidasa, la catalasa, la fosfatasa alcalina y la lipasa. (19/17)

6.2 Fabricación de pan con leche. (60/509,512)

La leche en polvo descremada es el producto lácteo más utilizado en la industria de la panificación. Se produce de dos tipos, uno para confitería que no requiere de un tratamiento especial y el segundo que destinado para productos leudados con levadura que requiere un precalentamiento a 85-93 °C durante 30 minutos o bien una pasteurización alta, antes de secarse. Sin éste tratamiento, la leche tiene efectos adversos en las masas y productos fermentados con levadura. Otro factor de importancia le es también la solubilidad de la leche en polvo, que se ve afectada por los siguientes factores :

- 1.-Frescura de la leche. La formación de ácido láctico, dificulta la solubilidad de la leche por el efecto coagulante que tiene sobre la caseína.
- 2.-Método de Secado. El secado por aspersión produce leche en polvo 100% soluble, mientras que la producida en tambores al vacío es aproximadamente 97% soluble y la producida en tambores sin vacío es solamente 80% soluble.
- 3.-Humedad de la Leche en Polvo. Comparativamente la leche en polvo que contiene menores proporciones de humedad es más soluble que la que ha adquirido un mayor contenido de humedad.
- 4.-Pineza de la partícula. La leche deshidratada por aspersión

generalmente está constituida por partículas más finas que la producida en tambores, sin embargo cualquier leche en polvo puede formar grumos si no se le hidrata cuidadosamente. Al hidratarse la leche en polvo debe ésta agregarse al agua poco a poco y con agitación, si el agua se agrega a la leche se formaran grumos.

6.3 Use de la leche en polvo descremada en panificación. (60/506,507)

La leche en polvo descremada que se utiliza en panificación además de favorecer el valor nutritivo de los productos, produce efectos favorables tanto en las características del manejo de las masas como en el producto terminado. A continuación se enuncian algunas de éstos efectos :

- 1.-Mejora la tolerancia al mezclado. Reduce la tendencia de las masas a aflojarse por el sobremesclado, lo que facilita la obtención de un buen volumen del producto terminado.
 - 2.-Incrementa la absorción de la harina. El empleo de leche en polvo descremada aumenta el poder de absorción de agua.
 - 3.-Aumenta la tolerancia a la fermentación. Comparativamente el volumen obtenido de masas sobrefermentadas conteniendo leche en polvo descremada es mayor que las que no la contienen.
 - 4.-Mejora la tolerancia a un exceso de bromatos contenidos frecuentemente en los alimentos para levadura. Las masas preparadas con leche en polvo descremada pueden superar con alguna medida los efectos adversos que puede producir una ligera sobredosis de bromatos en las masas que no la contienen. La adición de un 4 a 6% de leche en polvo descremada tiene los siguientes efectos en el producto terminado :
- a) Incremento del Volumen.
 - b) Mejoramiento del Color, ya que la lactosa no es fermentable por la levadura.
 - c) Mejora el Grano y la Textura.

6.4 Efectos producidos por tratamientos térmicos inadecuados, (51/84,85)
Si la leche en polvo no ha recibido un tratamiento térmico adecuado, puede tener efectos nocivos en la masa y en el producto terminado, o cuando menos los efectos benéficos buscados al adicionarla no se consiguen, teniéndose entonces las siguientes características :

- 1.-No se incrementa la absorción de la harina o solo se incrementa muy ligeramente.
- 2.-No se producen incrementos en la tolerancia a la fermentación ni al menclado.
- 3.- El pan tendrá menor volumen y sus características de textura grama y color serán pobres.

La explicación del valor del tratamiento térmico de la leche para panificación, es la reducción que produce de grupos sulfhidrílicos activos de las proteínas de la leche, los cuales producen ablandamientos en la masa produciendo panes de baja calidad.

6.5**SUERO DE LECHE.****(71/21,205,235,236)**

El suero de leche es un subproducto de la elaboración del queso o bien de la mantequilla.

El suero de queso varía en sus características de acuerdo al tipo de leche que se utilice en la elaboración del queso, así como con el método de coagulación; contiene la mayor parte de los componentes solubles y parte de los componentes insolubles de la leche de que procede.

Composición aproximada del suero:**TABLA XIII**

H₂O	93.1
Grasa	0.5
Proteínas	0.4
Lactosa	5.1
Comisas	0.5

Las proteínas del suero están constituidas principalmente por α -lactalbumina, β -lactoglobulina, seralbumina, e inmunoglobulinas.

El suero de mantequilla contiene mayor contenido de humedad que el suero de queso. El suero de mantequilla proveniente de crema ácida contiene menos lactosa y más ácido láctico que el obtenido a partir de crema dulce.

El suero en polvo o leche en polvo destinada para utilizarse en panificación requiere de un tratamiento térmico más enérgico (85°C / 20 min) que los destinados a otros fines, éste es para inactivar el factor del deterioro de hebras.

(16/282)

El tratamiento térmico desnaturaliza las seroproteínas precipitando mayores absorciones y previniendo los efectos negativos en la consistencia de la masa y los efectos de disminución de volumen en los productos terminados.

El suero ácido adicionado solo o acompañado de sólidos de leche descremada tiene los siguientes efectos:

- Mayor absorción de agua por la harina.
- Mayor tolerancia al mesclado de masa.
- Mejora el sabor del pan.
- Mejora el grano del pan.
- Mejora las cualidades de conservación del pan.

6.6

(32/10,11)

CONTROL DE CALIDAD.

(34/136 ; 17/44 ; 61/131,132,137)

Los criterios de calidad para la leche interesan tanto al aspecto microbiológico como al aspecto químico. Los análisis químicos fundamentalmente están encaminados a evitar adulteraciones, controlar el nivel de lípidos, y verificar la eficiencia de la pasteurización, además es de interés conocer la posible presencia de antibióticos y de restos de pesticidas. La cuenta estándar de colonias constituye un índice para valorar la calidad sanitaria de la leche, aunque con ciertas limitaciones, ya que no existe una relación entre el No. de colonias capríficas y patógenas.

El ensayo de califormos refleja claramente un manejo deficiente de la leche ya sea antes y/o después de la pasteurización.

Pruebas especiales para panificación.

(51/96,106)

Una de las pruebas especiales es para la identificación y valoración de las proteínas del suero por las razones explicadas en páginas anteriores. Para este fin se realiza la Prueba de Mariani y Ashworth para las proteínas del suero, que es aplicable tanto a los productos obtenidos por aspersión o por secado en tambores giratorios.

Otra prueba es la de absorción de agua de acuerdo a Hoffman-Dalby con ayuda del farinógrafo de Brabender, siguiendo el procedimiento tradicional pero componiendo la muestra de 300g con 150 g de harina y 150 g de leche o suero en polvo. La prueba de Viscosidad de Bruckfield es importante en relación a la uniformidad que debe existir en las absorciones de lote a lote del suero para optimizar la eficiencia en los procesos de panificación.

Seguramente la prueba más importante es la del comportamiento panadero ya que en ella se ponen en juego los factores que intervienen en el procesamiento del producto y de esta manera manteniendo constantes las proporciones y condiciones de proceso se puede estudiar aisladamente el comportamiento del derivado lácteo utilizado.

CAPITULO VII

SAL, ALIMENTOS PARA LEVADURA Y ACONDICIONADORES DE MASA.

7.1 SAL

(61/22 ; 7/53,54)

En panificación la sal se usa fundamentalmente con dos propósitos: el primero de ellos es hacer el pan agradable al paladar; la sal tiene la propiedad de resaltar otros sabores, de ahí que un pan sin sal o con poca sal resulte desabrido. El segundo propósito que se busca con el uso de la sal es su efecto regulador de la fermentación, ya que ejerce un efecto inhibitor en las actividades metabólicas tanto de la levadura como de las bacterias acidolácticas que normalmente se encuentran presentes en éstas fermentaciones.

Otro efecto importante que la sal produce es el endurecimiento del gluten, que es favorable sobretudo en el caso de harinas débiles. En caso de que el pan se fabrique en semas y épocas muy calurosas el uso de cantidades de sal mayores a las normales, ayudará a frenar la fermentación, aunque se debe tener cuenta que si el porcentaje empleada rebasa el 3.5% , se obtiene un pan de calidad inferior y de sabor amargo.

La sal tiene un efecto blanqueador en la miga, ya que facilita la obtención de miga fina en el pan, que le da la apariencia de mayor blancura.

La cantidad de sal que normalmente se utiliza es aproximadamente del 1% más y cuando para biscochos se requiere del doble aproximadamente.

(31/23)

7.2 ALIMENTO PARA LEVADURA Y ACONDICIONADORES DE MASA.

(51/157 ; 7/42,44 ; 20/15)

Estrictamente hablando el término alimento para levadura se refiere a todas las sustancias requeridas para soportar

el crecimiento de la levadura, sin embargo desde el punto de vista panadero el término "alimento para levadura" es usado para describir a un grupo de aditivos químicos, que favorecen el desarrollo de la levadura y que incluyen generalmente alguna fuente de nitrógeno en la forma de cloruro o sulfato de amonio pero que no incluyen ningún carbohidrato. Además, los "alimentos para levadura" tienen la función de actuar como acondicionadores de agua en los casos que así se requiera. Por otra parte los "acondicionadores de masa" son los aditivos que modifican las características reológicas de la masa al actuar sobre el gluten mediante oxidaciones o bien incrementando la absorción de agua por la masa.

Generalmente los acondicionadores de masa incluyen agentes oxidantes tales como bromato de potasio, iodato de potasio, o peróxido de calcio, así también sulfatos o fosfatos de calcio que actúan como agentes amortiguadores de pH y como acondicionadores de agua, también es frecuente que los acondicionadores de masa incluyan dentro de sus formulaciones sales de amonio que la levadura utiliza como fuente de nitrógeno para la biosíntesis de proteínas.

En la página siguiente se muestran las formulaciones típicas de 3 acondicionadores de masa comúnmente empleados en la industria de la panificación :

TABLA XIV**Formulaciones típicas de 3 acondicionadores de masa.****(60/580)****Tipo I**

Fosfato Monocálcico	50%
Cloruro de sodio	19.35
Sulfato de amonio	7.0
Bromato de potasio	0.12
Yodato de Potasio	0.10
Almidón	23.43

Tipo II

Sulfato de calcio	25.0%
Cloruro de amonio	9.7
Bromato de potasio	0.3
Cloruro de sodio	25.0
Almidón	40.0

Tipo III

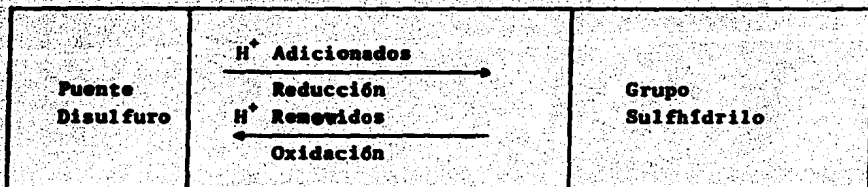
Fosfato de calcio	0.65%
Fosfato de amonio	9.0
Fosfato dicálcico	90.0
Almidón	0.35

7.3 OXIDACION Y REDUCCION EN PANIFICACION

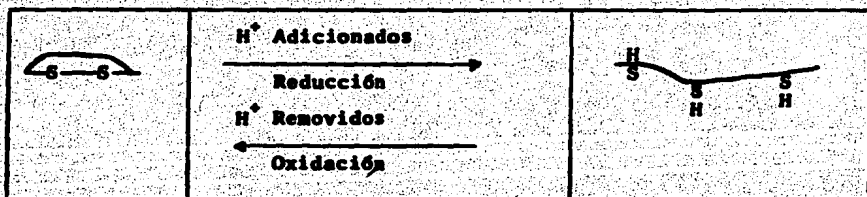
(3/147,149 ; 16/159,162)

La **OXIDACION** en el procesamiento del pan, sirve para cambiar los grupos sulfhidrilo del gluten a enlaces disulfuro, con el propósito de establecer una estructura estable en el sistema de la masa.

La **REDUCCION** es la inversa del proceso de oxidación y se logra al relajar algunos enlaces disulfuro para formar grupos sulfhidrilo libres. Esto se alcanza mediante la energía mecánica del mezclado y es necesario para la adecuada expansión de la masa y buena retención del gas.

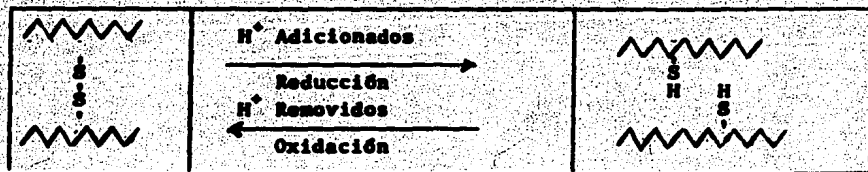


ESTRUCTURA DEL GLUTEN



DISEÑO ESQUEMATICO

LAS REACCIONES DEBEN SER EN PRESENCIA DE OXIGENO.



Medicamento se ponen a trabajar antes sistemas durante el proceso de elaboración de una masa de pan, comenzando con el mesclado donde se ve favorecida la reducción y más tarde durante el período de prueba y de horneo, en que predomina la acción oxidante. El enlace disulfuro se rompe y regenera después parcialmente a través del control de la adición de agentes químicos durante el proceso de elaboración del pan.

(60/605,608)

7.3.1. AGENTES OXIDANTES

(66/72,73 ; 51/158,159 ; 7/73,74)

El bromato de Potasio no ocasiona ninguna oxidación sino hasta el período de prueba y después en las etapas iniciales del horneo.

La oxidación con bromato de potasio es óptima cuando el pH de la masa es alrededor 5.0 y éste coincide precisamente con las etapas antes mencionadas.

El iodato de Calcio actúa en las etapas del mesclado, desprendiendo oxígeno que de otra manera no estaría disponible, en caso de utilizarse únicamente bromatos.

La Asodicarbonato, mejor conocida como ADA, ha venido sustituyendo cada vez más a los bromatos y iodatos, por su excelente poder oxidante.

El Peróxido de Calcio además de sus propiedades oxidantes, aumenta la absorción de agua, facilitando la obtención de masas fáciles con excelentes propiedades de manejo.

