



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA
DE TRIGO (*Triticum vulgare*) POR SALVADO Y
GERMINADO DE TRIGO EN GALLETAS DULCES DE
HABAS (*Vicia faba L.*)

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

CARLA VERONICA GUARDIA ESCOBAR

Callao, Noviembre del 2006

PERÚ

Id. Publ. 16045

Id. Exemplar: 39194

**SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA
DE TRIGO (*Triticum vulgare*) POR SALVADO Y
GERMINADO DE TRIGO EN GALLETAS DULCES DE
HABAS (*Vicia faba L.*)**

DEDICATORIA

A mi madre por todo el apoyo
brindado para sacar adelante este
trabajo.

A mi familia.

AGRADECIMIENTO

De manera muy especial a la Mg. Ing. Dániza Guerrero Alva asesora de la presente tesis, por su apoyo y confianza en la realización de la misma.

A la Ing. Roxana Díaz, Jefe de Planta de la empresa SANTA NATURA y a los ingenieros Enrique Aguado, Lucia Escobar, Giovanna Crespín y Jorge Ling de dicha empresa que participaron y colaboraron en el desarrollo del presente estudio.

A la Ing. Lourdes Amaya Ayala, Jefe del Departamento de Control de Calidad de la empresa COGORNO por brindarme toda la ayuda necesaria en los análisis reológicos.

Al taller de panificación de la empresa SAYON dirigido por el Ing. Renato Brescia que conjuntamente con el Ing. Yeter Escalante colaboraron en la realización de pruebas de galletas dulces.

Al biólogo Enrique Barrientos Aguilar, Jefe del Laboratorio de Chucuito y a todo su personal por su constante colaboración y apoyo en la realización de los análisis fisicoquímicos de las materias primas.

A la Panadería de la UNAC que bajo la asesoría del Sr. Aldo Paz Velarde se pudo realizar la producción de galletas.

A mis compañeros de la UNAC que participaron en la evaluación sensorial de las galletas, en especial a mis amigas Lucy Huanca Yujra, Zulli Tipacti Vivanco, Crisia Cruz Canales y Diana Ysmodes Quispe que ayudaron con sus comentarios y aportes en la realización de la presente tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice de contenido	iv
Lista de tablas	xii
Lista de figuras	xvi
Lista de gráficos	xix
RESUMEN	xxi

CAPITULO 1

EL PROBLEMA

1.1: Formulación y definición del problema	1
1.2: Justificación	3
1.3: Importancia	5

CAPITULO 2

OBJETIVOS

2.1: Objetivos generales	7
2.2: Objetivos específicos	7

CAPITULO 3

MARCO TEÓRICO

3.1: Antecedentes del problema	9
3.2: Bases teóricas	11
3.2.1: Aspectos generales del trigo y harina de trigo	12
3.2.1.1: Definición del trigo	12

3.2.1.2:	Producción y consumo nacional de trigo	12
3.2.1.3:	Composición química del trigo	17
3.2.1.4:	Definición de harina de trigo	22
3.2.1.5:	Producción e importación de la harina de trigo	22
3.2.1.6:	Composición química de la harina de trigo	24
3.2.2:	Aspectos generales del haba y harina de haba	28
3.2.2.1:	Definición del haba	28
3.2.2.2:	Características botánicas del haba	28
3.2.2.3:	Taxonomía y morfología del haba	29
3.2.2.4:	Variedades del haba	31
3.2.2.5:	Producción nacional de haba	32
3.2.2.6:	Composición química del haba	32
3.2.2.6.1:	Factores antinutricionales	35
3.2.2.7:	Uso del haba	39
3.2.2.8:	Composición química de la harina de haba	40
3.2.3:	Aspectos generales del salvado de trigo	42
3.2.3.1:	Definición del salvado de trigo	42
3.2.3.2:	Obtención del salvado de trigo	42
3.2.3.3:	Composición química del salvado de trigo	44
3.2.3.3.1:	Importancia de la fibra dietética	45
3.2.3.4:	Requerimiento de fibra dietética para adultos	49
3.2.3.5:	Uso del salvado de trigo	51
3.2.3.6:	Fuentes de fibra dietética	51

3.2.4:	Aspectos generales del germinado de trigo	54
3.2.4.1:	Definición del germinado de trigo	54
3.2.4.2:	Obtención del germinado de trigo	54
3.2.4.3:	Cambios químicos por efecto del malteo	60
3.2.4.4:	Composición química del germinado de trigo	62
3.2.4.5:	Importancia del germinado de trigo	63
3.2.4.6:	Uso del germinado de trigo	64
3.2.5:	Aspectos generales de galletas	65
3.2.5.1:	Definición de galletas	65
3.2.5.2:	Requisitos generales de galletas	65
3.2.5.3:	Requisitos físico, químico y microbiológico	67
3.2.5.4:	Función de los ingredientes en la elaboración de galletas	69
3.2.5.4.1:	Harina de trigo	69
3.2.5.4.2:	Grasa	70
3.2.5.4.3:	Azúcar blanca	70
3.2.5.4.4:	Leche	71
3.2.5.4.5:	Agua	72
3.2.5.4.6:	Agentes menores	72
3.2.5.5:	Etapas para la elaboración de galletas	73
3.2.5.5.1:	Mezclado	74
3.2.5.5.2:	Moldeado de la masa	75
3.2.5.5.3:	Horneado	76

3.2.5.5.4: Enfriamiento	77
3.2.5.6: Calidad del producto final en almacenamiento	78
3.3: Definición de términos básicos	79

CAPITULO 4

VARIABLES E HIPÓTESIS

4.1: Variables	83
4.1.1: Independientes	83
4.1.2: Dependientes	83
4.1.3: Intervinientes	83
4.1.4: Indicadores	83
4.2: Hipótesis	84
4.2.1: Hipótesis general	84
4.2.2: Subhipótesis	84
4.2.3: Hipótesis estadísticas	84
4.3: Definición de variables	85
4.3.1: Definiciones constitutivas	85
4.3.2: Definiciones operativas	87

CAPITULO 5

LA METÓDICA

5.1: Tipo de investigación	89
5.2: Nivel de investigación	90
5.3: Diseño de investigación	90
5.4: Población	92

5.4.1:	Características	92
5.4.2:	Delimitación	92
5.4.3:	Ubicación espacio – temporal	93
5.5:	Muestra	93
5.5.1:	Tamaño	93
5.6:	Descripción de la experimentación	94
5.6.1:	Análisis fisicoquímicos de la harina de trigo, harina de haba, salvado y germinado de trigo	94
5.6.2:	Análisis microbiológico de la harina de trigo, harina de habas, salvado y germinado de trigo	96
5.6.3:	Producción de mezclas	97
5.6.4:	Determinación de las propiedades reológicas de las mezclas	98
5.6.4.1:	Análisis farinográfico	98
5.6.4.2:	Análisis extensográfico	100
5.6.5:	Elaboración de galletas dulces de haba para adultos según Moyano, L. (2002)	101
5.6.5.1:	Formulación de galletas dulces de haba para adultos	101
5.6.5.2:	Familiarización de la formulación de galletas dulces de haba para adultos	103
5.6.5.3:	Etapas del proceso de elaboración de galletas dulces de haba para adultos	103
5.6.6:	Determinación del nivel óptimo de sustitución parcial	106
5.6.6.1:	Determinación del nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo en galletas dulce con 20% de harina de haba para adultos	106
5.6.6.1.1:	Análisis sensorial	107

5.6.6.1.2:	Análisis estadístico	107
5.6.6.2:	Determinación del nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo para adultos	109
5.6.6.2.1:	Análisis sensorial	110
5.6.6.2.2:	Análisis estadístico	113
5.6.7:	Análisis fisicoquímicos del producto final	113
5.6.8:	Análisis microbiológicos del producto final	115
5.6.9:	Determinación del tiempo de almacenamiento en función de las características fisicoquímicas y microbiológicas en el producto final	115
5.7:	Técnicas de recolección de datos	117
5.8:	Instrumentos de recolección de datos	117
5.9:	Procesamiento de datos	117
5.10:	Resultados y discusiones	119
5.10.1:	Análisis fisicoquímicos de la harina de trigo, harina de haba, salvado y germinado de trigo	119
5.10.2:	Análisis microbiológicos de harina de trigo, harina de haba, salvado y germinado de trigo	124
5.10.3:	Producción de mezclas	124
5.10.4:	Determinación de las propiedades reológicas de las mezclas	127
5.10.4.1:	Análisis farinográfico del primer grupo de mezclas	127
5.10.4.2:	Análisis extensográfico del primer grupo de mezclas	134
5.10.4.3:	Análisis farinográfico del segundo grupo de mezclas	138
5.10.4.4:	Análisis extensográfico del segundo grupo de mezclas	142

5.10.5:	Elaboración de galletas dulces de haba (20%) para adultos según Moyano, L. (2002)	145
5.10.5.1:	Proceso de elaboración de galletas dulces de haba (20%) para adultos	145
5.10.5.2:	Familiarización de la formulación de galletas dulces de haba (20%) para adultos	145
5.10.6:	Etapas del proceso de elaboración de galletas dulces con 20% de harina de haba y con sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo	146
5.10.7:	Determinación del nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba para adultos	154
5.10.8:	Etapas del proceso de elaboración de galletas dulces con 20% de harina de haba, 5% de salvado de trigo y con sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo	156
5.10.9:	Determinación del nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo	159
5.10.10:	Análisis fisicoquímicos del producto final	165
5.10.11:	Análisis microbiológico del producto final	169
5.10.12:	Determinación del tiempo de almacenamiento en función de características fisicoquímicas y microbiológicas en la galleta con formulación final	170

CAPITULO 6

PRUEBA DE HIPÓTESIS

6.1:	Prueba de hipótesis para la sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba	176
6.1.1:	Determinación del nivel óptimo de sustitución parcial	176

6.2:	Prueba de hipótesis para la sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo	181
6.2.1:	Determinación del nivel óptimo de sustitución parcial	181
6.2.2:	Determinación de las diferencias entre la Muestra A y las Muestras (I, II, III y IV) en función al atributo crocantes	186
6.2.3:	Determinación de las diferencias entre la Muestra A y las Muestras (I, II, III y IV) en función al atributo color	188

CAPITULO 7

RESULTADOS

7.1:	De los objetivos	196
7.2:	De las hipótesis	198

CAPITULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1:	Conclusiones	200
8.2:	Recomendaciones	203

Apéndice A	204
-------------------	------------

Apéndice B	215
-------------------	------------

Fuentes de información	224
-------------------------------	------------

LISTA TABLA

Tabla N° 1	Importación nacional de trigo por origen	15
Tabla N° 2	Composición química porcentual en base húmeda del grano de trigo	18
Tabla N° 3	Composición química de las partes del grano de trigo (En % sobre materia seca)	19
Tabla N° 4	Contenido de aminoácidos en la proteína de trigo (g AA/16 g N)	21
Tabla N° 5	Importación de trigo y harina de trigo	25
Tabla N° 6	Composición química de la harina de trigo con diversos grados de extracción	26
Tabla N° 7	Composición química de harina de trigo en grados de extracción comercial	27
Tabla N° 8	Composición química del haba	33
Tabla N° 9	Composición química de leguminosas y grano de trigo (Por 100g de porción comestible)	34
Tabla N° 10	Contenido de aminoácidos esenciales en leguminosas	36
Tabla N° 11	Composición química del haba seca, harina de haba y harina de trigo (Por 100g de porción comestible)	41
Tabla N° 12	Composición química del endospermo, germen y salvado de trigo	46
Tabla N° 13	Principales fuentes de fibra dietética	52
Tabla N° 14	Contenido de fibra dietética en alimentos	53
Tabla N° 15	Criterios microbiológicos	68
Tabla N° 16	Formulación de galletas dulces con 20% de harina de haba para adultos	102
Tabla N° 17	Evaluación de las galletas dulces con 20% de harina de haba, 5% de salvado de trigo y 10% de germinado de trigo durante el almacenamiento	118

Tabla N° 18	Determinación del ph y acidez titulable en harina de trigo, harina de haba, salvado y germinad de trigo	120
Tabla N° 19	Análisis proximal de harina de trigo, harina de haba, salvado y germinado de trigo (g/100g de muestra original)	122
Tabla N° 20	Análisis microbiológico de harina de trigo, harina de haba, salvado y germinado de trigo	125
Tabla N° 21	Proporción del primer grupo de mezclas en estudio (harina de trigo, harina de haba, salvado y germinado de trigo)	126
Tabla N° 22	Proporción del segundo grupo de mezclas en estudio (harina de trigo, harina de haba, salvado y germinado de trigo)	128
Tabla N° 23	Análisis farinografico de harina de trigo	129
Tabla N° 24	Análisis farinografico del primer grupo de mezclas formado por harina de trigo, harina de haba y salvado de trigo	131
Tabla N° 25	Análisis extensografico de harina de trigo	135
Tabla N° 26	Análisis extensografico del primer grupo de mezclas formado por harina de trigo, harina de haba y salvado de trigo	136
Tabla N° 27	Análisis farinografico del segundo grupo de mezclas formado por harina de trigo, harina de haba y salvado de trigo	139
Tabla N° 28	Análisis extensografico del segundo grupo de mezclas formado por harina de trigo, harina de haba, salvado y germinado de trigo	143
Tabla N° 29	Proporción de la materia prima e insumos del primer grupo de mezclas en estudio	149
Tabla N° 30	Proporción de la materia prima e insumos del segundo grupo de mezclas en estudio	158

Tabla N° 31	Determinación de acidez titulable y fibra dietética en las galletas de trigo, formulación según Moyano, L. 2002 y formulación final	166
Tabla N° 32	Análisis proximal en las galletas de trigo, formulación según Moyano, L. 2002 y formulación final (g/100g de muestra original)	168
Tabla N° 33	Análisis microbiológico en las galletas de trigo, formulación según Moyano, L. 2002 y formulación final	171
Tabla N° 34	Evaluación de las galletas dulces con formulación final durante el almacenamiento	172
Tabla N° 35	Análisis de varianza de la prueba de ordenamiento para determinar el nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba	179
Tabla N° 36	Prueba de Duncan para determinar el nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba	180
Tabla N° 37	Análisis de varianza de la prueba de ordenamiento para determinar el nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo	184
Tabla N° 38	Prueba de Duncan para determinar el nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo	185
Tabla N° 39	Análisis de varianza de la prueba de comparaciones múltiples para determinar las diferencias entre la Muestra A y las Muestras (I, II, III y IV) en función al atributo crocantes	189
Tabla N° 40	Prueba de Duncan para determinar las diferencias entre la Muestra A y las Muestras (I, II, III y IV) en función al atributo crocantes	190
Tabla N° 41	Análisis de varianza de la prueba de comparaciones múltiples para determinar las diferencias entre la	193

Muestra A y las Muestras (I, II, III y IV) en función al atributo color

**Tabla N° 42 Prueba de Duncan para determinar las diferencias 195
entre la Muestra A y las Muestras (I, II, III y IV) en
función al atributo color**

LISTA FIGURAS

Figura N° 1	Producción y superficie cosechada de trigo 1975-2004	13
Figura N° 2	Importación nacional de trigo 1975-2004	16
Figura N° 3	Producción nacional de harina de trigo (En miles de toneladas)	23
Figura N° 4	Taxonomía y morfología del haba	30
Figura N° 5	Cariópside del trigo	43
Figura N° 6	Fermentación de la fibra dietética en el intestino grueso	50
Figura N° 7	Selección y limpieza del grano de trigo	56
Figura N° 8	Siembra del grano de trigo	57
Figura N° 9	Riego del germinado de trigo	58
Figura N° 10	Ambiente donde se desarrolla el proceso de germinación	59
Figura N° 11	Conserva de germinado de trigo (Semillas de trigo de cultivo ecológico)	66
Figura N° 12	Diseño experimental del estudio	91
Figura N° 13	Flujo de operación en la elaboración de galletas dulces	104
Figura N° 14	Ficha de evaluación sensorial para determinar el nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba	108
Figura N° 15	Ficha de evaluación sensorial para determinar la diferencia de acuerdo al atributo crocantes según la preferencia	111
Figura N° 16	Ficha de evaluación sensorial para determinar la diferencia de acuerdo al atributo color según la preferencia	112

Figura N° 17	Prueba preliminar para determinar el ingreso del bicarbonato de sodio	147
Figura N° 18	Prueba preliminar para determinar la temperatura y tiempo óptimo de horneado	148
Figura N° 19	Batidora amasadora eléctrica kitchenaid en la etapa del batido I	151
Figura N° 20	Harina de haba y salvado de trigo	152
Figura N° 21	Cortado de la masa laminada	153
Figura N° 22	Horneado de las galletas dulces con 20% de harina de haba	155
Figura N° 23	Muestras con sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba	157
Figura N° 24	Germinado de trigo	160
Figura N° 25	Muestras con sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo	162
Figura N° 26	Muestras con sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo vs la Muestra A	163
Figura N° 27	Muestra II (mayor aceptabilidad)	164
Figura N° 28	Evaluación de las galletas dulces con formulación final durante el almacenamiento	173
Figura N° 29	Valores acumulados de la prueba de aceptabilidad general para determinar el nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba	177
Figura N° 30	Valores acumulados de la prueba de aceptabilidad general para determinar el nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de	182

salvado de trigo

- Figura N° 31 Valores acumulados de la prueba de comparaciones múltiples para determinar las diferencias entre la Muestra A y las Muestras (I, II, III y IV) en función al atributo crocantes 187
- Figura N° 32 Valores acumulados de la prueba de comparaciones múltiples para determinar las diferencias entre la Muestra A y las Muestras (I, II, III y IV) en función al atributo color 192

LISTA DE GRÁFICOS

Grafica Nº 1	Farinograma de harina de trigo NICOLINI	205
Grafica Nº 2	Farinograma de la mezcla A : Harina de trigo (75%), Harina de haba (20%) y Salvado de trigo (5%)	206
Grafica Nº 3	Farinograma de la mezcla B : Harina de trigo (70%), Harina de haba (20%) y Salvado de trigo (10%)	207
Grafica Nº 4	Farinograma de la mezcla C : Harina de trigo (65%), Harina de haba (20%) y Salvado de trigo (15%)	208
Grafica Nº 5	Farinograma de la mezcla D : Harina de trigo (60%), Harina de haba (20%) y Salvado de trigo (20%)	209
Grafica Nº 6	Extensograma de harina de trigo NICOLINI	210
Grafica Nº 7	Extensograma de la mezcla A : Harina de trigo (75%), Harina de haba (20%) y Salvado de trigo (5%)	211
Grafica Nº 8	Extensograma de la mezcla B : Harina de trigo (70%), Harina de haba (20%) y Salvado de trigo (10%)	212
Grafica Nº 9	Extensograma de la mezcla C : Harina de trigo (65%), Harina de haba (20%) y Salvado de trigo (15%)	213
Grafica Nº 10	Extensograma de la mezcla D : Harina de trigo (60%), Harina de haba (20%) y Salvado de trigo (20%)	214
Grafica Nº 11	Farinograma de la mezcla I : Harina de trigo (70%), Harina de haba (20%), Salvado de trigo (5%) y Germinado de trigo (5%)	216
Grafica Nº 12	Farinograma de la mezcla II : Harina de trigo (65%), Harina de haba (20%), Salvado de trigo (5%) y Germinado de trigo (10%)	217
Grafica Nº 13	Farinograma de la mezcla III : Harina de trigo (60%), Harina de haba (20%), Salvado de trigo (5%) y Germinado de trigo (15%)	218
Grafica Nº 14	Farinograma de la mezcla IV : Harina de trigo (55%), Harina de haba (20%), Salvado de trigo (5%) y Germinado de trigo (20%)	219

- Grafica N° 15 Extensograma de la mezcla I : Harina de trigo (70%), Harina de haba (20%), Salvado de trigo (5%) y Germinado de trigo (5%) 220
- Grafica N° 16 Extensograma de la mezcla II : Harina de trigo (65%), Harina de haba (20%), Salvado de trigo (5%) y Germinado de trigo (10%) 221
- Grafica N° 17 Extensograma de la mezcla III : Harina de trigo (60%), Harina de haba (20%), Salvado de trigo (5%) y Germinado de trigo (15%) 222
- Grafica N° 18 Extensograma de la mezcla IV : Harina de trigo (55%), Harina de haba (20%), Salvado de trigo (5%) y Germinado de trigo (20%) 223

RESUMEN

Se tubo como finalidad determinar el nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por salvado y germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba para adultos; evaluar el comportamiento de humedad, acidez titulable, índice de peróxido, hongos y levaduras en almacenamiento para obtener su tiempo de vida útil.

La materia prima utilizada fue harina de haba y germinado de trigo SANTA NATURA, salvado de trigo COGORNO y harina de trigo NICOLINI.

De los análisis fisicoquímicos realizados el salvado y germinado de trigo presentaron un mayor nivel de acidez titulable (0.74 y 0.61) y pH (6.25 y 5.51) en comparación de la harina de trigo (0.12 y 5.7) y harina de haba (0.46 y 6.42), el menor porcentaje de humedad fue obtenido por la harina de haba (5.46), esta ultima además presentó mayor contenido de proteínas (27.65) seguido del germinado de trigo (15.23), en tanto el salvado de trigo presentó alto contenido de fibra cruda (10.20) y cenizas (6.89), en cuanto al contenido de carbohidratos la harina de trigo presentó el mayor porcentaje de este componente (76.11).

Se realizó un primer grupo de mezclas con 20% de harina de haba (porcentaje determinado por Moyano L. (2002) para elaborar galletas dulces de haba), y diferentes niveles de harina de trigo y salvado de trigo, HT:HH:S (75:20:5; 70:20:10; 65:20:15; 60:20:20); y un segundo grupo con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo (porcentaje determinado por el presente trabajo), y con diferentes niveles harina de trigo y

germinado de trigo, HT:HH:S:G (70:20:5:5; 65:20:5:10; 60:20:5:15; 55:20:5:20). Tanto harina de trigo como las mezclas se evaluaron por el farinografo y extensografo BRABENDER.

De la Formulación dada por Moyano L.(2002) se estudió el ingreso de bicarbonato de sodio y los parámetros de temperatura y tiempo de horneado para su familiarización.

Del primer grupo de mezclas se trabajo con ingreso del bicarbonato de sodio en el mezclado y a 140°C por 25 minutos para el horneado, obteniéndose cuatro muestras (**A**, **B**, **C** y **D**) que fueron sometidas a una prueba de ordenamiento y análisis estadístico a través de la prueba de Duncan para determinar la muestra con mayor aceptabilidad general, resultando la Muestra **A** según los panelistas.

Del segundo grupo de mezclas (**I**, **II**, **III** y **IV**) se trabajo con las mismas condiciones, se obtuvo como mayor porcentaje de aceptabilidad general a la Muestra **II**.

Además se realizó una prueba de comparación múltiple en función del atributo crocantes y color entre la Muestra **A** y las Muestras (**I**, **II**, **III** y **IV**) para observar el comportamiento conforme aumento los porcentajes de sustitución parcial.

La Muestra **II** "**Formulación Final**" fue sometida a almacenamiento para determinar su tiempo de vida útil en función de la humedad, acidez titulable, índice de peróxidos, hongos y levaduras, resultando un tiempo de vida de 70 días.

CAPITULO 1

EL PROBLEMA

1.1: Formulación y definición del problema

La mayoría de adultos están expuestos al riesgo de presentar una "supernutrición" que una subnutrición. Aunque el organismo tiene gran capacidad para adaptarse a dietas pobres, la supernutrición se manifiesta por la reducción de la actividad física y el aumento de los niveles de azúcares, ácidos grasos saturados y harinas refinadas; por lo que es necesario reglas alimenticias que a partir de variados ingredientes formen un alimento de buen balance nutricional que suplemente la dieta (BUSS, D. y col., 1987, Manuel de Nutrición).

De un número bajo de enfermedades gastrointestinales y cardiovasculares se ha pasado a un elevado número que ubica al fenómeno entre las principales causa de muerte en países desarrollados. Muchos problemas de salud son debido a la falta de fibra en la dieta, se ha comprobado que la mayoría de las enfermedades tienen su origen en el colon, por la generación de toxinas que ahí se lleva a cabo y que posteriormente emigran a otras partes del organismo y producen alguna enfermedad (SAVINO, PABLO. 2003).

Las galletas son productos de consistencia mas o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidas por el cocimiento de masas preparadas con harina, con o sin: leudantes, leche, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes, conservadores y otros ingredientes permitidos debidamente autorizados. (INDECOPI NTP 206.001: 1981).

En este contexto, siendo las galletas uno de los alimentos de mayor consumo a nivel mundial (9,5 Kg. de galletas/ persona al año) y con un gran margen de conservación, el hecho de que la integren proteínas de origen vegetal, que sea rica en fibra y minerales, que así como la harina de haba se le considera un suplemento natural de los cereales, ya que niveles altos de lisina compensa su deficiencia en las gramíneas, mientras que estas subsanan la deficiencia de aminoácidos azufrados de las leguminosas (FOX, B. y CAMERON, A. 1999).

Cabe resaltar la presencia de salvado de trigo como principal fuente de fibra que ayuda a tener un colon limpio y libre de toxinas, disminuir el nivel de colesterol en la sangre, previene el cáncer de colon, evitar el estreñimiento y muchos otros problemas digestivos.

Además el germinado de trigo es un gran depurador y desintoxicante del organismo, que limpia la sangre del colesterol y ácido úrico. La

germinación aumenta el valor nutritivo de las semillas porque se incrementan las vitaminas y minerales (VILLASEÑOR, Samantha, 2005).

¿Se podrá incluir salvado y germinado de trigo en la producción de galletas dulces con 20% de harina de haba para adultos?

- ¿Cuál será la proporción de salvado y germinado de trigo que permitirán la elaboración de galletas dulces con 20% de harina de haba para adultos?

- ¿Es posible que al añadir salvado y germinado de trigo a la formulación de galletas dulces con 20% de harina de haba para adultos aumente el contenido de fibra dietética?

- Teniendo en cuenta el producto final ¿Será posible que sea aceptado sensorialmente por adultos?

1.2: Justificación

Las galletas representan una manera eficaz de aumentar el aporte energético complementando de una manera muy conveniente el valor nutritivo porque suministran abundantes hidratos de carbono complejos y fibra (MANLEY, D. 1989, p. 84).

En ENCICLOPEDIA DE LA FIBRA; señala que la fibra actúa sobre el aparato digestivo produciendo un mayor empuje y arrastra los alimentos en el tránsito intestinal impidiendo su estancamiento y previniendo la fermentación; influye específicamente en la mayoría de las enfermedades tienen su origen en el colon, por la generación de toxinas en el medio. Por lo que nos ofrece la posibilidad de alimentarnos a menor costo no solo a nivel personal cuidando nuestra salud, sino también a nivel de nuestro planeta en el que mucha gente esta muriendo de hambre (MILKE GARCIA, PILAR; p. 54).

La harina de haba presenta un mayor porcentaje de proteínas, grasa, fibra y cenizas a comparación de la harina de trigo, su uso en la elaboración de galletas dulces con 20% de harina de haba para adultos da buenos resultados en la evaluación sensorial y en el análisis químico proximal dichas galletas presentan mayor contenido proteico que las elaboradas solo con harina de trigo (MOYANO LUIS, 2002, p. 98).

Un grano entero de trigo presenta un contenido de Fósforo (423.0mg), Magnesio (133.0mg), Calcio (14.0mg) / por 100 gr; en comparación con un grano germinado donde el contenido de Fósforo (1050.0mg), Magnesio (342.0mg), Calcio (71.0mg) / por 100 gr. El proceso de germinación produce una pre-digestión de ciertas lectinas, responsables de algunos

tipos de alergia al trigo en individuos del grupo O (ALTES, A. 2003, Natural Food Institute).

Tanto el salvado como el germinado de trigo tras una molienda, al ser adicionados a la formulación de galletas dulces con 20% de harina de haba para adultos van a aumentar el contenido de fibra, proteínas, mejorando las cualidades nutricionales y energéticas del producto final.

En la actualidad en el mercado internacional se encuentran galletas ricas en fibra con una variedad de cereales pero no con leguminosas que como bien se sabe son un complemento a los cereales en su contenido de aminoácidos esenciales.

1.3: IMPORTANCIA

El informe de tesis "SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum vulgare*) POR SALVADO Y GERMINADO DE TRIGO EN GALLETAS DULCES DE HABAS (*Vicia faba L.*)", es importante porque permitió:

- Seleccionar y evaluar las operaciones unitarias para elaborar un flujo de procesamiento de galletas dulces.

- Determinar los parámetros para la elaboración de galletas dulces con 20% de harina de haba para adultos con sustitución parcial de harina de trigo por salvado y germinado de trigo.
- Evaluar el comportamiento de los parámetros utilizados en la industria galletera durante su almacenaje hasta exceder los límites máximos permitidos.
- Determinar las ventajas del uso de salvado y germinado de trigo sobre las características nutricionales del producto final.
- Conocer las características sensoriales de crocantes, color y aceptabilidad general en el producto final.

CAPITULO 2

OBJETIVOS

2.1: Objetivo general

- Sustituir parcialmente la harina de trigo por salvado y germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba para adultos.

2.2: Objetivos específicos

- Seleccionar las operaciones unitarias para elaborar un flujo de procesamiento de galletas dulces.
- Determinar los parámetros para la elaboración de galletas dulces con 20% de harina de haba con sustitución parcial de la harina de trigo por salvado y germinado de trigo para adultos.
- Determinar el tiempo de vida útil de las galletas dulces con 20% de harina de haba y con sustitución parcial de la harina de trigo por salvado y germinado de trigo dirigido para adultos en términos de los análisis de índice de peróxido, acidez titulable, humedad y numeración de hongos y levaduras durante su almacenaje.

- Conocer la composición química proximal de las galletas dulces con 20% de harina de haba y con sustitución parcial de la harina de trigo por salvado y germinado de trigo, su calidad sanitaria y características sensoriales.

CAPITULO 3

MARCO TEORICO

3.1: Antecedentes del problema

Los ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN manifiestan que la ingestión abundante de fibra dietética actúa como un factor protector contra las enfermedades del aparato digestivo, cáncer al colon, al estomago y al recto. Las dietas en las sociedades modernas presentan un creciente consumo de alimentos concentrados en energía y de bajo valor nutricional, además de un bajo aporte de fibra dietética cuyo consumo en el pasado se encontraba entre 10 y 100 gramos diarios, hoy en día, en una dieta habitual de países en vías de desarrollo, suele aportar no más de 15 gramos.

Las investigaciones epidemiológicas realizada en diversos países, sugieren que la mayoría de los padecimientos degenerativos pueden ser evitados o disminuidos por medio de modificaciones en los estilos de vida, incorporando alimentos de alto valor nutritivo ricos en proteínas y fibra dietética; el presente estudio es una buena alternativa ya que se esta combinando harina de haba, salvado y germinado de trigo.

En la UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, existen estudios referente a la utilización de harinas procedentes de leguminosas, uno de ella plantea el uso de la harina de haba (*Vicia faba L.*), leguminosa de

grano seco, en la elaboración de galletas dulces con 20% de harina de haba como sustitución parcial de la harina de trigo considerando su alto valor proteico mineral y vitamínico, y la gran difusión de esta leguminosa en la región sierra de nuestro país apoyando así indirectamente a la agroindustria nacional. Dicho trabajo se tomó como base para el desarrollo de la presente investigación, con el propósito de mejorar el contenido de fibra debido a su necesaria participación para mantener un equilibrio entre la absorción y eliminación de las calorías y nutrientes necesarias en una adecuada alimentación. En ambos casos se utilizaron como panelistas semi-entrenados a universitarios (MOYANO LUIS, 2002).

En el taller de panificación (Ciclo 2005) de la empresa SAYÓN bajo la asesoría del Ing. Renato Brescia, se realizaron investigaciones referentes sobre la sustitución parcial de la harina de trigo por germinado de trigo en la elaboración de galletas dulces debido al interés de la empresa SANTA NATURA de presentar el germinado de trigo con un valor agregado gracias a su fuente de nutrientes, enzimas, hormonas del crecimiento y antioxidantes que mantienen el cuerpo joven, fuerte y vital; y con el propósito de mejorar esta idea ya que no existe en el mercado local ni internacional un producto donde se combine el germinado de trigo con una leguminosa como es el caso de la presente investigación.

Por otro lado el departamento de asuntos científicos de KELLOGG'S AMÉRICA LATINA, la UNIVERSIDAD DE TORONTO y KELLOGG'S INSTITUTE MICHIGAN han investigado el empleo potencia de la fibra en productos de panadería; por ejemplo, se ha estudiado la incorporación de 5% de afrecho de trigo en forma de gránulos para aumentar el contenido de fibra dietética en panes; las galletas han tenido una importancia primordial para ser suplementadas debido a las ventajas que ofrece en su tiempo de vida y en la buena calidad comestible, por lo que el presente estudio combina el uso de una leguminosa con el salvado y germinado de trigo ricos en fibra debido a la importancia que tienen sobre el funcionamiento adecuado del aparato digestivo en todas las etapas de la vida.

3.2: Bases teóricas

El presente marco teórico esta constituido por las referencias de carácter teórico construidas sobre las galletas dulces de haba, en general y de manera particular la sustitución parcial de la harina de trigo por salvado y germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba, en ambos casos dirigidos para adultos. Las referencias teóricas han sido extraídas fundamentalmente de trabajos anteriormente elaborados, libros, revistas y a través de internet.

3.2.1: Aspectos generales del trigo y harina de trigo

3.2.1.1: Definición del trigo

QUAGLIA, G. (1991), define que el trigo pertenece a la familia de las gramíneas, recibiendo el nombre de trigo las especies del genero *Triticum*, de los cuales dos de estas presentan interés desde el punto de vista comercial: el *triticum vulgare* destinada para la fabricación de pan, tortas, galletas o productos similares, y el *triticum durum* empleada fundamentalmente como sémola para pastas alimenticias (p. 2).