7.3.2 AGENTES REDUCTORES

(35/789,793)

Durante el mesclado de la masa se rompen los enlaces disulfuro, proporcionándole a ésta el carácter elástico y sus características de extensibilidad. Este rompimiento de enlaces disulfuro, tiene su contraparte en la formación de nuevos enlaces disulfuro en un proceso reversible, sulfhidrilo-disulfuro que producen finalmente en la masa una estructura fácil y elástica, capaz de retener los gases que producen su expansión.

En ocasiones con el objeto de acertar los tiempos de mesclade se usan agentes reductores que facilitan el cumplimiento de los enlaces disulfuro.

El empleo de agentes reductores se recomienda cuando se utilizan harinas fuertes, no así cuando se utilizan harinas débiles.

La L-Cisteína se usa en masas rápidas y masas sin tiempo de fermentación para producir una reducción en el tiempo de mesclade. Con la reducción acelerada se acorta considerablemente o se elimina por completo el proceso de fermentación.

El ácido ascórbico en presencia de oxígeno actúa como agente oxidante. Sin embargo en el caso de los sistemas de mesclade continuo, la masa se mezcla en una cámara cerrada donde hay una deficiencia de oxígeno y en éstas condiciones el ácido ascórbico actúa como reductor. (7/74 ; 51/159)

TABLA XV

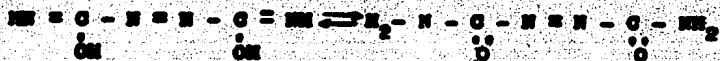
PRINCIPALES AGENTES DE OXIDACION/REDUCCION EN PANIFICACION.

AGENTE	TIPO	ACCION
Bromato de potasio	Oxidante	Tardía
Iodato de potasio	Oxidante	Inmediata
Peróxido de calcio	Oxidante	Inmediata
Acidocarbonato	Oxidante	Inmediata
L-Cisteína	Reductor	Inmediata
Acido ascórbico	Reductor	Inmediata

(27/568 ; 51/160)

Principales agentes oxidantes y reductores utilizados en la industria de la panificación:

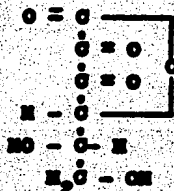
Azodicarbonamida.



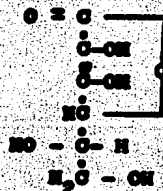
Gleohidrato de cisteína monohidratado.



Acido dehidroascórbico



Acido Ascórbico



Bromato de potasio KBrO_3

Iodato de potasio KIO_3

Peróxido de calcio CaO_2

(27/568 ; 58/224)

SEGUNDA PARTE
TECNOLOGIA DE LA PANIFICACION.

CAPITULO VIII

LA FERMENTACION EN LA INDUSTRIA DE LA PANIFICACION.

8.1 Fermentación.

(60/619,620)

La fermentación, aplicada a la masa del pan, se refiere a todos los cambios físicos y químicos producidos por la levadura. Físicamente éstos cambios incluyen factores como la hidratación, la aeración y la modificación de la plasticidad de la masa, su elasticidad y su extensibilidad.

Químicamente incluye cambios importantes en los carbohidratos y las proteínas, con la producción de etanol, bióxido de carbono y otras sustancias relacionadas. Paralelamente a la fermentación alcohólica, ocurren fermentaciones ácidas producidas por bacterias acidolácticas y bacterias productoras de ácido acético principalmente. Si bien éstas fermentaciones ácidas son favorables para el buen desarrollo de la elaboración del pan, se debe tener cuidado de que no se desarrollen intensamente ya que éste provoca efectos adversos a la calidad del pan.

La fermentación normal de la levadura ocurre cuando las masas se mantienen entre 25.6 y 29.4 °C, siendo el rango más práctico entre 26,7 y 27.8 °C. La actividad enzimática se inhibe a menores temperaturas y las temperaturas mayores favorecen la formación de ácido láctico. Las temperaturas altas también traen consigo la posibilidad de desarrollar ácido butírico que produce olores a mantecquilla rancia. Estas condiciones de fermentaciones ácidas excesivas se controlan a través del uso de levaduras fuertes y tiempos y temperaturas de fermentación controladas.

8.2 Presentaciones comerciales de la levadura.

(16/197)

La levadura activa se encuentra comercialmente en dos presentaciones :

- a) Fresca comprimida, y
- b) Pellets secos.

La levadura fresca comprimida debe mantenerse bajo refrigeración, aún y cuando así se conserva solo por algunos días y para su conservación en períodos de 3 a 4 meses requiere de ser congelada.

Los pellets secos de levadura se pueden conservar activos por varias semanas a temperatura ambiente, debiendo su poder de conservación a su baja humedad, 8% en comparación con la levadura fresca comprimida que es de 70% aproximadamente.

(7/42)

Composición química por medio de la levadura:

TABLA XVI

Proteínas	12.67
Grasa	0.80
Cenizas	2.05
Humedad	73.80
Carbohidratos	10.68

100.00

8.3 Efectos de la temperatura en la fermentación.

(60/625,626)

La temperatura más favorable para el desarrollo de fermentación está en el rango de 28.9 - 32.2 °C. Temperaturas por arriba de 35°C provocarán, progresivamente, el decrecimiento de la actividad de la levadura y a los 54.4°C la mayoría de las células mueren en un lapso de 5 minutos.

TABLA XVII
PRODUCCION RELATIVA DE GAS A DIFERENTES TEMPERATURAS.

TEMPERATURA (°C)	CO ₂ RELATIVO DESPRENDIDO
17.8	59
30.8	100
38.9	89
43.9	82
46.7	78

Las temperaturas alcanzadas en la fermentación comercial son de 22.0 a 28.0°C en climas fríos y de 25.6 a 31°C en climas calurosos.

8.4 Efecto del pH y presión osmótica en la fermentación. (60/625)

La levadura fermenta y crece mejor en un medio ácido, tolerando acideces de hasta pH 2 y mostrando su capacidad para reajustar el pH a su preferido, cercano a los 4.5. En el proceso comercial, las masas después del mezclado están en pH 6 aproximadamente, acercándose a 4.5 después de la fermentación y a 5.2 después de hornearse.

Ciertas interferencias con la velocidad de fermentación pueden ser desarrolladas por altas concentraciones de nutrientes y la presencia de sustancias tóxicas. Los altos niveles de azúcar en bollería, afectan la capacidad de la levadura a fermentar rápidamente. Este tipo de inhibición se debe a la alta presión osmótica, la glucosa, galactosa y la sal agregadas a la masa, inhibirán igualmente la producción de gas.

8.5 Deterioro de la levadura.

Durante su almacenamiento la levadura puede deteriorarse mediante:

a) Sobre-calentamiento (autólisis)

Las enzimas proteolíticas de la levadura atacan y rompen las proteínas que forman parte de ella misma.

b) Sobre-calentamiento (auto-fermentación)

Solamente la levadura comprimida (separada de sus fuentes alimen-

ticias) obtiene su energía de su propio almacén de almidón para mantenerse viva (generando calor en el proceso). Llegando a un punto en el que todo el almidón (glucógeno) dentro de la levadura ha sido consumido, la célula muere entonces y no es capaz de fermentar o reproducirse.

c) Condensación.

La condensación de la humedad en la envoltura de la levadura puede provocar la aparición de manchas café poco vistosas o rayas en la superficie lisa de la levadura comprimida. Usualmente esto ocurre al empaquetar la levadura caliente y entonces reenfriarla. La levadura que se ha enfriado y mantenido en refrigeración hasta su uso no muestra evidencia de condensación.

La condensación es un fenómeno de superficie que afecta la apariencia de la levadura, pero no su habilidad de fermentar.

d) Envejecimiento

Aun almacenándose en refrigeración, la levadura envejece y pierde gradualmente su fuerza. Una levadura vieja es oscura. Algunas veces también se agrieta. Si el envejecimiento de la levadura, afecta o no sus propiedades de trabajo, dependerá de las condiciones de almacenamiento (temperatura, humedad), como también del tiempo de almacenamiento.

Cuando la levadura es mantenida por períodos largos en atmósferas húmedas, como ocurre en un refrigerador, se pueden desarrollar mohos. Generalmente estos mohos están confinados a la superficie de la levadura y la porción puede removerse, sin que haya habido daño en la parte restante de la levadura, aunque puede decrecer su fuerza debido a la edad.

5.6 Manejo y almacenamiento de la levadura.

(7/51)

A continuación se dan una serie de recomendaciones para la mejor conservación de la levadura fresca.

1) Al llegar el embarque a la fábrica, la levadura debe ser colocada inmediatamente en el refrigerador. La temperatura ideal es de 5°C.

2) Los embarques deberán usarse de acuerdo al tiempo en que llegará, el más viejo se usará primero y así sucesivamente.

3) La levadura deberá ser sacada del refrigerador poco antes de ser usada.

4) La levadura no debe ser congelada por el extremo cuidado que debe tenerse al descongelarla para evitar el rompimiento de la pared celular.

Sin embargo, la levadura comprimida puede conservarse congelada (0°) por meses con muy poca pérdida de su poder fermentador (si es congelada correctamente) pero debe usarse inmediatamente después de descongelada para obtener buenos resultados, y la porción restante nunca debe ser recongelada.

5) La envoltura plástica que se pone a la levadura para protegerla nunca debe quitarse sino hasta que se vaya a utilizar, para prevenir "quemaduras por el aire" que causan esquinas oscuras y fillos. La aparición de mohos o manchas resultantes de la condensación bajo la envoltura se debe a cambios de temperaturas y altas humedades. Sin embargo, ninguna de estas condiciones afectan las propiedades de la levadura.

6) Se debe de tener cuidado de disolver la levadura en agua por arriba de los 35°C . Muy altas temperaturas (54°C o más) matarán todas las células de levaduras.

6.7 Análisis de la potencia de la levadura.

Las pruebas fundamentales para el análisis de la potencia de la levadura son: la prueba de producción de gas, la prueba de panificación y la prueba de la "probeta".

La más práctica y sencilla de éstas es la de la "probeta", en la que en una probeta de un litro se hace una prueba de fermentación con 20 g de harina, 30 cc de H_2O y 2 g de levadura fresca, fermentándose a 80°F (26.5°C); registrándose el nivel de la masa a intervalos de 10 minutos, para poder así comparar la rapidez de acción de las levaduras.

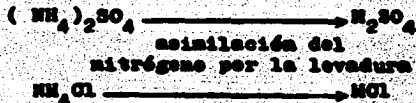
5.3 Reacciones colaterales a la fermentación.

(60/627,629)

Durante la fermentación de la levadura se presenta paralelamente varias reacciones químicas y bioquímicas. Por ejemplo, las enzimas naturalmente presentes en la harina o bien las adicionadas deliberadamente, catalizan reacciones de hidrólisis de - gradando al almidón, a las proteínas, a los lípidos. Las sales inorgánicas adicionadas como alimentos para levadura y oxidantes producen efectos en las características reológicas de la masa.

Conforme la fermentación avanza el gluten va madurando hasta alcanzar su punto óptimo después del cual el exceso en la fermentación produce efectos desfavorables.

La harina normalmente contiene tanto bacterias ácido lácticas como ácido acéticas que convierten los sustratos fermentables en ácido láctico y ácido acético respectivamente produciendo abatimientos en el pH. Más aún la utilización de la levadura de los alimentos para levadura que contienen amonio ligado a ácidos fuertes (H_2SO_4 y HCl) los libera produciendo también abatimientos en el pH, de ésta manera una masa fresca que tiene aproximadamente un pH de 5.3 al final de la fermentación llega a tener un pH de 4.5



8.4 Enzimas de importancia para la panificación adicionales a las propias de la fermentación.

Amilasas.

Las amilasas (α y β) son de gran importancia para la panificación ya que con su acción combinada producen efectos favorables para el desarrollo de la fermentación liberando azúcares utilizables por la levadura. La harina de trigo normalmente, contiene β -amilasa en cantidad suficiente, no así de α -amilasa por lo cual es recomendable suplementarla con ésta enzima, ya sea proveniente de *Aspergillus Oryzae* o bien de preparaciones de malta. (26/130,131)

Proteasas.

La importancia de las proteasas en panificación radica en su efecto de maduración sobre el gluten, disminuyendo los tiempos de mezcla, mejorando la retención del gas, mejorando el volumen, simetría y textura del pan; normalmente las proteasas utilizadas en panificación provienen de *Aspergillus Oryzae*. (26/137,138)

Lipasas.

La actividad de las lipasas tanto en el trigo como en la harina es indeseable debido a la rancidez que favorece en períodos prolongados de almacenamiento; En general ésta actividad está limitada por el contenido de humedad de la harina lo que hace a éste tipo de deterioro poco frecuente. (60/163)

Fitasas.

Cataliza la hidrólisis del ácido fítico que es un agente de interferencia para la asimilación de calcio y de Hierro. (28/31,32)

Lipoxidasas.

La lipoxidasa o lipoxigenasa es la oxidoreductasa más importante para la panificación desde el punto de vista práctico, ya que cataliza la oxidación de los pigmentos carotenoides favoreciendo el blanqueamiento de la harina. (54/31)

CAPITULO IX

PREPARACION DE LA MASA

(63/25,29)

Una etapa fundamental en el proceso de elaboración del pan es la preparación de la masa, para tal efecto se han ideado varios métodos, algunos de los cuales han caído en desuso y de otros solo han quedado partes de su técnica.

Fundamentalmente la preparación de la masa consiste en mezclar los ingredientes para dispersarlos homogéneamente, produciendo se la hidratación de las moléculas de gliadina y glutenina que generan el gluten, así como la hidratación del almidón que absorbe aproximadamente el 40% del agua. Durante el mezclado las acciones combinadas de extender y doblar favorecen el desarrollo del gluten que es fundamental para que el tamaño, forma y estructura del pan resultante sean adecuados.

Cuando la masa se ha mezclado correctamente tiene un aspecto liso, se siente seca al tacto y es elástica. Las masas sobremezcladas son en exceso flojas o fluidas y las que no han sido mezcladas suficientemente tendrán una condición granular y pegajosa, teniéndose en ambos casos defectos en el producto terminado.

(16/286,207)

9.1 METODO DE MASA DIRECTA

(21/475)

El método de Masa Directa, es un proceso en un solo paso de mezclado. El procedimiento a seguir para combinar es primeramente colocar en la mezcladora los sólidos y enseguida los líquidos. El mezclado de la masa continúa hasta que ésta adquiere una consistencia suave y elástica.

La temperatura de masa normalmente se encuentra entre 26 y 29°C y cuando pueden utilizarse temperaturas ligeramente superiores a éste rango con el objeto de reducir el tiempo de fermentación.