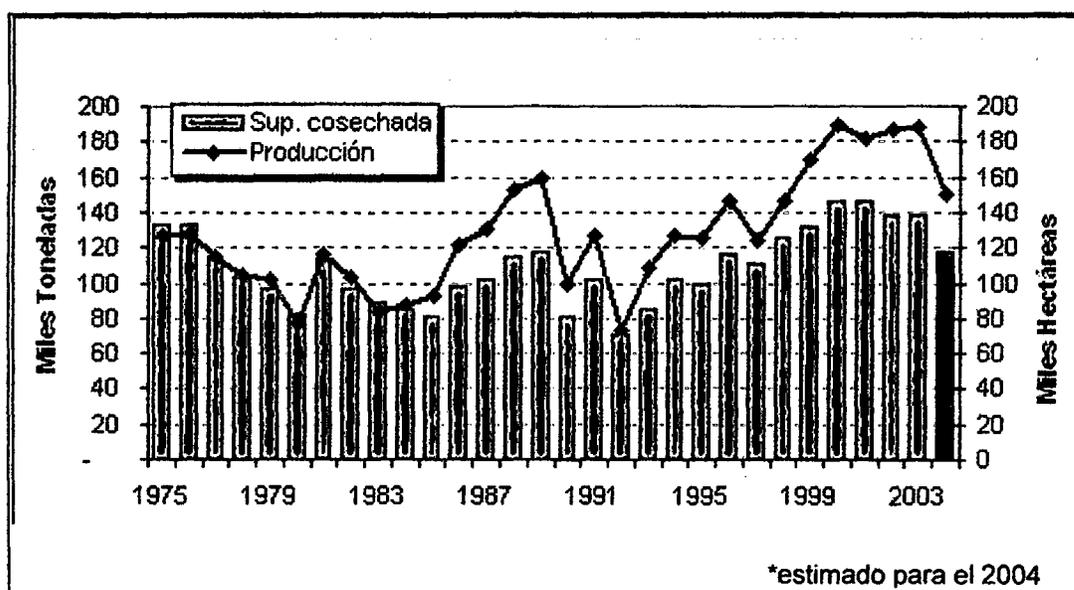
El trigo ha constituido duramente milenios el principal alimento de la dieta humana gracias a su gran poder nutritivo concentrado en poco volumen, su fácil cultivo, reproducción y conservación, y sus propiedades, ya que favorecen el tránsito intestinal y evita la fijación del colesterol (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2004).

3.2.1.2: Producción y consumo nacional de trigo

En 2004, LA REVISTA AGRARIA; menciona que la producción nacional de trigo en el 2003 fue de 188,500 TM, cosechadas en 138,200 Ha. Si bien esta superficie es casi la misma de comienzos de la década del 70, en cambio, en las últimas tres décadas la producción se ha incrementado en 50% (véase Figura N° 1). No obstante, el trigo nacional equivale apenas a un 15% de las importaciones, convirtiéndose en el principal

FIGURA N° 1

PRODUCCIÓN Y SUPERFICIE COSECHADA DE TRIGO
1975 – 2004*



Fuente: Ministerio de Agricultura (2004)

producto agropecuario de importación (MARTINEZ, Juan; p. 20).

Nuestro país es un importador neto de trigo, al mercado nacional ingresa anualmente cerca de 1.3 millones de toneladas, 90 por ciento de las cuales se destina a la elaboración de harina para pan y galletas, mientras que el resto en su variedad durum se usa en la fabricación de fideos. En el 2003 se importaron cerca de 1.1 millones de toneladas, por un valor equivalente a US.\$ 152 millones, en el 2000 se importó por US.\$ 151 millones, mientras en el 2001 su importación alcanzó un récord histórico de US.\$ 179 millones (véase Tabla N° 1 y Figura N° 2) (ROJAS, J. EL TRIGO NUESTRO 2002, p. 12).

El trigo es el principal alimento básico, la mitad de lo que comemos cuando hacemos una alimentación equilibrada está constituida por hidratos de carbono. Y de este grupo de alimentos el fundamental es el formado por los cereales, no sólo por su valor calórico sino por su composición y elementos no digeribles.¹

Siendo el principal insumo para la fabricación de la harina con que se

¹ RODRIGUEZ, A. (2003, 26 de abril). Cereales: El pan nuestro de cada día. Dsalud. p. 2. Obtenido en internet 15 de agosto de 2005: HIPERVICULO "http://www.dsalud.com" <http://www.dsalud.com>

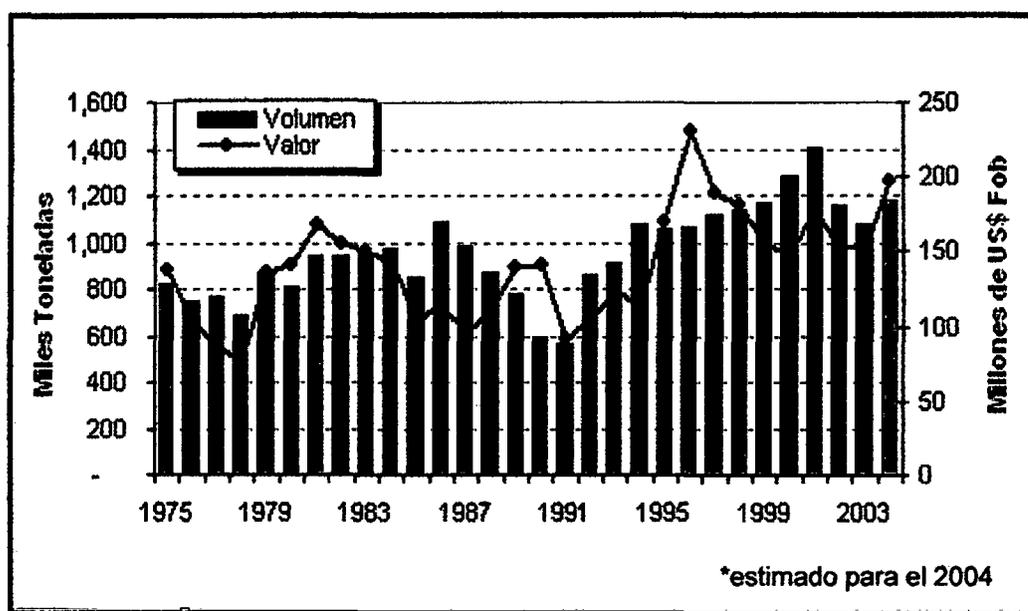
TABLA Nº 1**IMPORTACION NACIONAL DE TRIGO POR ORIGEN**

PAÍS	1999		2000		2001	
	TM	%	TM	%	TM	%
USA	609,189	49.3	267,331	20.8	640,867	45.6
Argentina	211,876	17.1	526,392	41.0	413,946	29.5
Canadá	395,801	32.0	491,633	38.2	312,223	22.2
Dinamarca	-	-	-	-	23,028	1.6
Uruguay	-	-	-	-	10,000	0.7
Francia	-	-	-	-	6,000	0.4
España	19,764	1.6	-	-	-	-
Total	1,236,630	100	1,285,356	100	1,406,065	100

Fuente: Sociedad Nacional de Industrias – Comité de Molinos de Trigo
(2002)

FIGURA Nº 2

IMPORTACIÓN NACIONAL DE TRIGO
1975 - 2004*



Fuente: Ministerio de Agricultura (2004)

elabora pan, fideos, galletas, etc., la industria adquiere sólo el 6% de la producción nacional de trigo, destinándose la mayoría de ésta al autoconsumo y a la venta de trigo para consumo directo.

El consumo de los productos derivados del trigo en el Perú es bastante estable. A nivel per cápita se habla de más o menos 54 kilogramos de trigo, siendo un consumo que se mantiene casi igual en los últimos 30 años.²

3.2.1.3: Composición química del trigo

QUAGLIA, G. (1991), menciona que el contenido de humedad del trigo es muy variable, depende del clima y del ambiente donde se ha cultivado determinándose valores mínimos y máximos en su composición química (véase Tabla N° 2).

Como se puede observar en la Tabla N° 3, las materias celulósicas y hemicelulosas están casi ausentes en la parte central del endospermo, mientras que el almidón no aparece en los tejidos externos. Las proteínas se encuentran en elevada proporción en la zona comprendida entre el tegumento seminal y la capa de aleurona. El contenido en lípidos es elevado en el germen (15%) y un poco más débil en las cubiertas

² CEPES.org es un site pertinente para conocer la producción de trigo (HIPERVINCULO"<http://www.cepes.org.pe/revista/r-agra57/esta-01.htm>"
<http://www.cepes.org.pe/revista/r-agra57/esta-01.htm>)

TABLA N° 2

**COMPOSICIÓN QUÍMICA PORCENTUAL EN BASE HÚMEDA DEL
GRANO DE TRIGO**

Componentes	Mínimo	Máximo
Proteínas (N x 5.7)	7.0	18.0
Cenizas	1.5	2.0
Lípidos	1.5	2.0
Humedad	8.0	18.0
Almidón	60.0	68.0
Pentosas	6.2	8.0
Sacarosa	0.2	0.6
Maltosa	0.6	4.3
Celulosa	1.9	5.0

Fuente: QUAGLIA, G. (1991)

TABLA Nº 3**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS PARTES DEL GRANO DE TRIGO
(En % sobre materia seca)**

Parte del grano (% de la masa del grano)	Proteína	Minerales	Lípidos	Celulosa	Hemicelulosa	Almidón
Pericarpio (4%)	7-8	3-5	1	25-30	35-43	0
Tegumento (1%)	15-20	10-15	3-5	30-35	25-30	0
Epidermis nucelar Envuelta proteica (7-9%)	30-35	6-15	7-8	6	30-35	10
Germen (3%)	35-40	5-6	15	1	20	20
Endospermo (82-85%)	8-13	0.35-0.60	1	0.3	0.5-3.0	70-85
Grano entero (100%)	10-14	1.6-2.1	1.5-2.5	2-3	5-8	60-70

Fuente: CALLEJO M. (2002)

externas de la semilla (7-8%). Y los minerales principalmente en la zona situada entre el tegumento seminal.

El endospermo constituido principalmente por almidón, 70 – 75% de proteínas, 43% del ácido pantoténico, 32% de la riboflavina, 12% de la niacina, 6% de la piridoxina y 3% de la tiamina.

El germen constituye el 20% del grano entero, es rico en grasas, proteínas, hierro y contiene alrededor de: 64% de tiamina, 26% de riboflavina, 21% de piridoxinas, 8% de proteínas, 7% de ácido pantoténico y 2% de niacina (QUAGLIA, G. 1991).

MANLEY, D. (1989); señala que de entre los componentes proteicos del trigo, las dos fracciones insolubles en agua (glutenina y gliadina), tienen gran importancia por que en contacto con el agua se unen para formar el gluten, que representa la sustancia que confiere extensibilidad y elasticidad a la masa (p. 29).

La composición de aminoácidos se puede observar en la Tabla N° 4, se nota los elevados contenidos de ácido glutámico y prolina.

El trigo está encerrado en una cubierta exterior llamada salvado que constituye cerca del 15% de todo el grano, conteniendo una elevada

TABLA N° 4

**CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS EN LA PROTEÍNA DE TRIGO
(g AA/16 g N)**

AMINOÁCIDOS	CONTENIDO
Ac. aspártico	4.8
Treonina	2.9
Serina	4.7
Ac. glutámico	29.2
Prolina	9.8
Glicina	3.9
Alanina	3.7
Valina	4.9
Isoleucina	3.8
Leucina	6.8
Tirosina	3.1
Fenilalanina	4.7
Metionina	1.5
Cistina	2.5
Lisina	2.8
Histidina	2.3
Arginina	4.7

Fuente: CALLEJO M. (2002)

proporción de vitamina B y alrededor de 50% de los elementos minerales presentes en el grano y consta principalmente de celulosa (FOX, B. y CAMERON, A. 1999, p. 152).

3.2.1.4: Definición de harina de trigo

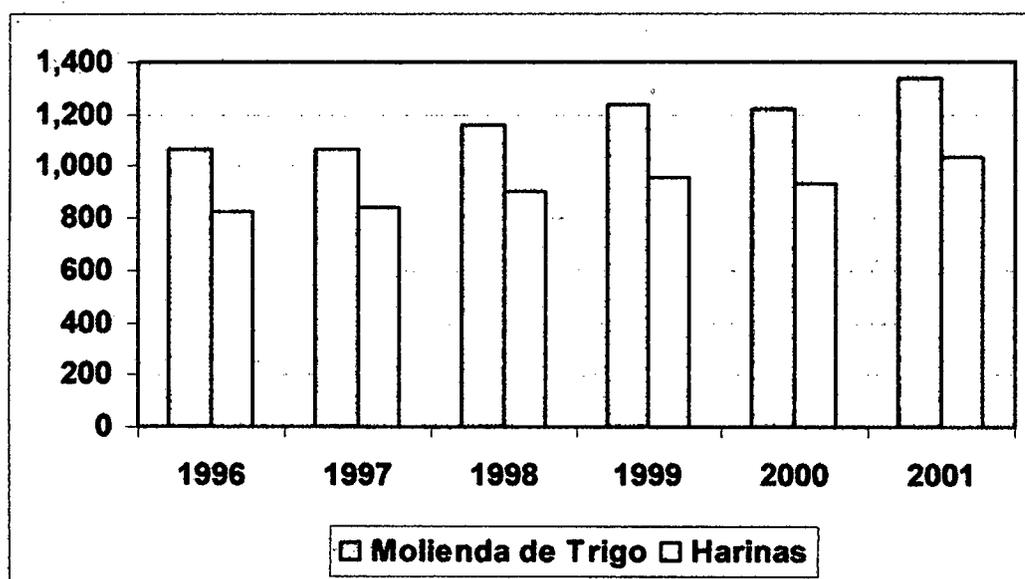
Según INDECOPI NTP 205.027 (1981), define la harina de trigo como el producto que se obtiene exclusivamente de la molienda del grano limpio de trigo (*Triticum vulgare*, *Triticum durum*) con o sin separación parcial de la cáscara. La norma técnica reserva así mismo la designación de “harina” exclusivamente para denominar el producto obtenido de la molienda del trigo. Para los productos de molienda de otros granos, tubérculos y raíces les corresponde la denominación de “harinas” seguida del nombre del vegetal de donde proviene.

3.2.1.5: Producción e importancia de la harina de trigo

En 2002, durante XX ASAMBLEA ANUAL DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE INDUSTRIALES MOLINEROS – ALIM, se expuso la producción en el Perú en miles de toneladas de la molienda de trigo (trigo nacional y trigo internacional) versus la producción de la harina (resultado de la molienda e importación de harina) como se observa en la Figura N° 3.

FIGURA Nº 3

PRODUCCIÓN NACIONAL DE HARINA DE TRIGO
(En miles de toneladas)



Fuente: Sociedad Nacional de Industrias – Comité de Molinos de Trigo
(2002)

En la Tabla N° 5 se puede observar que en el año 2001 la importación de trigo aumentó considerablemente por lo que la importación de harina de trigo tuvo que disminuir.

3.2.1.6: Composición química de la harina de trigo

Cuando la harina se obtiene con un rendimiento de molienda elevado, significa que presenta alto contenido de proteínas, lípidos, calcio, fósforo, hierro, vitaminas B₁ y B₂ y una menor proporción en glúcidos y por lo tanto la cantidad de calorías es menor (véase Tabla N° 6), caso contrario cuando es menor el grado de extracción se disminuyen las cantidades de los nutrientes de la harina (QUAGLIA, GIOVANNI, 1991, p. 34).

La composición química de la harina es variable ya que está sujeta a los tipos de molturación, al tipo de trigo y al grado de extracción de la harina, que industrialmente son de 75% y 85% (véase Tabla N°7) (KENT, J. 1962).

MANLEY, D. (1989), indica que el objetivo del molinero es conseguir harina con 14% de humedad, y obtendrá buena harina con buen grado de extracción si queda entre 13% y 15% (p. 10).

Casi todos los países han clasificado sus harinas según la materia mineral que contienen, determinando el contenido máximo de cenizas para cada

TABLA N° 5

IMPORTACIÓN DE TRIGO Y HARINA DE TRIGO

Importación (TM)	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Trigo	1,064,613	1,064,951	1,160,078	1,230,441	1,213,134	1,328,297
Trigo (Harina)	50,520	36,937	28,404	15,627	13,886	5,475

Fuente: Sociedad Nacional de Industrias – Comité de Molinos de Trigo
(2002)

TABLA N° 6**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE HARINA DE TRIGO EN DIVERSOS GRADOS DE EXTRACCIÓN**

Grado de extracción	65°	80°	100°
Proteína (g/110g de s.s.)	9.2	9.8	11.7
Lípidos (g/110g de s.s.)	0.98	1.18	1.43
Glúcidos (g/100g de s.s.)	74.13	73.45	68.38
Calorías	350.6	352.0	341.2
Calcio (mg/100g de s.s.)	13	18	28
Fósforo (mg/100g de s.s.)	97	105	150
Hierro (mg/100g de s.s.)	1.0	2.3	3.8
Vitamina B ₁ (mg/100g de s.s.)	68	79	400
Vitamina B ₂ (mg/100g de s.s.)	50	40	150

Fuente: QUAGLIA, G. (1991)

TABLA N° 7**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE HARINA DE TRIGO EN GRADOS DE
EXTRACCIÓN COMERCIAL**

Componentes	Grado de extracción			
	72%		85%	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Humedad	13.0	15.5	13.0	14.0
Almidón	65.0	70.0	65.0	69.0
Proteínas	8.0	13.0	9.00	13.5
Fibra	Indicios	0.20	0.40	0.90
Grasa	0.80	1.50	1.60	2.00
Azúcar	1.50	2.00	1.50	2.00
Cenizas	0.30	0.60	0.70	0.90

Fuente: KENT, J. (1962)

tipo. Las cenizas están formadas principalmente por calcio, magnesio, sodio, potasio, etc., procedentes de la parte externa del grano (p. 7).

3.2.2: Aspectos generales del haba y harina de haba

3.2.2.1: Definición del haba

Según INDECOPI NTP 205.024 (1992) se define al haba como el grano duro procedente de la especie *Vicia faba* L., que deberán estar exentos de olores y sabores extraños, cumpliendo con el requisito de uniformidad que indica que cada lote de haba deberá tener un contenido de la misma serie (es decir el mismo color, forma, etc), no sobrepasándose los grados de tolerancia en granos infestados, hongueados, abiertos, arrugados y descascarados.

3.2.2.2: Características botánicas del haba

En 1997, AGROEXPORTACIÓN; menciona que el haba presenta la clasificación botánica siguiente: (VASQUEZ, Víctor; p 110).

División:	Esparmatophyta
Sub división:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledóneas
Orden:	Leguminosales
Familia:	Fabaceae - leguminosae
Sub-familia:	Papilionoideas
Tribu:	Vicias

Genero: Vicia

Especie: Vicia faba L.

3.2.2.3: Taxonomía y morfología del haba

La taxonomía y morfología se detalla a continuación: (véase Figura N° 4)³

- Planta: Anual, porte recto.
- Sistema radicular: Muy desarrollado.
- Tallos: De coloración verde, fuertes, angulosos y huecos, ramificados, de hasta 1,5 m de altura.
- Hojas: Alternas, compuestas, con folíolos anchos ovales-redondeados, de color verde.
- Flores: Axilares, agrupadas en racimos cortos de 2 a 8 flores, con manchas grandes de color negro o violeta en las alas, que raras veces van desprovistas de mancha.
- Fruto: Vaina o legumbre bivalva, comprimida, gruesa y carnosa de color verde cuando se seca se pone coriacea y de color negro, la disposición de los frutos varía en número de 1 hasta 4 por nudo, pudiendo alcanzar hasta más de 35 cm.
- Semilla: Forma oval, aplanada, superficie lisa, opaca o brillante, coloración muy variada; el número de semillas por vaina varía de 2 a 10.

³ INFOAGRO.com es una site pertinente para conocer el cultivo del haba en internet (HIPERVINCULO "<http://www.infoagro.com>" <http://www.infoagro.com>)

FIGURA N° 4

TAXONOMIA Y MORFOLOGÍA DEL HABA



Fuente: <http://www.infoagro.com>

- Su tamaño es tan variable que el peso de 100 semillas oscila entre 120 y 230 gr.

3.2.2.4: Variedades del haba

Según ALEMAN, R. (2003); el cultivo de haba en el Perú se encuentra bastante difundido en la región de la Sierra que abarca zonas entre las 2,500 a 3,700 m.s.n.m. , considerada que es la cuarta leguminosa de mayor cultivo en el mundo después de los frijoles, las arvejas y los garbanzos (p. 28).

La mayor parte de haba cultivada en Perú son mezclas de tipos que reciben el nombre de diferente manera, como en la sierra norte, la grande rayada y mediana plomiza; en la sierra central Pacae, amarilla, gigante verde y otras; también existe una serie de variedades españoles.⁴

Las variedades que requiere los mercados externos son preferentemente de los tipos españoles como: la muchamiel, agua dulce, súper agua dulce, mahón negra y mahón blanca, ramillete, granadina, aranjuez o flamenca, sugureña, reina blanca hostal". (VASQUEZ, Víctor; AGROEXPORTACION 1997, p. 111)

⁴ AGROJUNIN.gob.pe es una site que nos permite conocer el desarrollo del agro en el departamento de Junín (HIPERVINCULO "<http://www.agrojunin.gob.pe>" <http://www.agrojunin.gob.pe>).

3.2.2.5: Producción nacional de haba

Los principales productores en nuestro país se encuentran en la sierra (Puno, Cuzco, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Huánuco), aunque en la costa se cultiva en menor escala en los departamentos de Ancash, Lima y Arequipa. En el año 2001 la producción fue de 45,050 T.M., mientras que en el 2002 hubo un incremento de la producción hasta 48,384 T.M. ⁵.

3.2.2.6: Composición química del haba

HORGGE, F. (1990); menciona que las semillas de haba tienen alto contenido de proteínas y de carbohidratos; además que el valor alimenticio del grano seco es mayor que el trigo, la quinua y el frijol; la composición química del haba se presenta en la Tabla N° 8 (p. 29).

Las TABLAS PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS (1996); detallan la composición química proximal, mineral y vitamínica de las habas así como de otras leguminosas y del trigo (véase Tabla N° 9).

Las semillas de leguminosas tienen alto contenido en hidratos de carbono de 35-60%, donde el principal constituyente es el almidón (39,9%) y

⁵ MINISTERIO DE AGRICULTURA. (2005). Información Agrícola. Direcciones Regionales y Subregionales de Agricultura. Obtenido en internet el 18 de julio de 2005: (HIPERVINCULO "<http://www.portalagrario.gob.pe>" <http://www.portalagrario.gob.pe>).

TABLA N° 8**COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL HABA**

Componente (%)	Haba con cáscara	Haba sin cáscara	Cáscara
Humedad	12.31	11.91	11.30
Cenizas	2.65	2.54	2.51
Grasas	1.77	2.07	0.99
Proteínas	20.66	23.36	9.84
Fibra	7.14	1.14	24.44
Carbohidratos	55.47	58.48	50.39
Almidón	40.90	39.20	25.80
Valor calórico (Cal)	320.45	348.00	251.80

Fuente: HORGGE, F. (1990)

TABLA N° 9**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LEGUMINOSAS Y GRANO DE TRIGO
(Por 100g de porción comestible)**

Composición	Haba seca sin cáscara	Arveja seca	Garbanzos crudo	Pallar sin cáscara	Frijol canario	Trigo
Calorías kcal)	335	351	362	337	339	336
Humedad (g)	13.6	11.5	11.4	12.2	11.7	14.5
Proteínas (g)	24.3	21.7	19.2	21.6	21.9	8.6
Grasa (g)	2.40	3.2	6.1	1.4	2.1	1.5
Carbohidratos (g)	55.3	61.1	60.1	61.6	60.2	73.7
Fibra (g)	1.80	4.5	2.6	1.0	2.9	3.0
Ceniza (g)	2.80	2.5	3.2	3.2	4.2	1.7
Ca (mg)	48	65	120	38	138	36
P (mg)	395	289	370	205	351	224
Fe (mg)	8.00	2.60	8.30	5.20	6.60	4.60
Tiamina (mg)	0.34	0.25	0.38	0.55	0.16	0.30
Riboflavina (mg)	0.31	0.15	0.36	0.21	0.01	0.08
Niacina (mg)	3.40	3.43	2.80	2.25	1.50	2.85
Ac. Ascórbico reducido (mg)	2.40	3.50	5.40	0.00	6.30	4.80

Fuente: Instituto Nacional de Salud (1996)

mientras que los lípidos en el haba presenta un porcentaje de 1.1%, las leguminosas tienen menor porcentaje entre 1-2% con excepción de la soya 18%; el ácido oleico y linoleico representan el 65% del total de ácido graso (p. 15).

En las habas, el mayor porcentaje proteico corresponde a las globulinas con 60%, las albúminas con 20%, glutelinas con 15% y finalmente prolaminas con menos del 5%. El aminoácido limitante es la metionina, seguida por la cistina y el triptofano (CUBERO, J. 1983, p. 18).

CERRATI, A. (1987); menciona que el contenido mineral de las leguminosas son considerablemente mas ricas en calcio que la mayoría de los cereales. En haba seca este contenido representa 48mg/100g, existiendo variación en cuanto a especie, clima y método de cultivo (p. 98)

En la Tabla N° 10 se observa el contenido de lisina en el haba lo que permite complementar la proteína contenida en aquellos alimentos carentes de este aminoácido como son los cereales.

3.2.2.6.1: Factores antinutricionales

FOX, B. y CAMERON, A. (1999); mencionan que la mayoría de los granos de leguminosas se caracterizan por la presencia de factores antinutricionales, los cuales causan problemas cuando se consumen

TABLA N° 10**CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN LEGUMINOSAS**

Aminoácidos esenciales (g/16 g N)	Haba	Lenteja	Lupinus	Arverja	Frijol	Soya	OMS 1973 Patrón ideal (g/100g proteína)
Cistina	0.8	0.9	1.4	1.0	0.8	1.3	3.5
Metionina	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.3	-
Lisina	6.5	7.2	5.3	7.3	7.2	6.4	5.5
Isoleucina	4.0	4.3	4.4	4.2	4.2	4.5	4.0
Leucina	7.1	7.6	7.2	7.0	7.8	7.6	7.0
Fenilalanina	4.3	5.2	3.7	4.4	5.2	4.9	-
Tirosina	3.2	3.3	3.5	3.1	2.6	3.1	6.0
Treonina	3.4	4.0	3.6	3.8	4.0	3.9	4.0
Triptofano	-	-	1.0	-	-	1.3	1.0
Valina	4.4	5.0	4.0	4.7	4.6	4.8	5.0

OMS: Organización Mundial de la Salud

Fuente: CUBERO, J. (1983)

crudas. Los principales factores adversos presentes en leguminosas tienen un carácter termolábil que desaparece luego de un adecuado tratamiento térmico; otros son termoestables, las que pueden ser inhibidas o eliminadas por lavado, por descascarillado u otra operación unitaria (remojo, esterilización, etc); en todo caso la destrucción de los factores dañinos aumenta el valor de las proteínas (p. 313).

Los antinutrientes más comunes son los siguientes:

- **Inhibidores De Tripsina**

Inhibir la acción de enzimas digestivas como tripsina y quimiotripsina se les considera como uno de los principales responsables del bajo valor nutritivo de las semillas crudas, valor que aumenta mediante el procesamiento térmico, ya sea con el cocimiento ordinario o con otras formas de tratamiento térmico, demostrando que un tratamiento a 120°C durante 60 segundos llega a eliminarla. La actividad de los inhibidores de tripsina en habas es mínima si se compara al de la soya donde se encuentra un valor de 1/5 con respecto a esta última (CUBERO, J. 1983, p. 22).

- **Fitoheماغلوتينinas o lectinas**

Son proteínas que producen aglutinación de los glóbulos rojos en la sangre; su importancia es variable según especie, no siendo muy

acentuada en habas, soya y judías; mientras que en lentejas y guisantes no presentan toxicidad alguna (p. 74).

- **Cianogenas**

Varias leguminosas por hidrólisis de sus glucósidos liberan CNM (ácido cianhídrico), esta reacción se produce por la acción de una enzima presente en los tejidos vegetales. En las semillas crudas de habas, soyas, porotos y otros se encuentran valores que fluctúan entre 0.42 a 1.83 mg de ácido cianhídrico (CNM)/100g de muestra seca. Todos los valores se encuentran por debajo del rango de toxicidad permitida por la legislación USA y algunos países europeos, quienes fijan de 10 a 20 mg de ácido cianhídrico/100g de muestra seca.

El remojo y posterior tratamiento térmico en humedad, la trituración y la molienda, produce los mejores resultados para la eliminación de glucósidos cianogénicos (SHIBAMOTO, T. y BJELDANES, L. 1996, p.67).

- **Taninos condensados**

CUBERO, J. (1983); indica que se detectaron la presencia de taninos condensados principalmente en la cáscara de las habas. El efecto del tratamiento térmico en las habas, produce un aumento considerable del valor nutritivo, esto se debe especialmente por la eliminación de los taninos condensados (p. 22).

. Glucósidos de pirimidina

LINDNER, E. (1997); menciona que la vicina y la convicina parecen ser los principales responsables del favismo, enfermedad limitada por completo a personas que viven en los pueblos mediterráneos, Asia y población negra, caracterizado por la anemia hemolítica e ictericia.

La anemia hemolítica se presenta como consecuencia de un defecto enzimático hereditario, la falta de glucosa-6-fosfatodeshidrogenasa, que es una enzima necesaria para la reducción del glutatión; y al digerir estas materias, se agota aun mas la forma reducida del glutatión por oxidación, por lo tanto se reduce la integridad de los glóbulos rojos, resultando en una anemia hemolítica (p. 13).

3.2.2.7: Uso del haba

ALARCÓN, A. (1994); señala que el follaje, las cáscaras de la semilla y las vainas ya desgranadas, sirven de alimento para cuyes, conejos, chanchos, vacas, etc; y las semillas secas sirven también como pienso para ganado vacuno, equino, porcino, etc. que lo comen con facilidad y les procura un gran alimento.

La planta del haba es una especie que ha sido incorporada al suelo como abono verde y constituye una fuente barata de material nitrogenado; al mismo tiempo es un cultivo que mejora el suelo por la fijación de nitrógeno (p. 12).

Todas las partes de la planta pueden ser utilizadas sea secas o verdes; siendo un excelente alimento por el alto contenido proteico que va de 22 al 25%. De sus semillas secas se obtiene harina muy nutritiva y asimilable, que sirve para hacer purés, cremas e incluso puede panificarse mezclada con harina de trigo. Se consume como "mute", también tostadas, cocidas y fritas o enconfitadas ⁶.

3.2.2.8: Composición química de la harina de haba

Las TABLAS PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS (1996); indican la composición química proximal, mineral y vitamínica de la harina de habas en comparación con la harina de trigo, además del haba seca sin cáscara (Tabla N° 11) (pp. 31-32).

A través de las diferentes operaciones unitarias para la obtención de harina de haba se ha mejorado su valor nutricional, debido a la destrucción de los factores antinutricionales aumentando así el valor de las proteínas, calorías, carbohidratos, fibra, tiamina y ácidos ascórbico reducido. Además se observa que en el haba seca sin cáscara el contenido de calcio es de 48mg/100g incrementándose notablemente en la harina de haba a 67 mg/100g.

⁶ INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. (2002). Proyecto INFOAGRO. La casa de la agricultura. Obtenido del internet el 15 de agosto de 2005: (HIPERVINCULO "<http://www.infoagro.gov.com>" <http://www.infoagro.gov.com>)

TABLA N° 11**COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL HABA SECA, HARINA DE HABA Y
HARINA DE TRIGO
(Por 100g de porción comestible)**

Composición	Haba seca sin cáscara	Harina de habas	Harina de Trigo
Calorías (kcal)	335	343	359
Humedad (g)	13.6	11.9	10.8
Proteínas (g)	24.3	25.9	10.5
Grasa (g)	2.40	1.9	2.0
Carbohidratos (g)	55.3	59.6	74.4
Fibra (g)	1.80	4.4	0.9
Ceniza (g)	2.80	2.3	0.6
Ca (mg)	48	67	40
P (mg)	395	393	125
Fe (mg)	8.00	6.70	0.80
Tiamina (mg)	0.34	0.36	0.14
Riboflavina (mg)	0.31	0.27	0.08
Niacina (mg)	3.40	2.84	0.21
Ac. Ascórbico reducido (mg)	2.40	4.70	0.00

Fuente: Instituto Nacional de Salud (1996)

3.2.3: Aspectos generales del salvado de trigo

3.2.3.1: Definición del salvado de trigo

FOX, B y CAMERON, A. (1999); señala que el salvado es la cubierta exterior del grano de trigo que consiste en varias capas diferentes y constituye cerca del 15% de todo el grano (p. 152).

En la Figura N° 5 se distingue al endospermo, el germen y al salvado de trigo que está conformado por: epidermis, hipodermis, capas cruzadas, capa tubular, testa de la semilla, tejido nuclear.

3.2.3.2: Obtención del salvado de trigo

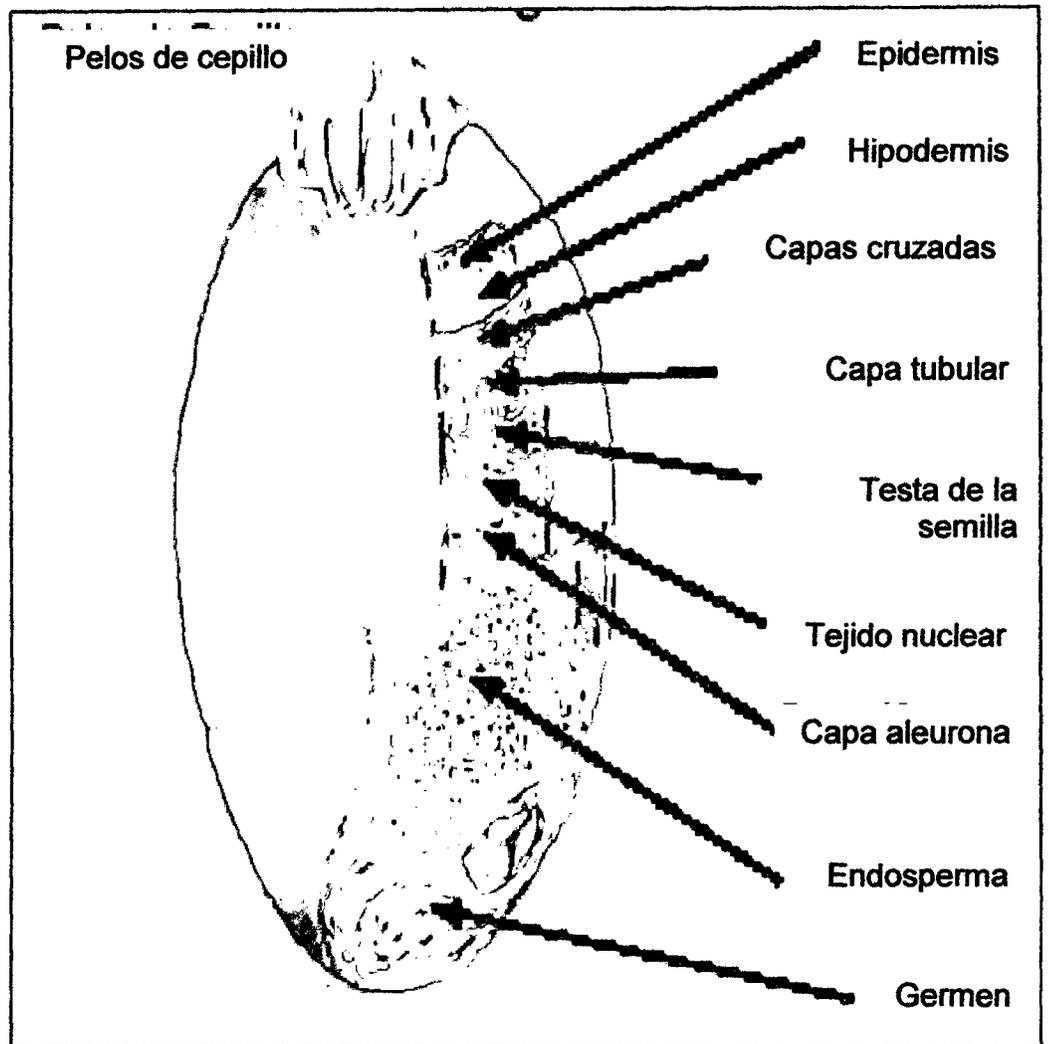
El salvado de trigo se obtiene a través de la molturación que consiste en la reducción del grano a polvo o a menudos trozos, de esta manera se obtiene la harina (HOSENEY, C. 1991, p. 65).

La molienda es un proceso mecánico muy complicado destinado a la separación del salvado, el endospermo y el germen. Lo primero es acondicionar el grano a una humedad óptima de 15%, sólo dejando que las capas de salvado exteriores se humedezcan ayudando a la separación del salvado interior y exterior (MANLEY, D. 1989, p. 5).

FOX, B y CAMERON, A. (1999); mencionan que en el proceso de molturación se ven los siguientes pasos: la limpieza del grano a través de

FIGURA N° 5

CARIÓPSIDE DEL TRIGO



Fuente: <http://www.satake.co.uk>

un separador mecánico que elimina el material extraño y un restregador para separar la suciedad adherida; en seguida se da el atemperado con el objetivo que el salvado endurezca y se resista a ser dividido en pequeños trozos, además de suavizar el endospermo para facilitar la molienda. Obtenido el salvado se inicia la molienda donde el endospermo y semolina (pequeñas partículas de endospermo) pasan a través de una serie de pares de rodillos y mallas sucesivas en las que todavía se va a obtener residuos de salvado extremadamente delgados con poco o nada de endospermo adherido. (p. 155)

La humedad que se añadió se va con el salvado y no afecta al contenido de humedad del endospermo. En algunos casos el salvado se seca antes de volverse a mezclar con las fuentes de salvado procedentes del sistema de molienda, lo que se lleva a un tamaño uniforme al final del proceso⁷.

3.2.3.3: Composición química del salvado de trigo

QUAGLIA, G. (1991); menciona que el trigo es buena fuente de tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina y zinc, y debido a procesos de molienda se pierde gran parte de ellos; los mismos que se encuentran en su mayoría en el salvado (p. 17).

⁷ SATAKE.co.uk (2005). El sistema del siglo XXI para moler harina. El sistema PeriTec. Obtenido en internet el 14 de julio 2005: (HIPERVINCULO "<http://www.satake.co.uk>" <http://www.satake.co.uk>).

MANLEY, D. (1989); indica que la primera clasificación de la harina se basa en la cantidad de salvado. El salvado contiene el mayor porcentaje de sustancia mineral alrededor de 6.3% en comparación con el endospermo (0.7%) y el germen (4.5%) (véase Tabla N° 12), una harina con mayor cantidad de salvado presenta más cenizas (p. 7).

Contiene una elevada proporción de vitamina B y alrededor de 50% de los elementos minerales presentes en el grano y consta principalmente de celulosa, la cual es indigerible por los humanos (FOX, B y CAMERON, A. 1999, p. 152).

El salvado de trigo presenta altos niveles de fibra insoluble, también contiene altos niveles de ácido fítico (inositol hexafostato) y ligninas, fitoquímicos que han demostrado inhibir el crecimiento *in vitro* del cáncer mamario, especialmente en la fase promocional y cuando es agregado a una dieta alta en grasas (PEÑA, J. 1999).

RICKARD; S. (1999); indica que el ácido fítico es un potente antioxidante y su nivel en el salvado de trigo es relativamente alto, oscilando entre 3 a 6% (p. 315).

3.2.3.3.1: Importancia de la fibra dietética

La sociedad actual ha dejado de comer fibra por comer azúcar y harinas refinadas, incorporando a su dieta altas dosis de hidratos de carbono

TABLA N° 12**COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ENDOSPERMO, GERMEN Y SALVADO
DE TRIGO**

Componentes	Endospermo (%)	Germen (%)	Salvado (%)
Humedad	14.0	11.7	13.2
Proteínas	9.6	28.5	14.4
Grasa	1.4	10.4	4.7
Ceniza	0.7	4.5	6.3
Carbohidratos	74.3	44.9	61.4
Almidón	72.0	14.0	8.6
Hemicelulosa	1.8	6.8	26.2
Azúcares	1.1	16.2	4.6
Celulosa	0.2	7.5	21.4
Carbohidratos totales	74.1	44.5	60.8
Suma de las fracciones	99.8	99.6	99.4

Fuente: MANLEY, D. (1989)

simples de escaso valor nutritivo y alto valor glucogénico precipitando incrementos desmesurados de glucosa y colesterol en la sangre; no todas ellas aptas como reserva energética. El consumo en el pasado de fibra dietética era de 10 a 100 gramos diarios; hoy en día en países en vías de desarrollo suele aportar no más de 15 gramos (FERNÁNDEZ, Marcelo, 1994, p. 77).

En los diabéticos cuando la fibra es un componente de una comida, evita el aumento de la tasa de azúcar en la sangre. La fibra engloba parte del colesterol presente en el intestino y reduce su absorción. Ayuda a evitar el estreñimiento aumentando el volumen de las heces y disminuyendo el tiempo de tránsito por el intestino, colabora en la prevención de la constipación, la hemorroides, la hipertensión arterial y los cálculos biliares, provoca un efecto protector contra el cáncer al colon, cáncer del estomago, del recto, en la carcinogénesis mamaria; además favorece el adelgazamiento por la sensación de saciedad que provoca; manteniendo un equilibrio entre la absorción y eliminación de las calorías y nutrientes necesarios para una adecuada alimentación; el requerimiento debería ser de 25-35 gramos/diarios⁸.

⁸ DIABETES.com.pe es un site dedicada a personas que sufren de diabetes. (HIPERVINCULO "<http://www.diabetes.com.pe>" <http://www.diabetes.com.pe>).

La fibra dietética cubre hasta el 30% de las necesidades energéticas de una persona sana; se ha comprobado que es capaz de fijar determinados minerales como el calcio, fósforo, magnesio, hierro (SIMEON, N. 2005, p. 28).

GODENZI, A. (2002); señala que el término de fibra dietética se utiliza para describir aquellas partes de la dieta que no son descompuestas por las enzimas del estómago y el intestino delgado y por consiguiente pasan al intestino grueso sin experimentar cambio alguno (p. 11).

El hecho de que la fibra escape a la acción de las enzimas digestivas, no significa que no se degrade y metabolice en el organismo en mayor o menor grado. Una parte de la misma fibra (fibra dietética soluble FDS), sufre un proceso de fermentación en el colon, dando lugar a compuestos que el organismo absorbe y metaboliza. Y la fracción insoluble (fibra dietética insoluble FDI) apenas sufre procesos fermentativos y tiene un efecto más marcado en la regulación intestinal (CALLEJO, M. 2002, p. 29).

Toda fibra dietética llega al intestino grueso en forma inalterada, las enzimas de las bacterias del colon tienen gran actividad metabólica, y pueden digerir en mayor o menor medida la fibra. El ciego es el receptáculo donde se almacenan durante un tiempo las heces y donde las

bacterias intestinales degradan la fibra. Moléculas complejas son desdobladas (hexosas, pentosas, alcoholes) sirviendo de sustratos a otras bacterias que a su vez la degradan a ácido láctico, metano acetato, propionato y butirato (estos 3 últimos ácidos grasos de cadena corta AGCC). Los AGCC que se han producido en la fermentación absorben los minerales (calcio, fósforo, sodio); la fibra dietaria mantiene el equilibrio ecológico del colon y el tropismo de los tejidos que constituyen su pared (SIMEON, N. 2005, p. 29).

En la Figura N° 6 se observa la fermentación de la fibra en el intestino grueso.

3.2.3.4: Requerimiento de fibra dietética para adultos

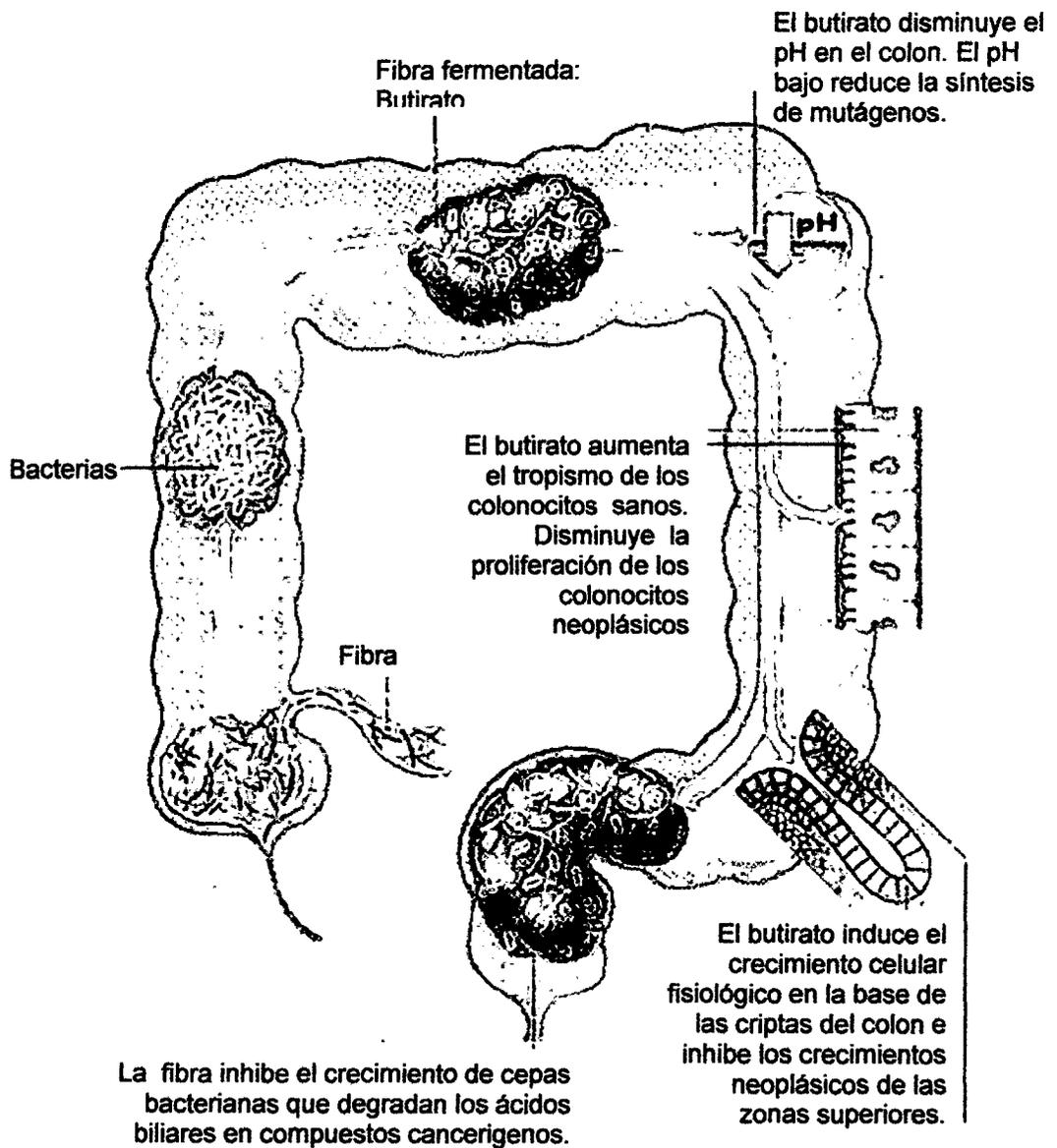
Si bien todavía no existe una ingesta diaria recomendada para esta sustancia, el panel de expertos en fibra dietética de la Federación de Sociedades Americanas para la Biología Experimental y la Asociación Americana de Diabetes de Estados Unidos recomiendan entre 20 y 35 gramos al día para un adulto promedio, cifra que debería reducirse para niños y ancianos⁹.

En general se recomienda un consumo entre 30 y 40 gramos por día, en el caso de la mujer, el estudio de sus diferencias fisiológicas con el

⁹ GOMEZ – ALVAREZ SALINAS, P (2006). Fibra alimentaria y salud. Requerimientos en función de la edad. Obtenido en internet el 15 de marzo 2006: (HIPERVINCULO "<http://www.fibrasalud.com>." <http://www.fibrasalud.com>.)

FIGURA N° 6

FERMENTACIÓN DE LA FIBRA DIETÉTICA EN EL INTESTINO GRUESO



Fuente: SIMEON, N. (2005)

hombre nos hace ver la importancia de la fibra en relación con enfermedades o trastornos comunes en ella. Así, una mujer de cada dos sufre estreñimiento, mientras que sólo lo padece uno de cada cuatro varones¹⁰.

3.2.3.5: Uso del salvado de trigo

La Empresa GRANO DE ARO, (2005); menciona que el salvado de trigo se convierte en ingrediente culinario; por su fina textura permite una fácil combinación con jugos, leche, agua, yogurt, etc. Se puede emplear para hacer mazamorras y salsas (dulces y saladas) ya que ayuda a que se espesen y tengan una mejor consistencia; sustituyendo a la harina en la elaboración de kekes, tortas, galletas, etc.

3.2.3.6: Fuentes de fibra dietética

Especialmente los cereales, frutas, verduras y hortalizas, contienen importantes cantidades de "fibra dietética" la cual está formada por celulosa, pectina y lignina (TYLER, D. y CRAWLEY, S. 1987, p. 5).

En la Tabla N° 13 se puede observar que la principal fuente de fibra dietética es el salvado de los cereales y en la Tabla N° 14 se detalla el aporte de fibra de algunos productos.

¹⁰ NESTLE.cl es un site dedicada a la nutrición. (HIPERVINCULO "<http://www.nestle.cl/nutricion/lafibra>" <http://www.nestle.cl/nutricion/lafibra>).

TABLA N° 13

PRINCIPALES FUENTES DE FIBRA DIETÉTICA

Alimentos	%
Salvado de los cereales	40
Harina integral	8
Harina blanca	3
Legumbres secas	10-16
Hortalizas y frutas	1.5-3
Frutas secas	5-14

Fuente: VILLASEÑOR, S. (2005) Kellogg's América Latina

TABLA N° 14**CONTENIDO DE FIBRA DIETÉTICA EN ALIMENTOS**

Producto	Fibra dietética total (%)
Salvado de trigo rojo y/o blanco	40-50
Germen de trigo desgrasado	20
Salvado de arroz estabilizado	30-40
Salvado de arroz	46-50
Germen de arroz	35-40
Fibra de grano malteado (centeno, arroz)	31
Germen de avena	15-22
Salvado de avena	26
Fibra de manzana	43
Fibra de grosella negra	43
Arándano seco	6-8
Peras secas	13-14
Pasas secas	45

Fuente: VILLASEÑOR, S. (2005) Kellogg's América Latina

3.2.4: Aspectos generales del germinado de trigo

3.2.4.1: Definición del germinado de trigo

El trigo que ha pasado por un periodo de germinación mejora su calidad alimenticia y su valor nutricional, aumentando drásticamente el contenido de ácido ascórbico y existiendo una alta concentración de un número de vitaminas¹¹.

SAVINO, P. (1995); menciona que los granos de cereales son alimentos concentrados y debido a su bajo contenido de agua y su riqueza en hidratos de carbono complejos (almidón) y proteínas, no pueden consumirse crudos, necesita pasar por un tratamiento (pre-digestión) para facilitar su asimilación por el organismo. En cambio, los germinados están ya predigeridos y se asimilan muy bien por nuestro organismo (p. 158).

3.2.4.2: Obtención del germinado de trigo

La empresa Agroindustrias Floris S.A.C (2005); señala que el trigo pasa por una serie de cambios físico y químicos, liberación de enzimas que se asemejan a los realizados durante el proceso tecnológico del malteo. Las etapas para el germinado de trigo "SANTA NATURA" son: el grano de trigo seleccionado y limpio se remoja en agua durante 12 horas en un ambiente oscuro a una temperatura de 15°C, luego es lavado y

¹¹ HOLISTIKA.net/nutricion (2003, 19 de marzo). Pan esenio (Pan de trigo germinado). Obtenido en internet el 10 de febrero de 2005: HIPERVINCULO "<http://www.holistika.net/nutricion>" <http://www.holistika.net/nutricion>

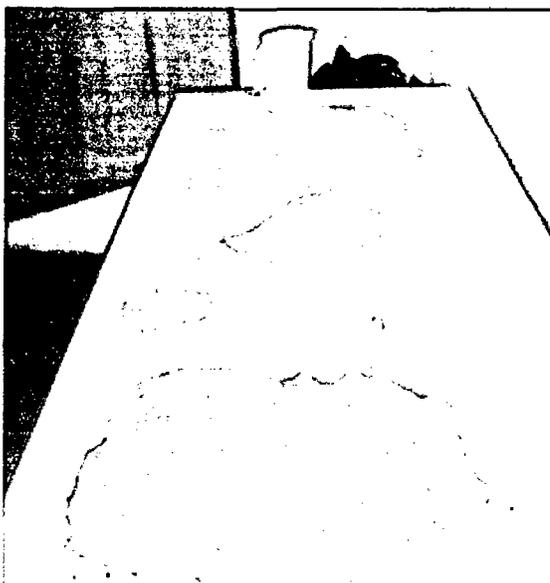
desinfectado, a continuación se realice la siembra por un periodo de 7 días (ambiente oscuro, temperatura de 15°C) , durante dicho tiempo se debe regar 2 veces al día ; transcurrido los 7 días se desinfecta para luego proceder a su cosecha, enseguida pasa por un proceso de secado y molienda para obtener el producto terminado (Véanse Figuras 7 al 10).

El remojo tiene como objetivo introducir agua por difusión dentro del grano para permeabilizar el almidón y activar las enzimas logrando su migración a través del endospermo. El embrión toma rápidamente el agua logrando activarse creando una gran demanda de oxígeno debido a que la respiración aumenta por lo que es necesario el riego diario, de lo contrario se produciría dióxido de carbono, etanol, etc por procesos fermentativos (p. 11).

En la base del grano aparecen raicillas y se va desarrollando la plúmula, el endospermo se vuelve friable, este fenómeno se llama "desagregación de la malta". Terminada la desagregación hay que detener la germinación controlando la acción de las enzimas, por lo cual la humedad debe llevar por debajo del 5% por medio de un secado, que busca eliminar el agua sin dañar el poder enzimático (QUINDE, Z. 1995, p. 13).

FIGURA N° 7

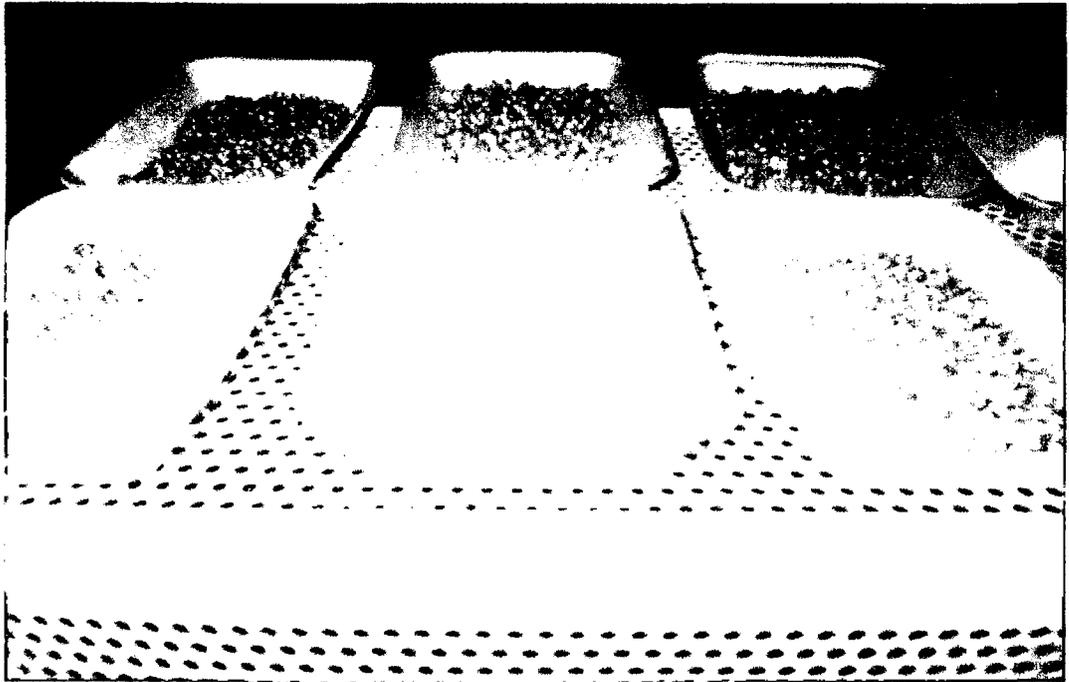
SELECCIÓN Y LIMPIEZA DEL GRANO DE TRIGO



Fuente: Agroindustrias Floris S.A.C.

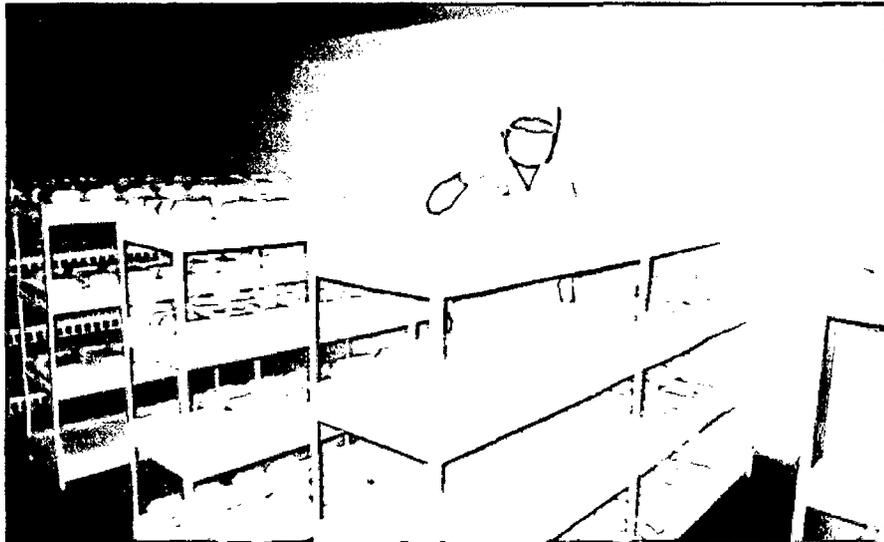
FIGURA N° 8

SIEMBRA DEL GRANO DE TRIGO



Fuente: Agroindustrias Floris S.A.C.

FIGURA N° 9
RIEGO DEL GERMINADO DE TRIGO



Fuente: Agroindustrias Floris S.A.C.

FIGURA N° 10

**AMBIENTE DONDE SE DESARROLLA EL PROCESO DE
GERMINACIÓN**



Fuente: Agroindustrias Floris S.A.C.

APARCANA, S. (1999); menciona que durante la siembra el embrión pasa a un estado de actividad y secreta enzimas que se difunden por todo el endospermo; primero disuelven las paredes celulares, luego desdoblan el almidón, las proteínas, los fosfatos orgánicos, las grasas, etc. Las enzimas que se liberan en este proceso son citasa, fosfatasa, fitasa, hemicelulosas, proteasas, peroxidasa, catalasas y las amilasas que actúan al final. Las sustancias de elevado peso molecular se movilizan al embrión para formar nuevos tejidos, existe un aumento considerable de la actividad respiratoria, es cuando el almidón se convierte en CO₂ y agua. La pérdida de materia seca por la germinación esta entre 4% y 8% (p. 33).

El gusto del producto final proviene de las reacciones entre azúcares y aminoácidos que forman compuestos melanoidinos, productos coloreados y aromáticos, incluso durante la primera fase del secado (VALDEZ, J. 1995, p. 47).

3.2.4.3: Cambios químicos por efecto del malteo

Durante el malteo se presentan cambios substanciales en las cantidades y en la disposición de los componentes del grano de trigo.

El contenido de almidón permanece constante durante el remojo y empieza a caer durante la germinación en un 5 – 10% debido a la formación de carbohidratos simples y de material estructural de las raicillas por el aumento sustancial de las enzimas. Al comienzo hay una

disminución de la concentración de sacarosa para luego aumentar durante el secado. La glucosa, fructuosa, maltosa y otros oligosacáridos complejos aumentan substancialmente el cuarto y siguientes días de germinación (CALLEJO, M. 2002, p. 181).

GARCIA, S. (2002); menciona que la digestibilidad y la calidad proteínica se refleja en un incremento en los niveles de algunos aminoácidos limitantes. Un 10% de las reservas proteicas son movilizadas durante el crecimiento e incorporadas en el desarrollo del embrión. Los aminoácidos presentes en el grano disminuyen ligeramente como resultado de materiales lixiviados en el agua, por otro lado las endopeptidasas, peptidohidrolasas, carboxipeptidasas y aminopeptidasas hidrolizan las proteínas a polipéptidos, los péptidos hasta aminoácidos como la aspargina, alanina, leucina, lisina, prolina, valina, histidina, triptofano y glutamina (p. 25).

Además, alrededor de un 10% del contenido graso se consume en los procesos respiratorios del embrión, el ácido oleico y linoleico son reducidos mientras el ácido palmítico se incrementa. También se observó que el contenido de tiamina y vitamina B1 se mantienen constante mientras que existe un aumento notable de la riboflavina, el ácido nicotínico, ácido pantoténico y la biotina. Se produce una pronunciada síntesis del ácido ascórbico que se reduce por efecto del secado. Mientras

que el contenido de cenizas no cambia durante la germinación y solo se registra una pequeña reducción por su traslado a las raicillas y a la pérdida por lixiviación durante el remojo (ALTES, A. NATURAL FOOD INSTITUTE 2003, p. 125).

3.2.4.4: Composición química del germinado de trigo

La empresa SANTA NATURA, (2005); señala que el germinado de trigo es una enorme fuente de nutrientes, enzimas, hormonas del crecimiento y antioxidantes. Además contribuye de forma importante al aporte de fibra en la dieta.

GELINEAU, Cl. (2002); menciona que los granos recién germinados presentan gran cantidad de clorofila, vitaminas, minerales, oligoelementos, ácidos grasos poliinsaturados, ácido fólico y otras sustancias vitales. Entre las vitaminas pueden citarse: A, B1, B6, B12 (difícil de encontrar en los vegetales), C, E, ácido fólico, pantoténico, además de colina. También poseen calcio, magnesio, cobre cinc, yodo y potasio, junto con los aminoácidos esenciales (p. 101).

Los germinados elevan su valor nutritivo, parecido al de las frutas y verduras por su contenido en agua, vitaminas, minerales y enzimas; con buen balance de aminoácidos y clorofila, estimulando los procesos digestivos¹².

Un grano entero presenta un contenido de Fósforo (423 mg), Magnesio (133 mg), Calcio (14 mg) / (por 100 gr); en comparación con un grano germinado que presenta un contenido de Fósforo (1050 mg), Magnesio (342 mg), Calcio (71 mg) / (por 100 gr)¹³.

3.2.4.5: Importancia del germinado de trigo

La empresa SANTA NATURA, (2005); indica que el germinado de trigo ayuda a mantener un cuerpo joven, fuerte y vital, embellece la piel, cabellos y mejora la digestión eliminando el estreñimiento. Además, es un gran depurador y desintoxicante del organismo, limpia la sangre del colesterol y ácido úrico, fortalece el sistema inmunológico.

El germinado de trigo debería incorporarse a la dieta habitual, especialmente en niños durante su crecimiento, en casos de anemia, desmineralización, descalcificación, embarazo o fatiga, así como también en los períodos de lactancia y en la vejez. El proceso de germinación produce una pre-digestión de ciertas lectinas, responsables de ciertos tipos de alergia al trigo en individuos del grupo O¹³.

¹² ALIMENTACION-SANA.com.ar. (2005). Alimentos fermentados y germinados. Obtenido el 08 de mayo de 2005: HIPERVINCULO "<http://www.alimentación-sana.com.ar>" www.alimentación-sana.com.ar.

¹³ EXPLORED.com.ec (1998). El Trigo Germinado. Guía medica. 2 vols. Obtenido en internet el 14 de junio de 2005: HIPERVINCULO "<http://www.explored.com.ec>" <http://www.explored.com.ec>

Su consumo se recomienda en casos de anemia por su riqueza en clorofila, por poseer efectos antianémicos y también para personas con el estómago delicado¹².

Además tiene un poderoso efecto regenerador y curativo el germinado "brotes", impide el desarrollo del cáncer, ayuda a corregir la anemia, equilibra la presión arterial, alivia el estreñimiento, aumenta la actividad hormonal, hace que desaparezcan las canas y por sobre todas estas propiedades ayudan a desintoxicar el organismo de los agentes contaminantes presentes en nuestro medio ambiente¹¹.

3.2.4.6: Uso del germinado de trigo

Cada vez son más conocidos y aceptados los alimentos germinados tradicionales, como la soja, típica en extremo Oriente; las judías y guisantes, de la India; el trigo, de Oriente Medio; o las bebidas de cereales, como la malta elaborada a partir de cebada germinada¹⁴.

La germinación del grano de trigo es una de las mejores maneras de servirse del trigo entero, ya que una vez germinados son más nutritivos y fáciles de digerir. Las semillas así tratadas se incluyen en la dieta, crudos

¹⁴ BARALLA LUGO, J. (2005, 17 de enero). Germinado de trigo. Productos germinados. Obtenido en internet el 18 de marzo de 2005: HIPERVINCULO "<http://www.productosnaturales.zoa.com>"
<http://www.productosnaturales.zoa.com>.

en ensalada, salteados, en tortillas, para acompañar sopas y arroces combinados, como relleno de pizzas, guisados con diferentes tipos de salsas, en jugos batidos y en la elaboración de pan¹² (véase Figura N°11).

3.2.5: Aspectos generales de galletas

3.2.5.1: Definición de galletas

Según INDECOPI NTP 206.001 (1981); menciona que las galletas son productos de consistencia más o menos dura y crocante, forma variable, obtenidas por el cocimiento de masas preparadas con harina, con o sin: leudantes, leche, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes, conservadores y otros ingredientes permitidos debidamente autorizados.

3.2.5.2: Requisitos generales de galletas

La norma técnica peruana 206.001-1981 establece los requisitos generales para galletas, las cuales son las siguientes:

- Deberán fabricarse a partir de materias primas sanas y limpias, exentas de impurezas de toda especie y en perfecto estado de conservación.

FIGURA N° 11

**CONSERVA DE GERMINADO DE TRIGO
(SEMILLAS DE TRIGO DE CULTIVO ECOLOGICO)**



Fuente: <http://www.productosnaturales.zoa.com>

- Será permitido el uso de colorantes naturales y artificiales autorizados para este tipo de productos.

3.2.5.3: Requisitos físico, químico y microbiológico

Las cantidades máximas permisibles para los requisitos físicos químicos de galletas son los siguientes: (INDECOPI NTP 206.001:1981)

Humedad: 12%

Índice de peróxidos : 5meq O₂ / kg grasa

Acidez (expresada en ácido láctico): 0.10%

Los resultados de las determinaciones de acidez se refieren a un contenido del 12% de humedad máxima en el producto.