Como ventajas para el método de Masa Directa se puede mencionar

que las pérdidas por fermentación son reducidas debido a sus reducidos tiempos de fermentación, (2.5 a 3 horas), además por ser un proceso en un solo paso requiere de poca mano de obra. Por otra parte los procesos de Masa Directa no son flexibles en cuanto a que no se puede efectuar reducciones o adiciones a la cantidad de ingredientes y además la flexibilidad en cuanto a los tiempos de fermentación es mínima.

9.2 METODO ESPONJA/MASA (21/475,476 ; 51/223,225 ; 60/591,593 ; 63/26,27)

El método Esponja-Masa, consiste de dos pasos distintos. El primer paso (etapa de la esponja), consiste en mezclar parte de los ingredientes y permitirles una fermentación preliminar. En el segundo paso (etapa de la masa), se adicionan a la esponja los ingredientes restantes, se mezclan y se someten a una segunda fermentación, de duración relativamente corta. La esponja generalmente comprende del 55 al 75% de la harina total que señala la fórmula, la mayor parte de la levadura, sales minerales y el agua suficiente para producir una masa regularmente firme. Después de completada la operación de mezclado se deja fermentar la esponja durante 4 a 5 horas. Posteriormente la masa se obtiene al mezclar la esponja fermentada con los ingredientes restantes de la formulación hasta conseguir una consistencia suave firme y elástica para dejarse fermentar por otros 15 a 60 minutos.

Las principales ventajas del método Esponja-Masa son: Ahorro en levadura, mayor volumen del pan, hogazas más ligeras, mayor flexibilidad, ya que permite reducciones y adiciones de ingredientes de acuerdo a las necesidades. Las principales desventajas de este método son: La necesidad de más mano de obra y mayores pérdidas por fermentación y evaporación.

9.3 METODO DE ESPONJA LIQUIDA.

(71/43,45 ; 50/52-7)

Este sistema utiliza un medio líquido prefermentado que contiene agua, levadura y una o varias fuentes de carbohidratos fer-

mentables. Este fermento o caldo se añade a la harina y a los demás ingredientes, con los que se mezcla para formar la masa.

Toda el agua de la masa se usa en el caldo y se adiciona parte de harina y azúcar y toda o la mayor parte de la levadura (2 a 5% base harina). Normalmente la fermentación se efectúa a 29 °C, iniciándose aproximadamente a un pH = 5.2 y terminándose a un pH aproximado a 4.5 . Al concluir la fermentación, el caldo se enfría a 4.5 °C, pudiéndose mantener así aproximadamente 24 horas.

Existen varias formas de preparar los "caldos" o "esponjas líquidas", entre los que están los siguientes:

a) Mezcla Simple. En su preparación incluye aproximadamente: 60% de agua, 12% de levadura y 8% de azúcar (sacarina).

b) Caldo de bajo nivel de harina. Para su preparación se utiliza aproximadamente un 75% de agua, 5 a 20% de harina, 3% de azúcar, y 4% de levadura.

c) Caldo de nivel Intermedio de Harina. Se utiliza al-rededor de 50 a 55% de agua, 25 a 30% de harina, 3% de levadura y un 1% de alimento para levadura.

d) Caldo de Alto Nivel de Harina. Se usa 30 a 40% de agua, 2,5% de levadura, 50 a 70% de harina, 1% de Alimento para levadura y en ocasiones se agregan también otros ingredientes por ejemplo leche en polvo. Este caldo es muy similar a la esponja masa por lo que requiere equipo pesado para su empleo.

Algunas de las ventajas del Método Esponja Líquida son:

-Ahorro en tiempo. La fermentación se lleva aproximadamente 2 horas, contra las 3 horas para la masa Directa y las 4 a 5 horas para la Esponja Masa.

-Control en el tiempo y temperatura de fermentación. Se puede fermentar una mezcla grande a la temperatura deseada, enfriarla y utilizarla para hacer varias masas, teniendo uniformidad en el fermento inicial.

-Requerimientos de espacio y equipo. Tanques de mezcla encaquetados y bombas se utilizan en lugar de mezcladoras, artesa, elevadores de artesa y cámaras de fermentación, requiriéndose por tal motivo de mucho menos espacio.

9.4

SISTEMAS DE MEZCLADO CONTINUO (35/789,793 ; 60/682,703 ; 51/225,226)

En la actualidad las modernas industrias panificadoras utilizan cada vez con mayor frecuencia los sistemas continuos de mezclado. Estos sistemas tienen sobre los métodos convencionales no continuos antes mencionados las siguientes ventajas:

- 1) Eliminación de algunos equipos.
- 2) Menores requerimientos de espacios.
- 3) Menores requerimientos de mano de obra, y
- 4) Ahorro en el uso de Materias Primas.

Además la utilización de la energía en éstos sistemas es más eficiente debido a su principal característica que es la de contar con dispositivos de mezclado de alta velocidad que manejan pequeñas cantidades de masa que hacen que el tiempo de mezclado total en comparación con los sistemas convencionales sea significativamente menor.

Al comparar la diferencia de espacio requerido entre un sistema tradicional de mezclado y uno continuo, se observa una diferencia muy significativa, ya que para el primero se requieren de aproximadamente 300 a 400 m², mientras que para el segundo basta con 100 a 130 m².

Los componentes fundamentales de un sistema continuo son:

a) Un sistema de espumas líquidas, b) un premezclador e incorporador, que combina todos los ingredientes para la obtención de una masa homogénea, y c) una unidad de mezclado para el desarrollo, extrusión y depositado de la masa en porciones individuales en los moldes.

-Principales sistemas de mezcla continua.

(7/87,109)

Los principales sistemas continuos de mezcla originados en los Estados Unidos son el "De-Maker" y el "Amflow" aun y cuando se han desarrollado otros también obteniendo buenos resultados.

En Europa los principales sistemas continuos de mezcla son el "Strahmann", el "Baker Perkins" ("IVARSON") y el "Chorleywood" mientras que en Rusia el "Gatelin" es el más usado.

Fórmulas típicas.

TABLA XVIII

	Pan blanco	Bollería	Masas Dulces
Harina de trigo	100.0	100.0	100.0
Agua(variable)	62.0	64.0	60.0
Levadura fresca	2.0	3.0	4.0
Sal	2.25	2.25	2.0
Azúcar	6.0	8.0	14.0
Leche descremada. polvo.	4.0	6.0	6.0
Manteca	4.0	8.0	12.0
Huevos enteros	0.0	0.0	10.0
Adensificadores de masa	0.20-0.50	0.20-0.50	0.0-0.25

(21/472)

TABLA XIX

Comparación de los métodos generales de elaboración de pan.

	MASA DIRECTA	ESPONJA-MASA	CONTINIO
Espacio requerido industrialmente.	300-400m ²	300-400 m ²	100-130 m ²
Equipo tradicional de maquinado de la masa.	completo	completo	no se usa
Condiciones sanitarias.	riesgosas	riesgosas	controladas
Costos de producción.	altos	altos	bajos
Mano de obra	poca	mucha	poca
Tiempo del proceso	7-8 hrs.	6-7 hrs.	1.5 hrs.
Manejo de materiales.	complicado	complicado	sencillo
Tiempo de fermentación.	2.5-3.0 hrs.	4-5 hrs(2hrs) ^a	2 hrs.
Flexibilidad	escasa	buena	buena
Ahorro de levadura	- - - -	Aprox. 1/5	Aprox. 1/5
Tiempo de mezclade de la masa	6-12 min.	6-12 min.	1.5 min.
Tiempo de piso	20-30 min.	20-30 min.	sin tiempo de piso.
Pérdidas por fermentación	regulares	elevadas	regulares
Pérdidas por evaporación.	regulares	elevadas	regulares
Volumen	normal	mayor al normal.	mayor al normal.
Suavidad y uniformidad.	regular	buena	muy buena

^a 2 hrs. es para la esponja líquida.

(7/87,88,99 ; 21/475 ; 63/26,27 ; 41/182)

CAPITULO X

PROCESAMIENTO DE LA MASA

10.1 DIVIDIDO

(20/26,29 ; 52/54,56)

Después de que las masas se han fermentado completamente, se llevan a la divisora para cortarse en piezas individuales de tamaño adecuado; esta operación se conoce como "división". Mientras se descarga en la tolva de la divisora, fluye hacia una cavidad y la llena y a continuación una placa corta la pieza de masa separándola del resto de la pesada. La masa se forza al pasar dentro de uno de varios compartimientos, las piezas de masa se depositan en un transportador de banda que las lleva hacia la boleadora. El mayor daño a la masa se provoca cuando se forzan a pasar las piezas de masa hacia los compartimientos. Para evitar la pérdida de vitalidad en esta etapa, la masa debe fluir libremente y ser flexible, estas propiedades demandan harinas fuertes, fermentaciones jóvenes y masas bien desarrolladas.

El tiempo es muy importante en la división con máquina, las pesadas individualmente en masa deben limitarse a un tamaño que permita su división entre 15 y 20 minutos. Las masas que se mantienen durante periodos más prolongados en la tolva de la divisora pueden experimentar un incremento notable en su temperatura antes de la división.

Estas masas calentadas desarrollarán una alta acidez, y serán pegajosas, dando lugar a una división irregular y a hogazas de pesos variables. Los productos horneados de estas masas tienen grano manchado, color de corteza malo, ausencia de sabor y calidad de almacenamiento reducida.

La división a mano también demanda un gran cuidado. Demasiados cortes por pieza de masa ocasionarán defectos en los productos terminados, el uso de una cantidad excesiva de harina de polveo causará la aparición de vetas en la miga después del horneado. La división a mano debe realizarse en la edad de las piezas de masa al comienzo y término de la operación, ya que estas diferencias aparecerán en el producto terminado.

minado en forma de una falta de aspecto uniforme y calidad.

La pérdida máxima durante la división no debe exceder a 0.5% del peso de la masa en la tolva.

10.2 BOLEADO

(52/56,57)

Las piezas de masa divididas pasan a una boleadora. El propósito del boleado es producir una piel seca en las piezas de masa individuales evitando así que los rodillos del cabezal de la modeladora se vuelvan pegajosos. A cada pieza de masa se le da una forma redonda, de manera que el efecto del boleado es producir una hogaza de pan forma da más uniformemente.

Es importante el control estricto de la operación del polveo durante el boleado, ya que un polveo excesivo producirá hogazas veteadas y más tarde interferirá con el sellado adecuado de las mismas.

10.3 PRUEBA INTERMEDIA

(60/660,661 ; 52/59,61)

El periodo de tiempo que transcurre entre la división de la masa y el modelado, se conoce como periodo de Prueba Intermedia. Este periodo de tiempo es importante, porque sin él, la masa se desgarraría dentro de la modeladora produciendo un pan con bajo volumen.

Durante el periodo de Prueba Intermedia, las piezas de masa se vuelven secas y extensibles de modo que adquieren cierta elasticidad para la operación de modelado. Esta prueba dura de 6 a 8 minutos y se realiza en un fermentador elevado, el cual es básicamente una cámara cerrada que impide que las piezas de masa absorban humedad o se sequen. El rango ideal de humedad relativa del aire para la prueba intermedia está entre 75 y 80%.

El control de la temperatura durante este período de prueba intermedia es muy importante. Cuando se tiene una temperatura superior a 32°C, hay una reducción en la retención del gas y las masas se vuelven pegajosas.

10.4 MODELADO

(52/61,65 ; 60/661,664)

El propósito de la máquina modeladora es formar hogazas de pan simétricas. Para llevar a cabo ésto, la máquina modeladora somete a la pieza de masa redondeada que viene del fermentador elevado a cuatro distintas operaciones:

- Aplana o lamina las piezas de masa formando tortillas.
- Expulsa el gas
- Enrolla las tortillas de masa laminada dándoles forma cilíndrica.
- La tortilla enrollada pasa a través de una mesa de presión que la prepara para depositarse en el molde.

La condición ideal de la masa al llegar a la modeladora es que sea suave y extensible, ésto es de vital importancia para su desarrollo durante estas cuatro operaciones. En una masa con estas características y la maquinaria adecuada, la operación de modelado producirá hogazas uniformes y bien formadas.

Otro factor importante en el ajuste de la máquina modeladora. Los rodillos laminadores deben estar apretados y la mesa de presión holgada. Se debe tomar en cuenta el tamaño de las piezas de masa al ajustar los rodillos laminadores, pues si quedan demasiado apretados, las piezas de masa se desgarran y se pegan a la máquina o por el contrario, si los rodillos quedan demasiado holgados, no producirán un grado suficiente de dispersión del gas en el interior de las piezas de masa, y dará por resultado una estructura con grano áspero y la aparición de grandes agujeros en el pan horneado.

Las piezas de masa moldeadas idealmente deberán tener al enrollarse una forma cilíndrica uniforme.

Existen varios métodos para modelar el pan, pero los más usados hoy en día son:

1. Sistema Directo o Lineal.

Las piezas de masa viajan a través de los rodillos laminadores y pasan directamente al enrollado y a la mesa de presión.

2. Tercido.

Es un método por el cual la mitad de las piezas completas de masa se enrollan de dos en dos formando una trenza y se les da dos o tres giros juntos antes de depositarse en el molde.

10.5 DEPOSITADO EN MOLDES

(31/34 ; 20/127,129 ; 60/667,672)

El depositado en moldes de las piezas de masa requiere ciertas cuidados para evitar hogazas deformes. Es importante colocar las piezas de masa en el molde con sus "costuras" hacia abajo para evitar que la pieza enrollada se abra durante el periodo de prueba, provocando superficies ásperas. También es recomendable comprobar el peso de las piezas de masa en el descarga del depositador, esto asegurará pesos exactos y reflejará cualquier pérdida de masa durante las operaciones de modelado y laminado.

El molde debe acondicionarse apropiadamente, de lo contrario habría una producción irregular, con hogazas de calidad inferior. La temperatura apropiada de los moldes y la aplicación de grasa desmoldante son los factores a considerar.

La temperatura apropiada de los moldes es de 32°C.

La mayor parte del aceite de desmoldeado está compuesto por aceites vegetales, y lecitina y en algunos casos por aceites minerales. La mayoría de los moldes empleados hoy en día, están recubiertos con silicón y poseen excelentes propiedades de desmoldeado, con la característica de poder usarse hasta en 400 horneadas antes de que sea necesario otro recubrimiento.