Los requisitos microbiológicos consideran que deberán estar exentas de microorganismos patógenos (INDECOPI NTP 206.001:1981)

Según la NORMA SANITARIA SOBRE CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO MASIVO, (2002); en la Tabla N° 15 se indica los criterios microbiológicos para productos de panadería y pastelería.

TABLA N° 15

CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS

Familia: Productos de Panadería Y Pastelería.

Sub-Familia: Pan y Masas Horneadas Sin Relleno.

Agentes microbianos	Categoría	clases	n	c	Limite por g / ml	
					m	M
Mohos y levaduras	3	3	5	1	10^2	10^3

Fuente: Norma sanitaria sobre criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo masivo, (2002)

3.2.5.4: Función de los ingredientes en la elaboración de galletas

3.2.5.4.1: Harina de trigo

Una galleta con buenas cualidades necesita una harina absolutamente blanca y que sea más fina que las utilizadas en panificación; además que cuente con gluten relativamente débil y fácil de estirar (para galletas dulces), es posible cambiar la naturaleza del gluten de una buena harina adicionando agentes reductores o enzimas hidrolizantes de la proteína para debilitar el gluten (MANLEY, D. 1989, p. 10).

La harina galletera debe tener un gluten blando, poco tenaz y muy extensible, la masa no debe contraerse ni amigarse después de laminada; si la harina resulta demasiado fuerte, provoca contracción de la masa dando piezas compactas y reducidas (SMITH, W. 1972).

QUAGLIA, G. (1991); menciona que las harinas galleteras se obtienen de trigos flojos de bajo contenido proteico. De acuerdo al contenido proteico de las harinas galleteras se tiene la siguiente clasificación:

Galletas dulces: harinas débiles entre 7 y 8%

Galletas fermentadas: harinas medianas entre 8 y 9%

Galletas esponjosas: harinas fuertes entre 8.5 y 10%. (p. 38)

FOX, B y CAMERON, A. (1999); señalan que entre otras características la harina galletera deberá tener como máximo una humedad de hasta 15%,

siendo la extracción entre 70% a 72% con un contenido de cenizas de alrededor de 0.4%" (p. 152).

3.2.5.4.2: Grasa

Las grasas son ingredientes fundamentales de las galletas influyendo en su calidad, mejorando la textura haciéndola suave, y considerando que un exceso de grasa puede ser perjudicial debido a la rancidez (MANLEY, D. 1989, p. 56).

QUAGLIA, G. (1991); indica que la grasa conjuntamente con el azúcar, es el ingrediente que interviene en mayor proporción después de la harina enriqueciendo y mejorando el valor nutritivo del producto, tiene un efecto ablandador sobre la masa produciendo una galleta de contextura blanda, suave al paladar (p. 135).

Entre las grasas más empleadas en galletería se tiene la mantequilla, la margarina y las grasas vegetales (hidrogenadas) esta última ampliamente difundida por su bajo costo y buenas características (p. 146).

3.2.5.4.3: Azúcar blanca

El azúcar aumenta el valor nutritivo del producto, tiene un efecto ablandador cuando se le emplea conjuntamente con la grasa e imparte sabor (QUAGLIA, G. 1991, p. 126).

MANLEY, D. (1989); señala que el azúcar tiene un efecto suavizante y causa la reacción de Maillard que al reaccionar con algunos aminoácidos de la proteína a temperaturas altas dan una apariencia de caramelización, esta reacción es importante para la obtención de tonos tostados en la superficie de las galletas (p. 54).

El tamaño de los cristales de azúcar es muy importante para la expansión de la galleta. El azúcar granulada causa una mayor expansión de la galleta; sin embargo, el azúcar fina o el azúcar muy tosca no son capaces de provocar la expansión deseada, es por ello que el azúcar rubia no promueve la expansión como lo hace el azúcar de granulometría regular y fina, dando como resultado un cremado eficaz (p. 39).

3.2.5.4.4: Leche

Es utilizada para dar un sabor delicado a la masa, mejorar la textura, el color, la absorción de agua y las propiedades de expansión en los productos horneados (SMITH, W. 1972).

Se prefiere en polvo por su estabilidad, puede usarse leche entera si es que se desea mantener el sabor de la grasa, la cual ejerce un efecto de acortamiento en la masa que se refleja como un debilitamiento o ruptura de cualquier estructura de gluten que pueda estar presente (p. 90).

3.2.5.4.5: Agua

Se le considera como material de unión que imparte tenacidad a la estructura, interviene directamente en la formación del gluten, actúa como un catalizador que permite que se produzcan cambios en otros ingredientes ayudando a producir una textura rígida después de la cocción (p. 120).

3.2.5.4.6: Agentes menores

a). Sal

Este ingrediente se utiliza por su capacidad de dar sabor, por su propiedad de potenciar los sabores, reforzar el gluten, producir masas menos adherentes, su concentración ideal es alrededor de 1 – 1.5% del peso de la harina, para galletas dulces se usa cerca de 1.1% de sal o menos, mientras que las saladas desde 1.10% a 1.5% sin demostrar un sabor salino en el producto. Con un 2% de sal la acción de las enzimas es insignificante (p. 123).

b). Agentes leudantes

Sirve para darle a los productos horneados una textura abierta y sedosa; también para darle mayor uniformidad, simetría y volumen; un control parcial del color y sabor mediante regulación de la acidez o alcalinidad (pH) de la masa galletera. El leudante más usado es el bicarbonato de sodio, debido a su bajo costo, ausencia de toxicidad, fácil manipulación y gran pureza (MANLEY, D. 1989, p. 124).

c). Emulsionantes

QUAGLIA, G. (1991); indica que son sustancias que tienen como función estabilizar las mezclas de dos tipos de líquidos inmiscibles tal como el aceite y el agua. Contribuye al sabor, incrementa el efecto cortador de las grasas y promueve el esparcimiento de este sobre las partículas de azúcar y harina, reduciendo el tiempo de mezclado lo que mejora la suavidad de la masa, la adhesividad y gelatinización del almidón, además de lubricar las masas pobre en grasas (p. 171).

d). Enzimas

El uso de enzimas es importante para degradar almidones y producir azúcares usados en la fermentación (galletas saladas), actualmente se está descubriendo la importancia de las enzimas proteolíticas. La efectividad de la harina de haba como aditivo orgánico debido a su contenido de diastasa que facilita la degradación del almidón modificando la resistencia del gluten en la masa (p. 182).

3.2.5.5: Etapas para la elaboración de galletas

En la actualidad existen diferentes formulaciones y metodologías usadas en la elaboración de galletas, las cuales se diferencian en el porcentaje de los ingredientes utilizados y diversidad de los mismos, así como en la variación en el procesamiento de acuerdo a la maquinaria, al criterio del panificador y el tipo de galleta deseado.

La elaboración de galletas sigue cuatro pasos y se diferencian en el orden que se agregan los ingredientes.

3.2.5.5.1: Mezclado

El término mezclado cubre una serie de operaciones; la mezcla de ingredientes para formar una masa uniforme, la dispersión y la disolución de sólido en líquido, la manipulación de la masa que estimula el desarrollo del gluten, la subida de temperatura y el esponjamiento de la masa disminuyendo su densidad (MANLEY, D. 1989).

SMITH, W. (1972); señala que existen tres formas de realizar el mezclado de los ingredientes:

a). Cremado

Consiste en mezclar algunos ingredientes con grasa con finalidad de obtener una crema, luego continuar con la adición de la harina que se puede realizar en dos o tres etapas:

- En el cremado de dos etapas se mezcla todos los ingredientes incluyendo el agua con excepción de la harina y el agente químico (bicarbonato de sodio) por un periodo de tiempo de 4 a 10 minutos. De acuerdo al tipo y velocidad de mezclado se agrega la harina y el bicarbonato de sodio continuando con el mezclado hasta lograr la consistencia deseada.

- En el cremado de tres etapas, la primera etapa consiste en mezclar la grasa, el jarabe, la cocoa, etc, hasta obtener una crema suave, luego se prosigue agregando emulsificante con agua. En la segunda etapa se adiciona la sal, saborizante y el resto del agua y se mezcla bien para mantener la crema. Finalmente en la tercera etapa se le agrega la harina y el bicarbonato de sodio.

b). Mezclado “todo en uno”

Los ingredientes son mezclados en una sola etapa; una parte del agua se usa para disolver los agentes químicos, saborizantes y colorantes y luego prosigue con el mezclado hasta obtener una masa satisfactoria.

c). Amasado

Este mezclado consta de dos etapas; en la primera etapa se mezcla la grasa, azúcar, jarabes, harina y ácidos, hasta obtener una masa corta. En ésta etapa la harina es cubierta por una crema evitando la formación del gluten. En la segunda etapa se agrega el agua, leche, agentes alcalinos, sal, etc, que se mezclan hasta formar una masa homogénea

3.2.5.5.2: Moldeado de la masa

MANLEY, D. (1989); menciona que con el estiramiento de la masa se consigue desarrollar el gluten a partir de las proteínas hidratadas de la harina y originar una expulsión del aire (p. 285).

3.2.5.5.3: Horneado

Es el proceso donde se elimina casi todo el agua, obteniéndose galletas con 2.5% a 3% de humedad, es un etapa muy corta, puede durar 15 minutos dependiendo el tipo de galleta. Durante la cocción se producen variaciones importantes como una gran disminución de la densidad del producto, acompañada por el desarrollo de una textura abierta y porosa; disminución del nivel de humedad de 1% a 4%; cambio de color de la superficie. Además se origina el derretimiento de la grasa y la formación del gas que ocasiona la expansión y aumento del tamaño de las galletas. También se produce una gelatinización del almidón, coagulación de las proteínas, liberación de los gases de los componentes químicos esponjosos, expansión de las burbujas de estos gases que hace aumentar la presión de vapor del agua dentro de ellos, la ruptura y coalescencia en algunas burbujas, pérdida de vapor de agua en la superficie seguido por la emigración de la humedad de la superficie (MANLEY, D.; p. 328).

A 54°C se produce la gelatinización del almidón, aumento en la absorción de agua por la galleta. A una temperatura mayor a 62.7°C las proteínas se coagulan dando una mayor consistencia a la galleta. A 73.8°C la coagulación es total y la proteína se hace más extensible. Finalmente a los 150°C se forman compuestos melanoideos que le dan color a la corteza y también ocurre una melanización de los azúcares (p. 331).

Los productos ricos en grasa y azúcar presentan una menor cantidad de agua, es decir la proteína está imperfectamente hidratada para formar más gluten, entonces la estructura de la masa se rodea de una matriz azucarada que no coagula completamente al incrementar la temperatura. La cocción produce la expansión de la longitud y el espesor de la galleta. La expansión debe ser controlada durante el proceso, los factores que favorecen la expansión son: la partícula gruesa de la harina, partícula fina de azúcar, masa blanda a medida que sube la temperatura, escaso amasado previo al reposo, bandeja engrasada, temperatura baja en la entrada del horno y alto pH de la masa. Mientras los factores que atenúan la expansión son: un poder superior de absorción de agua por la harina, una proporción de azúcar gruesa, masas frías y temperaturas superiores a la entrada del horno y un aumento en el tiempo de amasado. El factor de esparcimiento está relacionado directamente con la disponibilidad y movimiento del agua durante el horneado, una formación rápida de la corteza trae consigo una disminución en el índice de extensibilidad (MANLEY D.; p. 330).

3.2.5.5.4: Enfriamiento

Es necesario para las galletas ricas en azúcar ya que son muy blandas y plásticas cuando salen del horno y vuelven rígidas al enfriarse. Existe pérdida de humedad al enfriar las galletas, lo que es beneficioso para su calidad y duración en buen estado.

El cuarteamiento a través de la parte central de la galleta es el resultado de tensiones que se producen al enfriarse la galleta y son debidas a las alteraciones dimensionales asociadas con el equilibrio de humedad dentro de la galleta; esto se puede eliminar si la cocción es lenta y el enfriamiento gradual (p. 347).

3.2.5.6. Calidad del producto final en almacenamiento

MOYANO, L. (2002); indica que es evidente que el uso de materias primas que no tengan una calidad aceptable y malas condiciones higiénicas, acelerarán los cambios fisicoquímicos y la pérdida de calidad del producto final (p. 37).

Durante el almacenamiento las galletas pueden estar expuestas a deterioros fisicoquímicos y microbiológicos, así como la pérdida gradual de sus atributos de calidad debido principalmente a la permeabilidad del empaque. Las pruebas de permeabilidad a la humedad constituyen una parte significativa en la comprobación de la vida de almacenamiento. Los materiales de empaque constituyen el factor clave en la rentabilidad de la fabricación de galletas pues su misión es la protección contra la humedad, la resistencia al deterioro mecánico, actuar como barrera a la grasa, dar higiene y pantalla a la luz (p. 395).

Las galletas dulces son productos de larga vida con bajo contenido de humedad y alto contenido de grasas, las que deben ser protegidas del medio ambiente para extender su tiempo de vida y mantener sus características de calidad (MANLEY, D. 1989, p. 405).

GODENZI, A. (2002); señala que las galletas son higroscópicas y se reblandecen cuando absorben humedad, deben estar protegidos de la luz fuerte y si es posible del oxígeno atmosférico que inducirá al enranciamiento produciendo sabores desagradables por lo que estos productos deben estar adecuadamente empacados.

Las galletas esta expuesta a la oxidación de lípidos (rancidez oxidativa) por incorporación de oxígeno sobre los ácidos grasos. Esta reacción se caracteriza por el desarrollo de peróxidos y sus derivados como aldehídos y cetonas de bajo peso molecular los cuales afectan la calidad de las galletas generando cambios en la textura, olores y sabores desagradables (FENNEMA, M. 1993).

3.3: Definición de términos básicos

Una exposición resumida de la teoría científica que sustenta el trabajo de investigación y que contiene la organización conceptual, los postulados, los principios y las generalizaciones asumidas por la teoría, es la siguiente:

Sustitución parcial.- La sustitución significa colocar un producto sucedáneo que tenga la virtud para sustituir o reemplazar al producto original para los mismos fines; mientras que la sustitución parcial es el reemplazo parcial ya que se busca que no exista diferencia significativa con el producto original.

Galletería.- Es la ciencia que toma como base al cereal para enriquecerla con dos ingredientes principales la grasa y el azúcar y a partir de allí crear una gran variedad de productos horneados.

Operaciones unitarias.- Estudia principalmente la transferencia y los cambios de energía, la transferencia y los cambios de materiales los cuales se llevan a cabo por medios físicos pero también por medios químicos y biológicos.

Mezclado.- Es el mecanismo de formación de una masa viscoso – elástica con cualidades particulares de elasticidad y moldeabilidad, las cuales en su conjunto constituyen lo que se llama consistencia, a través de fenómenos como la dispersión que es la distribución homogénea de los materiales, la máxima disolución del sólido (azúcar) en líquido (manteca) por medio del cremado y el formado de la masa donde se consigue desarrollar el gluten a partir de las proteínas hidratadas de la harina.

Moldeado.- Es la operación unitaria que tiene como principio compactar y expulsar el aire, transformando la masa en una lamina de espesor uniforme que acumula algunas tensiones en la estructura del gluten y produce un pequeño aumento en la densidad del bloque de masa.

Horneado.- Es el mecanismo de transferencia de calor por conducción, convección y radiación que se verifica por una fuerza impulsora debido a una diferencia de temperatura por la cual el calor fluye de la región de alta temperatura a la de temperatura mas baja. Donde la radiación es la transferencia de energía que se hace al quemar el combustible dentro del horno de combustión, este calor llega a la superficie de las paredes metálicas de la cámara de cocción y a las fuentes que están en contacto directo con la masa pero en forma de calor por conducción ocurriendo un cambio de temperatura. Luego el calor por conducción cambia y pasa hacer por convección la que se realiza dentro de la pieza de masa por variación de temperaturas, siendo la mejor forma de transferencia de calor.

Enfriamiento.- Es la transferencia de gases al medio ambiente donde el aire que rodea a las galletas esta muy caliente y la humedad relativa muy elevada por la perdida natural de humedad en la superficie de las galletas pero después de un periodo se consigue el equilibrio de la humedad entre el medio y la galleta.

Permeabilidad.- En la transferencia de masa en sólidos existe la difusión de gases del medio ambiente a través de las películas de polímeros usadas en los empaques que va depender de la velocidad de absorción de humedad (permeabilidad) y de las propiedades químicas de los materiales de empaque.

CAPITULO IV

VARIABLES E HIPÓTESIS

4.1: Variables

4.1.1: Independientes

- Porcentaje de salvado de trigo
- Porcentaje de germinado de trigo

4.1.2: Dependientes

- Características sensoriales de la galleta (crocantes, color y aceptabilidad general)
- Composición proximal de la galleta
- Cantidad de fibra dietética de la galleta

4.1.3: Intervenientes

- Temperatura de horneado
- Tiempo de horneado

4.1.4: Indicadores

- Porcentaje de salvado de trigo: 5%, 10%, 15% y 20%
- Porcentaje de germinado de trigo: 5%, 10%, 15% y 20%

4.2: Hipótesis

4.2.1: Hipótesis general

- Elaborando galletas dulces con 20% de harina de haba y con "A" % de salvado de trigo y "B" % de germinado de trigo, se obtiene un producto final con buenas características sensoriales (crochantes, color y aceptabilidad general) dirigido para adultos.

4.2.2: Subhipótesis

- Añadir salvado y germinado de trigo en la formulación óptima de galletas dulces con 20% de harina de haba para adultos aumenta el contenido de fibra dietética.
- Galletas dulces con 20% de harina de haba y con sustitución parcial de la harina de trigo por salvado y germinado de trigo dirigido para adultos tiende a favorecer la composición proximal.

4.2.3: Hipótesis estadísticas

H₀: "La media de la aceptabilidad general en las galletas dulces con 20% de harina de haba no cambia al ser mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por salvado de trigo dirigido para adultos a un nivel de significancia de 0.05".

H₁: "La media de la aceptabilidad general en las galletas dulces con 20% de harina de haba cambia al ser mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por salvado de trigo dirigido para adultos a un nivel de significancia de 0.05".

H₀: "La media de crocantes (color, aceptabilidad general) en las galletas dulces con 20% de harina de haba y salvado de trigo (5%) dirigido para adultos no cambia al ser mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por germinado de trigo a un nivel de significancia de 0.05"

H₁: La media de crocantes (color, aceptabilidad general) en las galletas dulces con 20% de harina de haba y salvado de trigo (5%) dirigido para adultos cambia al ser mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por germinado de trigo a un nivel de significancia de 0.05".

4.3: Definición de variables

4.3.1: Definiciones constitutivas

- **Porcentaje de salvado de trigo.-** Cantidad de salvado de trigo expresado en porcentaje que sustituye parcialmente a la harina de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba para adultos.
- **Porcentaje de germinado de trigo.-** Cantidad de germinado de trigo expresado en porcentaje que sustituye parcialmente a la harina de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba para adultos.

- **Características sensoriales.-** Mide, analiza e interpreta reacciones a ciertas características de alimentos que son percibidas por nuestros sentidos.

Crocantes: Características de la galleta detectada por los sentidos del tacto y el oído, se manifiesta cuando la galleta sufre una deformación.

Color: Impresión que produce a la vista los rayos de la luz reflejada en la galleta, convirtiéndose en un atributo del mismo y, por ende, en una característica sensorial. El color interfiere significativamente en evaluaciones sensoriales de crocantes y aceptabilidad general.

Aceptabilidad general: Son los aspectos generales (atributos) que presenta la galleta, resultante de apreciar con la vista su color, forma, tamaño; con el olfato la percepción del olor; a través del sentido táctil las sensaciones de presión; el gusto para percibir las propiedades del sabor y la audición asociado a la crocantes de la galleta durante la masticación en la evaluación sensorial.

- **Composición proximal.-** Es la cantidad de humedad, proteína total, grasa total, fibra cruda, cenizas y carbohidratos totales de un alimento expresado en gramos por 100 gramos de porción comestible.

- **Cantidad de fibra dietética.**- Expresado en gramos por 100 gramos de porción comestible, presentando un mayor porcentaje en el salvado de los cereales, en frutas y verduras.

4.3.2: Definiciones operativas

- **Porcentaje de salvado de trigo.**- Los porcentaje para sustituir la harina de trigo por salvado de trigo son los siguientes: 5%, 10%, 15% y 20%
- **Porcentaje de germinado de trigo.**- Los porcentaje para sustituir la harina de trigo por germinado de trigo son los siguientes: 5%, 10%, 15% y 20%
- **Características sensoriales.**- La crocantes, el color y la aceptabilidad general se obtuvieron por evaluación sensorial realizada a los consumidores; la crocantes y el color por prueba de comparación múltiple y la aceptabilidad general por prueba de ordenamiento. Luego los datos se sometieron a un análisis de varianza y a la prueba de Tukey para establecer la diferencia significativa mínima (D.M.S.) entre las galletas.
- **Composición proximal.**- Obtenido por análisis fisicoquímico basado en los métodos de la AOAC y por diferencia para el caso de los carbohidratos totales.

- **Cantidad de fibra dietética.**- Obtenido por análisis fisicoquímico a través del ENZYMATIC – GRAVIMETRIC METHOD (AOAC).

CAPITULO V

LA METÓDICA

5.1: Tipo de investigación

Existe una gran variedad de criterios para determinar tipo de investigación al cual pertenece un estudio, según su naturaleza, finalidad, profundidad, alcance temporal, tipo de fuente, etc.

El presente trabajo de investigación de acuerdo a su naturaleza es de tipo experimental ya que se apoya en la observación de fenómenos provocados o manipulados en laboratorio.

También se puede decir que, según su finalidad, la investigación es de tipo aplicada ya que está interesada en resolver problemas de naturaleza práctica, como saber la proporción de salvado y germinado de trigo en la formulación de galletas dulces para así aplicar los resultados obtenidos en cuanto a los niveles de fibra dietética, composición proximal y características sensoriales.

De acuerdo al criterio de profundidad, la investigación es descriptiva. Ya que tienen por objeto central la medición precisa de las variables dependientes, en una población definida o en una muestra de una población.

Conforme al alcance temporal, el tipo de investigación es sincrónica debido a que el estudio se realizó en un tiempo corto porque la prueba de almacenamiento de galletas sin conservantes ni antioxidantes no es prolongada.

Por el tipo de fuente a la cual se acudió para obtener datos se dice que es mixta ya que aplicó a la vez datos obtenidos de fuentes primarias (datos de primera mano, es decir, recogidos para la investigación y por aquellos que las efectúan) y secundarias (datos recogidos por distintas personas y para otros fines e investigaciones diferentes).

5.2: Nivel de investigación

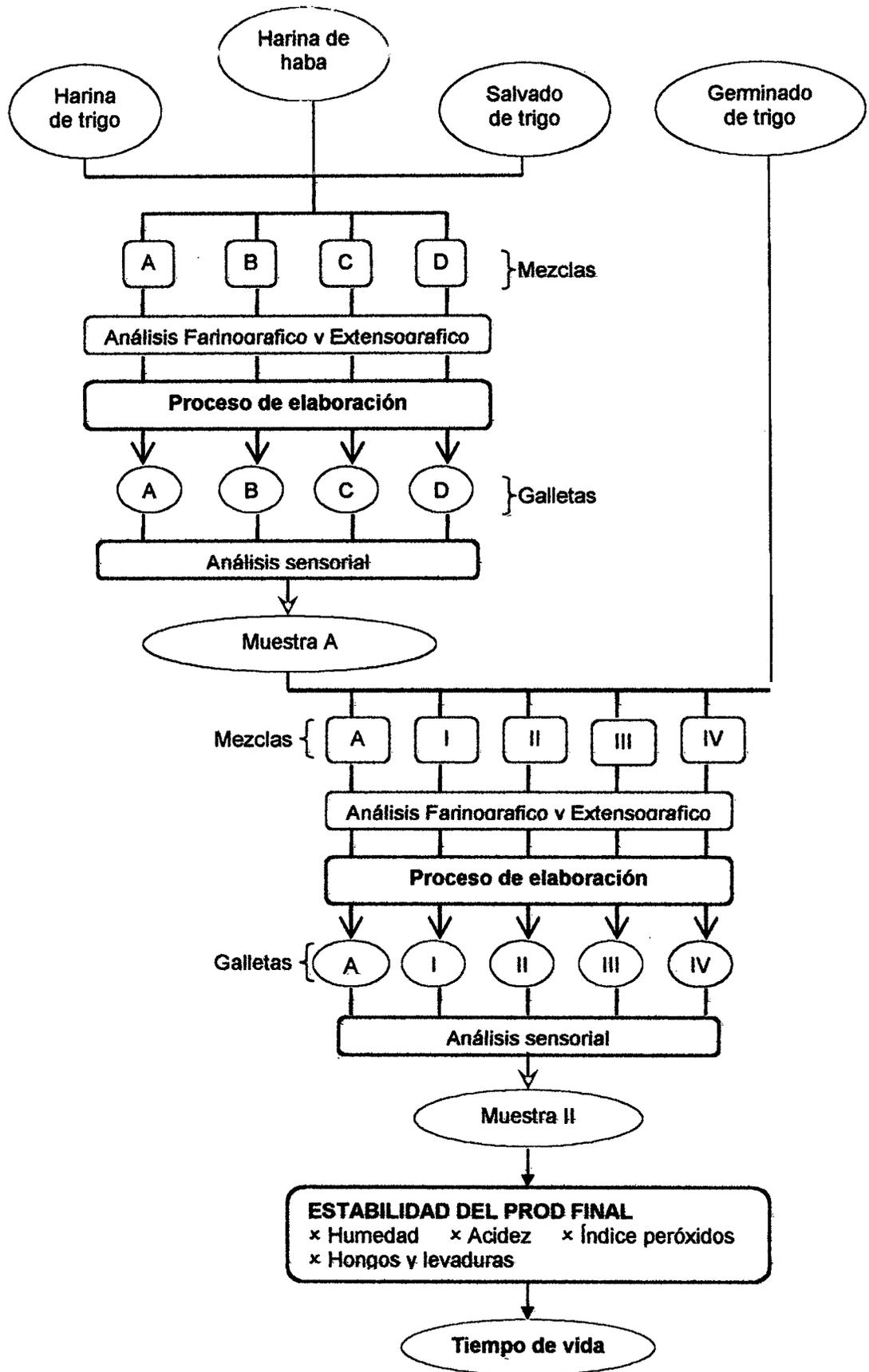
El nivel de investigación que se emprendió fue experimental, siendo el nivel más elevado de la investigación científica.

Este nivel se caracteriza por poner en práctica la explicación y control de conductas y hechos, porque permite descubrir las relaciones causales que existen entre fenómenos o hechos de un determinado campo.

Supone la modificación deliberada del hecho, cuidando el control de las variables independientes (porcentaje de salvado y germinado de trigo) que lo generan, con el objeto de observar e interpretar los cambios que se producen.

5.3: Diseño de investigación (véase Figura N° 12)

FIGURA N° 12
DISEÑO EXPERIMENTAL DEL ESTUDIO



5.4: Población

5.4.1: Características

El presente trabajo tuvo como población a todos los registros de producción de galletas dulces con 20% de harina de haba y con sustitución parcial de la harina de trigo por salvado y germinado de trigo.

Dicha población es una cantidad de productos, con características similares, que ha sido fabricada bajo condiciones de producción presumiblemente uniformes y que se sometieron a observación e interpretación.

5.4.2: Delimitación

La población de galletas está delimitada por la calidad apta "CALIDAD COMERCIAL" para despacho que salgan de las especificaciones técnicas establecidas como el color delimitado por aquellas galletas que resulten quemadas, por el diámetro y espesor uniforme, además por las que resulten quebradas.

5.4.3: Ubicación espacio – temporal

La población de galletas dulces con 20% de harina de haba y con sustitución parcial de la harina de trigo por salvado y germinado de trigo tuvo lugar en la panadería de Universidad Nacional del Callao. Para el caso de la harina de haba, el salvado y germinado de trigo se ubicó en el área de molinos de la empresa Santa Natura S.A.; mientras que la harina de trigo se obtuvo del mercado mayorista Minka.

5.5: Muestra

5.5.1: Tamaño

Esta dado por el grupo de unidades de muestreo extraído de la población que sirvió para obtener la información necesaria que permitió apreciar una o más características de esta población, así como sirvió de base a una decisión sobre él o sobre el proceso que lo produjo.

Para las galletas dulces de habas con sustitución parcial de la harina de trigo por salvado y germinado de trigo la toma de muestras fue dada por INDECOPI NTP 205.047 (1981) Biscochos, galletas, pastas y fideos – toma de muestra; donde la unidad de muestreo está dada por cada envase con una determinada cantidad o masa de producto (paqueta de

galleta). El número de unidades de muestreo a seleccionar para los análisis de cada lote de prueba se muestrearán al azar según lo siguiente:

Hasta 500 unidades	10 unidades
De 501 a 1200 unidades	20 unidades
De 1201 a 10000 unidades	32 unidades
Más de 10000 unidades	50 unidades

5.6: Descripción de la experimentación

5.6.1: Análisis fisicoquímicos de la harina de trigo, harina de habas, salvado y germinado de trigo.

Las materias primas fueron sometidas a los siguientes análisis:

a) Determinación del pH y acidez titulable

El pH se determinó por lectura directa en el potenciómetro. La acidez fue determinada según el método consignado en la Norma Técnica Peruana 205.039 Harinas (1975), que consiste en la titulación de la muestra con álcali (NaOH 0.1 N) en presencia de fenolftaleína como indicador, referido al ácido sulfúrico.

b) Análisis proximal

• Determinación de humedad

Se basa pérdida de peso por calentamiento de la muestra hasta peso constante, según el método indicado por la Norma Técnica Peruana 205.037:1975 Harinas. Determinación de humedad

• Determinación de proteína total

Por cuantificación del nitrógeno por el método semi-micro Kjeldhal de la AOAC (1990) 984.13 p.74. El porcentaje de nitrógeno se multiplica por el factor 6.25 para determinar el contenido de proteína total.

• Determinación de grasa total

Según el método de extracción por Soxhlet con hexano, AOAC (1990) 920.85 p.780.

• Determinación de fibra cruda

Según el método de la AOAC (1990) 962.09 p.80 realizando hidrólisis ácida y alcalina.

- **Determinación de cenizas**

Según el método indicado por la Norma Técnica Peruana 205.038:1975 Harinas. Determinación de cenizas, por calcinación de la muestra a 600°C por 2 horas como mínimo.

- **Determinación de carbohidratos totales**

Según COLLAZOS, C. (1993); se determino por diferencia, restando de 100 los porcentajes de humedad, proteína, grasa, fibra y cenizas.

5.6.2: Análisis microbiológico de la harina de trigo, harina de habas, salvado y germinado de trigo.

a) Numeración de microorganismos Aerobios Mesófilos Viabes

Según el método de recuento en placa referido por el ICSMF (1983). El medio de cultivo fue el agar Plate Count. La temperatura y tiempo de incubación fue de 35 a 37°C por 24 horas, respectivamente.

b) Numeración de hongos y levaduras

Según el método de recuento en placa referido por el ICMSF (1983). El medio de cultivo utilizado fue el Agar OGYE. La temperatura de incubación utilizada fue de 25°C por un periodo de 5 días.

c) Numeración de bacillus cereus

Según el método de recuento en placa referido por el ICSMF (1983). El medio de cultivo fue el Agar selectivo para Cereus. La temperatura y tiempo de incubación fue de 32 °C por 24 horas, respectivamente.

5.6.3: Producción de las mezclas

Se trabajó primero con un grupo de mezclas (Harina de trigo : Harina de haba) que se le incorporó salvado de trigo de forma ascendente para obtener el óptimo de salvado de trigo, en este primer caso la harina de haba permaneció constante; determinado ese porcentaje se preparó un segundo grupo de mezclas (Harina de trigo : Harina de haba : Salvado de trigo) al que se le incorporó germinado de trigo en forma ascendente mientras que la harina de haba y el salvado de trigo permaneció constante, al final se determinó el porcentaje óptimo de germinado de trigo. Los porcentajes óptimos se determinaron por evaluación sensorial de las galletas dulces.

Para el primer grupo de mezclas tomó como base el trabajo de investigación "Sustitución parcial de harina de trigo por harina de haba (*Vicia faba L.*) en la elaboración de galletas dulces y evaluación durante su almacenaje" que presenta como sustitución óptima un 20% de harina de haba, la cual será tomada para formar las cuatro mezclas de este primer grupo. La incorporación de salvado de trigo fue de 5%, 10%, 15% y 20% la cual se fundamentó en la formulación de pan integral en donde se utiliza un 12% de salvado de trigo.

El segundo grupo de mezclas partió con un nivel constante de harina de haba (20%) y de salvado de trigo (5%); la incorporación de germinado de

trigo fue de 5%, 10% 15% y 20% la cual se fundamentó en el interés de su uso por parte de la empresa SANTA NATURA S.A.

5.6.5: Determinación de las propiedades reológicas de las mezclas

Se evaluaron las características reológicas usando el farinógrafo Bravender y el extensógrafo para el primer grupo de mezclas (A, B, C y D) con las proporciones de harina de trigo, harina de haba y salvado de trigo y para el segundo grupo de mezclas (I, II, III y IV) con las diferentes proporciones de harina de trigo, harina de haba, salvado y germinado de trigo; además de la harina de trigo especial con 72% de extracción.

5.6.4.2: Análisis farinográfico

El procedimiento consistió en colocar 300g. de mezcla en el comportamiento de mezcla, añadiendo agua a 30°C hasta que el nivel de la banda observada en el farinógrafo se mantuviera en la línea de 500 UB, nivel de la consistencia para harinas suaves.