La relación de volumen de masa a tamaño del molde es bastante importante para la calidad del pan y se conoce como PULGADAS CUBICAS DE VOLUMEN DE LA CAVIDAD DEL MOLDE POR ONZA DE MASA o RELACION MOLDE MASA.

La relación molde-masa se calcula como sigue:

Para moldes sin tapa, la relación molde-masa se determina multiplicando el largo de la superficie interior del molde por el ancho de la superficie interior del molde por el ancho de la superficie interior del molde, y dividiendo el producto entre el peso de la pieza de masa dividida.

La mejor práctica para panes con la parte superior redonda es calcular alrededor de una onza de masa por cada 2.4 a 2.5 pulgadas cuadradas de molde.

Otro cálculo relacionado con el contenido volumétrico se determina mediante el siguiente método:

Se multiplica el largo del fondo del molde por su anchura y este producto se multiplica por la profundidad, medida verticalmente en el centro del molde. Los moldes para pan tienen normalmente un ensanchamiento hacia el exterior en la parte superior, aproximadamente de 1/4 a 3/8 de pulgada, y este ensanchamiento puede compensarse al multiplicar el volumen calculado por 0.87, de manera de aproximarse más al contenido volumétrico de la cavidad del molde.

Ejemplo:

Largo 12.5"
Ancho 4"
Profundidad 4"
Peso pza. de 22 oz.
masa.

12.5 X 4 X 4 = 200 pulgadas cúbicas de cavidad volumétrica de molde
200 X 0.87 = 174 pulgadas cúbicas de cavidad volumétrica de molde
AJUSTANDO EL ENSANCHAMIENTO
174 ÷ 22 = 7.9 pulgadas cúbicas de cavidad volumétrica de molde
por onza de masa.

En el enfriamiento, el ensanchamiento de los moldes previene la formación de cavernas en las paredes laterales de la hogaza durante el encogimiento del pan e inhibe la aparición de rayas a los lados. También evita que se presenten hogazas colapsadas, que pueden causar dificultades durante la operación de envoltura y permite que se puedan colocar los moldes uno dentro de otro logrando un considerable ahorro en el espacio de almacenamiento.

10.6 PERIODO DE PRUEBA FINAL

(58/41,43 ; 60/672,673)

Después del depositado en moldes, las piezas de masa se someten a un segundo periodo de prueba en una cámara de vapor, para que se forme más dióxido de carbono y el gluten sea más extensible. Se requieren el leudado adicional y la modificación del gluten para asegurar un crecimiento inicial adecuado en el horno y una hogaza de buena forma.

La cámara de vapor tiene que manejarse adecuadamente, ya que puede ser fuente de muchas fallas, por lo que no es poco común en esta etapa destruir la calidad de un pan que hubiera podido ser excelente.

Para un sistema convencional de esponja-masa el rango de temperatura ideal en la cámara es de 35 a 37°C, y la humedad relativa ideal es de más o menos 80 a 85% con un tiempo de 55 a 60 minutos.

Las fallas más comunes durante el proceso de prueba, son periodos de prueba cortos o demasiado largos. Las masas con periodos de prueba insuficiente producen un pan de pequeño volumen, pero generalmente resultan hogazas que son mayores a las normales, hay una pérdida definitiva de sabor debido al desarrollo ácido y la textura es mala.

El establecimiento de las condiciones apropiadas del periodo de prueba se influencia grandemente por las condiciones que presenta el horno. Si el horno está frío, se escoge un periodo de prueba menor mientras que los hornos calientes requieren un periodo de prueba ligeramente más prolongada al normal. La altura correcta de las piezas de masa, que pasaron por el periodo de prueba debe determinarse mediante un proceso de selección en el que se adopta la altura que produzca el mejor pan.

La edad de la masa es también un factor importante cuando se determinan las condiciones correctas de prueba. Las masas viejas tienen una prueba más rápida, especialmente en hornos calientes. Las masas jóvenes tienen una prueba lenta y requieren un horno más frío.

Cuando no está funcionando la panadería se recomienda mantener completamente abiertas las puertas de la cámara de prueba, esto eliminará olores agrios.

TABLA XX

Tabla de los ingredientes y las etapas del proceso que tienen interrelación con los parámetros de calidad del pan.

	Volumen	Características cortesa.	Simetría.	Uniformidad horneo.	Textura.	Color Miga.	Grano.	Sabor
Harina	si	si				si	si	si.
Agua	si				si		si	si
Levadura	si							si
Sal	si							si
Azúcar		si						si
S.N.C.	si	si			si		si	si
Grasa								si
Mezclado.	si	si	si	si	si	si	si	
Fermentación.	si	si				si	si	si
Horneo	si	si	si	si	si	si	si	si

(51/227-230 ; 60/827-830)

a Sólidos No grasos de leche.

Nota: Ver tabla XXVI de la página 107

CAPITULO XI

EL HORNEO

(49/24,28 ; 21/477,479)

11.1 REACCIONES DURANTE EL HORNEO.

Las piezas de masa estan listas para el horneo, cuando han alcanzado la altura adecuada, durante el periodo de pruebas. En este momento -- tendran una temperatura aproximada a la prevaliente en la cámara de vapor (35°C), se encuentran bien aeradas y no tendran señales de - formación de corteza conforme el calor del horno envuelven las piezas de masa durante los momentos iniciales del horno. La transmisión es - gradual y provoca un aumento constante en la temperatura de la masa. Este incremento de temperatura acelera notablemente la actividad de - la levadura causando una rápida producción de dióxido de carbono y la expansión de los gases de la masa.

La acción enzimática también se encuentra al máximo, produciendo una dextrinización rápida de todos los almidones, formación de maltosa y la modificación del gluten. La combinación de estos factores producen la expansión de la hogaza durante los primeros cinco a ocho minutos - de horneo. Después de este periodo ha aumentado el calor dentro de la hogaza hasta un punto donde se mueren las células de la levadura, se destruyen las enzimas y coagula el gluten, previniendo una expansión posterior. Todas estas reacciones se producen dentro de los primeros minutos de horneo. Conforme la temperatura interior de la masa se acer - ca a los 49°C el dióxido de carbono que existe en la porción líquida de la masa se libera incrementando la presión sobre las celdas exis - tentes y causando su expansión. La expansión de volumen en la masa se ve incrementada por el CO₂ que produce rápidamente la levadura, hasta que ésta alcanza su punto de muerte térmica a 60°C.

La expansión con tinuará hasta los 74°-79°C, con la coagulación del - gluten de la masa.

Al término de este periodo inicial, comienza la formación de la corte - za y se desarrolla el color, los azúcares se caramelizan bajo la in - fluencia del intenso calor y alto contenido de humedad, así mismo participan en la reacción de Maillard, dando como

resultado el encafecimiento de la corteza. La temperatura alta también dará lugar a una evaporización considerable del contenido de humedad - proveniente del pan que se hornea, provocando disminución del volumen y una pérdida de peso.

El horneado se considera completo cuando la temperatura máxima del centro de la hogaza alcanza alrededor de 99°C. Con temperaturas de horneado adecuadas, el pan en esta etapa tendrá un color de corteza café dorado y estará uniformemente cocido.

11.2 CONDICIONES DEL HORNEO

(52/66,68 ; 17/124 ; 63/30)

La temperatura del horneado se debe ajustar para satisfacer los distintos requerimientos de los diferentes tipos de productos horneados, -- otro factor importante que se debe considerar es el vapor. Por ejemplo el pan de superficie redondeada requiere muy poco vapor, los panes de centeno requieren una gran cantidad de vapor de baja presión y temperatura más altas.

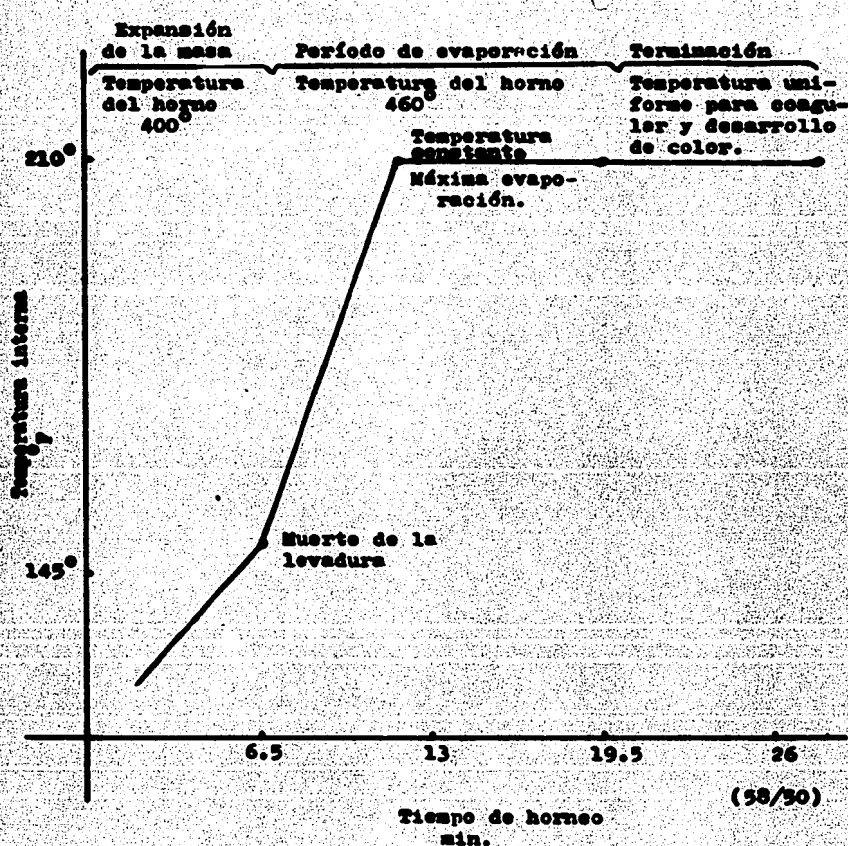
Los productos dulces, con alto contenido de azúcares, deben hornearse a temperaturas relativamente bajas para prevenir una caramelización - excesiva del azúcar y un oscurecimiento excesivo de la corteza. Un pan que tenga un alto contenido de sólidos de leche también requiere temperaturas bajas. En general, las condiciones del horneado más convenientes para los diferentes tipos de productos deberán establecerse mediante ensayos prácticos, debido a que no todos los hornos son semejantes con respecto a la distribución de vapor y calor del horno.

11.3 PROBLEMAS DE INTERCAMBIO EN EL HORNO

(20/82,83 ; 60/766,771 ; 51/227,230)

Las fallas en la técnica de horneado inapropiado son las causas de muchos panes no satisfactorios. La falta de éxito puede deberse ya sea a uno, o a la combinación de los siguientes factores:

- Horno demasiado frío.
- Horno demasiado caliente.
- Calor súbito excesivo.
- Horno demasiado seco.
- Uso excesivo de vapor
- Presión de vapor demasiado alta
- Calor de fondo insuficiente.
- Espaciamiento inadecuado de los productos en el horno.



GRAFICA DE LAS CONDICIONES DE HORNEO

La presencia de vapor a baja presión en el horno durante los cinco primeros minutos de cocción, favorece la dextrinización del almidón y proporciona a la corteza un brillo característico.

Durante el proceso de cocción, se llevan a cabo las siguientes reacciones:

Temperaturas	Reacciones Efectuadas
95 ^o F (35 ^o C)	Incrementa la absorción del agua por el almidón, la producción de CO ₂ y la actividad enzimática.
105 ^o F (41 ^o C)	Principio de gelatinización del almidón.
120 F (45 ^o C)	Prosigue la gelatinización y se comienza la fermentación de la levadura.
125-140 ^o F (52-60 C)	Prosigue su actividad las enzimas, aumenta la presión del CO ₂ .
140 ^o F (60 ^o C)	Se coagulan las proteínas y finaliza la fermentación.
160 ^o F (71 ^o C)	Se evapora el alcohol.
175 ^o F (80 ^o C)	Termina toda actividad enzimática: caramelización de la maltosa.

Temperaturas	Reacciones Efectuadas
195 ^o F (91 ^o C)	Fin de la gelatinización del almidón.
212-250 ^o F (100-121 ^o C)	Formación en la corteza de dextrinas de color amarillo pálido.
250-285 ^o F (121-141 ^o C)	Formación de dextrinas café.
285 F (130 ^o C)	Caramelización de la lactosa.
300-600 ^o F (149-260 ^o C)	Formación de sustancias de color café oscuro, provenientes de los azúcares y reacción de Maillard.

(58/49-52)

Horneo demasiado frío: El horneado en un horno que está demasiado frío produce un pan con un volumen excesivamente grande y un grano y textura malos. La corteza será gruesa debido al secado prolongado y el color será pálido debido a la caramelización insuficiente del azúcar.

Horno demasiado caliente: Un horno caliente produce hogazas de volumen reducido, ya que creará una corteza antes de que se complete el crecimiento inicial en el horno. También es responsable de una coloración excesiva, especialmente en panes con leche. Un calor tiende a producir un horneado desigual, causando el encogimiento de la masa y la presencia de zonas duras en la misma.

Horno demasiado seco: Un horno demasiado seco provoca costras huecas la falta de humedad afecta la simetría de la hogaza y produce una separación de la corteza y la miga. Se podrá lograr una corrección usando una humedad relativa mayor en la cámara de vapor o usando más vapor en el horno, especialmente durante los primeros diez minutos de horneado.

Calor súbito excesivo: El calor súbito excesivo es una condición de calor en la cual la temperatura de la atmósfera del horno excede grandemente a la de las paredes y piso de las cámaras del horno. Esto sucede con mayor frecuencia al comenzar el horneado, o cuando el horno está demasiado caliente. Se puede evitar al abrir las puertas o provocando una corriente en el horno minutos antes de alimentar la masa.

El calor súbito es indeseable, ya que produce una corteza prematura en el pan antes del crecimiento inicial completo reduciendo así el volumen final de la hogaza también provoca una caramelización excesiva de los azúcares que lleva a un oscurecimiento de la corteza.

Uso excesivo de vapor: El empleo excesivo de vapor en el horno es una de las causas principales de corteza duras y ampolladas en la superficie del pan. Las masas fermentadas tienen alrededor de 35 °C, cuando se introduce al horno, el vapor caliente se condensa sobre su superficie fría. A pesar de esto, puede llevar a un crecimiento inicial excelente y a un buen volumen.