Luego se continuó con la prueba añadiendo el volumen de agua obtenido previamente, arrastrando la harina adherida de las amasadoras con una espátula. El equipo registra la curva farinográfica durante 20 minutos que permitió determinar mediante su interpretación las siguientes características:

- Absorción de agua: Cantidad de agua que requiere una mezcla para formar una masa de consistencia de 500 UB

- Tiempo arribo (I): Tiempo requerido para ir formando la mezcla, indicado por el tiempo que transcurre hasta que alcanza la línea de 500 UB después que la mezcla haya sido comenzada y el agua introducida.
- Tiempo de desarrollo (M): Expresado en minutos. Depende de la absorción de agua y se refiere a los minutos de amasado que se requieren para llegar a la consistencia patrón, medido del inicio de la curva al punto de máxima consistencia.
- Estabilidad de la Masa (R): Expresado en minutos. Está definido como la diferencia en tiempo al mas cercano medio minuto, entre el punto donde la cima de la curva intercepta primero la línea de 500 UB (tiempo de arribo) y el punto donde la cima de la curva deja la línea de 500UB.

LEWIS, M. (1993) señala que una unidad Bravender (1U.B.) se define como una unidad equivalente al par de torsión de un metro gramo – fuerza (1mgf) es decir $1U.B = 1mgf = 9.8 \times 10^{-3}Nm$

- Grado de debilidad de la masa (D20): Está indicado como la diferencia en unidades Bravender entre la línea de 500 U.B. y la línea en U.B que alcanza la parte media de la curva después de 20 minutos de mezclado, es decir está indicado por el descenso o caída de la curva 20 minutos después del pico.
- Índice de tolerancia al mezclado: Este valor es una diferencia en unidades Bravender desde la cima de la curva en el pico a la cima de la

curva medido 5 minutos después que el pico es alcanzado. Se lee en la curva después de 5 minutos que la muestra haya alcanzado el punto más alto.

5.6.4.2: Análisis extensográfico

Se preparó una masa en la amasadora del farinógrafo, usando 300g de mezcla, con el volumen de agua correspondiente al porcentaje de absorción menos 3%, más 6g de sal, manteniendo la temperatura a 30°C. La masa se mezcló durante un minuto, se dejó en reposo 5 minutos, volviéndose a mezclar durante dos minutos más. La consistencia de la masa en esta fase fue de 500U.B.

Se cortó la masa en dos porciones de 150 g para moldearla en forma de bola y barrita cilíndrica mecánicamente. Estas se colocó en los porta probetas dentro de la cámara de fermentación durante 45 minutos. Después del tiempo establecido se colocó la probeta en el soporte del extensógrafo para obtener el extesograma y se realizó nuevamente el moldeado en dos tiempos más de fermentación de 45 minutos cada uno para obtener dos gráficos adicionales. La curva obtenida después de 135 minutos se usó para determinar las propiedades de la masa y extensión de la mezcla, mediante las características siguientes:

- Extensibilidad (E): Representa la longitud de la curva en milímetros, desde el inicio hasta la rotura de la masa.

- Resistencia a la Extensión (R): Esta medida por la altura máxima de la curva en UB o la altura después de 5cm de recorrido. La primera es la máxima resistencia mientras que la última es referida simplemente como resistencia.
- Fuerza de la masa (A): Esta delimitada por el área total de la curva. Se mide en milímetros cuadrados.
- Índice de Proporcionalidad: La razón entre la resistencia (R) y la extensibilidad (E), es el factor $C = R/E$, también conocido como índice de proporcionalidad.

5.6.5: Elaboración de galletas dulces de haba para adultos según

Moyano, L. (2002)

5.6.5.1: Formulación de galletas dulces de haba para adultos

En la Tabla Nº 16 se presenta la Formulación según Moyano, L. (2002) del trabajo de investigación "Sustitución parcial de harina de trigo por harina de haba (*Vicia faba L.*) en la elaboración de galletas dulces y evaluación durante su almacenamiento"; la cual ha sido utilizada en el presente trabajo de investigación. Moyano utilizó como fórmula base la estudiada por la American Association of Cereal Chemistis (AACC 1962) para galletas dulces (cookies), tras el estudio realizado determinó que un 80% de harina de trigo y un 20% de harina de haba se obtenía unas galletas dulces de haba con buena aceptabilidad por los panelistas semi – entrenados (universitarios).

TABLA N° 16

FORMULACIÓN DE GALLETAS DULCES CON 20% DE HARINA DE HABA PARA ADULTOS

MATERIA PRIMA E INSUMOS	PORCENTAJE	
Harina de trigo NICOLINI Especial, 72% de extracción.	80	} 100%
Harina de haba	20	
Manteca Palma tropical (vegetal)	34.44	} En base al 100% de Harina
Azúcar refinada	49.78	
Sal	1.11	
Leche en polvo (1% de grasa)	3.78	
Bicarbonato de sodio	1.24	
Agua	25.00	

Fuente: Moyano, L. 2002

5.6.5.2: Familiarización de la formulación de galletas dulces de haba para adultos.

La familiarización con la Fórmula de galletas dulces (Harina trigo 80% : Harina haba 20%) obtenida del trabajo de tesis de Moyano tuvo como objeto conocer las operaciones con las que se desarrolló el estudio y buscar la mejora en el producto terminado.

Para ello se realizaron pruebas preliminares de acuerdo al flujo de operaciones mostrado en la Figura N° 13 para determinar el ingreso del bicarbonato de sodio en el batido I o en el mezclado y para conocer los parámetros del horneado (temperatura y tiempo óptimo).

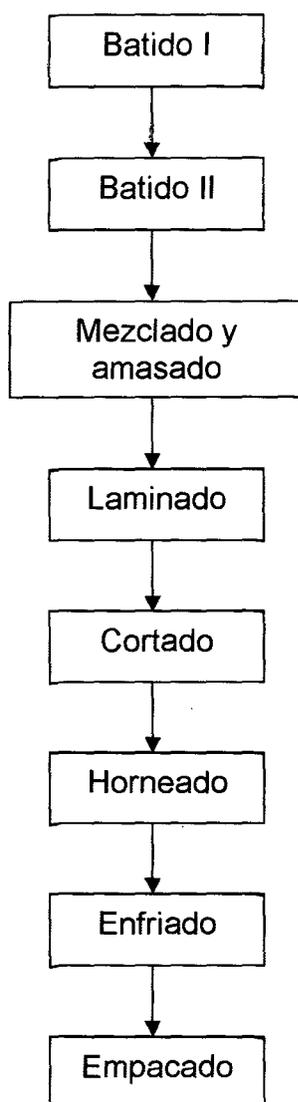
5.6.5.3: Etapas del proceso de elaboración de galletas dulces de haba para adultos.

El método empleado en la elaboración de galletas dulces fue el cremado, el cual comprendió las siguientes operaciones:

1. Batido I.- Consistió en batir el azúcar y la manteca vegetal hasta obtener una crema suave, para lo cual se utilizó una batidora amasadora eléctrica KITCHENAID (capacidad máxima de 1 kg) a baja velocidad (velocidad 1), durante 4 minutos más 1 minuto a velocidad media (velocidad 2), limpiando las paredes y paletas cada minuto.

FIGURA N° 13

**FLUJO DE OPERACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS
DULCES**



Fuente: Moyano, L. 2002

2. Batido II.- A la crema obtenida del proceso anterior se le añadió la solución de leche (leche, agua y sal), continuando con el batido hasta obtener una crema uniforme, utilizando la batidora amasadora, a velocidad 1 por 1 minuto para luego pasar a velocidad media (velocidad 2) durante 3 minutos limpiando las paredes y paletas cada minuto.

3. Mezclado y amasado.- La crema obtenida del proceso anterior fue mezclada con la harina de trigo, harina de haba y salvado de trigo (el primer grupo de mezclas) o en caso contrario con la harina de trigo, harina de haba, salvado y germinado de trigo (el segundo grupo de mezclas); los cuales previamente fueron homogenizadas con el bicarbonato de sodio y amasado a baja velocidad (velocidad 1) durante 45 segundos, limpiando las paredes y paletas a los 20 segundos.

4. Laminado.- La masa resultante el proceso anterior fue laminada con la ayuda de un rodillo de madera hasta un espesor aproximado de 0.6cm.

5. Cortado.- La masa laminada fue cortada en piezas circulares de 4.5cm de diámetro mediante un cortador circular de metal.

6. Horneado.- La masa moldeada fue colocada en bandejas, para luego ser sometida ha horneado.a una temperatura de 140 °C por 25 minutos

en un horno marca NOVA –MAX 500 de la panadería de la Universidad Nacional del Callao.

7. Enfriado.- Las galletas obtenidas fueron dejadas enfriar hasta una temperatura ambiente (aproximadamente 24°C) para facilitar en empacado.

8. Empacado.- Las galletas fueron empacadas en polipropileno biorientado cristal de 30 micras con dimensiones de (9x17x2), en cada paquete había 6 galletas con un peso total aproximado de 80 g, seguidamente fueron sellados térmicamente y colocados en cajas de cartón.

5.6.6: Determinación del nivel óptimo de sustitución parcial.

5.6.6.1: Determinación del nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba para adultos.

Del primer grupo de mezclas (**A, B, C y D**) se elaboraron las galletas dulces empleando los nuevos parámetros obtenidos después de la familiarización; con el ingreso del bicarbonato de sodio en el mezclado y con los parámetros del horneado (140 °C por 25 minutos), con todo esto se siguió el flujo de operaciones antes mencionado (Figura N° 13), usando harina de haba en un nivel de sustitución constante, mientras que el salvado de

trigo en niveles de sustitución parcial crecientes; (Harina de trigo:Harina de habas:Salvado de trigo) 75:20:5 ; 70:20:10 ; 65:20:15 ; 60:20:20, con la finalidad de determinar el nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba.

5.6.6.1.1: Análisis sensorial

Para determinar el nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo, se realizó una Prueba de Ordenamiento en función a la aceptabilidad general. Se utilizaron 20 panelistas semi-entrenados de ambos sexos, los cuales recibieron 4 muestras (**A, B, C y D**) de 10 g cada uno, un vaso con agua, un lapicero y una ficha de evaluación sensorial (Véase Figura N° 14).

Los panelistas ordenaron las muestras codificadas en forma ascendente de acuerdo a su preferencia en función de la aceptabilidad general.

5.6.6.1.2: Análisis estadístico

Los resultados de la evaluación sensorial para determinar el nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo se analizaron mediante un análisis de varianza (ANVA) a una probabilidad del 5%, si se presentaran diferencias entre los tratamientos se realizaría la Prueba de Duncan al mismo nivel de probabilidad para determinar el porcentaje de

FIGURA N° 14

**FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR NIVEL DE
SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO EN GALLETAS
DULCES CON 20% DE HARINA DE HABA**

PRUEBA DE ORDENAMIENTO

Nombre: Fecha:.....

PRODUCTO: GALLETA

En la charola frente usted hay cuatro muestras de galletas
codificadas, las cuales tiene que ordenarlas de acuerdo a su
Aceptabilidad General de menor a mayor.

Menor aceptabilidad:	
Mayor aceptabilidad:	

Comentarios:.....

Muchas gracias

sustitución óptimo preferido por los panelistas.

5.6.6.2: Determinación del nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo para adultos.

Se determinó que el nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba fue dada por la muestra **A** con los porcentajes de harina de trigo 75%, harina de haba 20% y salvado de trigo 5%.

Luego con el segundo grupo de mezclas (**Muestra A, I, II, III y IV**), se elaboraron las galletas dulces con 20% de harina de haba con los mismos parámetros que las anteriores muestras y con el flujo de operaciones de la Figura N° 13 pero en este caso el harina de haba y el salvado de trigo permanecieron constantes, mientras que el germinado de trigo estuvo en niveles de sustitución parcial creciente; (Harina de trigo:Harina de haba:Salvado de trigo:Germinado de trigo) 75:20:5:0 ; 70:20:5:5 ; 65:20:5:10 ; 60:20:5:15 ; 55:20:5:20, con la finalidad de determinar el nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo.

5.6.6.2.1: Análisis sensorial

Para determinar el nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo, se realizó una Prueba de Ordenamiento en función a la aceptabilidad general. Se utilizaron 20 panelistas semi-entrenados de ambos sexos, los cuales recibieron 4 muestras (**I, II, III y IV**) de 10 g cada uno, un vaso con agua, un lapicero y una ficha de evaluación sensorial.

Los panelistas ordenaron las muestras codificadas en forma ascendente de acuerdo a su preferencia en función de la aceptabilidad general (Véase Figura N° 14).

Adicionalmente a la Prueba de ordenamiento se realizó una Prueba de Comparaciones Múltiples para evaluar la galleta dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo con las galletas de sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo en función a sus atributos de crocantes y color. Se realizó también con 20 panelistas semi-entrenados, los cuales recibieron 5 muestras (**Muestra A, I, II, III y IV**) de 10 g cada uno, un vaso con agua, un lapicero y una ficha de evaluación sensorial.

Los panelistas tuvieron que comparar cada muestra codificada (**I, II, III y IV**) con la **Muestra A** e indicar cuál fue la diferencia de acuerdo a los atributos de crocantes y color (Véanse Figura N° 15 y Figura N° 16).

FIGURA Nº 15

**FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA
DIFERENCIA DE ACUERDO AL ATRIBUTO CROCANTES
SEGÚN LA PREFERENCIA**

PRUEBA DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

Nombre: Fecha:.....

PRODUCTO: GALLETA

En la charola frente usted hay cinco muestras de galleta, una de las muestras está marcada con **P** y las otras tienen claves.

Pruebe cada una de las muestras y compárela con **P** en cuanto a la **Crocantes** e indique su respuesta a continuación marcando con una **X** donde corresponda.

Muestra	53	29	82	31
Más crocante que P				
Igual que P				
Menos crocante que P				

Indique cual es la diferencia				
Nada				
Ligera				
Moderada				
Mucha				
Muchísima				

Comentarios:.....

Muchas gracias

FIGURA N° 16

**FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA
DIFERENCIA DE ACUERDO AL ATRIBUTO COLOR
SEGÚN LA PREFERENCIA**

PRUEBA DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

Nombre: Fecha:.....

PRODUCTO: GALLETA

En la charola frente usted hay cinco muestras de galleta, una de las muestras está marcada con **P** y las otras tienen claves.

Pruebe cada una de las muestras y compárela con **P** en cuanto al **Color** e indique su respuesta a continuación marcando con una **X** donde corresponda.

Muestra	53	29	82	31
Más color que P				
Igual que P				
Menos color que P				

Indique cual es la diferencia				
Ligera				
Moderada				
Mucha				
Muchísima				

Comentarios:.....

Muchas gracias

5.6.6.2.2: Análisis estadístico

Los resultados de la evaluación sensorial para determinar el nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo y para evaluar los atributos de crocantes y color, en ambos casos se analizaron a través de un análisis de varianza (ANVA) a una probabilidad del 5%, en el caso que presentaran diferencias entre los tratamientos se realizaría la Prueba de Duncan al mismo nivel de probabilidad para determinar el porcentaje de sustitución óptimo y la diferencia que hubiera entre las muestras en función de los atributos de crocantes y color.

5.6.7: Análisis fisicoquímicos del producto final

El producto final fue sometido a los siguientes análisis:

a) Determinación de acidez titulable

La acidez fue determinada según el método consignado en la Norma Técnica Peruana 206.013 Determinación de la Acidez titulable en bizcochos, galletas, pastas y fideos (1981), que consiste en la titulación de la muestra con álcali (NaOH 0.1 N) en presencia de fenolftaleína como indicador, expresado en ácido láctico.

b) Determinación de fibra dietaria

Se baso en el método Enzymatic – Gravimetric de la AOAC (2000) 985.29 Vol II Cap. 45 pag. 78-80, Total Dietary Fiber In Foods.

c) Análisis proximal

- **Determinación de humedad**

Se basa pérdida de peso por calentamiento de la muestra hasta peso constante, según el método indicado por la Norma Técnica Peruana 206.011:1981 Bizcochos, galletas, pastas y fideos - Determinación de humedad.

- **Determinación de proteína total**

Por cuantificación del nitrógeno por el método semi-micro Kjeldhal de la AOAC (1990) 984.13 p.74. El porcentaje de nitrógeno se multiplica por el factor 6.25 para determinar el contenido de proteína total.

- **Determinación de grasa total**

Según el método de extracción por Soxhlet con hexano, AOAC (1990) 920.85 p.780.

- **Determinación de fibra cruda**

Según el método de la AOAC (1990) 962.09 p.80 realizando hidrólisis ácida y alcalina.

- **Determinación de cenizas**

Según el método de la AOAC (1990) 923.03 p.777 determinado por calcinación de la muestra.

- **Determinación de carbohidratos totales**

Según COLLAZOS, C. (1996); se determinó por diferencia, restando de 100 los porcentajes de humedad, proteína, grasa, fibra y cenizas.

5.6.8: Análisis microbiológico del producto final

a) Determinación de numeración de hongos y levaduras

Según el método de recuento en placa referido por el ICMSF (1983). El medio de cultivo utilizado fue el Agar OGYE. La temperatura de incubación utilizada fue de 25°C por un periodo de 5 días.

5.6.9: Determinación del tiempo de almacenamiento en función de las características fisicoquímicas y microbiológicas en el producto final.

Se realizó una prueba de almacenamiento al producto final (Muestra II) para determinar su tiempo de vida útil en función de sus características fisicoquímicas (humedad, acidez titulable y índice de peróxido) y microbiológicas (hongo y levaduras) establecidas por la Norma Técnica Peruana 206.001:1981 Galletas–Requisitos y por la Norma Sanitaria Sobre Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano dada por el Ministerio de Salud.

La metodología para determinar la humedad, acidez titulable y la numeración de hongos y levaduras son las mismas que se utilizó para analizar el producto final.

Para el caso de la determinación del índice de peróxidos fue según el método indicado por la Norma Técnica Peruana 206.016:1981 Bizcochos, galletas, pastas y fideos - Determinación de índice de peróxido.

Se realizó el almacenamiento de las galletas (**Muestra II**) empacadas en polipropileno biorientado cristal de 30 micras con dimensiones de 9x17x2, en cada paquete se colocó 6 galletas con un peso total aproximado de 80 g, sellados térmicamente y colocados en cajas de cartón, las cuales estuvieron en un lugar apropiado fuera del alcance de los insectos y roedores. El almacenamiento se llevó a cabo entre los meses de junio y agosto en las instalaciones del almacén de productos terminados de la Planta Piloto CRIKA S.A.C. a condiciones ambientales de San Martín de Porres (85-90% HR y 20°C).

El método de control para determinar el tiempo de vida útil de las galletas (**Muestra II**) durante el almacenamiento se basaron en las características fisicoquímicas (humedad, acidez titulable y índice de peróxido) y microbiológicas (hongos y levaduras) hasta que alguna de ellas sobrepase los niveles máximos permisibles ya establecidos por la Norma Técnica Peruana 206.001:1981 Galletas – Requisitos y por la Norma Sanitaria Sobre Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano; en ese momento se interrumpió el almacenamiento lo cual permitió determinar el tiempo de

vida útil y la variación de las características fisicoquímicas y microbiológicas durante dicho tiempo. De esta manera cada 7 días de almacenamiento se evaluaron las galletas dulces con 20% de harina de haba, 5% de salvado de trigo y 10% de germinado de trigo (Tabla N° 17).

5.7: Técnicas de recolección de datos

Se realizó un diseño experimental de todo el estudio tomando como base de normas técnicas peruanas, datos bibliográficos, pruebas experimentales para que luego dichos datos obtenidos por análisis, producción y evaluación sensorial fueran procesados en registros y posteriormente analizados.

5.8: Instrumentos de recolección de datos

Los equipos de laboratorio para análisis fisicoquímicos y microbiológicos, el farinógrafo y extensógrafo de Brabender, los equipos de panificación, materiales para pruebas de análisis sensorial, los registros de producción.

5.9: Procesamiento de datos

Los datos fueron almacenados en una base de datos a través de tablas, figuras y gráficos. Además fueron sometidos al programa Minitab 12 para windows para poder ser analizados.

TABLA N° 17

EVALUACION DE LAS GALLETAS DULCES CON 20% DE HARINA DE HABA, 5% DE SALVADO DE TRIGO Y 10% DE GERMINADO DE TRIGO DURANTE EL ALMACENAMIENTO

ANÁLISIS EFECTUADOS	LIMITE MÁXIMO	INICIO (DÍA 0)	CADA 7 DÍAS
Humedad	12% (NTP 206.001)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Acidez titulable (Ac. Láctico)	0.1% (NTP 206.001)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Índice de peróxido	5 meq/Kg grasa (NTP 206.001)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hongos y levaduras	$10^2 - 10^4$ (Ministerio de Salud)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

5.10: Resultados y discusiones

5.10.1: Análisis fisicoquímicos de la harina de trigo, harina de habas, salvado y germinado de trigo.

a) Determinación del pH y acidez titulable

En la Tabla N° 18 se observa que el pH de la harina de trigo fue 5.7, de la harina de habas 6.42, del salvado de trigo 6.25 y del germinado de trigo 5.51, encontrándose estos valores dentro del rango de 5.5 – 6.5 para harinas frescas que no han sufrido almacenamiento muy prolongado. (Kent, 1971).

La acidez de la harina de trigo (0.12% exp. ácido sulfúrico) es menor que de la harina de haba, salvado y germinado de trigo, no excediendo a la Norma Técnica Peruana 205.027:1986 referente a harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial, que señala un 0.15% como máximo. El contenido de acidez para la harina de haba (0.46% exp. ácido sulfúrico) excede el valor máximo de 0.15% indicado en la Norma Técnica Peruana 205.044:1976 de harina sucedáneas procedentes de leguminosas de grano alimenticias.

La acidez hallada expresada en porcentaje de ácido sulfúrico fue de 0.74% y 0.62% para el salvado y germinado de trigo respectivamente, llegando a sobrepasar el valor máximo de 0.22 para harinas integrales presentes en la Norma Técnica Peruana 205.0.27:1986 para harina de trigo.

TABLA N° 18

DETERMINACIÓN DEL PH Y ACIDEZ TITULABLE EN HARINA DE TRIGO, HARINA DE HABA, SALVADO Y GERMINADO DE TRIGO.

ANÁLISIS	RESULTADOS			
	Harina de trigo	Harina de haba	Salvado de trigo	Germinado de trigo
pH	5.7	6.42	6.25	5.51
Acidez titulable (Exp. Ac. Sulfúrico) %	0.12	0.46	0.74	0.62

Fuente: Elaboración propia

b) Análisis proximal

En la Tabla N° 19 se presenta los resultados del análisis proximal de la harina de trigo, harina de haba, salvado y germinado de trigo.

Las harinas utilizadas en la presente investigación cumplieron con el requisito recomendado por la Norma Técnica Peruana 205.027:1986 referente a harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial, considerando el dato correspondiente a la harina integral de trigo, la que señala como valor máximo permitido una humedad del 15%.

La harina de haba presentó un porcentaje proteico elevado de 27.65% típico en harinas de leguminosas (TABLA DE COMPOSICION QUIMICA DE LOS ALIMENTOS) seguido del germinado de trigo con 15.23% y del salvado de trigo con 14.09%, lo cual contribuye a elevar el contenido nutricional del producto final ya que el contenido proteico de la harina de trigo fue de 9.67%.

Según la Norma Técnica Peruana 205.031:1975 referente a sub productos de la molienda de trigo, indica que el contenido mínimo de proteína es 13%.

Los porcentajes de fibra y grasa encontrados en el salvado de trigo son similares a los reportados por Collazos, C. (1996); para la fibra un 10.0% y en el caso de la grasa un 3.8%. El salvado de trigo presentó un mayor

TABLA N° 19

**ANÁLISIS PROXIMAL DE HARINA DE TRIGO, HARINA DE HABA,
SALVADO Y GERMINADO DE TRIGO
(g / 100 g de muestra original)**

ANÁLISIS	RESULTADOS			
	Harina de trigo	Harina de habas	Salvado de trigo	Germinado de trigo
Humedad	12.73	5.46	10.93	8.06
Proteína total (Factor: 6.25)	9.67	27.65	14.09	15.23
Grasa total	0.65	4.46	3.40	1.64
Fibra cruda	0.39	3.89	10.20	5.50
Cenizas	0.45	3.29	6.89	4.46
Carbohidratos totales	76.11	55.25	54.49	65.11

Fuente: Elaboración propia

contenido de fibra cruda (10.20%), mientras que la harina de haba sobresale con un 4.46% respecto al contenido graso.

De acuerdo al contenido de cenizas encontrado en la harina de trigo (0.45%) se puede clasificar a esta harina como harina de trigo especial según la Norma Técnica Peruana 205.027:1986 referida a la harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial.

El contenido de ceniza en la harina de haba (3.29%) esta dentro de la Norma Técnica Peruana 205.044:1976 referida para harinas sucedáneas procedentes de leguminosas de grano alimenticias. Mientras el valor obtenido en el salvado de trigo (6.89%) esta dentro del parámetro que la Norma Técnica Peruana 205.031:1975 referente a sub productos de la molienda de trigo.

La harina de trigo presentó un mayor porcentaje de carbohidratos (76.11%) seguido del germinado de trigo (65.11%), harina de haba (55.25%) y salvado de trigo (54.49%).

Según Smith, W. (1972); una harina galletera debe presentar entre otras características, una humedad del 15% como máximo, extracción entre 70 – 72%, ceniza alrededor de 0.4% y proteínas entre 7 – 10%. De acuerdo a estos valores, la harina de trigo utilizada cumple con los requisitos galleteros estipulados por dicho autor.

5.10.2: Análisis microbiológico de harina de trigo, harina de habas, salvado y germinado de trigo.

La Tabla N° 20 está los resultados del análisis microbiológico realizado a la harina de trigo, harina de haba, salvado y germinado de trigo.

Los resultados están dentro de los requisitos exigidos al ser comparados con los valores de los agente microbianos (hongos y levaduras, bacillus cereus) reportados por la Norma Sanitaria sobre Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de consumo humano para harinas y almidones, que refiere como límites máximos permitidos para hongos y levaduras 10^3 ufc/ml y bacillus cereus 10^2 ufc/ml. Para el caso de la numeración de aerobios mesófilos viables el límite permitido por la Norma Técnica Peruana 202.053:1987 para harina y sémola de maíz sin germen es de 10^6 ufc/ml.

5.10.3: Producción de las mezclas

Las primeros ensayos constaron de cuatro mezclas (**A, B, C y D**) con harina de trigo, harina de haba e incorporando salvado de trigo, dichas mezclas fueron homogenizadas y sometidas a análisis reológicos de farinografía y extensografía, según las diferentes proporciones que se señalan en la Tabla N° 21.

TABLA N° 20

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE HARINA DE TRIGO, HARINA DE HABA, SALVADO Y GERMINADO DE TRIGO

NUMERACIÓN	RESULTADOS			
	Harina de trigo	Harina de habas	Salvado de trigo	Germinado de trigo
Aerobios Mesófilos Viables (ufc/ml)	10^2	2×10^2	10^2	6×10^2
Hongos y levaduras (ufc/ml)	< 10	< 10	< 10	10
Bacillus cereus (ufc/ml)	< 10	< 10^2	< 10^2	< 10^2

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 21

**PROPORCION DEL PRIMER GRUPO DE MEZCLAS EN ESTUDIO
(HARINA DE TRIGO, HARINA DE HABA, SALVADO Y GERMINADO
DE TRIGO)**

Ingredientes	Formulación			
	A	B	C	D
Harina de trigo NICOLINI Especial (72% de extracción).	75	70	65	60
Harina de haba (SANTA NATURA)	20	20	20	20
Salvado de trigo (COGORNO)	5	10	15	20

Fuente: Elaboración propia

El segundo grupo presentó 5 mezclas, una de ellas es la muestra **A** extraída del primer grupo y las 4 Muestras (**I**, **II**, **III** y **IV**) con harina de trigo, harina de habas, salvado y germinado de trigo, igualmente fueron homogenizadas y sometidas a análisis reológicos de farinografía y extensografía, según las diferentes proporciones que se señalan en la Tabla N° 22.

5.10.4: Determinación de las propiedades reológicas de las mezclas

5.10.4.1: Análisis farinográfico del primer grupo de mezclas

Los datos obtenidos de las pruebas farinográficas de la harina de trigo se presentan en la Tabla N° 23 y de las mezclas de Harina de Trigo (**HT**): Harina de Haba (**HH**):Salvado de trigo (**S**) en los niveles de (75:20:5); (70:20:10) ; (65:20:15) y (60:20:20) se presentan en la Tabla N° 24, extraídos de la interpretación de las curvas farinográficas respectivas. (Gráficos N° 1 al N° 5 del Apéndice A).

Ni la harina de haba ni el salvado de trigo al 100% de cada uno no fueron sometidas a las pruebas de farinográficas ni extensográficas, por no poseer gluten funcional en su composición.

TABLA N° 22

**PROPORCION DEL SEGUNDO GRUPO DE MEZCLAS EN ESTUDIO
(HARINA DE TRIGO, HARINA DE HABA, SALVADO Y GERMINADO
DE TRIGO)**

Ingredientes	Formulación				
	Muestra A	I	II	III	IV
Harina de trigo NICOLINI Especial (72% de extracción).	75	70	65	60	55
Harina de haba (SANTA NATURA)	20	20	20	20	20
Salvado de trigo (COGORNO)	5	5	5	5	5
Germinado de trigo (SANTA NATURA)	0	5	10	15	20

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje de absorción de agua se calcula como prueba preliminar y está referida a la cantidad de agua que se requiere para que la masa alcance una consistencia adecuada de 500 U.B. (Quaglia G., 1991).

De acuerdo a la Tabla N° 24, se observa que a medida que se incrementó el nivel de sustitución, aumentó el porcentaje de absorción de agua por parte de las mezclas no variando demasiado en los cuatro niveles estudiados (desde 65.9% a 68.9% de absorción).

Además se observa que el tiempo de arribo (I) obtenido es corto lo cual es ideal, pues indica que no se tarda en llegar a la grafica a los 500 U.B. de una masa estable. En las mezclas se puede decir que este valor no se mantuvo estable al aumentar la sustitución.

El tiempo de desarrollo (M) es el tiempo en el cual se alcanza la máxima consistencia, el cual es mayor al aumentar la sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo.

TABLA N° 23

ANÁLISIS FARINOGRÁFICO DE HARINA DE TRIGO

Muestra	Humedad	Absorción %	Tiempo de arribo (I) (min.)	Tiempo de desarrollo (M) (min.)	Estabilidad (R) (min.)	Grado de debilitamiento (D20) (U.B.)	Índice de tolerancia (U. B.)
Harina de trigo	14.5	62.1	1.4	2.5	16.9	35	20

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 24

ANÁLISIS FARINOGRÁFICO DEL PRIMER GRUPO DE MEZCLAS FORMADO POR HARINA DE TRIGO, HARINA DE HABA, SALVADO DE TRIGO

Mezcla (HT : HH : S)	Humedad	Absorción %	Tiempo de arribo (I) (min.)	Tiempo de desarrollo (M) (min.)	Estabilidad (R) (min.)	Grado de debilitamiento (D20) (U.B.)	Índice de tolerancia (U.B.)
A (75:20:5)	12.9	65.9	1.7	5.7	9.5	78	50
B (70:20:10)	12.6	67.7	2.5	7.6	8.7	102	60
C (65:20:15)	12.3	68.8	4.4	7.7	6.7	115	60
D (60:20:20)	12.1	68.9	4.6	8.7	8.2	90	50

Donde:

HT = Harina de Trigo HH = Harina de Haba S = Salvado de trigo

A, B, C y D = Mezclas

Fuente: Elaboración propia

El valor (M) de la harina de trigo fue de 2.5 min, tiempo recomendado para un farinograma típico de harina de trigo (Manley, D., 1989).

El tiempo de estabilidad (R), es la medida del exceso de amasado que resiste una harina hasta que empieza a debilitarse, es decir, mide los minutos durante los cuales las propiedades de la masa que por definición tiende a disminuir al aumentar el nivel de sustitución (Tabla N° 24). Así pues, al aumentar la sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo, el valor de (R) presentó una tendencia descendente.

El grado de debilitamiento (D20), se incrementa al aumentar el salvado de trigo y por la presencia de harina de haba. Conforme se aumenta la sustitución parcial la curva va declinando (se va cayendo), con respecto a la curva con solo harina de trigo.

Según Manley, D. (1989); las harinas se clasifican de acuerdo a su índice de tolerancia en: 0-20 excelente, 20-30 muy bueno, 30-60 bueno, 60-70 regular, sobre 70 pésimo. El índice de tolerancia al mezclado (medido en

U.B.) se mantuvo constante en los cuatro niveles, según lo anterior todas presentaron un índice de tolerancia bueno.

Se prefieren tiempos cortos de desarrollo (M) y estabilidad (R) a fin de reducir el tiempo de procesamiento en los métodos modernos de panificación y galletería (Smith, W. 1972).

De acuerdo a esto, la mezcla (75:20:5) de harina de trigo, harina de haba y salvado de trigo respectivamente, presentó el mínimo tiempo de desarrollo (M), incrementándose este valor más allá de dicho nivel de sustitución. Además presentó un tiempo de arribo (I) similar a la harina de trigo según la Tabla N° 23; mientras que el tiempo de estabilidad (R) relativamente corto (9.5 min.) comparado con el de la harina de trigo especial empleada (16.9 min.).

En sí, una harina galletera debe aproximarse a tener ciertas características; mínimo tiempo de desarrollo (M), tolerancia al mezclado y estabilidad (R) juntamente con valores de debilitamiento no muy cortos y regular índice de tolerancia. Farinográficamente se puede decir que la mezcla con 75:20:5 (HT:HH:S) comporta mejor de acuerdo a todo lo antes mencionado no afectando al proceso de elaboración de las galletas dulces.

5.10.4.2: Análisis extensográfico del primer grupo de mezclas

Las características extensográficas de la harina de trigo se presentan en la Tabla N° 25 y de las mezclas con harina de trigo, harina de haba y salvado de trigo se presentan en la Tabla N° 26, extraídos de los extensogramas correspondientes (Gráficos N° 6 al N° 10 del Apéndice A).