Presión de vapor demasiado alta : El vapor usado para el acondicionamiento de la cámara del horno debe ser "húmedo" o vapor saturado de tres a cinco libras de presión manométrica. Sin embargo, el vapor no deberá arrastrar humedad condensada al horno, ya que ésta se deposita sobre las hogazas y causará ampollas, además imparte un efecto moteado de mal aspecto al color de la corteza. Por esta razón, cada línea de vapor que conduce a la cámara deberá estar equipada con una trampa que eliminará esta humedad libre. El vapor saturado tiene una temperatura de 100°C y una presión de tres a cinco libras.

Un vapor de alta presión de veinte libras tiene una temperatura de -- 126°C por esta razón la humedad que contiene tiene menos posibilidad de condensarse de manera que el efecto del vapor resultante es menos aparente. Estos vapores de alta presión tienden a mantener bajo el volumen de la hogaza, por lo que generalmente no se recomienda su uso de hecho, la única ocasión en que puede probar su utilidad en el caso de las masas sobrefermentadas. Un vapor de presión alta o seco deberá evitarse en la cámara de horneado.

Calor de fondo insuficiente : Una cantidad insuficiente de calor en el piso o placas del horno, produce pan de color pálido y paredes y piso débil. Este pan tenderá a colapsarse y al no estar bien cocidas las paredes, estará sujeto al rápido ataque de los microorganismos productores de moho.

Espaciamiento inadecuado de los productos en el horno : Es necesario el espaciamiento adecuado entre los moldes para permitir una libre -- circulación de los gases calientes dentro de la cámara de horneado. Los moldes con hogaza de una libra deberán espaciarse entre sí a una distancia mínima de una pulgada, mientras que los moldes de hogaza mayores necesitan más espaciamiento.

11.4 ENFRIAMIENTO Y ENVOLTURA DEL PAN

(41/185,186 ; 60/776)

El pan que sale del horno debe enfriarse antes de que pueda rebanarse y envolverse. Las humedades bajas en la cámara de enfriamiento se deben evitar para prevenir el desquebrajamiento y la fracturación de la corteza.

Una humedad relativa en el rango de 75 % a 85 % es ideal para el cuarto de envoltura. También es imperativa la limpieza absoluta de este cuarto para mantener un mínimo de infecciones microbianas del pan, que dan lugar a hongos y al royo.

La envoltura del pan puede ser una operación bastante sensible. Cuando el pan está listo para el rebanado y envoltura, se debe haber reducido la temperatura interior del pan de 32° a 35°C. Envolver a temperaturas más elevadas provoca la condensación de humedad dentro de la envoltura, condiciones muy apropiadas para el crecimiento de hongos.

11.9

ENVEJECIMIENTO DEL PAN

(3/88,89 ; 30/24,26 ; 55/37,40)

Una vez que el pan ha salido del horno, empieza a sufrir el fenómeno de envejecimiento (staling). Este fenómeno se ha definido como "un conjunto de características de origen no microbiano, que hacen que por medio de cambios en la textura de los productos de panificación, sean éstos cada vez menos aceptables por el consumidor". El almidón ha sido considerado como el principal causante del fenómeno de envejecimiento del pan, por efecto de la retrogradación y cristalización de la amilpectina, que producen así mismo un efecto de expulsión de moléculas de agua. La expulsión de las moléculas de agua es hasta cierto punto reversible bajo el efecto de la aplicación de calor húmedo.

El empleo de surfactantes ha venido siendo cada vez más generalizado en la industria de la panificación, por su efecto retardador del envejecimiento del pan, obteniéndose muy buenos resultados al utilizar por ejemplo : Estearoil-2-lactilato de sodio al 0.65% o bien Polisorbate 60 al 0.5% .

**CAPITULO XII
METODOS DE CONTROL**

(58/157,159)

La eficiencia de los métodos de control se aplica tanto a los materiales como a su manejo en el curso de su transformación, para producir una pieza de pan de buena calidad, una buena ganancia con relación a la mano de obra y a la inversión hecha.

Las materias primas deben comprobarse con respecto a sus especificaciones exactas. Esto se realiza normalmente mediante análisis fisicoquímicos y organolépticos preliminares, seguidos de pruebas de panificación durante las cuales se combinan varios materiales y se hornean para formar una pieza de muestra. Además es importante la "calificación" de la pieza muestra, para determinar las cualidades comerciales relativas del producto acabado. La calificación cotidiana del pan en la producción masiva es una constante y es necesario comprobarla sobre la calidad del producto.

Las propiedades físicas de la hogaza de pan terminada, son el resultado del control ejercido durante todo el procedimiento de elaboración del pan. Los valores de las propiedades físicas, basadas en un porcentaje y consideradas en la calificación final, son como sigue:

TABLA XXII

Hoja Típica de Calificación de Pan

Volumen	15%
Color y carácter de la corteza	5%
Simetría de la forma	5%
Uniformidad de horneado	5%
Textura	15%
Color de la miga	10%
Grano	10%
Sabor (aroma)	15%
Gusto	20%

T O T A L

100%

(60/891)

Una deficiencia en cualquiera de estas características en comparación a una hogaza estándar, puede deberse a diferencias en los materiales o métodos de fabricación y el técnico de la panadería deberá efectuar las correcciones necesarias.

La calificación del pan es un análisis comparativo que depende de un juicio personal. Las hogazas de pan se comparan con cierta hogaza de pan tomada como estándar, que por lo general es una hogaza imaginaria que el calificador considera que es la mejor posible para su localidad, y los porcentajes reales empleados dependen más o menos de las preferencias del mercado en una localidad determinada.

12.1 EL VOLUMEN

(7/176 ; 51/227)

El largo, ancho y altura de la hogaza son los factores de control que deben establecerse para obtener el volumen ideal de mayor demanda en cierta localidad.

Este volumen se toma luego como un estándar con el cual se comparan las hogazas subsecuentes.

El factor más importante que controla al volumen de la hogaza es la fuerza de la harina, que comprende tanto la calidad como la cantidad de gluten, otro factor es la fermentación apropiada.

Una harina débil producirá una hogaza de volumen pequeño. Sin embargo, si la harina fuerte no se maneja apropiadamente, se reducirá substancialmente el volumen.

La fermentación también afecta el volumen, ya que si el gluten no está desarrollado a su máximo en una masa joven, no es dócil y ofrece tanta resistencia a la expansión de gases, que la hogaza no crecerá suficientemente para producir un volumen adecuado. En una masa vieja, el gluten está sobredesarrollado y debilitado de tal modo que las pa redes del gluten no podrán retener los gases en un estado de división fina. En consecuencia, la masa de panificación permite el escape de gas durante el periodo previo a su foración apropiada en el proceso de horneado, provocando el colapso de la parte superior de la hogaza. Si la edad excesiva se presenta en el periodo de prueba intermedia, el volumen será grande, pero la estructura interior de la hogaza será defectuosa debido a los grandes espacios de gas. Es evidente que la temperatura y la duración del periodo de prueba final están muy rela-

cionados con el volumen final.

12.2 EL COLOR Y CARACTER DE LA CORTEZA

(51/228 ; 7/175,176)

Deben representar un valor de venta más que hacer sólo mérito a la calidad. Casi todas las encuestas muestran que el público prefiere una corteza suave y de un color café dorado.

El color se afecta por casi todos los materiales que forman la masa al igual que por las etapas del proceso, por lo que debe ejercerse particular precaución para que puedan coordinarse todos estos elementos. La masa debe contener suficiente manteca para impartir la suavidad apropiada a la corteza y suficiente azúcar para impartir el color requerido.

Cualquier manteca actúa como un lubricante interno de la masa de pan que ayuda a evitar la adherencia de la masa, la hace dócil y permite una más fácil expansión de los gases dentro de la masa. Sin embargo, un exceso de azúcar producirá una corteza gomosa, dura y reducirá el efecto de la manteca.

La fermentación apropiada también afecta el carácter de la corteza. Una masa vieja produce una corteza quebradiza y un color pálido característico, mientras que una masa muy joven produce una corteza rígida de color rojo. Un contenido insuficiente de humedad y la formación de una corteza sobre la hogaza de masa en la cámara de vapor producirá una corteza gruesa y quebradiza. También puede producirse una corteza gruesa y quebradiza. También puede producirse una corteza vetada, manchada o áspera por el uso inapropiado de la harina de polveo.

12.3 LA SIMETRÍA DE LA FORMA

(16/213 ; 50/249)

Es importante desde el punto de vista de las ventas y se determina en gran parte por el método de depositado en el molde. Debe tenerse cuidado al depositarse la masa en el molde y durante el período de prueba subsecuente, para que las hogazas retengan su forma característica.

12.4 LA UNIFORMIDAD

(60/893)

La uniformidad de horneado y la uniformidad del color en la superficie, paredes y piso de la hogaza aumentan su atractivo. Esto se determina principalmente por la distribución del calor a través de la cámara - del horno y la uniformidad de la temperatura durante el horneado.

12.5 LA TEXTURA

(58/245 ; 51/230)

La textura de una hogaza se determina al presionar ligeramente sobre una porción de miga de una hogaza rebanada, con la yema de los dedos. Una textura deseable la tendrá una hogaza con una sensación al tacto suave y sedosa. Existen varias causas que provocan una mala textura: Las masas sobrefermentadas, los períodos de prueba insuficientes, las temperaturas elevadas de la masa y las bajas temperaturas de horneado.

12.6 EL COLOR DE LA MIGA

(60/894)

Depende de varios factores, siendo uno de los más importantes la clase y variedad de la harina empleada.

La masa debe estar fermentada adecuadamente, ya que una masa joven tiene un tono amarillo característico que pasa por varias tonalidades de blanco, hasta que adquiere un color grisáceo. También cabe señalar que un grano cerrado uniforme presenta un color más blanco que un grano abierto y áspero y el color de la hogaza rebanada debe ser uniforme sin vetas grises o de mal color.

12.7 EL GRANO

(51/229 ; 7/178,179)

El grano de la miga puede considerarse como la "propiedad" de la hogaza y se debe al tamaño y distribución de las burbujas de gas producidas durante la fermentación. Los espacios de burbujas de gas grandes e irregulares provocan un "grano abierto", mientras que las burbujas pequeñas, uniformemente separadas provocan un grano fino. No hay un sólo factor que controle esta condición. La fuerza del gluten,

la fermentación, el mezclado, las temperaturas del horno y otros factores, se combinan para dar el grano característico.

En el horno las temperaturas elevadas incrementan el tamaño de las burbujas originales, por la expansión de los gases, esta expansión estira al gluten en una cantidad que es proporcional a su elasticidad. El grano y las dimensiones finales de la hogaza dependen por tanto en gran parte de la naturaleza del gluten y de su resistencia a la dilatación del gas.

En una masa vieja, el gluten se ha sobredesarrollado rebasando la etapa de máxima elasticidad, de manera que pierde parte de su fuerza. En este caso, el gluten es tan débil que ofrece poca resistencia a la presión del gas, resultando una acumulación de grano áspero con células excesivamente grandes.

El desarrollo del gluten depende de la velocidad de mezclado y de la cantidad de agua añadida, de modo que debe tenerse cuidado en este punto para desarrollar una estructura de gluten fuerte y uniforme antes de la fermentación.

También, un ajuste inapropiado de la modeladora y un periodo de prueba excesivo, producirán un grano de mala calidad. Desde luego existen otras muchas causas de hoyos en el pan. Al elaborarse masas de esponjas es necesario romper la esponja antes de incorporar la harina. La modeladora debe ajustarse adecuadamente de modo que sea uniforme la presión y se produzca una hogaza de diámetro constante. El uso excesivo de harina de polveo y de la grasa de la artesa divisora puede causar agujeros.

12.8 EL SABOR O AROMA

(16/213 ; 60/895)

Se obtiene al usar una fórmula bien balanceada mediante el uso de ingredientes de alta calidad y mediante la fermentación apropiada a lo largo de todo el proceso. No existe un elemento individual que por sí mismo produzca esta importante cualidad. Se considera que existen por lo menos 60 compuestos volátiles responsables del sabor a pan.

TABLA XXIII , Hoja de Evaluación del Pan.

(51/608)

EXTERNAS	Perfecto	Muestra	Penalizado por:	
Volumen	10	- - -	Demasiado pequeño Demasiado grande	
Color de la corteza.	8	- - -	Dispareja Demasiado pálida Demasiado oscura Oscura	vetada
Simetría de la forma	3	- - -	Mal acabado Protuberante	Baja de un lado Baja en la parte media
Uniformidad	3	- - -	Parte superior no uniforme	Tapa plana
			Costados arrugados	Acabado pequeño
			Lados pálidos	Acabado pálido
Características de la corteza	3	- - -	Base pálida	
			Base oscura	
			Base manchada	
			Gruesa	
Características de rompimiento	3	- - -	Dura	
			Correosa	
			Quebradiza	
			Únicamente una porción	Insuficiente
			Rompimiento rugoso	Ninguna
	- -	- - -	No hace tiras	
	30		Se descascara	

Estándares para volumen.

Volumen (in ³ /onza)	Calificación		
11.5-12.4	9.0	6.5-7.4	8.5
10.5-11.4	9.5	5.5-6.4	8.0
9.5-10.4	10.0		
8.5-9.4	9.5		
7.5-8.4	9.0		

INTERNAS

Grano	10	Abierto o grueso No uniforme Paredes de las celdillas demasiado gruesas.
Color de la miga	10	Agujeros Grisáceo Oscuro Demasiado oscuro Vetosa
Aroma	10	Fuerte Caseoso Ligero Extreño A humedad
Sabor	15	Sin aroma desabrido Característico Extreño Salado Acido
Masticabilidad	10	Desagradable Adecuada Seca Duro
Textura	15	Comosa Rugosa Rígida Apelmazada Fleja Grumosa Demasiado compacta Desmenuzable

Determinaciones Microbiológicas que se practican al pan, según la AACU.

TABLA XXIV

a) Cuenta en placa	42-10
b) Coliformes, E. Coli	42-15
c) Cl. Perfringens	42-17
d) Cuenta de esporas, B. mesentericus (Hope)	42-20
e) Salmonella	42-25A
f) Staphylococcus. Coagulasa +	42-30B
g) Enterococos	42-35
h) Cuenta termofílica esporulada.	42-40
i) Cuenta de bacterias psicrófilas y termofílicas.	42-45
j) Cuenta de hongos y levaduras.	42-50
k) Ergotismo (Claviceps purpúrea, cornusculo).	42-55
l) Tisón (Ustilago tritici)	42-70

Determinaciones analíticas practicadas al pan según la AOAC.