La energía o fuerza de la masa (A), va a depender del tipo de mezcla con que se esté trabajando, ya sea elástica, plástica o viscosa.

De los Gráficos N° 6 al N° 10 del Apéndice A se observó que la energía o fuerza (área bajo la curva graficada), disminuyó al aumentar el nivel de sustitución con harina de haba y salvado de trigo. Lo que significa que se requiere cada vez menor fuerza para ser extendida (se rompe mas rápido) haciendo que la gráfica sea menor. Esta área esta relacionada con la resistencia (R), esta resistencia tiende a aumentar al aumentar en el nivel de sustitución.

De la misma Tabla N° 26 se observa que al aumentar el tiempo de fermentación (45, 90 y 135 minutos) para un mismo nivel de sustitución, la resistencia a la extensión (R), tiende a ser mayor, pues la masa se hace más consistente y elástica, generando a su vez una curva de mayor área (energía), contrarrestando el alargamiento de la masa.

TABLA N° 25

ANÁLISIS EXTENSOGRAFICO DE HARINA DE TRIGO

MUESTRA	Extensibilidad (E) (min.)			Resistencia (R) (U.B.)			Índice de proporcionalidad $C = R/E$		
	45	90	135	45	90	135	45	90	135
Harina de Trigo	192	177	173	360	438	480	1.875	2.475	2.775

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 26

ANÁLISIS EXTENSOGRÁFICO DEL PRIMER GRUPO DE MEZCLAS FORMADO POR HARINA DE TRIGO, HARINA DE HABA Y SALVADO DE TRIGO

MEZCLA (HT : HH : S)	Extensibilidad (E) (min.)			Resistencia (R) (U.B.)			Índice de proporcionalidad C = R/E		
	45	90	135	45	90	135	45	90	135
A (75:20:5)	154	126	132	330	482	452	2.143	3.825	3.424
B (70:20:10)	125	127	106	336	466	500	2.688	3.669	4.717
C (65:20:15)	110	104	90	404	530	570	3.673	5.096	6.333
D (60:20:20)	86	82	64	440	587	572	5.116	7.159	8.938

Donde: HT = Harina de Trigo HH = Harina de Haba S = Salvado de trigo

A, B, C y D = Mezclas

Fuente: Elaboración propia

La extensibilidad (E) es el tiempo requerido para estirar una masa hasta el punto de rotura. Este tiempo, tiende a disminuir al aumentar el tiempo de fermentación de 45 a 90 y de 90 a 135 minutos a 30°C.

Con respecto a la extensibilidad (E) o longitud de la curva en milímetros, al aumentar el nivel de sustitución esta disminuyó considerablemente, esto debido a que al aumentar salvado de trigo y en presencia de harina de haba se rompe más rápido la masa y el tiempo para estirar la misma hasta el punto de rotura será mucho menor, siendo menor la longitud de la curva (mm.).

El índice de proporcionalidad (R/E) por lo general tiende a aumentar al aumentar el nivel de sustitución parcial debido a que la extensibilidad (disminuye) mientras que la resistencia (R) va en aumento, como se observa en la Tabla N° 26.

El incremento de salvado de trigo y la presencia de harina de haba genera un índice de proporcionalidad con tendencia a subir presentando también algunas fluctuaciones.

Una masa con una buena resistencia a la extensión y poca extensibilidad será dura o extremadamente tiesa, por el contrario una masa con poca resistencia y muy buena extensibilidad, se tornará en masa suave y extremadamente elástica adecuada para galletería dulce (Manley, D., 1989).

Se observó que al 75:20:5 (HT:HH:S) se tienen valores de resistencia (R) relativamente bajos (Tabla N° 26) con respecto a los valores de la harina

de trigo especial (Tabla N° 25); y la extensibilidad a este nivel es aceptable, siendo esta mezcla la que mejor se comporta con lo antes mencionado sobre masas para galletas dulces.

5.10.4.3: Análisis farinográfico del segundo grupo de mezclas

Los resultados de las pruebas farinográficas con la incorporación de Germinado de Trigo (**G**) a las mezclas de Harina de Trigo (**HH**), Harina de Haba (**HH**), Salvado de Trigo (**S**) se presentan en la Tabla N° 27 extraídos de la interpretación de las curvas farinográficas respectivas (Gráficos N° 11 al N° 14 del Apéndice B).

El germinado de trigo al 100% no fue sometido a las pruebas farinográficas ni extensográficas por no poseer gluten funcional en su composición.

Las mezclas (**HT:HH:S:G**) presentan las siguientes proporciones: (70:20:5:5); (65:20:5:10); (60:20:5:15) y (55:20:5:20). En la Tabla N° 27 se observa que a medida que se incrementó el nivel de sustitución el porcentaje de absorción de agua fue disminuyendo de 65.9% a 61.5%; este fenómeno se debió posiblemente menor uniformidad de las partículas al realizar las mezclas (MOYANO, L., 2002).

El tiempo de arribo (**I**) obtenido nos indica que se tarda en llegar a los 500 U.B. de una masa estable. Pero se observa que la harina de trigo

TABLA N° 27

ANÁLISIS FARINOGRÁFICO DEL SEGUNDO GRUPO DE MEZCLAS FORMADO POR HARINA DE TRIGO, HARINA DE HABA, SALVADO Y GERMINADO DE TRIGO

Mezcla (HT : HH : S : G)	Humedad	Absorción %	Tiempo de arribo (I) (min.)	Tiempo de desarrollo (M) (min.)	Estabilidad (R) (min.)	Grado de debilitamiento (D20) (U.B.)	Índice de tolerancia (U.B.)
Patrón (1) (75:20:5:0)	12.9	65.9	1.7	5.7	9.5	78	50
I (70:20:5:5)	13.3	62.8	1.4	7	9.6	140	30
II (65:20:5:10)	13.1	63.0	3.8	9.4	7.7	145	70
III (60:20:5:15)	13.2	61.9	3.2	9	8.5	147	90
IV (55:20:5:20)	13.0	61.5	5.6	8.9	5.6	152	90

Donde: HT = Harina de Trigo HH = Harina de Haba S = Salvado de trigo G = Germinado de trigo

Patrón (1), I, II, III y IV = Mezclas

Fuente: Elaboración propia

(Tabla N° 23) presenta el mismo tiempo de arribo (I) que la mezcla harina de trigo, harina de haba, salvado y germinado de trigo (70:20:5:5). En forma general este segundo ensayo con la incorporación de germinado de trigo tuvo un mayor tiempo de arribo que el primer ensayo con la incorporación de salvado de trigo.

El tiempo en el cual se alcanza la máxima consistencia (M) va creciendo a medida que aumenta la incorporación de germinado de trigo hasta que llega a estandarizarse en las tres últimas mezclas.

El tiempo de estabilidad (R) va disminuyendo al aumentar el nivel de sustitución parcial lo que demuestra que el tiempo por el que permanece la mezcla alrededor de una muestra Patrón (1) va disminuyendo paulatinamente.

En el grado de debilitamiento (D20) se observó un gran incremento que representó el doble de la muestra Patrón (1), esto debido al aumento de germinado de trigo a las mezclas lo que origina curvas con mayor declive.

El índice de tolerancia al mezclado (medido en U.B.), se mantiene casi constante hasta la Muestra I, aumentando a más del doble a partir de la Muestra II. De acuerdo al índice de tolerancia se clasifica a la Muestra I como muy buena; la Muestra II como regular; y las muestras III y IV como pésimas.

Como se mencionó anteriormente se prefieren tiempos cortos de desarrollo (M) y estabilidad (R) a fin de reducir el tiempo de procesamiento en los métodos modernos de panificación y galletería (Manley, D., 1989).

De acuerdo a esto la mezcla 70:20:5:5 de harina de trigo, harina de haba, salvado y germinado de trigo respectivamente, presentó el mínimo tiempo de desarrollo (M) de 7 min. Esta mezcla presentó el mismo tiempo de arribo (I) que la harina de trigo (Tabla N° 23); mientras que la mezcla 65:20:5:10 (HT:HH:S:G) presentó un tiempo de estabilidad (R) relativamente corto de 7.7 min. comparado con el de la harina de trigo especial empleada (16.9 min.) y con las demás mezclas.

Ya se mencionó que una harina galletera debe aproximarse a tener ciertas características; mínimo tiempo de desarrollo (M), tolerancia al mezclado (estabilidad) conjuntamente con valores de debilitamiento no muy cortos y regular índice de tolerancia. Por lo que farinográficamente la mezcla con 70:20:5:5 (HT:HH:S:G) y la mezcla 65:20:5:10 (HT:HH:S:G) son las que mejor se comportan de acuerdo a todo lo antes mencionado no afectando al proceso de elaboración de las galletas dulces. Teniendo en cuenta que las pruebas farinográficas se realizan especialmente para muestras de harina de trigo y que al incorporar sucedáneos a dicha harina

se corre el riesgo de obtener gráficos que escapen de la realidad pero nos darán un posible alcance del comportamiento de estas.

5.10.4.4: Análisis extensográfico del segundo grupo de mezclas

Las características extensográficas de las mezclas con harina de trigo, harina de haba y salvado de trigo y con la incorporación de germinado de trigo se presentan en la Tabla N° 28, extraídos de los extensogramas correspondientes (Gráficos N° 15 al N° 18 del Apéndice B).

En los extensogramas se observó que la energía o fuerza (área bajo la curva graficada), disminuyó considerablemente con la incorporación de germinado de trigo comparándolo con la incorporación de salvado de trigo y disminuyendo conforme se aumenta el porcentaje de germinado de trigo.

Lo que significa que se requiere cada vez menor fuerza para ser extendida, es decir se rompe más rápido. Esta área esta relacionada con la resistencia (R), esta resistencia tiende a aumentar al aumentar el nivel de sustitución.

De la misma Tabla N° 28 se observa que al aumentar el tiempo de fermentación (45 y 90 minutos) para un mismo nivel de sustitución, la resistencia a la extensión (R), tiende a ser mayor, pero a los 135 minutos presenta una disminución de la resistencia por lo que la masa es menos consistente lo que provoca que se rompa con mas facilidad.

TABLA N° 28

**ANÁLISIS EXTENSOGRAFICO DEL SEGUNDO GRUPO DE MEZCLAS FORMADO POR HARINA DE TRIGO,
HARINA DE HABA, SALVADO Y GERMINADO DE TRIGO**

MEZCLA (HT : HH : S : G)	Extensibilidad (E) (min.)			Resistencia (R) (U.B.)			Índice de proporcionalidad C = R/E		
	45	90	135	45	90	135	45	90	135
Patrón (1) (75:20:5:0)	154	126	132	330	482	452	2.143	3.825	3.424
I (70:20:5:5)	125	92	92	480	795	780	3.840	8.641	8.478
II (65:20:5:10)	97	84	82	660	860	780	6.804	10.23	9.512
III (60:20:5:15)	68	63	75	742	880	793	10.91	13.97	10.57
IV (55:20:5:20)	52	52	50	620	700	700	11.92	13.46	14.00

Donde: HT = Harina de Trigo HH = Harina de Haba S = Salvado de trigo G = Germinado de trigo

Patrón (1), I, II, III y IV = Mezclas

Fuente: Elaboración propia

La extensibilidad (E), tiende a disminuir al aumentar el tiempo de fermentación de 45 a 90 y de 90 a 135 minutos a 30°C, esto debido a que al aumentar germinado de trigo a las mezclas se rompe mucho más rápido la masa y el tiempo para estirar la misma hasta el punto de rotura será mucho menor.

El índice de proporcionalidad (R/E) por lo general tiende a aumentar al aumentar el nivel de sustitución debido a que la extensibilidad (disminuye) mientras que la resistencia (R) va en aumento.

La presencia de harina de haba, salvado de trigo y el incremento de germinado de trigo genera un índice de proporcionalidad con tendencia a subir ya que existe un aumento sustancial de la resistencia como se observa en los gráficos debido a que la harina de habas trabajo como un mejorador natural ayudando a la masa y el germinado de trigo gracias a su acidez llega a reforzar el gluten considerablemente.

Se sabe que una masa con una buena resistencia a la extensión y poca extensibilidad será dura o extremadamente tiesa, por el contrario una masa con poca resistencia y muy buena extensibilidad, se tornará en masa suave y extremadamente elástica adecuada para galletería dulce.

Se observó que la mezcla 70:20:5:5 (HT:HH:S:G) y la mezcla 65:20:5:10 (HT:HH:S:G) tienen valores de resistencia (R) relativamente semejantes (Tabla N° 28) pero mayor que los valores de la harina de trigo especial (Tabla N° 25); y la extensibilidad en ambos niveles aceptables, siendo

menor que el valor de la harina de trigo; estas mezclas son las que mejor se pueden comporta ya que las demás mezclas presentaron mejor resistencia y una disminución de la extensibilidad lo que nos da masas duras.

5.10.5: Elaboración de galletas dulces de haba (20%) para adultos según Moyano, L. (2002)

5.10.5.1: Proceso de elaboración de galletas dulces de haba (20%) para adultos

Se empleó el método del cremado que consistió en batir primero el azúcar y la manteca vegeta hasta obtener una crema suave, añadiendo luego la solución de leche, agua y sal, manteniendo la crema para al ultimo añadir harina de trigo, harina de haba y bicarbonato de sodio para formar la masa, luego esta fue laminada, cortada y por ultimo horneada y enfriada.

5.10.5.2: Familiarización de la formulación de galletas dulces de haba (20%) para adultos.

Los resultados de las pruebas preliminares son los que a continuación se detallan:

a) Ingreso del bicarbonato de sodio

Se desarrolló el flujo de operaciones de la Figura N° 13 realizando dos formulaciones, a una se agregó el bicarbonato de sodio en el batido I según lo indicó Moyano y otro en la etapa del mezclado.

Obteniéndose mejores características sensoriales con la formulación en la que el ingreso del bicarbonato de sodio se realizó en la etapa del mezclado, ya que se logra mayor uniformidad en el interior de las galletas sin presencia de agujeros, la crocantes es mucho mejor en comparación cuando el bicarbonato ingresa en el batido I porque de esta última forma se obtienen galletas ligeramente mas duras y sin buena forma como se observa en la Figura N° 17.

b) Parámetros del horneado: temperatura y tiempo

Se trabajó con un horno marca NOVA - MAX 500 a 140°C, dicha temperatura es la comúnmente utilizada para productos de galletería trabajados en dicho horno, mientras que el tiempo promedio con el que se comenzó fue de 20 minutos hasta obtener un tiempo óptimo de 25 minutos que impartió al producto un color dorado bastante aceptable y buena cocción (Figura N° 18).

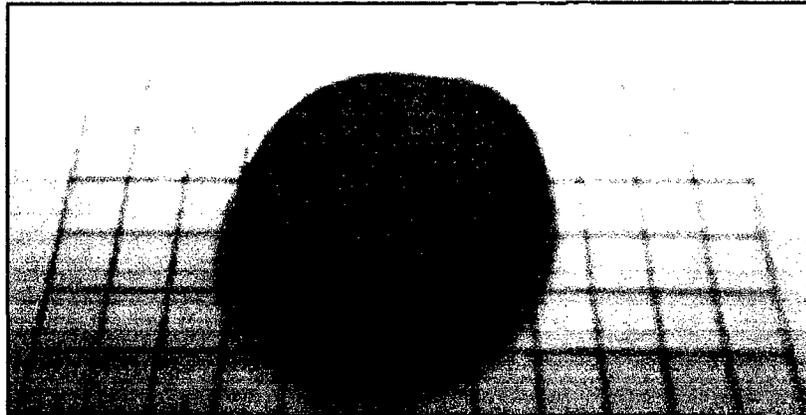
5.10.8: Etapas del proceso de elaboración de galletas dulces con 20% de harina de haba y con sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo.

Las materias primas e insumos utilizados en el proceso de elaboración de galletas dulces para el primer grupo de mezclas se detallan en la Tabla N° 29. Se elaboró las galletas dulces con 20% de harina de haba y con sustitución parcial de trigo por salvado de trigo siguiendo el flujo de la

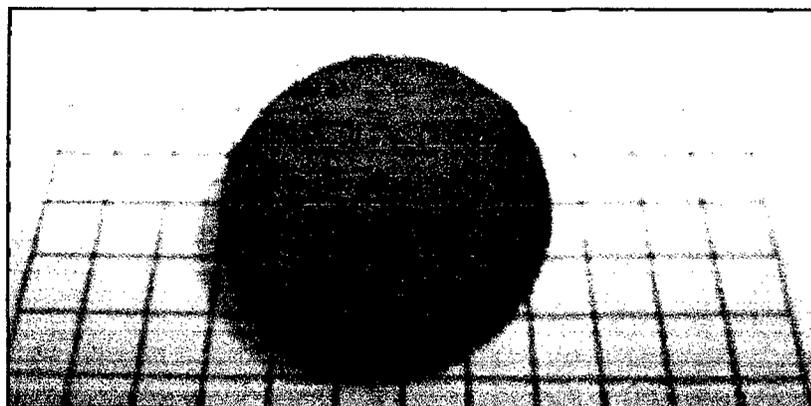
FIGURA N° 17

**PRUEBA PRELIMINAR PARA DETERMINAR EL INGRESO DEL
BICARBONATO DE SODIO**

INGRESO DEL BICARBONATO DE SODIO EN EL BATIDO I



INGRESO DEL BICARBONATO DE SODIO EN EL MEZCLADO



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 18

**PRUEBA PRELIMINAR DETERMINACION DE TEMPERATURA Y
TIEMPO ÓPTIMO DE HORNEADO**

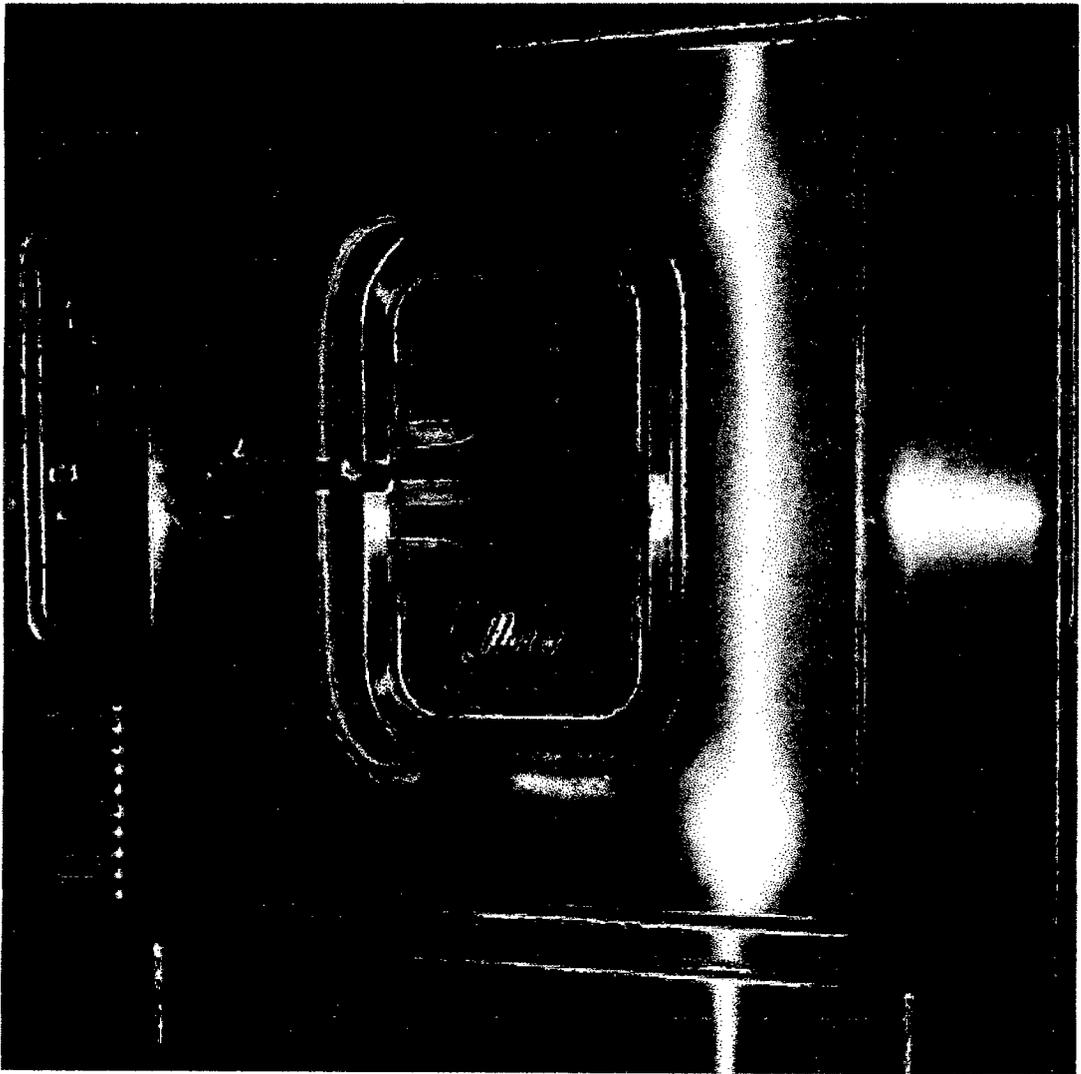


TABLA N° 29**PROPORCION DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS DEL PRIMER GRUPO DE MEZCLAS EN ESTUDIO**

INGREDIENTES	FORMULACIÓN (Porcentaje)			
	A	B	C	D
Harina de trigo NICOLINI Especial (72% de extracción)	75	70	65	60
Harina de haba (SANTA NATURA)	20	20	20	20
Salvado de trigo (COGORNO)	5	10	15	20
Manteca Palma tropical (vegetal)	34.44	34.44	34.44	34.44
Azúcar refinada	49.78	49.78	49.78	49.78
Sal	1.11	1.11	1.11	1.11
Leche en polvo (1% de grasa)	3.78	3.78	3.78	3.78
Bicarbonato de sodio	1.24	1.24	1.24	1.24
Agua	25.00	25.00	25.00	25.00

Fuente: Elaboración propia

harina de trigo por salvado de trigo siguiendo el flujo de la Figura N° 13, las etapas del proceso de elaboración fueron:

1. Batido I.- Consistió en batir el azúcar y la manteca vegetal hasta obtener una crema suave, con una batidora amasadora eléctrica KITCHENAID (Figura N° 19) a baja velocidad (velocidad 1), durante 4 minutos más 1 minuto a velocidad media (velocidad 2), limpiando las paredes y paletas cada minuto.

2. Batido II.- La crema obtenida del proceso anterior se le añadió la solución de leche, agua y sal, continuando con el batido hasta obtener una crema uniforme, utilizando la batidora amasadora, a velocidad 1 por 1 minuto para luego pasar a velocidad media (velocidad 2) durante 3 minutos limpiando las paredes y paletas cada minuto.

3. Mezclado y amasado.- La crema obtenida del proceso anterior fue mezclada con la harina de trigo, harina de haba y salvado de trigo (Figura N° 20); los cuales previamente fueron homogenizadas con bicarbonato de sodio y amasado a baja velocidad (velocidad 1) durante 45 segundos, limpiando las paredes y paletas a los 20 segundos.

4. Laminado.- La masa resultante el proceso anterior se laminó con un rodillo de madera hasta un espesor aproximado de 0.6cm.

5. Cortado.- La masa laminada se cortó en piezas circulares de 4.5cm de diámetro mediante un cortador circular de metal (Figura N° 21).

FIGURA N° 19

**BATIDORA AMASADORA ELÉCTRICA KITCHENAID EN LA ETAPA
DEL BATIDO I**



FIGURA N° 20



SALVADO DE TRIGO

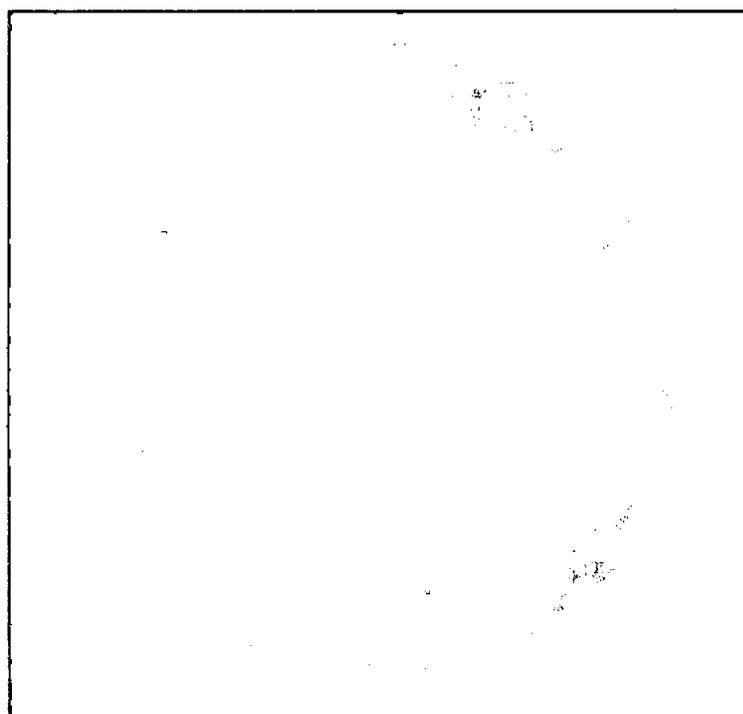


FIGURA N° 21

CORTADO DE LA MASA LAMINADA



6. Horneado.- La masa moldeada se colocó en bandejas, para luego ser sometida a horneado a una temperatura de 140 °C por 25 minutos en el horno marca NOVA –MAX 500 de la panadería de la Universidad Nacional del Callao (Figura N° 22).

7. Enfriado.- Las galletas se dejaron enfriar hasta una temperatura ambiente (aproximadamente 24°C) para facilitar en empaclado.

8. Empacado.- Las galletas se empaclaron en polipropileno biorientado cristal de 30 micras con dimensiones de 9x17x2, en cada paquete se colocó 6 galletas con un peso total aproximado de 80 g, seguidamente fueron sellados térmicamente y colocados en cajas de cartón.

5.10.7: Determinación del nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba para adultos.

La aceptabilidad general determinó organolépticamente el porcentaje óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba, de acuerdo a la prueba sensorial utilizada (Prueba de ordenamiento), se observó que las mayores medias fueron para los de mayor preferencia por los panelistas disminuyendo esta preferencia conforme disminuyen las medias. Se observa también que la aceptabilidad general de los panelistas se inclina

FIGURA N° 22

HORNEADO DE LAS GALLETAS



Por las galletas dulces de haba con el porcentaje de harina de trigo de 75%, harina de haba 20 % y salvado de trigo 5% (Muestra **A**).

De acuerdo a los resultados sensoriales se evaluaron estos utilizando el análisis estadístico de varianza, evidenciando la existencia de diferencia significativa entre cada uno de los tratamientos para luego a través de la Prueba de Duncan encontrar la máxima aceptabilidad general que se obtuvo por la muestra **A**, seguida de la muestra **B** y por último las muestras **C** y **D** con igual preferencia (Figura N° 23).

5.10.8: Etapas del proceso de elaboración de galletas dulces con 20% de harina de haba, 5% de salvado de trigo y con sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo.

Obtenido el porcentaje óptimo de salvado de trigo para las galletas dulces con 20% de harina de haba (Muestra **A**); las materias primas e insumos utilizados en el proceso de elaboración de galletas dulces de haba y salvado de trigo para el segundo grupo de mezclas se detallan en la Tabla N° 30. Se elaboró las galletas dulces de habas y salvado de trigo con sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo siguiendo el mismo flujo de operaciones de la Figura N° 13 y con los mismos parámetros obtenidos en la familiarización.

Se realizó el batido I, batido II, el mezclado con la harina de trigo, harina de haba, salvado de trigo y además se agregó para este caso el

FIGURA N° 23

MUESTRAS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR SALVADO DE TRIGO EN GALLETAS

DULCES CON 20% DE HARINA DE HABA

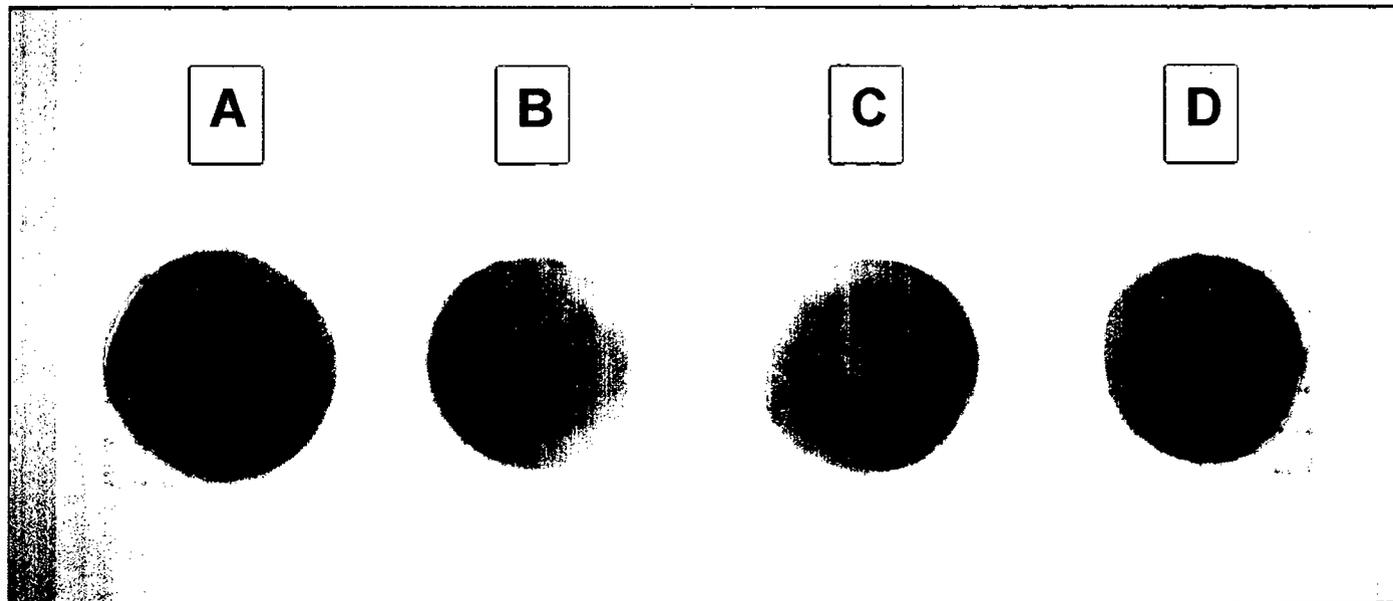


TABLA N° 30

**PROPORCION DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS DEL SEGUNDO
GRUPO DE MEZCLAS EN ESTUDIO**

Ingredientes	Formulación (Porcentaje)				
	Muestra A	I	II	III	IV
Harina de trigo NICOLINI Especial (72% de extracción).	75	70	65	60	55
Harina de haba (SANTA NATURA)	20	20	20	20	20
Salvado de trigo (COGORNO)	5	5	5	5	5
Germinado de trigo (SANTA NATURA)	0	5	10	15	20
Manteca Palma tropical (vegetal)	34.44	34.44	34.44	34.44	34.44
Azúcar refinada	49.78	49.78	49.78	49.78	49.78
Sal	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
Leche en polvo (1% de grasa)	3.78	3.78	3.78	3.78	3.78
Bicarbonato de sodio	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
Agua	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00

Fuente: Elaboración propia

germinado de trigo (Figura N° 24) incluido el bicarbonato de sodio, luego el laminado, cortado, horneado, enfriado y finalmente el empaqueo de las galletas.

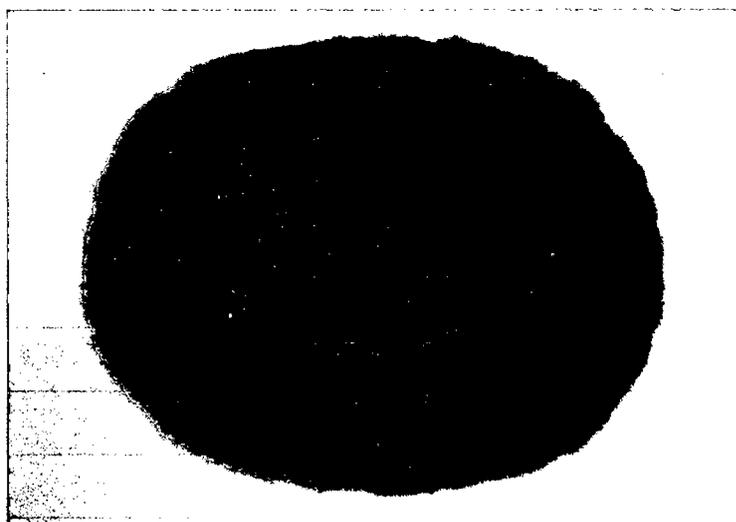
5.10.9: Determinación del nivel óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo.

Para este caso la aceptabilidad general también se determinó organolépticamente, el porcentaje óptimo de sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo. De acuerdo a la prueba sensorial utilizada (Prueba de ordenamiento), se observó que las mayores medias fueron para los de mayor preferencia por los panelistas disminuyendo esta preferencia conforme disminuye las medias.

De acuerdo a los resultados sensoriales se evaluaron estos utilizando el análisis estadístico de varianza, evidenciando la existencia de diferencia significativa entre cada uno de los tratamientos para luego a través de la Prueba de Duncan encontrar la máxima aceptabilidad general que se inclinó por las galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo, Muestra I (Harina de trigo 70%, harina de haba 20%, salvado de trigo 5% y germinado de trigo 5%) y Muestra II (Harina de trigo 65%, harina de haba 20%, salvado de trigo 5% y germinado de trigo 10%) no existiendo diferencia significativa entre ambas, siguiendo el

FIGURA N° 24

GERMINADO DE TRIGO



ordenamiento realizado por los panelistas, continuó la Muestra III y por último la Muestra IV con menor aceptabilidad general (Figura N° 25).

En lo que respecta al atributo crocantes al incrementarse el nivel de sustitución parcial, ya que existe un aumento del germinado de trigo y la presencia de salvado de trigo en todas las muestras en un mismo porcentaje, la crocantes de las galletas va aumentando, pero entre las Muestras I y II el nivel de crocantes es similar según los panelistas.

En función al atributo color al incrementarse el nivel de sustitución parcial el color de las galletas fue tornándose oscuro dando una ligera apariencia de haber sobrepasado el tiempo de horneado, siendo esta característica más notoria en las Muestras III y IV no presentando diferencias significativas entre ambas. En cambio en las muestras I y II no fue muy notorio el cambio de coloración de las galletas y tampoco hubo diferencia significativa entre ambas (Figura N° 26).

Finalmente la mayor aceptabilidad general fue atribuida a la muestra II ya que es el mayor porcentaje de sustitución parcial aceptada por los panelistas. (Figura N° 27). En función de los atributos de crocantes y color tanto la Muestra I como la Muestra II son las que presentaron mejores características similares la Muestra A y además no existiendo diferencia entre ambas.

FIGURA 25

**MUESTRAS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR GERMINADO DE TRIGO EN GALLETAS
DULCES CON 20% DE HARINA DE HABA Y 5% DE SALVADO DE TRIGO**

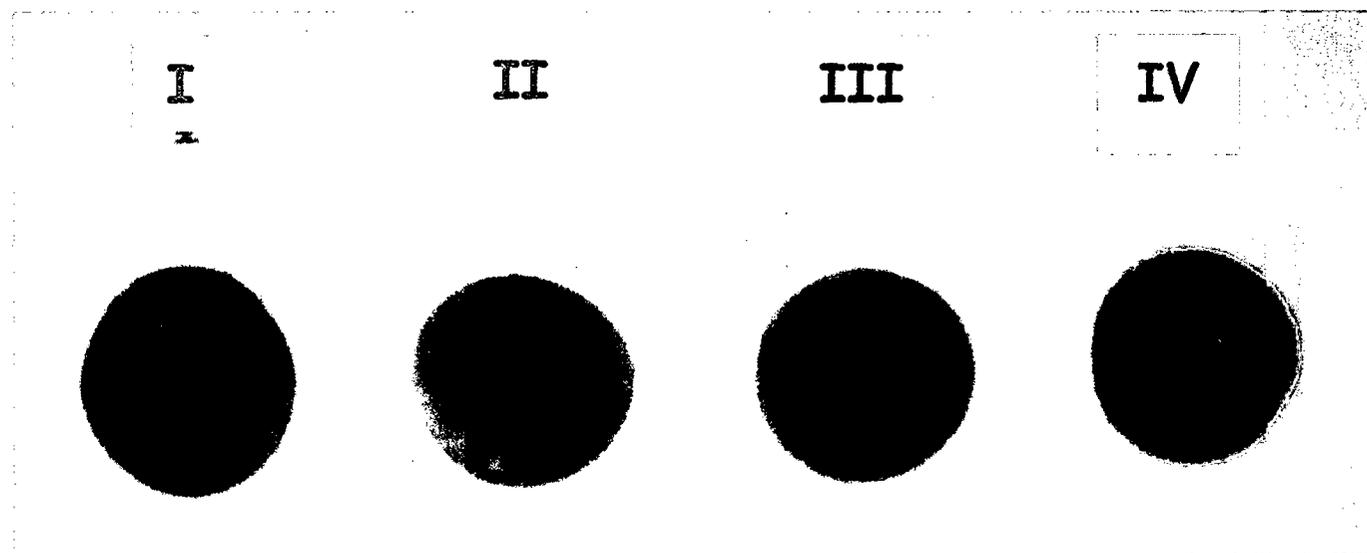
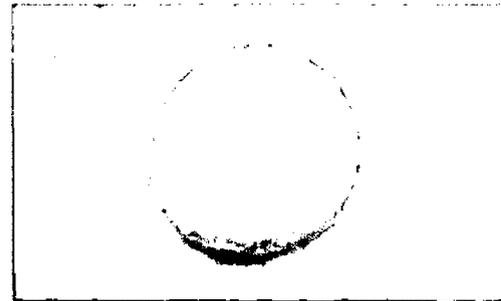


FIGURA 26

MUESTRAS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR GERMINADO DE TRIGO EN GALLETAS

DULCES CON 20% DE HARINA DE HABAY 5% DE SALVADO DE TRIGO vs MUESTRA A



MUESTRA A

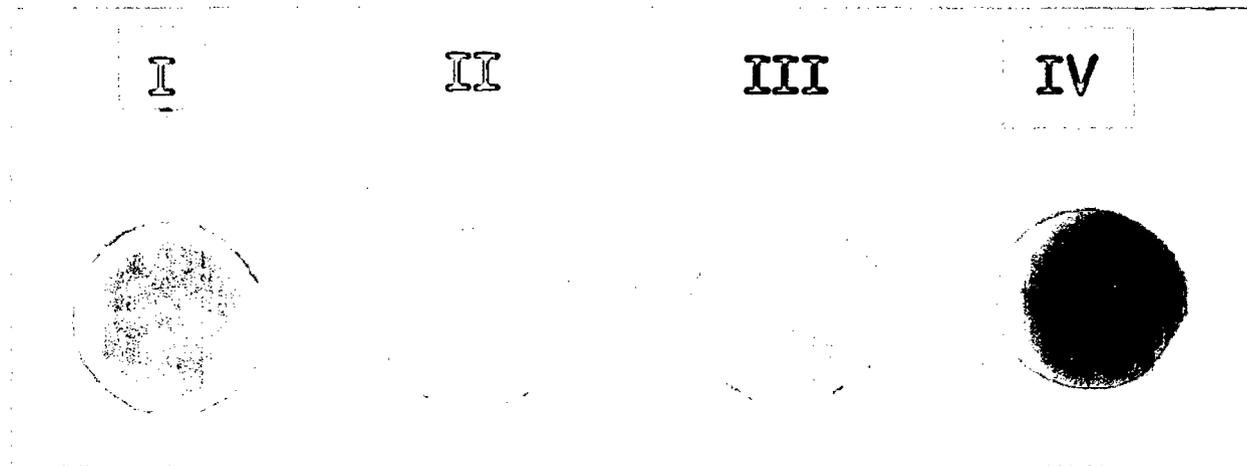
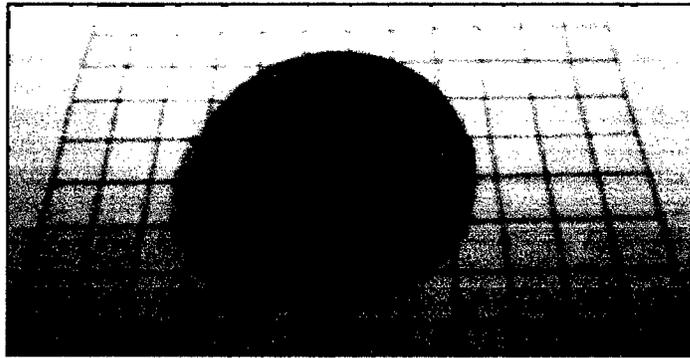


FIGURA N° 27

**MUESTRA II
(MAYOR ACEPTABILIDAD)**



5.10.10: Análisis fisicoquímicos del producto final

La muestra II fue el producto final que cumplió con la aceptabilidad general por parte de los panelistas que fue también llamada "Fórmula Final". Los resultados de los análisis fisicoquímicos fueron:

a) Determinación de acidez titulable

En la Tabla N° 31 se presenta los resultados de la determinación de acidez titulable (expresado en Ácido láctico). La acidez en la galleta de trigo (0.011%) resultó menor que el valor expresado por la Fórmula de Moyano, L. (0.019%), siendo el mayor valor obtenido por la "Fórmula Final" (0.025%), como principal consecuencia del germinado de trigo.

Los valores observados de las galletas es mínima, por debajo de lo establecido como límite máximo (0.10% expresado en ácido láctico) por la Norma Técnica Peruana 206.001:1981 Galletas – Requisitos.

b) Determinación de fibra dietaria

El contenido de fibra dietaria (Tabla N° 31) aumentó considerablemente de 1.32 g a 12.16 g por la incorporación de salvado y germinado de trigo. La ración de 100 g de galletas con la "**Formulación Final**" presentó 12.16 g de fibra dietaria, mientras que los cuadros nutricionales ubicados en el empaque de las galletas comerciales presentaron niveles inferiores de fibra, en el caso de las galletas INTEGRACKERS (Con salvado de trigo y cebada), y galletas NESFIT FIBRA INTEGRAL (Con salvado de trigo) por 100 g de porción tiene 5 g y 3.3 g de fibra dietaria respectivamente.

TABLA N° 31

**DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE Y FIBRA DIETARIA EN
LAS GALLETAS DE TRIGO, FORMULACIÓN SEGÚN MOYANO, I. 2002
Y FORMULACIÓN FINAL**

ANÁLISIS	TIPO DE GALLETAS		
	Galleta de trigo	Galleta dulce con sustitución parcial de harina de trigo (80%) por harina de habas (20%)	Galleta dulce con sustitución parcial de harina de trigo (65%) por harina de haba (20%), salvado (5%) y germinado de trigo (10%) “Fórmula Final”
Acidez titulable (Exp. Ac. Láctico) %	0.011*	0.019*	0.025
Fibra dietaria (g/100g)	1.32	6.48	12.16

* Moyano, L (2002)

Fuente: Elaboración propia

c) Análisis proximal

El análisis proximal de la galleta dulce con 20% de sustitución parcial de harina de trigo por harina de haba (Moyano, L. 2002) y de la galleta dulces con sustitución parcial de harina de trigo (65%) por harina de haba (20%), salvado (5%) y germinado de trigo (10%) se presentan en la Tabla N° 32.

El contenido de cenizas y humedad determinado en las galletas son ampliamente inferiores al límite máximo permitido de ceniza (3%) y humedad (12%) establecidos por la Norma Técnica Peruana 206.001:1981 Galletas – Requisitos. Se sabe que un menor porcentaje de humedad en la galleta tendrá un producto final con mayor tiempo de almacenamiento, además la cantidad de nutrientes será mayor.

La galleta utilizada de base para el presente estudio (Moyano, L. 2002) presentó 8.75% de proteínas incrementándose este porcentaje en la galleta dulce con sustitución parcial de harina de trigo (65%) por harina de haba (20%), salvado (5%) y germinado de trigo (10%) “**Fórmula Final**” el cual fue de 8.87%, lo que evidencia una mejora nutricional del producto con relación a la galleta de trigo. Todos los valores son superiores a 6.0%, dicho valor es reportado por Collazos, C. (1996) para galletas dulces.

TABLA N° 32

**ANÁLISIS PROXIMAL EN LAS GALLETAS DE TRIGO, FORMULACIÓN
SEGÚN MOYANO, L. (2002) Y FORMULACIÓN FINAL
(g / 100 g de muestra original)**

ANÁLISIS	RESULTADOS		
	Galleta de trigo*	Galleta dulce con sustitución parcial de harina de trigo (80%) por harina de habas (20%)*	Galleta dulce con sustitución parcial de harina de trigo (65%) por harina de haba (20%), salvado (5%) y germinado de trigo (10%) "Fórmula final"
Humedad	3.89	4.05	3.74
Proteína total (Factor: 6.25)	6.98	8.75	8.87
Grasa total	17.36	17.43	18.81
Fibra cruda	0.11	0.54	0.81
Cenizas	1.10	1.36	1.64
Carbohidratos totales	70.57	67.88	66.13

* Moyano, L (2002)

Fuente: Elaboración propia

El contenido de grasa de la “**Fórmula Final**” fue ligeramente superior (18.88%) que las demás (galletas de trigo 17.36% y Fórmula según Moyano 17.43%), e incluso al mencionado por Collazos, C. (1996) de 12.7% para galletas dulces.

El contenido de carbohidratos reportado por Collazos, C. (1996) para este tipo de productos fue de 74.9%, como se observa en la Tabla N° 32 dicho contenido va disminuyendo significativamente de 70.57% a 66.13% evidenciando un alto aporte calórico en el producto final.

El contenido de fibra en la galleta de trigo y en la Fórmula de Moyano fue 0.11% y 0.54% respectivamente siendo menores a los expresado por Collazos, C. (1996) para galletas dulces 0.9%, en el caso de la “**Fórmula Final**” presentó un ligero aumento 0.81%.

5.10.11: Análisis microbiológico del producto final

La Tabla N° 33 se muestra los resultados del análisis microbiológico a las diferentes galletas. Dichos resultados presentaron valores menores con respecto a los requisitos exigidos por la NORMA SANITARIA SOBRE CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO (hongos y levaduras 10^2 ufc/ml a 10^3 ufc/ml).

Los bajos recuentos son consecuencia de la exposición de las galletas a altas temperaturas de horneado durante el proceso de elaboración de las mismas, mientras que los mohos y sus esporas mueren a temperaturas de 60°C por 5 a 10 minutos, las levaduras no sobreviven a temperatura entre 50°C y 58°C. Además las adecuadas condiciones de manipuleo y limpieza fueron óptimas en la elaboración del producto (FOX, B. y CAMERON, A. 1999).

5.10.12: Determinación del tiempo de almacenamiento en función de características fisicoquímicas y microbiológicas en la galleta con formulación final.

Las variaciones de las características fisicoquímicas y microbiológicas aplicadas como método de control durante la evaluación de la galleta en almacenamiento se muestran en la Tabla N° 34 y Figura N° 28.

Se determinó el tiempo de vida útil de las galletas según la acidez titulable, debido que a los 70 días se obtuvo 0.1% de acidez siendo este el límite máximo establecido por la Norma Técnica Peruana 206.001:1981 Galletas: Requisitos.

Durante el almacenamiento la acidez titulable tiende a incrementarse en los productos horneados debido a las reacciones fisicoquímicas intrínsecas en estos productos, sin embargo, la presencia de germinado

TABLA N° 33

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN LAS GALLETAS DE TRIGO,
FORMULACIÓN SEGÚN MOYANO, L. (2002) Y FORMULACIÓN FINAL**

NUMERACION	TIPO DE GALLETA		
	Galleta de trigo*	Galleta dulce con sustitución parcial de harina de trigo (80%) por harina de haba (20%)*	Galleta dulce con sustitución parcial de harina de trigo (65%) por harina de haba (20%), salvado (5%) y germinado de trigo (10%) "Fórmula Final"
Hongos y levaduras (ufc/ml)	<10 ²	<10 ²	2.3 x 10 ²

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 34

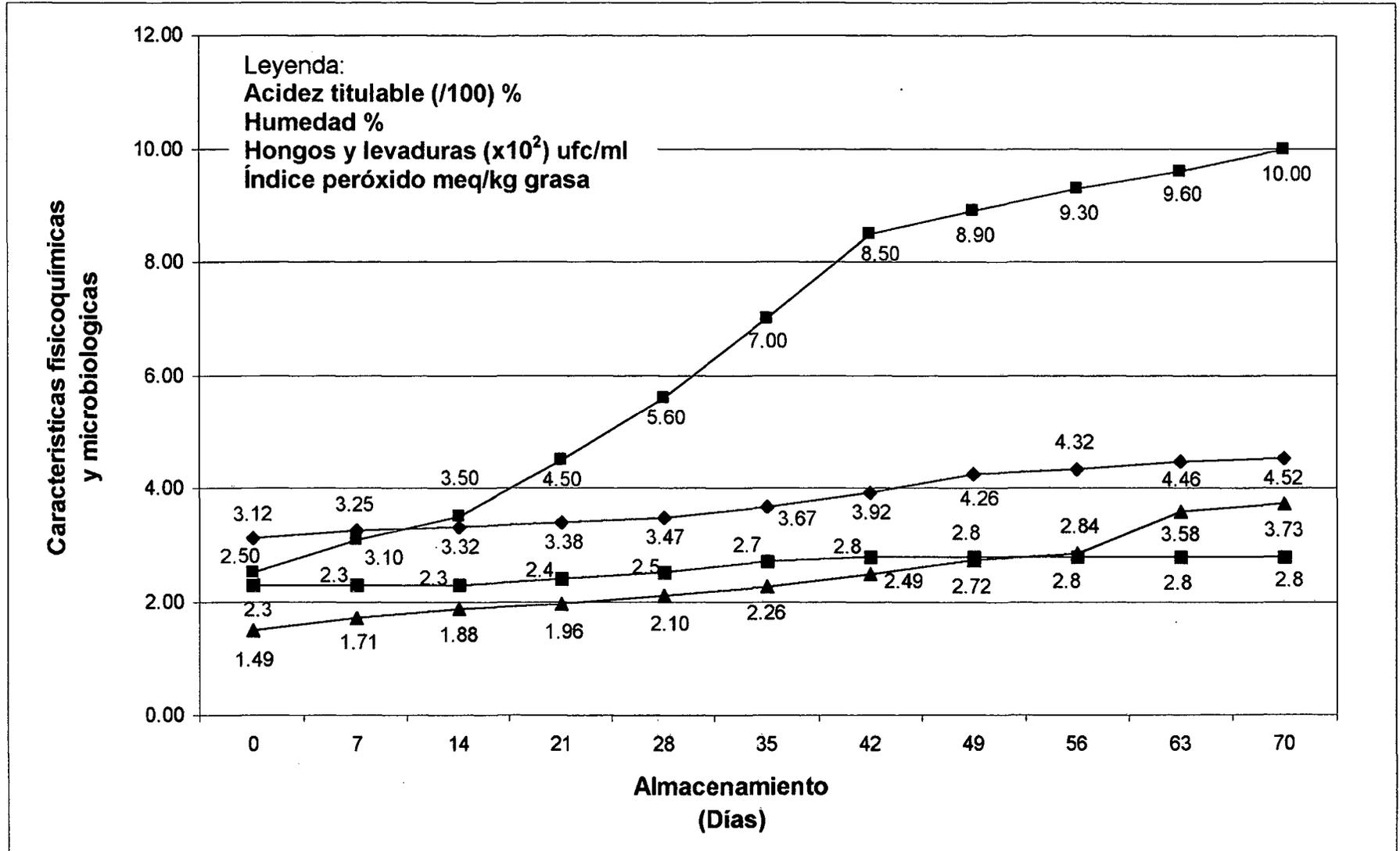
EVALUCION DE LAS GALLETAS DULCES CON FORMULACIÓN FINAL DURANTE EL ALMACENAMIENTO

Análisis efectuados	LIMITES	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21	Día 28	Día 35	Día 42	Día 49	Día 56	Día 63	Día 70
Humedad	Máximo 12% (NTP 206.001)	3.12	3.25	3.32	3.38	3.47	3.67	3.92	4.26	4.32	4.46	4.52
Acidez titulable (Ac. Láctico)	Máximo 0.1% (NTP 206.001)	0.025	0.031	0.035	0.045	0.056	0.070	0.085	0.089	0.093	0.096	0.100
Índice de peróxido	Máximo 5 meq/Kg grasa (NTP 206.001)	1.49	1.71	1.88	1.96	2.10	2.26	2.49	2.72	2.84	3.58	3.73
Hongos y levaduras	10 ² – 10 ³ ufc/ml (Ministerio de Salud)	2.3x10 ²	2.3x10 ²	2.3x10 ²	2.4x10 ²	2.5x10 ²	2.7x10 ²	2.8x10 ²	2.8x10 ²	2.8x10 ²	2.8x10 ²	2.8x10²

Fuente: Elaboración propia

FIGURA Nº 28

EVALUCION DE LAS GALLETAS DULCES CON FORMULACIÓN FINAL DURANTE EL ALMACENAMIENTO



Fuente: Elaboración propia

de trigo en las galletas contribuyó a una rápida variación hasta el día 42 y a partir de allí su aumento fue más paulatino.

Se observó que el contenido de humedad durante este periodo presentó una variación reducida que osciló de 3.12% a 4.52%, resultando un producto con buena crocantes trascurrido los 70 días de almacenamiento, el atributo crocantes en las galletas es una característica sensible a los cambios de humedad de las mismas.

Mientras tanto el índice de peróxido se incrementa durante el almacenamiento debido a la progresiva saturación con oxígeno de las cadenas de ácidos grasos de la grasa de las galletas lo que conlleva a la rancidez oxidativa FOX, B. y CAMERON, A. 1999.

Al inicio del almacenamiento el índice de peróxido fue ligeramente inferior que los reportados por Moyano, L. (2002) para galletas de trigo (1.85 meq/Kg grasa) y para galletas dulces con 20% de sustitución parcial de harina de trigo por harina de haba (1.91 meq/Kg grasa), se observó que a partir del día 56 el incremento ya no fue proporcional como en los días iniciales, sino que la proporción de aumento fue mayor, evidenciándose la aceleración de la oxidación de los lípidos componentes de las galletas en los últimos días de almacenamiento. Hasta el día 70 el índice de peróxido no sobre paso lo establecido por Norma Técnica Peruana 206.001:1981 no manifestándose enranciamiento al momento del consumo.

En los productos de galletería no se suelen presentar muchos problemas microbiológicos por dos razones; la falta de humedad y la alta concentración de azúcares. Los microorganismos no encuentran la cantidad de agua necesaria para su crecimiento y aunque la consigan, la concentración de azúcares limita su desarrollo; como se pudo observar en el recuento de hongos y levaduras que solo osciló de 2.3×10^2 ufc/ml a 2.8×10^2 ufc/ml estando dentro del rango establecido por la NORMA SANITARIA SOBRE CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO (Ministerio de Salud).

Finalmente para determinar el tiempo de almacenamiento o vida útil en galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de haba, salvado y germinado de trigo en función de características fisicoquímicas y microbiológicas se tuvo como resultado que los parámetros de mayor importancia son la humedad, acidez titulable e índice de peróxido, siendo la acidez titulable el parámetro que determinó dicho tiempo.

De acuerdo a los límites máximos con que se trabajó en el presente estudio para los parámetros de humedad e índice de peróxidos obtenidos por Moyano, L. (2002) en las galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo (80%) por harina de haba (20%) él obtuvo un tiempo de vida útil promedio de 45 días.

CAPITULO VI

PRUEBA DE HIPÓTESIS

6.1: Prueba de hipótesis para la sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba

6.1.1: Determinación del nivel óptimo de sustitución parcial

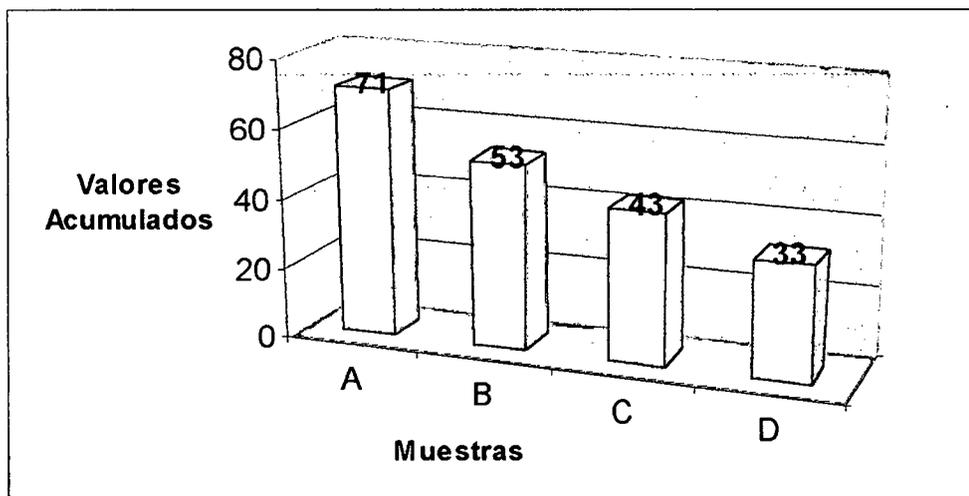
Los resultados de la evaluación sensorial en función de la aceptabilidad general se observan en la Figura N° 29 como valores acumulados, es decir, la suma total de los puntajes de cada muestra según el ordenamiento por parte de los panelistas.

Se determinó la existencia de diferencia significativa entre los puntajes promedio asignados por los panelistas, por lo que se formularon las siguientes hipótesis:

H_0 : "La media de la aceptabilidad general en galletas dulces con 20% de harina de haba no cambia al ser mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por salvado de trigo para adultos a un nivel de significancia de 0.05"

FIGURA N° 29

**VALORES ACUMULADOS DE LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD
GENERAL PARA DETERMINAR EL NIVEL OPTIMO DE SUSTITUCION
PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR SALVADO DE TRIGO EN
GALLETAS DULCES CON 20% DE HARINA DE HABA**



Fuente: Elaboración propia

H₁: La media de la aceptabilidad general en galletas dulces con 20% de harina de haba cambia al ser mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por salvado de trigo para adultos a un nivel de significancia de 0.05"

El procesamiento de datos de las ficha de evaluación sensorial del grupo de panelistas se realizó utilizando el análisis estadístico de varianza, el que concluyó indicando que existía diferencia significativa entre las galletas dulces de haba cuando es mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por salvado de trigo a un nivel de significancia de 0.05 (Tabla N° 35).

Para determinar en qué porcentaje se manifiesta la mayor aceptabilidad general entre las galletas dulces con 20% de harina de haba cuando es mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por salvado de trigo, se utilizó una prueba de comparación múltiple de Duncan (Tabla N° 36).

De los resultados de la Prueba de Duncan se observó que la galleta dulce con sustitución parcial de harina de trigo (75%) por harina de haba (20%) y salvado de trigo (5%) (**Muestra A**) fue la de mejor aceptabilidad general por parte de los panelistas, seguida de la galleta dulce con los porcentajes de harina de trigo 70%, harina de haba 20% y salvado de trigo 10% (**Muestra B**) y finalmente con menor preferencia las Muestras **C** y **D**, ambas sin presentar diferencias significativas.

TABLA N° 35

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA PRUEBA DE ORDENAMIENTO PARA
DETERMINAR EL NIVEL ÓPTIMO DE SUSTITUCION PARCIAL DE
HARINA DE TRIGO POR SALVADO DE TRIGO EN GALLETAS
DULCES CON 20% DE HARINA DE HABA**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Varianza estimada	Relación F	
				Calculada	Tabular (p≤0.05)
Tratamiento (Tr)	3	39.40	13.13	12.35	2.772
Panelistas (P)	19	0.00	0.00	0.00	1.805
Error (E)	57	60.60	1.06		
Total (T)	79	100.00			

Donde:

Si $F_c > F_t$ la hipótesis nula (H_0) se rechaza

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 36

PRUEBA DE DUNCAN PARA DETERMINAR EL NIVEL ÓPTIMO DE SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR SALVADO DE TRIGO EN GALLETAS DULCES CON 20% DE HARINA DE HABA

MUESTRAS	A (HT : HH : S) (75:20:5)	B (HT : HH : S) (70:20:10)	C (HT : HH : S) (65:20:15)	D (HT : HH : S) (60:20:20)
Media de los tratamientos	3.55	2.65	2.15	1.65

N° de promedios: p	Para 2 medias	Para 3 medias	Para 4 medias
Valor Q (tabular)	2.835	2.985	3.083
Amplitud	0.653	0.687	0.710

COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS

	3.55	2.65	2.15	1.65
1.65	1.9	1.0	0.5	0
2.15	1.4	0.5	0	
2.65	0.9	0		
3.55	0			

Donde:

HT = Harina de Trigo HH = Harina de Haba S = Salvado de trigo

Fuente: Elaboración propia

6.2: Prueba de hipótesis para la sustitución parcial de harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo

6.2.1: Determinación del nivel óptimo de sustitución parcial

Los resultados de la evaluación sensorial en función de la aceptabilidad general se observan en la Figura N° 30 como valores acumulados, es decir, la suma total de los puntajes de cada muestra según el ordenamiento por parte de los panelistas.

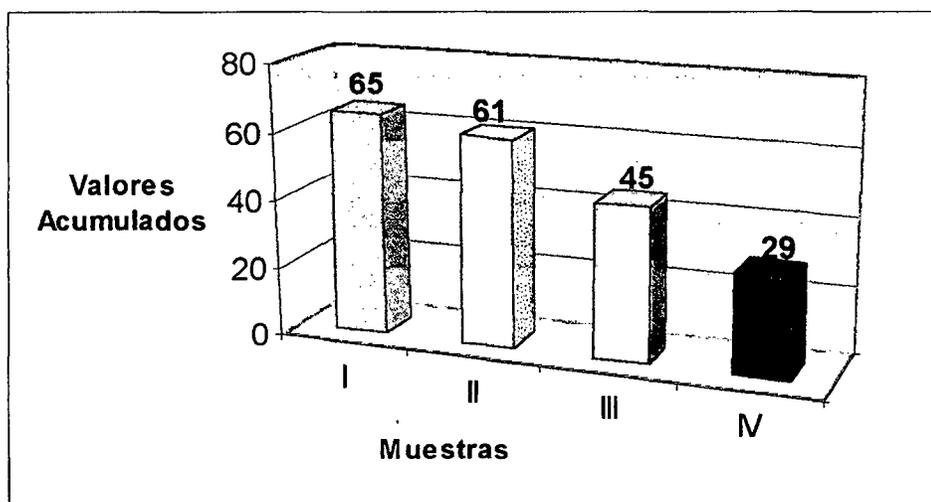
Se determinó la existencia de diferencia significativa entre los puntajes promedio asignados por los panelistas, para lo que se formularon las siguientes hipótesis:

H_0 : "La media de la aceptabilidad general en las galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo no cambia al ser mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por germinado de trigo para adultos a un nivel de significancia de 0.05"

H_1 : La media de la aceptabilidad general en las galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo cambia al ser mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por germinado de trigo para adultos a un nivel de significancia de 0.05".

FIGURA N° 30

VALORES ACUMULADOS DE LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD GENERAL PARA DETERMINAR EL NIVEL ÓPTIMO DE SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR GERMINADO DE TRIGO EN GALLETAS DULCES CON 20% DE HARINA DE HABA Y 5% DE SALVADO DE TRIGO



Fuente: Elaboración propia

El procesamiento de datos de las ficha de evaluación sensorial del grupo de panelistas se realizó utilizando el análisis estadístico de varianza, el que concluyó indicando la existencia de diferencia significativa entre las galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo cuando es mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por germinado de trigo a un nivel de significancia de 0.05 (Tabla N° 37).

Para determinar en qué porcentaje se manifiesta la mayor aceptabilidad general entre las galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo cuando es mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por germinado de trigo, se utilizó una prueba de comparación múltiple de Duncan (Tabla N° 38).

De los resultados de la Prueba de Duncan se observó que la galleta dulce con sustitución parcial de harina (70%) por harina de haba (20%), salvado (5%) y germinado de trigo (5%) (Muestra I) y la Muestra II con porcentaje de harina de trigo 65%, harina de haba 20%, salvado de trigo 5% y germinado de trigo 10% fueron las de mejor aceptabilidad general por parte de los panelistas debido a que no existe diferencia significativa entre ambas, seguida de la Muestra III (harina de trigo 60%, harina de haba 20%, salvado de trigo 5% y germinado de trigo 15%) y en último lugar la Muestra IV (harina de trigo 55%, harina de haba 20%, salvado de trigo 5% y germinado de trigo 20%).

TABLA N° 37

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA PRUEBA DE ORDENAMIENTO PARA DETERMINAR EL NIVEL OPTIMO DE SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR GERMINADO DE TRIGO EN GALLETAS DULCES CON 20% DE HARINA DE HABA Y 5% DE SALVADO DE TRIGO

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Varianza estimada	Relación F	
				Calculada	Tabular (p≤0.05)
Tratamiento (Tr)	3	40.60	13.53	12.99	2.772
Panelistas (P)	19	0.00	0.00	0.00	1.805
Error (E)	57	59.40	1.04		
Total (T)	79	100.00			

Donde:

Si $F_c > F_t$ la hipótesis nula (H_0) se rechaza

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 38

PRUEBA DE DUNCAN PARA DETERMINAR EL NIVEL OPTIMO DE SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR GERMINADO DE TRIGO EN GALLETAS DULCES CON 20% DE HARINA DE HABA Y 5% DE SALVADO DE TRIGO.

MUESTRAS	I (HT:HH:S:G) (70:20:5:5)	II (HT:HH:S:G) (65:20:5:10)	III (HT:HH:S:G) (60:20:5:15)	IV (HT:HH:S:G) (55:20:5:20)
Media de los tratamientos	3.25	3.05	2.25	1.45

N° de promedios: p	Para 2 medias	Para 3 medias	Para 4 medias
Valor Q (tabular)	2.835	2.985	3.083
Amplitud	0.646	0.681	0.703

COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS

	3.25	3.05	2.25	1.45
1.45	1.8	1.6	0.8	0
2.25	1.0	0.8	0	
3.05	0.2	0		
3.25	0			

Donde:

HT = Harina de Trigo HH = Harina de Haba S = Salvado de trigo
G = Germinado de trigo

Fuente: Elaboración propia

6.2.2: Determinación de las diferencias entre la Muestra (A) y las Muestras (I, II, III y IV) en función a atributo crocantes.

Los resultados de la evaluación sensorial en función al atributo crocantes se observan en la Figura N° 31 como valores acumulados, es decir, la suma total de los puntajes de cada Muestra según las diferencias encontradas por los panelista con la Muestra (A).