TABLA XXV

a) % Sólidos totales	14.087
b) Contenido de. propiónico y acético.	14.090
c) Ácidos volátiles	14.095
d) Ácido cítrico	14.097
e) Cenizas	14.098
f) Cloruros en cenizas	14.099
g) Hierro	14.100
h) Calcio	14.101
i) Vitaminas	14.102
j) Proteína	14.103
k) Grasa	14.104
l) Esteroles	14.105
m) Fibra cruda	14.106

a) Azúcares totales	14.107
b) Lactosa	14.108
c) pH	14.111

TABLA X XVI.

12.9 DEFECTOS DEL PAN.

(60/827,830)

A. Defectos Externos

- Falta de volumen.

- 1. Inmaduros de la harina.**
- 2. Tipo de harina inadecuado.**
- 3. Absorción insuficiente.**
- 4. Cantidad de levadura insuficiente.**
- 5. Manejo incorrecto de la levadura.**
- 6. Demasiada Sal.**
- 7. Excesiva actividad diastásica.**
- 8. Falta de mezclade o sobremezclado.**
- 9. Falta de fermentación o sobre fermentación.**
- 10. Temperatura de la masa demasiado baja.**
- 11. Enfriamiento de la masa durante la fermentación o durante el período de prueba.**
- 12. Período de prueba insuficiente.**
- 13. Condiciones inadecuadas de humedad durante la prueba o el horneo.**
- 14. Cantidad de masa menor a la requerida para un molde determinado.**
- 15. Temperatura excesivamente alta del horno.**

- Volumen excesivo.

- 1. Cantidad insuficiente de Sal.**
- 2. Exceso de fermentación.**
- 3. Exceso de período de prueba.**
- 4. Cantidad excesiva de masa para un molde determinado.**
- 5. Baja temperatura de horneo.**

- Fallidos en el color de la corteza.

- 1. Cantidad de azúcar insuficiente.**
- 2. Actividad diastásica baja.**
- 3. Temperatura de fermentación demasiado alta.**
- 4. Formación de cortezas durante el período de prueba.**
- 5. Falta de humedad durante el período de prueba.**
- 6. Exceso en la fermentación.**

7. Baja temperatura en el horno.
8. Temperatura superior del horno insuficiente.
9. Horno demasiado corto.
 - Cortesza demasiado obscura.
1. Excesiva cantidad de azúcar.
2. Masa inmadura o demasiado "joven".
3. Temperatura de horno excesivamente alta.
4. Temperatura superior del horno excesivamente alta.
5. Horno excesivo.
6. Atmósfera de horno demasiado seca.
 - Cuchadas en la cortesza.
1. Mezclado inadecuado.
2. Masa "joven".
3. Falta de cuidado durante el moldeo.
4. Húmedad excesiva en la cámara de prueba.
5. Hornos con exceso de vapor, produciendo condensaciones.
 - Cortesza excesivamente gruesa.
1. Cantidad de azúcar insuficiente.
2. Cantidad de leche insuficiente.
3. Actividad diástasica insuficiente.
4. Formación de corteszas durante la prueba.
5. Masa demasiado "vieja".
6. Temperatura de horno baja.
7. Período de prueba excesivamente prolongado.
 - Corteszas superiores desprendibles.
1. Inmadurez de la harina.
2. Actividad diástasica deficiente.
3. Consistencia excesivamente dura de la masa.
4. Masa "joven".
5. Período de prueba insuficiente.
6. Horno demasiado seco.
7. Formación de cortesza durante el período de prueba.
 - Corteszas duras.
1. Harina débil.

2. Absorción excesivamente alta.
3. Actividad Diastásica excesiva.
4. Masas demasiado jóvenes o demasiado viejas.
5. Período de prueba inadecuado.
6. Horno excesivamente caliente.
7. Horno excesivamente seco.

B. Defectos Internos.

- Color grisáceo de la miga.

1. Cantidad excesiva de malta.
2. Período de prueba excesivamente largo.
3. Altas temperaturas de fermentación.
4. Baja temperatura de hornos.

- Miga vetosa.

1. Mezcla inadecuada de harinas.
2. Mezcla inadecuada de la masa.
3. Cantidad excesiva de impurezas en la harina.
4. Formación de cortezas en la masa durante el período de prueba.
5. Cantidad excesiva de aceite en la divisera.
6. Moldeo deficiente.
7. Empleo de masa de recuperación.

8. Formación de cortezas en la esponja durante la fermentación.

9. Cantidad excesiva de grasa de moldeo.

- Crema gruesa.

1. Harina débil.
2. Masas extremadamente duras.
3. Absorciones extremadamente altas (masas flejas).
4. Sobresacado de la masa.
5. Masas jóvenes.
6. Moldeo inadecuado.

7. Cantidad de masa insuficiente para un molde determinado.

8. Temperatura del horno demasiado baja.

- Textura deficiente.

1. Masas extremadamente duras.
2. Mezclado de la masa inadecuado.

3. Actividad diastásica excesiva.
4. Masas viejas.
5. Formación de cortezas en la esponja y/o masa.
6. Formación de cortezas durante el período de prueba.
7. Temperatura excesivamente alta en la cámara de prueba.
8. Tiempo demasiado largo en la cámara de prueba.
9. Cantidad insuficiente de masa para un molde determinado.
10. Temperatura del horno demasiado baja.

-Saber deficiente.

1. Baja calidad de los ingredientes.
2. Cantidad de sal inadecuada.
3. Condiciones de almacenaje inadecuadas.
4. Fermentación desbalanceada.
5. Sobrefermentación.
6. Falta de fermentación.
7. Tiempo de horno insuficiente.
8. Condiciones sanitarias inadecuadas en la sala de fabricación.
9. Empleo de aceites viejos para moldes y artesas.
10. Presencia de olores externos.

-Propiedades de almacenaje deficientes.

1. Fermentación desbalanceada.
2. Sólidos de leche insuficientes.
3. Calidad deficiente de los ingredientes.
4. Cantidad insuficiente de azúcar.
5. Mezclado inadecuado.
6. Sobrefermentación.
7. Temperatura demasiado alta en la masa.
8. Tiempo de prueba prolongado.
9. Baja temperatura del horno.
10. Condiciones de enfriado deficientes.

-Agujeros en el pan.

1. Inmadurez de la harina.
2. Harinas débiles.

3. Cantidad de sal insuficiente.
4. Mezclado inadecuado de la masa.
5. Masa excesivamente dura.
6. Masas viejas.
7. Masas jóvenes.
8. Fermentación de cortezas en esponja y/o masa.
9. Hielos inadecuados.
10. Período de prueba inadecuado.
11. Cantidad excesiva de impurezas en la harina.
12. Cantidad excesiva de aceite en la masa.
13. Temperatura de la cámara de prueba excesivamente alta.
14. Cantidad de vapor insuficiente en el horno.
15. Horno demasiado caliente.

**TERCERA PARTE
ASPECTOS DE PASTELERIA**

**CAPITULO XIII
INGREDIENTES DE PASTELERIA**

13.9 HARINA.

(62/191,192 : 335,489)

Las harinas para pastel se obtienen a partir de variedades seleccionadas de trigo suave con una extracción del 45 a 65 %. Las harinas de patente de esta extracción tienen un tamaño de partícula fina y uniforme. Esto favorece su capacidad de absorción de agua que mejora la textura y la calidad de almacenamiento del pastel terminado. Actualmente las harinas pasteleras se maduran con agentes blanqueadores especiales para incrementar la tolerancia al contenido de humedad a pesar de tener bajo contenido de proteínas, gelifican cantidades -- mucho más grandes de agua que las harinas con mayor fuerza de gluten.

Los puntos básicos que determinan la calidad de una harina pastelera son:

- a) **Color:** Las mejores harinas pasteleras tienen un color más o menos blanco. Este color debe jugarse no solamente en estado seco, sino también después del uso en pasteles tipo " Angel Food " y pasteles blancos de tapas. Con la excepción de Pasteles oscuros, el color de la harina será definitivo sobre el aspecto del producto final.
- b) **Sabor:** El sabor de la harina puede reconocerse en el producto final. Las harinas de alta extracción produce " sabores a trigo " -- que son inadecuados en pasteles de sabor suave como el " Angel Food " pastel de tapa sencilla y pasteles similares. La harina deberá almacenarse en lugares frescos, secos y con ventilación, para evitar sabores y olores a moho en el producto terminado.
- c) **Fuerza:** La fuerza de la harina pastelera no se mide en la misma forma que la de la harina panadera, ya que su contenido de proteínas y fuerza del gluten, a pesar de ser similares, reciben diferente aplicación. La fuerza en la harina pastelera es una capacidad de detención del contenido de humedad, ya que debe gelatinizar con volúmenes

mayores de agua para poder soportar los azúcares, grasas y otros ingredientes en la mezcla de harina. Esta fuerza de la harina se ve influenciada por la uniformidad de la granulación y el tratamiento de maduración con agentes blanqueadores.

d) **Tolerancia al mesclado:** Las buenas harinas pasteleras deben tolerar amplias variaciones en los productos de mesclado sin desmerecer el grano, volumen y suavidad en el pastel final.

13.2 HUEVO

(20/136,144)

Los huevos representan un ingrediente pastelero esencial sobre características básicas del pastel terminado.

Las principales funciones del huevo en la elaboración de pasteles son:

a) **Estabilizador del Batido:** Los huevos, particularmente las yemas influyen en la emulsión del batido pastelero produciendo una textura suave, sedosa y un buen volumen.

b) **Valor alimenticio:** Los huevos representan uno de los mejores alimentos para el ser humano.

c) **Color:** La yema de los huevos representa uno de los medios para obtener el color amarillo dorado que se asocia con pasteles y productos similares.

d) **Acción Leudante:** La capacidad tanto del huevo entero, como la de las claras de huevo, de batirse y atrapar aire brindan una valiosa propiedad de leudado. Su uso también mejora el volumen de los pasteles que contienen manteca, donde la calidad del batido de los huevos no es un factor importante.

e) **Textura:** Los huevos tienen un notable efecto sobre la textura de los pasteles. Conjuntamente con el gluten de la harina, los huevos constituyen la estructura básica del pastel terminado.

13.2 GRASAS.

(4/225)

La mantequilla y las mantecas hidrogenadas se usan comúnmente para trabajar el batido pastelero; la mantequilla por su sabor y las grasas por su fino poder de crenado y emulsificado. Las grasas hidrogenadas especiales que contienen agentes emulsificantes se usan generalmente

en los pasteles que contienen grandes cantidades de líquido y azúcar debido a su excelente capacidad de dispersarse en los batidos. Esta dispersión aumenta el volumen del pastel y su rigidez.

13.3 AGENTES QUÍMICOS LEUDANTES.

(31/28 ; 27/546,552 ; 59/530,931 ; 16/170,174)

a) **EL POLVO DE HORNEAR:** se elabora mezclando bicarbonato de sodio con varias sales ácidas. Estas sales ácidas se combinan con el bicarbonato de sodio para formar CO₂ y ciertas sales residuales que permanecen en el producto horneado.

La función de los polvos de hornear es hacer el producto final ligero y poroso, es por tanto responsable del buen volumen, además mejora las cualidades comestibles y suaviza la miga del pastel.

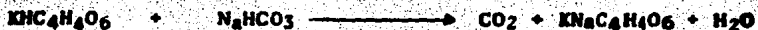
Se usan varias sales ácidas en la elaboración del polvo de hornear, y por esta razón, se clasifican de acuerdo a su velocidad de reacción y por el tipo de ácido que contienen.

De acuerdo con su velocidad de reacción se clasifican en Polvos de acción rápida, y de acción lenta y de doble acción.

Los polvos de acción rápida desprenden la mayor parte del gas durante los primeros minutos de contacto con el líquido, requiriendo por tanto un manejo rápido del batido para evitar pérdida de volumen. Los polvos de acción lenta no desprenden gas, sino hasta que están en contacto con el calor del horno. Los polvos de acción doble reaccionan parcialmente a baja temperatura para producir suficiente gas que haga el batido suave y que fluya fácilmente, pero requiere la temperatura del horno para la reacción completa, este tipo de polvo es el más aconsejado en la elaboración de pasteles.

Los polvos de hornear se clasifican en Polvos de Tartrato, Polvos de fosfato y Polvos de combinación. Dependiendo del ingrediente ácido que se emplee siendo siempre el ingrediente alcalino o básico del bicarbonato de sodio llamado vulgarmente SODA.

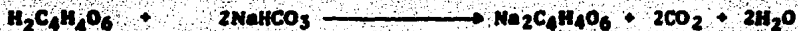
b) **EL POLVO DE CREMOR TARTARO:** (Bitartrato de Potasio) es uno de los primeros ácidos que se utilizaron en la laboración del polvo de hornear, se combina rápidamente con la soda y produce un polvo de hornear de acción rápida.



Bitartrato
de potasio

Tartrato de sodio
y potasio

c) **EL ACIDO TARTARICO** : Debido a su alta velocidad de reacción, se usa rara vez como material ácido en la producción de polvos de hornear para pasteles.

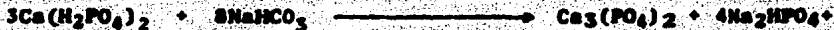


Acido Tartárico

Tartrato de sodio

d) **LOS FOSFATOS** : Consisten de una serie de sales ácidas derivadas del fósforo que han adquirido importancia como ácidos leudantes. Un inconveniente que presenta este tipo de polvo de hornear es que a veces causa la aparición de manchas café sobre la superficie de los productos de panificación.

Se necesitan 1.25 partes de fosfato monocalcico para neutralizar una parte de soda. Clasificando como una sal ácida de acción semi-rápida este producto se usa comunmente en polvos de hornear y mezclas preparadas.



Fosfato monocalcico

8CO₂ + 8H₂O

El pirofosfato ácido de sodio se produce calentando el fosfato monocalcico hasta expulsar el agua de cristalización. La sal resultante es sólo ligeramente soluble en agua fría y proporciona el medio para obtener un polvo de hornear de acción lenta. Es ideal para usarse en donas, pasteles tipo esponja de agua caliente, etc., que requiere una baja rapidez de formación de CO₂ hasta en el horno. -Se necesitan 1.35 partes de pirofosfato de sodio para neutralizar una parte de bicarbonato de sodio.



ortofosfato ácido de sodio.

Debido a que se ha estandarizado la fuerza de todos los polvos de hornear para producir no menos del 12 % de dióxido de carbono en peso, es necesario agregar almidón o cualquier otro material como vehículo o excipiente para cumplir con esta norma.

f) Productos residuales del polvo para hornear: Cuando han reaccionado los polvos de hornear, quedan ciertas sales en el pastel que tienen un efecto definitivo en el aspecto del pastel y en su sabor. Por eso se debe usar el polvo de hornear en forma prudente para no deteriorar el sabor ni el aspecto del producto terminado.

13.4 ESPECIAS Y SABORES.

(66/36,39 ; 51/135 ; 21/673,675)

La función principal de los sabores es resaltar las cualidades naturales de los pasteles, que se obtienen mediante el mezclado adecuado de otros ingredientes de alta calidad.

Los pasteles, galletas y productos similares se consumen principalmente por su sabor agradable por lo que los sabores atractivos son de fundamental importancia para su consumo.

13.4.1.

ESPECIAS

El término especia incluye todos los productos vegetales aromáticos usados para sazonar alimentos. Las especias se clasifican por lo general de acuerdo a la Parte de la planta de la que se obtienen, tales como las raíces, flores o brotes, corteza, frutas y semillas. También se pueden clasificar en especias aromáticas y en condimentos estimulantes. Cada especia debe su sabor y aroma característico a los aceites volátiles que secreta.

Algunas de las especias más populares son :

La CANELA, es probablemente la mejor y más utilizada de todas las especias. La sustancia aromática principal de la canela es el aldehído cinnámico que comprende del 75% al 95% de los aceites esenciales totales.

La Acacia se usa equivalentemente con la Canela, a la que en ocasiones sustituye dependiendo de la disponibilidad que de ellas se tenga.

Otras especies de uso frecuente en pastelería son : el clavo, el jengibre la nuez moscada y el anís.

13.4.2.

SABORES.

La vainilla es el sabor más importante usado en la pastelería. Se obtiene de una orquídea trepadora, la "Vainilla planifolia", mediante extracción alcohólica. El extracto está constituido fundamentalmente por Vainillina, acompañado por otros subproductos como son gomas, resinas, materias colorantes y otras sustancias aromáticas. A partir del aceite de clavo también puede sintetizarse la vainillina aún y cuando no sea de la misma calidad que la del extracto original.

13.4.3.

EXTRACTOS SABORIZANTES Y ACEITES ESENCIALES

Los extractos saborizantes son soluciones en alcohol etílico de derivados aromáticos, con o sin materiales colorantes, derivados de vegetales aromáticos. Los extractos contienen normalmente de 2 a 5% de aceites esenciales.

Los aceites esenciales representan productos altamente concentrados que se usan en cantidades relativamente pequeñas y con los cuales se debe extremar cuidado en su adición debido a que con ellos es grande el riesgo de sobre dosis en una formulación. Existen en el mercado extractos saborizantes sintéticos, cuyas características son prácticamente indistinguibles con los naturales y dada su costo relativamente bajo, tienen gran aceptación en la industria panadera.

Los sabores deben almacenarse en recipientes cerrados a temperatura de 4 a 10 °C. En estas condiciones, se conservaran sin deterioro por lo menos durante tres meses.

**CAPITULO XIV
TECNOLOGIA DE LA PASTELERIA**

(29/216, 217)

Los batidos de pastel son emulsiones complejas en las que pequeños - glóbulos de grasa aireados están suspendidos en un medio harina-líquido y otros materiales solubles en agua. Los glóbulos de grasa suspendidos sirven como vehículos del aire que se presenta en los batidos de pastel. La suspensión aire-grasa es extremadamente importante para la textura final, el volumen y el grano del pastel terminado. La capacidad de la grasa para suspender el aire cuando se mezcla con los líquidos de pastel se conoce como "la calidad de cremado". Las grasas difieren en este aspecto; por consiguiente deben estudiarse cuidadosamente.

14.1 ESTRUCTURA DE LOS BATIDOS DE PASTEL QUE CONTIENEN LÍPIDOS.
(4/P55)

El tamaño del glóbulo de grasa, al igual que su volumen de suspensión de aire ayudan a controlar el volumen y la textura del pastel. Las mejores mantecas para pastel se suspenden como partículas muy pequeñas o se emulsifican y cuando el tamaño de partícula es suficientemente grande para poderse observar a simple vista, se dice que el batido está "cortado". Los batidos excesivamente cortados generalmente producen pasteles de volumen reducido. También debe tenerse presente que las celdas de aire atrapado sirven como núcleos para la recolección de todos los gases y el vapor de agua liberados durante el proceso de horneo por el polvo de hornear y el desprendimiento de la humedad del batido. Si estas celdas de aire están ausentes. Los pasteles no se expandirán, sino que permanecerán planos y pesados en sus moldes.

14.2 LLEBADO DEL PASTEL

(29/264, 266)

La expansión del batido de pastel durante el horneo está afectada por tres factores:

a) Expansión producida por el aire cremado al interior del batido. Esta expansión es ligera y contribuye solamente a una pequeña fracción

de la expansión total del pastel, sin embargo, las celdas de aire incorporadas en el cremado sirven como matriz de recolección para otros gases.

b) Expansión causada por la formación de vapor. El vapor de agua que se forma, penetra a las celdas de aire incorporadas con el cremado y las expande enormemente conforme se calienta el batido durante todo el proceso de horneado.

c) Expansión debida a agentes químicos leudantes. Los agentes químicos leudantes, liberan dióxido de carbono gaseoso, aproximadamente de 14% a 15% de su peso. Este gas también se acumula en las celdas de aire que se cremaron dentro del pastel, y ayuda al efecto total de leudado.

14.3 PANQUE, "POUND CAKE" O PASTEL DE LIBRA.

(21/492,493)

El panqué representa uno de los pasteles más antiguos que contienen grasa aireada, a partir del cual se originaron las fórmulas para la mayoría de los pasteles que contienen grasa. Su fórmula básica es la siguiente:

TABLA XXVII

	Kg.	Porcentaje basado en el peso total del batido.	Porcentaje tomando a la harina como 100%
Mantequilla	0.454 (1libra)	25.0	100.0
Harina	0.454 "	25.0	100.0
Huevos	0.454 "	25.0	100.0
Azúcar	0.454 "	25.0	100.0

Las fórmulas para panqué pueden crearse con cualquier nivel de riqueza simplemente tomando en cuenta tres reglas para balancear fórmulas:

- El peso total de la grasa usada debe ser aproximadamente igual al peso de los huevos enteros.
- El peso del azúcar debe ser igual, o exceder ligeramente el peso de la harina.
- El peso combinado de los ingredientes líquidos (leche más huevo) debe ser igual al peso de la harina o azúcar.

A excepción de pasteles de alta proporción de azúcar.

Al aplicar las reglas anteriores para balancear fórmulas, se pueden desarrollar un número muy grande de fórmulas de panqué.

14.4 VARIACIONES EN EL MESCLADO DE PASTELES

(63/54 ; 20/54,63)

La mejor fórmula balanceada de pastel fracasará en producir un pastel satisfactorio a menos que el batido se mezcle apropiadamente. Con referencia a esto, existen cuatro métodos de uso común:

1. Método de mezclado de una, dos o tres etapas
2. Método harina-batido
3. Método de emulsión
4. Método convencional de cremado

Todos estos métodos producen resultados satisfactorios; sin embargo, el secreto real en cada caso es el control exacto ejercido durante el proceso de mezclado, de los siguientes factores:

1. La temperatura del batido debe mantenerse entre 20 y 22.2°C. El uso de huevos y agua fríos, es esencial en climas templados, pero deben evitarse en climas fríos; por consiguiente, el control de la temperatura del batido comienza en el cuarto de almacenamiento, donde deben estar los ingredientes mencionados, en refrigeración.
2. La consistencia del batido debe ser plástica durante la operación de cremado, nunca firme o granulosa. Esto se controla mediante el uso de proporciones adecuadas de ingredientes secos y líquidos durante las primeras etapas del proceso de cremado.
3. La aereación del batido. La aereación es lo más difícil de controlar. Las diferencias ligeras de temperatura, las variaciones en la consistencia de la manteca o la mantequilla y la calidad de cremado, y la medición inapropiada del tiempo de los diferentes pasos de mezclado, resultarán automáticamente en variaciones de la aereación en el batido acabado.

Se puede obtener un control positivo pesando un volumen conocido de batido y registrando los pesos que se obtienen. Mediante este método puede establecerse el mejor peso por unidad de volumen, esta relación nos permite obtener la densidad del batido. Las densidades sugeridas para batidos de panqué varían con la riqueza de la fórmula.

Mediante el uso de técnicas para controlar el peso del batido, se puede variar suficientemente el tiempo de mezclado del batido para compensar todas las variaciones normales en la panadería y resultarán pasteles de textura y volumen consistentemente uniformes.

14.5 METODOS GENERALES DE MEZCLADO

(60/975,979)

Usando las fórmulas medianamente ricas como base, los métodos individuales pueden aplicarse como sigue:

1. Método de mezclado en tres etapas (12 a 15 minutos de tiempo de mezclado).

ETAPA I

Harina	4.540 Kg.	Se mezcla a baja velocidad hasta consistencia ligeramente esponjosa. Requiere aproximadamente 6 minutos.
Manteca y mantequilla	2.951 "	
Sal	0.071 "	

ETAPA II

Azúcar	4.994 Kg.	Se agregan estos ingredientes y se continúa cremando hasta consistencia suave. Requiere aproximadamente 4 minutos.
Leche descremada líquida.	2.043 "	

ETAPA III

Huevos enteros	2.951 Kg.	Se agregan en dos porciones y se crema hasta consistencia suave. Requiere 4 minutos.
Sabor según se desee.		

2. Método de mezclado en dos etapas (10 a 12 minutos)

ETAPA I

Harina	4.540 Kg.	Se combinan juntos por un periodo de 6 a 8 minutos o hasta consistencia ligeramente esponjosa.
Manteca y mantequilla.	2.951 "	
Sal	0.071 "	
Azúcar	4.994 "	
Leche descremada líquida.	1.589 "	

ETAPA II

Huevos enteros	2.951 Kg.	Se agregan en dos porciones y se creman hasta consistencia suave. Requiere aproximadamente 4 minutos.
Leche	0.454 '	
Sabor según se desee.		

3. Método en una sola etapa (se requieren de 8 a 10 minutos). Se colocan todos los ingredientes en la mezcladora y se bate durante uno a dos minutos en baja velocidad, tres a cinco minutos en segunda velocidad y por último con dos minutos en baja velocidad.

4. Método harinas-batido (se requieren de 15 a 25 minutos). El método harinas-batido, es uno de los más antiguos y más seguros que se usan. Requiere el uso de dos cazos de mezclado y preferentemente dos máquinas.

PASO I

Huevos enteros	2.851 Kg.	Se bate en segunda velocidad hasta que los huevos se vuelvan semi-firmes, pero no tan ligeros como la etapa de los pasteles esponja. Esto requiere diez minutos.
Azúcar	4.994 '	

PASO II

Manteca	2.951 Kg.	Crema hasta consistencia esponjosa. Esto requiere de 8 a 10 minutos en baja velocidad y debe lograrse mientras los huevos se estén batiendo, si se disponen de dos máquinas.
Harina	4.540 '	
Sal	0.071 '	

PASO III

Se vierten gradualmente en forma de chorro los huevos batidos y el azúcar a la harina y manteca cremados, se requieren de 3 a 4 minutos.

PASO IV

Leche descremada líquida.	2.043 Kg.	Se agregan los líquidos en dos o porciones, mezclando perfectamente. Esto requiere 5 minutos.
Sabor según se desee		

En fórmulas más pobres donde sea mayor el contenido de líquidos debe separarse algo de la harina del paso III y debe agregarse durante el paso IV.

5. Método de emulsión (se requieren de 12 a 15 minutos).

Se usa para pasteles de todos tipos en los que se emplea manteca.

PASO I

Azúcar 4.994 Kg. Se crema hasta consistencia suave
Manteca y mantequi y libre de grumos. Requiere de dos
lla. 2.951 ' a tres minutos.
Sal

PASO II

Leche descremada 2.043 Kg. Agregar en dos porciones y batir en
líquida. segunda velocidad hasta una consistencia esponjosa y similar en aspecto a la crema. Requiere cinco minutos.

PASO III

Harina 4.540 Kg. Agregar y mezclar hasta consistencia suave. Requiere dos minutos.

PASO IV

Huevos enteros 2.951 Kg. Agregar en dos porciones y mezclar hasta consistencia muy suave. Requiere de 4 a 5 minutos.

6. Método convencional de cremado (se requieren de 15 a 20 minutos).

El método convencional es adecuado para todos los panqués y pasteles de tapas de nivel bajo de azúcar, pero inapropiado para los pasteles de alta proporción de azúcar.

PASO I

Azúcar 4.951 Kg. Crema hasta consistencia esponjosa. Se requieren de 8 a 10 minutos.
Manteca y mantequilla. 2.951 '
Sal 0.071 '

PASO II

Huevos enteros 2.951 Kg. Agregar los huevos lentamente o en tres porciones equivalentes. Se requieren cinco minutos.

PASO III

Leche descremada líquida.	2.043 Kg.	Agregar la harina y leche en tres porciones alternada comenzando con la harina y terminando con la leche. Mezclar hasta consistencia suave después de completarse la adición. Se requieren de 5 a 6 minutos.
Harina	4.540	
Sabor según se deseé.		

14.6 HORNEO DE PASTELES

(20/76,77 ; 60/984,985)

Los pasteles se hornean en tamaños y formas variables. Para hogazas de 0.454 a 0.671 Kg. se sugiere una temperatura de horneo de 176.7 a -- 182.2°C dependiendo del peso y espesor del pastel. Para pasteles más grandes, se requieren temperaturas de horneo ligeramente más bajas de 171.1 a 176.7°C, un horno caliente causará pasteles deformados con grietas, mientras que un horno frío producirá una corteza con escamas y manchas. Los pasteles deben hornearse inmediatamente después de ponerse dentro de los moldes. Si se mantienen los moldes con batido sin hornear en una atmósfera seca antes de colocarlos en el horno, la corteza superior desarrollará manchas y ampollas. Una atmósfera de horneo ligeramente húmeda resultará en un brillo y un aspecto de corteza suavemente satinado.

14.7 REGLAS PARA LA CONSTRUCCION DE PASTELES DE ALTA PROPORCION DE AZUCAR.

(16/361,363 ; 63/49,54)

1. Contenido de huevo. Primero se necesita establecer el contenido de huevo deseado. Esto es opcional y se determina mediante los factores de costo involucrados y mediante las consideraciones de calidad. Normalmente, un contenido de huevo del 30% del peso de la harina se considera una fórmula "pobre" y un contenido de huevo del 70% del peso de la harina se considera una fórmula "rica". El contenido de huevo representa un buen punto de partida para la construcción de fórmulas para pastel. También sirve para controlar la calidad de la manteca usada en el batido, siendo ésta menor a la del huevo.

2. Contenido de Azúcar. La proporción de azúcar, con referencia al peso de la harina es opcional, pero debe variar entre un mínimo de 101% del peso de la harina y un máximo de 180%. La cantidad de azúcar seleccionada gobierna el contenido de humedad del batido.

3. Contenido de Grasa. El contenido total de grasa nunca debe exceder al contenido de huevo, en la fórmula. Para panqués, el contenido de grasa debe ser igual al contenido de huevo; para pasteles de tapas, el contenido de grasa debe ser 15% menor que el contenido de huevo.

4. Contenido Líquido. El contenido líquido debe variar en proporción directa a la variación azúcar. El peso combinado de los huevos y la leche debe ser equivalente, o exceder ligeramente el peso del azúcar por un 10% a 20% para los pasteles de tapas. El contenido líquido debe ser exactamente igual a la cantidad de azúcar usada en la fórmula para pasteles cuyo contenido de azúcar sea mayor al 120% en base al peso de la harina.

5. Polvo de Hornear. Conforme aumenta el contenido de líquido en la fórmula del pastel, debe incrementarse el contenido de polvo de hornear. Se usa 6.25% de polvo de hornear base harinas, para pasteles que contiene alta proporción de azúcar y líquido. El polvo de hornear no debe reducirse más allá de 3.12% base harina.

6. Contenido de Sal. Debido a la gran variación del peso de la fórmula en relación a la harina usada, la sal no debe basarse en la harina, sino debe basarse en el peso total del batido. El contenido de sal debe ser de 0.7% a 0.8% del peso total del batido.

14.8 FALLAS EN "M" Y EN "X" EN LOS PASTELES

(20/70,73)

Cuando hay un defecto en el balanceo se presentan dos clases de fallas que se llaman fallas "M" y fallas "X".

La falla "M" así llamada por tener el corte del pastel una forma aproximada a la letra M, se presenta con excesos de azúcar, con exceso de polvo de hornear, o con exceso de manteca.

Si un pastel tiene la falla "M" se puede corregir reduciendo azúcar o reduciendo polvo, o aumentando texturizante o reduciendo manteca.

La falla "X" consiste en un colapso de las paredes del pastel cuyas dos paredes al dibujarlas juntas dan aproximadamente una X, esta falla se presenta cuando hay exceso de humedad en el pastel.

Si un pastel tiene la falla X puede corregirse reduciendo texturizante o aumentando polvo de hornear o azúcar.

Nunca un pastel presenta las dos fallas al mismo tiempo, o tienen la falla "M" o tienen la falla "X".

14.9 FALLAS EN EL HORNO DE PASTELES, TABLA XVIII (63/60,61)

A) Cortezas gruesas.

1. En la parte superior: horno demasiado caliente.
2. En la parte inferior: horno demasiado caliente.
3. En ambas partes: cocción demasiado prolongada.
4. Exceso de azúcar en la formulación.

B) Partes superiores agrietadas.

1. Insuficiencia de líquidos en la formulación.
2. Desarrollo del gluten en el batido.
3. Horno demasiado caliente.
4. Horno demasiado seco.

C) Hundimiento de la fruta.

1. Falta de consistencia del batido (batido agudo)
2. Exceso de trabajo mecánico en el batido.
3. Exceso de azúcar en la formulación.
4. Exceso de agente leudante.
5. Empleo de fruta húmeda.
6. Masa demasiado débil.
7. Huevos demasiado frescos, es preferible utilizar huevos de 2 a 4 semanas ya que producen pH de 5.0 ó menores, lo que refuerza el batido y aclara el pastel.

8. Temperaturas superiores a los 21°C en los batidos, ya que el exceso de temperatura hace que los batidos se cocten, por otra parte cuando las temperaturas son excesivamente bajas las grasas no se aeran correctamente, produciendo se en ambos casos pasteles deficientes.

BIBLIOGRAFIA

1. ALAIS, Ch. La Ciencia de la Leche, Ed. CECOSA, Mex. D.F. (1980)
2. Approved Methods, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minn. USA, (1983).
3. RADUI, D. Química de los Alimentos, Ed. Alhambra Mexicana, Mex. D.F. (1981)
4. BAILEY, A. Aceites y Grasas Industriales, Ed. REVERTÉ, Argentina (1970).
5. BARD, A., Equilibrio Químico, Ed. Del Castillo S. A. Madrid, (1970).
6. SHORTER, W. G. , Geddes, W.F. Gilles, K.A., Carbohydrates, In Wheat Chemistry and Technology. Edited por Hlyaks, I., American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minn, (1964).
7. SERRIÑO, E. Fabricación de Pan, Ed. Acribia, España, (1970).
8. BRAVERMAN, J.B.S. Introducción a la Bioquímica de los Alimentos, Ed. El Manual Moderno, Mex. D.F., (1978).
9. SHERMAN, J.C., Butters, J.R., Cowell, H.D., Lilly, A.E.V., Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos, Ed. Acribia, España, (1980).
10. BROCK, F., Biología de los Microorganismos, Ed. Omega, S.A., Barcelona, (1976).
11. BROWN, H., CHURCH, J., The Latin American Baker, 32, 01,04,14, (1977).
12. BURNHALL, H.F., Glass, E. Cereal Chem., 42, 236, (1965).
13. BURNHALL, F. Química Analítica, Cualitativa, Ed. Paraninfo, España, (1977).
14. CARRERAS, S. Dulces Elaborados con Azúcar y Chocolate, Ed. Acribia, España, (1975).
15. CARRELLLO, A., MUNT, D. y MARR, B., J. Food Sci., Vol. 44, 748, (1979).
16. CHARLEY, H., Food Science, Ed. John Wiley and Sons, USA, (1982).
17. CHEFFEL, J., Introduction a la Biochimie et a la Technologie des Aliments. Ed. Technique et Documentation, Francia, (1980).

18. GREENBIJEWICKI, G.P., SHANK, G.W., BETCHMEL, W.O., BRADLEY, W.B., Cereal Chem., 41, 65, (1964).
19. DAIRY HANDBOOK, Ed. ALFA LAVAL, Sweden, (1980).
20. DANIEL, A., Preguntas y Respuestas en Panificaci3n, Ed. Am-
ricales, Argentina, (1979).
21. BENEOSIER, N.W. Elementos de Tecnologia de Alimentos, Ed. Com-
pania Editorial Continental, S.A., M3xico, D.F., (1983).
22. NEVEL, M. The Lipids, their Chemistry and Biochemistry, vol. 1,
Ed. Interscience Publishers, USA, (1951).
23. DUPUY, P., Utilisation des Enzymes en Technologie Alimentaire,
Ed. Technique et Documentation (Lavoisier), Francia, (1982).
24. BOHLER, G.H., Milk and Milk Products, Ed. Mc Graw-Hill Book
Company, USA, (1957).
25. KRICHON, D.R.L., Pryde, Brakke, Mounts, Eds. Handbook of Soy
Oil Processing and Utilization, American Soybean Association y
American Oil Chemists Society, USA, (1980).
26. HEKIN, NEWBERSON, TOWNSEND., Biochemistry of Feeds Academic
Press, Inc., New York, (1971).
27. FERRERA, O.E. Introducci3n a la Ciencia de los Alimentos, Ed.
Revert3, Espaa, (1982).
28. FERRANDO, R. Alimentos Tradicionales, Ed. FAO, Italia, (1980).
29. FREIBERG, S. Food Emulsions, Marcel Dekker, Inc. New York, (1976).
30. GARTI, LINDER, PIVENS, The Baker's Digest, vol. 54, No. 5, 24,
(1980).
31. GIANOLA, G. La Industria Moderna de Galletas y Pasteleria. Ed.
Paraninfo, Espaa, (1980).
32. GUY, S. The Baker's Digest. vol. 52, No. 5, 10, (1978).
33. WARREN, M. Dairy Technology and Engineering. Avi Publishing Co.,
USA, (1976).
34. HART, L., FISHER, M.J. Analisis Moderno de los Alimentos.
35. HENIKA, R., SENNER, S. The Baker's Digest, vol. 34, No.3, 28-32,
(1960).
36. HOLMES, LOPEZ, The Baker's Digest, vol. 51, No. 1, 21, (1977).

37. IGASA, S. Nutrición. Ed. Interamericana. México, (1983).
38. JAMINSON, M., JOBBE, F. Manejo de los Alimentos (I,II,III). Ed. Fax-México, (1975).
39. JAY, J. Microbiología Moderna de los Alimentos, Ed. Acribia, España, (1978).
40. JOSELYN, M., Methods in Feed Analysis, Academic Press, USA, (1970).
41. KEYS, N. Tecnología de los Cereales, Ed. Acribia, España, (1980).
42. KEYS-JONES, Anon. Modern Cereal Chemistry, 6th Ed. Feed Trade Press, London, (1967).
43. KOSHER, L. Plant Protein Sources, En Feed Proteins ed. Whitaker, Sumnerham, Avi Publishing Co., USA, (1976).
44. LAUBMAN, A., Voll, M. The Baker's Digest, vol. 43, No. 5, 40-49, (1969).
45. LEE, F. Basic Feed Chemistry, Avi Publishing Co., USA, (1975).
46. LEHNINGER, A. Bioquímica, Ed. Omega S.A., España, (1978).
47. LOWMEYER, B. Técnicas Sanitarias, Ed. Fax-México, México, (1984).
48. Mac Rietchie, F., The Baker's Digest, vol. 54, No. 3, 10, (1980).
49. MARSHON, F., WANNAN, T., The Baker's Digest, vol. 50, No. 4, 24, (1976).
50. MASHANON, I. The Baker's Digest, vol. 51, No. 1, 32, (1977).
51. MASS, S. Bakery Technology and Engineering, Avi Publishing Co., USA, (1972).
52. MASS, S. Cereal Technology, Avi Publishing Co., USA, (1970).
53. MEYER, L.N. Feed Chemistry, Reinhold Publishing Corporation, USA, (1960).
54. MORRISON, W. The Baker's Digest. vol. 50, No. 4, 29, (1976).
55. NEWBOLD, N. The Baker's Digest vol. 50, No. 4, 37, (1976)
56. FRANKSON, D. The Chemical Analysis of feeds. Longman group, Ltd. London, (1970).
57. PETRIGGA, F. The Baker's Digest. vol 50, No. 5, 39, (1976).
58. PONSERANS, Wheat Chemistry and Technology, St. Paul Minn, Ameri

- can Association of Cereal Chemistry, USA, (1971).
59. POTTER, N. La Ciencia de los Alimentos, Ed. Edutex, S.A., México, (1978).
 60. FYLER, E.J. Baking Science and Technology, vol. I,II. Siebel Publishing Co., USA, (1979).
 61. RAMOS, M. Manual de Métodos de Análisis de leche y lacticinios. Ed. per Ramos G., México, (1976).
 62. RICHARDSON, A. Tratado de Helinería, Ed. Sintex, España, (1962).
 63. SCARR, J. Cereals, Ed. Oxford University Press, U.K. (1975).
 64. SPREER, E. Lactología Industrial, Ed. Acribia, España, (1975).
 65. SPANGLERMAN, COPENHILL. Egg Science and Technology, Avi Publishing Co., USA, (1977).
 66. TAYLOR, E. Feed Additives. John Wiley and Sons Ltd. USA, (1980).
 67. TITZLER, K.H. Baker's Digest 43(6), 28, USA, (1969).
 68. TORE, G. The Latin American Baker, 32,02, 31, 34, (1977).
 69. TORE, G. The Latin American Baker, 32,02, 29, 31, (1977).
 70. TORE, G. The Latin American Baker, 31,03, 5, 6, (1976).
 71. URRICH, M. The Baker's Digest, vol. 49, No. 3, Pag. 34, (1975).
 72. UVVER, S., Mc Donald, G. The Baker's Digest, vol. 50, No. 5, Pag. 19, (1976).
 73. VOGEL, A. Química Analítica Cualitativa, Ed. Empeius, S.A. Argentina, (1969).
 74. WANNER, J. Principios de la Tecnología de lácteos. Ed. Libros y Materiales, S.A., México, (1979).
 75. YONEHAMA, T., SUSUKI, I. y HUBOMASHI, M., Cereal Chem. 47, 19, (1970).

Palabras finales.

Es nuestro deseo que el esfuerzo realizado en la preparación de esta monografía pueda ser de alguna utilidad a aquellas personas que amablemente nos permitan la atención de su lectura.

Estamos ciertos de que el considerar concluido un trabajo es algo relativo, hasta aquí hemos llegado por ahora, sin embargo éste final es para nosotros realmente un principio o una puerta de entrada al mundo profesional de la Tecnología de los Alimentos.

El tema que hemos tratado es sumamente vasto, y el tratarlo con amplitud, resultaría fuera de los alcances planeados inicialmente, por otra parte consideramos que el objetivo inicial de éste trabajo de presentar un panorama generalizado de los Fundamentos de la Tecnología de la panificación en relación con algunas de las cursos que comprenden el plan de estudios de la carrera Q.F.B. Tecnología de Alimentos, se ha cubierto, y esperamos que el otro objetivo que nos hemos trazado, de que éste trabajo pueda servir como guía en lo que a panificación se refiere a los compañeros de generaciones venideras, se cumpla satisfactoriamente.

Como recomendación final nos permitimos sugerir a nuestros lectores, que para profundizar en los temas aquí presentados se dirijan a las referencias bibliográficas de las cuales fueron extraídas éstas líneas y que seguramente les resultaran de interés. Así mismo les sugerimos que en la medida de lo posible incurrieren en el terreno práctico de la panadería, lo que definitivamente les llevará a una mejor comprensión de los fenómenos que en ella se presentan.

Finalmente deseamos manifestar nuestro más profundo agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México, por los beneficios que de ella hemos obtenido.