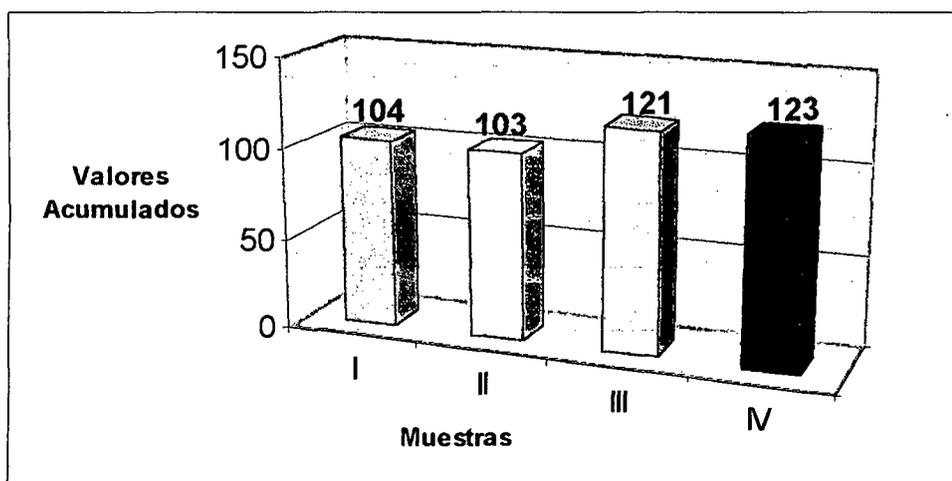
Se determinó la existencia de diferencia significativa entre los puntajes promedio asignados por los panelistas, para lo que se formularon las siguientes hipótesis:

H₀: "La media del atributo crocantes entre la Muestra (A) y las Muestras (I, II, III y IV) no cambian al ser mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo para adultos a un nivel de significancia de 0.05".

H₁: "La media del atributo crocantes entre la Muestra (A) y las Muestras (I, II, III y IV) cambian al ser mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo para adultos a un nivel de significancia de 0.05".

FIGURA N° 31

VALORES ACUMULADOS DE LA PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES PARA DETERMINAR LAS DIFERENCIAS ENTRE LA MUESTRA (A) Y LAS MUESTRAS (I, II, III Y IV) EN FUNCIÓN A ATRIBUTO CROCANTES.



Fuente: Elaboración propia

El procesamiento de datos se realizó por el análisis estadístico de varianza (ANVA), concluyendo que existía diferencia significativa entre las galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo cuando es mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por germinado de trigo a un nivel de significancia de 0.05 (Tabla N° 39).

Para determinar en que porcentaje se manifiesta la mayor diferencia con respecto al atributo crocantes entre las galletas dulces de haba y salvado de trigo cuando es mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por germinado de trigo, se utilizó una prueba de comparación múltiple de Duncan (Tabla N° 40).

De la Prueba de Duncan se observó que entre las muestras I y II no existe diferencia significativa, tampoco entre las muestras III y IV; pero estas últimas muestras presentaron una mayor diferencia significativa con que las muestras I y II en función al atributo crocantes.

6.2.3: Determinación de las diferencias entre la Muestra (A) y las Muestras (I, II, III y IV) en función al atributo color

Los resultados de la evaluación sensorial en función al atributo color se observan en la Figura N° 32 como valores acumulados, es decir, la suma total de los puntajes de cada Muestra según las diferencias encontradas por los panelista con la Muestra (A).

TABLA N° 39

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES PARA DETERMINAR LAS DIFERENCIAS ENTRE LA MUESTRA (A) Y LAS MUESTRAS (I, II, III Y IV) EN FUNCIÓN A ATRIBUTO CROCANTES.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Varianza estimada	Relación F	
				Calculada	Tabular ($p \leq 0.05$)
Tratamiento (Tr)	3	17.24	5.75	4.23	2.772
Panelistas (P)	19	105.74	5.57	4.09	1.805
Error (E)	57	77.51	1.36		
Total (T)	79	200.49			

Donde:

Si $F_c > F_t$ la hipótesis nula (H_0) se rechaza

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 40

**PRUEBA DE DUNCAN PARA DETERMINAR LAS DIFERENCIAS
ENTRE LA MUESTRA (A) Y LAS MUESTRAS (I, II, III Y IV) EN
FUNCIÓN A ATRIBUTO CROCANTES.**

	I (HT:HH:S:G) (70:20:5:5)	II (HT:HH:S:G) (65:20:5:10)	III (HT:HH:S:G) (60:20:5:15)	IV (HT:HH:S:G) (55:20:5:20)
Media de los tratamientos	5.20	5.15	6.05	6.15

N° de promedios: p	Para 2 medias	Para 3 medias	Para 4 medias
Valor Q (tabular)	2.835	2.985	3.083
Amplitud	0.193	0.203	0.210

COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS

	6.15	6.05	5.20	5.15
5.15	1.00	0.90	0.05	0
5.20	0.95	0.85	0	
6.05	0.1	0		
6.15	0			

Donde:

HT = Harina de Trigo HH = Harina de Haba S = Salvado de trigo
G = Germinado de trigo

Fuente: Elaboración propia

Se determinó la existencia de diferencia significativa entre los puntajes promedio asignados por los panelistas, para lo que se formularon las siguientes hipótesis:

H₀: “La media del atributo color entre la Muestra **(A)** y las Muestras **I, II, III** y **IV** no cambian al ser mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo para adultos a un nivel de significancia de 0.05”

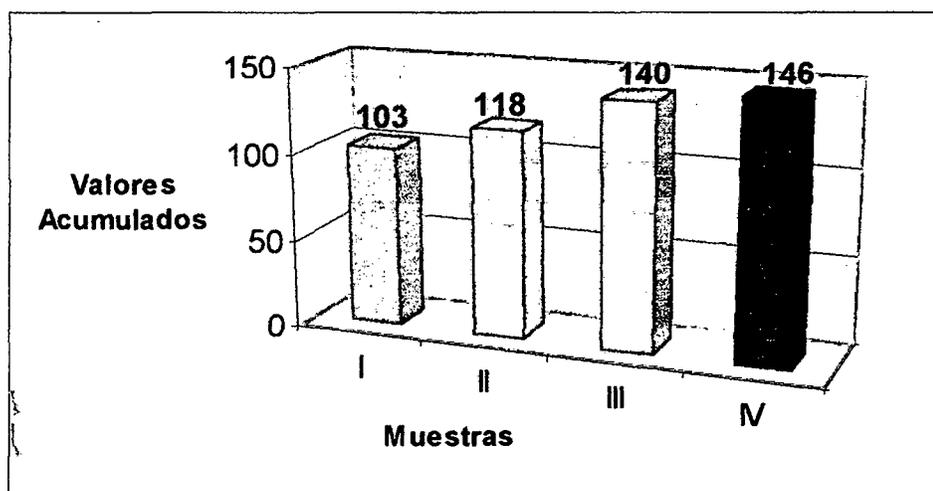
H₁: La media del atributo color entre la Muestra **(A)** y las muestras **I, II, III** y **IV** cambian al ser mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo para adultos a un nivel de significancia de 0.05”.

El procesamiento de datos se realizó por el análisis estadístico de varianza (ANVA), concluyendo que existía diferencia significativa entre las galletas dulces de haba y salvado de trigo cuando es mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por germinado de trigo a un nivel de significancia de 0.05 (Tabla N° 41).

Para determinar en que porcentaje se manifiesta la mayor diferencia con respecto al atributo color entre las galletas dulces con 20% de harina de haba y 5% de salvado de trigo cuando es mayor la sustitución parcial de la harina de trigo por germinado de trigo en comparación con Muestra **(A)**

FIGURA N° 32

VALORES ACUMULADOS DE LA PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES PARA DETERMINAR LAS DIFERENCIAS ENTRE LA MUESTRA (A) Y LAS MUESTRAS (I, II, III Y IV) EN FUNCIÓN AL ATRIBUTO COLOR



Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 41

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES PARA DETERMINAR LAS DIFERENCIAS ENTRE LA MUESTRA (A) Y LAS MUESTRAS (I, II, III Y IV) EN FUNCIÓN AL ATRIBUTO COLOR

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Varianza estimada	Relación F	
				Calculada	Tabular (p≤0.05)
Tratamiento (Tr)	3	59.34	19.78	12.07	2.772
Panelistas (P)	19	67.14	3.53	2.16	1.805
Error (E)	57	93.41	1.64		
Total (T)	79	219.89			

Donde:

Si $F_c > F_t$ la hipótesis nula (H_0) se rechaza

Fuente: Elaboración propia

se utilizó una prueba de comparación múltiple de Duncan (Tabla N° 42).

De la Prueba de Duncan se observó que entre las muestras I y II no existe diferencia significativa, tampoco entre las muestras III y IV; pero estas últimas muestras presentaron una mayor diferencia significativa con que las muestras I y II en función al atributo color.

TABLA N° 42

**PRUEBA DE DUNCAN PARA DETERMINAR LAS DIFERENCIAS
ENTRE LA MUESTRA (A) Y LAS MUESTRAS (I, II, III Y IV) EN
FUNCIÓN AL ATRIBUTO COLOR**

MUESTRAS	I	II	III	IV
	HT:HH:S:G 70:20:5:5	HT:HH:S:G 65:20:5:10	HT:HH:S:G 60:20:5:15	HT:HH:S:G 55:20:5:20
Media de los tratamientos	5.15	5.90	7.00	7.30

N° de promedios: p	Para 2 medias	Para 3 medias	Para 4 medias
Valor Q (tabular)	2.835	2.985	3.083
Amplitud	0.811	0.854	0.882

COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS

	7.30	7.00	5.90	5.15
5.15	2.15	1.85	0.75	0
5.90	1.4	1.10	0	
7.00	0.3	0		
7.30	0			

Donde:

HT = Harina de Trigo HH = Harina de Haba S = Salvado de trigo
G = Germinado de trigo

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VII

RESULTADOS

7.1: De los objetivos

El presente estudio a través de su diseño experimental llegó a sustituir parcialmente la harina de trigo por salvado y germinado de trigo en galletas dulces de haba satisfactoriamente. Trabajando con unas primeras muestras que consistían en sustituir parcialmente harina de trigo por salvado de trigo en galletas dulces de haba para encontrar el porcentaje óptimo de sustitución. Con dicho porcentaje se obtuvieron galletas dulces de haba y salvado de trigo, en seguida se sustituyo parcialmente harina de trigo por germinado de trigo en galletas dulces de haba y salvado de trigo el cual se determinó el porcentaje óptimo de germinado de trigo de la misma forma que se hizo para determinar el porcentaje óptimo de salvado de trigo. Finalmente llegándose a sustituir parcialmente harina de trigo por salvado y germinado de trigo en galletas dulces de haba para adultos.

Los parámetros del ingreso de bicarbonato de sodio en el cremado y el tiempo y temperatura de horneado que Moyano utilizó son variados para el presente estudio.

Dichos parámetros fueron evaluados a través de la familiarización de la Formula, obteniéndose el ingreso del bicarbonato de sodio en la etapa de mezclado según el Ing. Renato Bresia durante el taller de panificación

(Ciclo 2005) de la empresa SAYON y además por la diferencia que se apreciaron al comparar las galletas dulces de haba con bicarbonato de sodio en el batido I y con las del ingreso en el mezclado junto con la harina de trigo.

Mientras que los parámetros de tiempo y temperatura se basaron en los registros obtenidos por el horno marca NOVA – MAX 500 para productos de galletería que indicaron 140°C por 20 minutos como parámetros óptimos, tras la familiarización se trabajó con la misma temperatura pero para el tiempo de horneado se determinó en 25 minutos como el óptimo para obtener un producto con un color característico y con buena cocción.

La galletas dulce de haba (20%) con sustitución parcial de harina de trigo por salvado de trigo (5%) y germinado de trigo (10%) fue el máximo nivel de sustitución parcial que presentó mayor aceptabilidad por parte de los panelistas semi entrenados (universitarios), además se evaluaron el atributo crocantes y color resultando con buenas condiciones para caracterizar a las galletas.

La composición química proximal demostró mejores resultados en el contenido de humedad, proteínas, cenizas y fibra dietaria que la Formulación dada por Moyano para galletas dulces de haba y que una galleta dulce con 100% de harina de trigo elaborada también por Moyano en las mismas condiciones que la galleta dulce de haba.

El tiempo de vida útil para productos de galletería se basan en lo establecido por la Norma Técnica Peruana 206.001:1981 Galletas: Requisitos, en el comportamiento de la humedad, acidez titulable e índice de peróxido y por la NORMA SANITARIA SOBRE CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO donde se incluye la numeración de hongos y levaduras. Según lo indicado se determinó que el tiempo de vida útil para galletas dulces de haba con sustitución parcial de harina de trigo por salvado y germinado de trigo es de 70 días.

7.2: De las hipótesis

Elaborando galletas dulces con 20% de harina de haba, "5%" de salvado de trigo y "10%" de germinado de trigo se llegó a obtener un producto final con buenas características sensoriales (crocantes, color y aceptabilidad general).

La sustitución parcial de harina de trigo por salvado y germinado de trigo en galletas dulces de haba por la Formulación final en galletas dulces con 20% de harina de haba aumentó sustancialmente el contenido de fibra dietaria de 6.48 g a 12.16 g (por 100 g de muestra), este último resultado está dentro de los niveles encontrados para galletas integrales con salvado de trigo en el ámbito comercial. Además en galletas dulces al

100% de harina de trigo con la misma formulación de Moyano se obtuvo un contenido de fibra dietaria de solo 1.32 g (por 100 g de muestra).

En tanto el uso de salvado y germinado de trigo en galletas dulces con 20% de harina de haba favorece sustancialmente la composición proximal del producto final, debido a que presenta un menor contenido de humedad (de 4.05 g a 3.74g) lo que favorece al tiempo de vida útil; y los contenidos de proteínas (de 8.75 g a 8.87 g) y cenizas (de 1.36 g a 1.64 g) elevan su valor nutricional en comparación con la Formulación de Moyano para galletas dulces con 20% de harina de haba.

El análisis sensorial fue evaluado estadísticamente a través del Análisis de Varianza luego se determinó la diferencia significativa por medio de la Prueba de Duncan según se detalló en el Capítulo VI Prueba de Hipótesis.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1: Conclusiones

1. El salvado y germinado de trigo puede ser usada como sustituto parcial de la harina de trigo en la elaboración de galletas dulces con 20% de harina de haba para adultos en porcentajes de hasta 5 y 10 respectivamente obteniéndose un producto con buenas características sensoriales.
2. Las operaciones unitarias seleccionadas para elaborar el flujo de procesamiento de las galletas en estudio fueron el batido I cremando la manteca vegetal y el azúcar, batido II agregando la solución de leche, sal y agua, el mezclado y amasado con las harinas, salvado y germinado de trigo con el bicarbonato de sodio, el laminado, el cortado de masa, el horneado, el enfriado de la galletas, el empaclado y por último el almacenaje.
3. Los pruebas de familiarización con la formula óptima determinó el ingreso del bicarbonato de sodio en el mezclado y los parámetros de horneado óptimo en 140°C por 25 minutos.

4. Se encontró diferencia significativa en la aceptabilidad general para determinar el nivel óptimo de sustitución parcial. La evaluación sensorial a través de la prueba de Duncan calificó a la galleta con los porcentajes de Harina de trigo 65%, harina de haba 20%, salvado de trigo 5% y germinado de trigo 10% como la de mayor aceptabilidad por parte de los panelistas.

5. La evaluación de los atributos crocantes y color demostraron que existen diferencias significativas entre los tratamientos debido al aumento de sustitución parcial que se realizó, donde la muestra de mayor aceptabilidad presentó buenas características para ambos atributos.

6. Las galletas dulces con 20% de harina de haba y con sustitución parcial de harina de trigo por salvado (5%) y germinado de trigo (10%) para adultos presentaron un contenido de fibra dietética de 12.16 gr superior a las galleta comerciales como las galletas INTEGRACKERS (Con salvado de trigo y cebada) y galletas NESFIT FIBRA INTEGRAL (Con salvado de trigo) que presentaron 5 g y 3.3 g de fibra dietaria por 100 g de muestra respectivamente.

7. Debido a que no existe una ingesta diaria recomendada para la fibra dietética, la Federación de Sociedades Americanas para la Biología Experimental y la Asociación Americana de Diabetes de Estados Unidos en un artículo publicado por NESTLE se recomienda entre 20 y 35 gramos al día para un adulto promedio; resultando una buena alternativa el consumo de las galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo (65%) por harina de haba (20%), salvado (5%) y germinado de trigo (10%) debido a que presenta 12.16 g de fibra dietética por 100 gramos de muestra (un paquete de 6 galletas).

8. De acuerdo al análisis proximal de las galletas dulces con 20% de harina de haba con sustitución parcial de la harina de trigo por salvado (5%) y germinado de trigo (10%) presentó menor contenido de humedad por la concentración de nutrientes y mayor contenido de proteína la incorporación de germinado de trigo que las galletas dulces de haba, lo que favorece al producto final con un mayor tiempo de vida útil y un elevado valor nutricional.

9. Durante el almacenamiento la acidez titulable fue la característica fisicoquímica que determinó un tiempo de vida útil a las galletas dulces con 20% de harina de haba, 5% de salvado de trigo y 10% de germinado de trigo en 70 días, debido a que en dicho tiempo se

llego al límite máximo establecido por Norma Técnica Peruana 206.001:1981 para este tipo de productos. Mientras tanto el desarrollo del índice de peróxido, humedad y numeración de hongos y levaduras durante dicho periodo resultó menores que los límites máximos establecidos por la Norma Técnica Peruana y la NORMA SANITARIA SOBRE CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO.

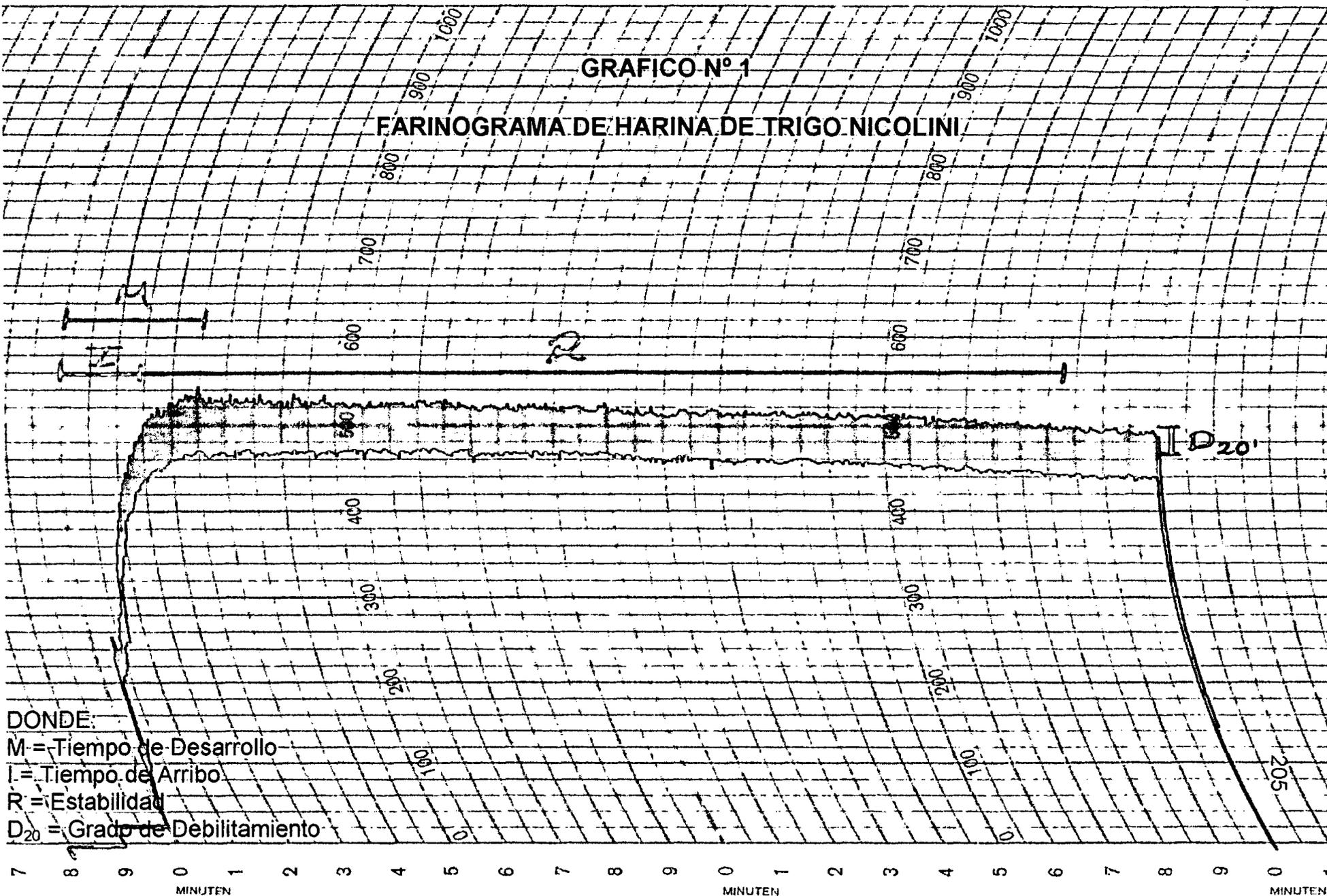
8.2: Recomendaciones

1. Realizar un estudio adecuado para la incorporación de colorantes, saborizantes, antioxidantes y emulsificadores para mejorar las características comerciales de las galletas dulces con 20% de harina de haba con sustitución parcial de harina de trigo por salvado (5%) y germinado de trigo (10%).
2. Realizar ensayos biológicos a las galletas dulces con 20% de harina de haba con sustitución parcial de harina de trigo por salvado (5%) y germinado de trigo (10%) para poder determinar la real calidad nutricional del producto final.

APENDICE A

GRAFICO Nº 1

FARINOGRAMA DE HARINA DE TRIGO NICOLINI



DONDE:
M = Tiempo de Desarrollo
I = Tiempo de Arribo
R = Estabilidad
D₂₀ = Grado de Debilitamiento

GRAFICO N° 2

FARINOGRAMA DE LA MEZCLA A
Harina de trigo (75%), Harina de haba (20%) y Salvado de trigo (5%)

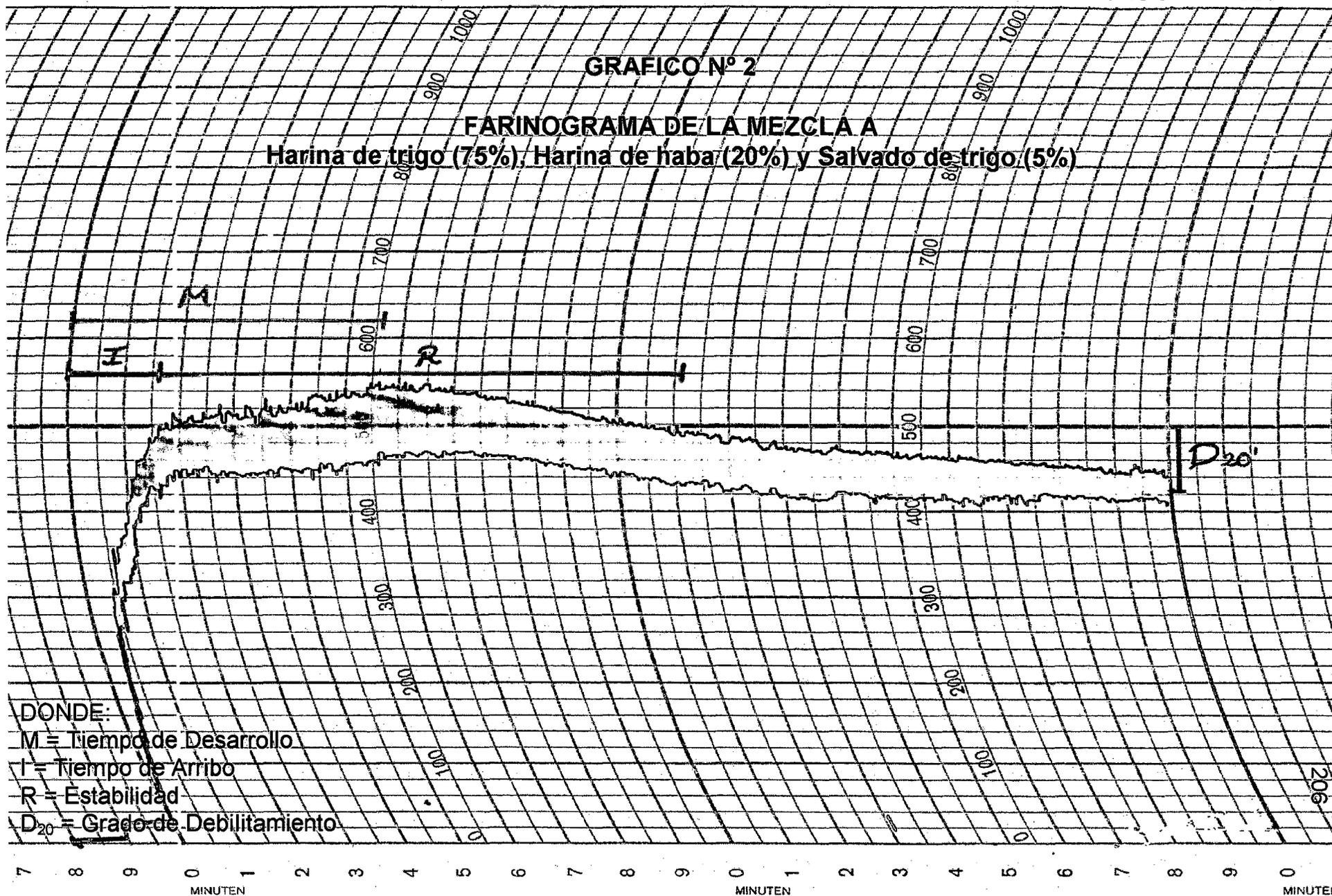
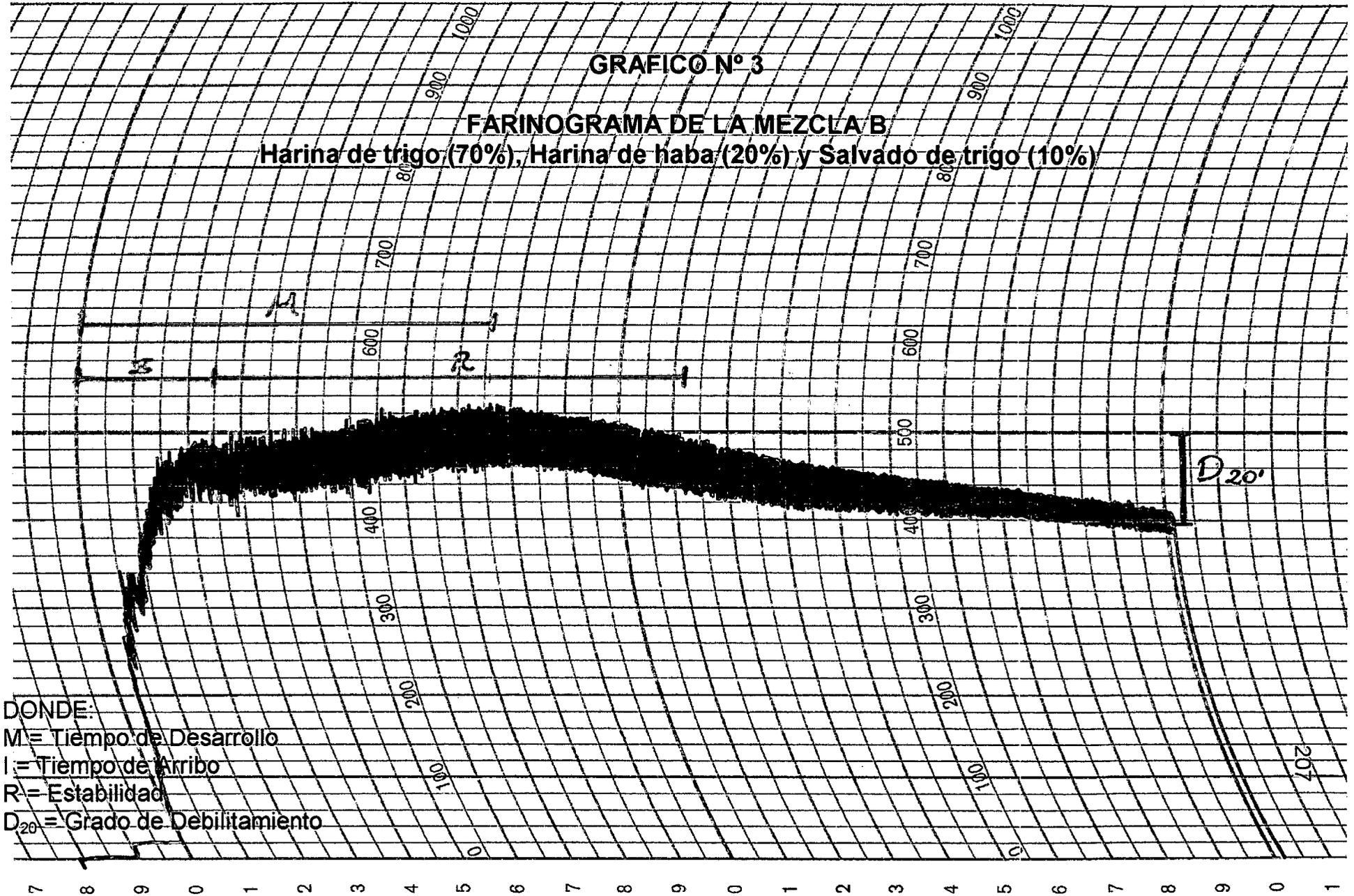


GRAFICO N° 3

FARINOGRAMA DE LA MEZCLA B

Harina de trigo (70%), Harina de haba (20%) y Salvado de trigo (10%)



DONDE:

M = Tiempo de Desarrollo

I = Tiempo de Arribo

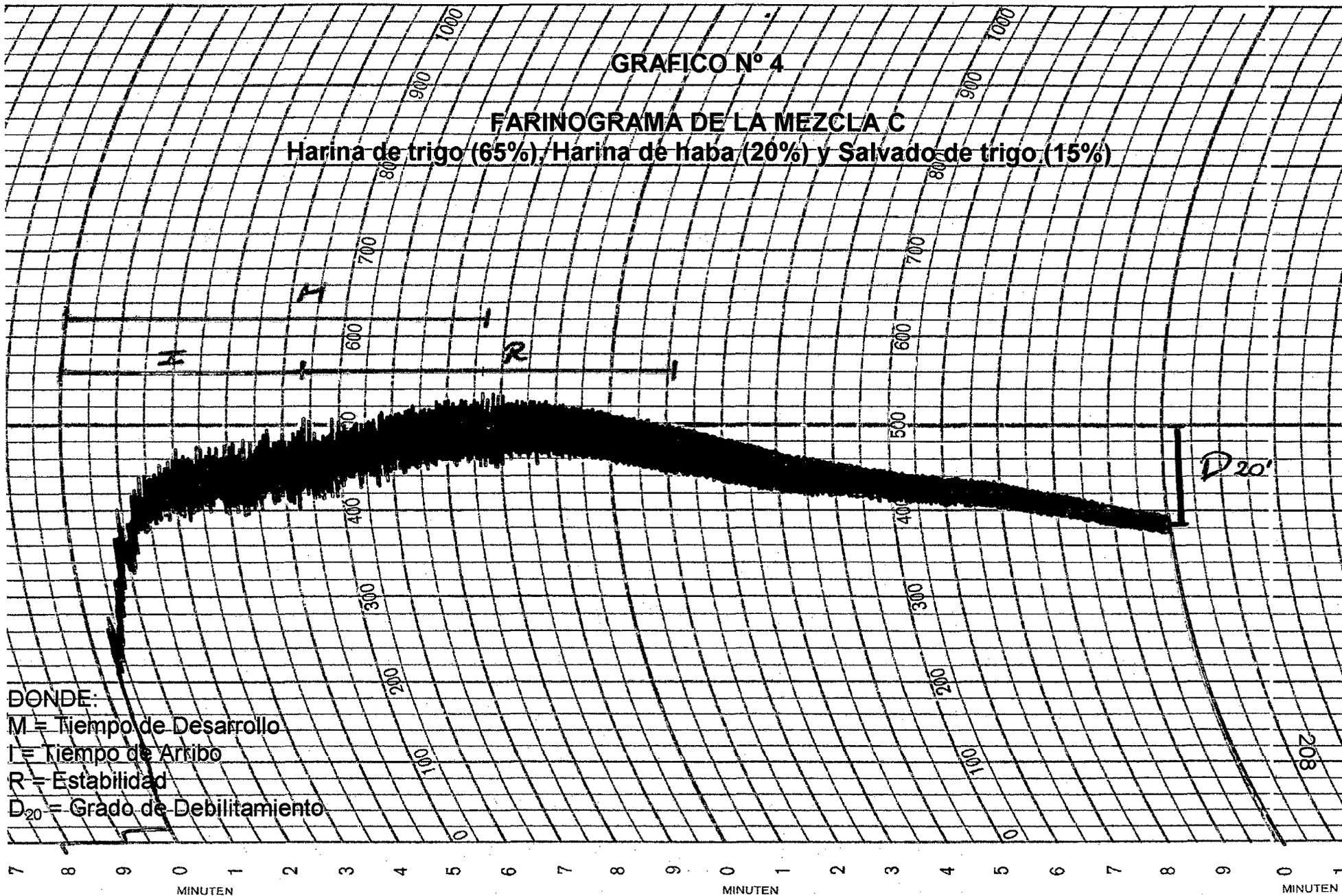
R = Estabilidad

D₂₀ = Grado de Debilitamiento



GRAFICO N° 4

FARINOGRAMA DE LA MEZCLA C
Harina de trigo (65%), Harina de haba (20%) y Salvado de trigo (15%)



DONDE:

M = Tiempo de Desarrollo

I = Tiempo de Arribo

R = Estabilidad

D₂₀ = Grado de Debilitamiento

GRAFICO Nº 6

EXTENSOGRAMA DE HARINA DE TRIGO NICOLINI

BRABENDER-EXTENSOGRAPH BRABENDER & H., DUISBURG / GERMANY

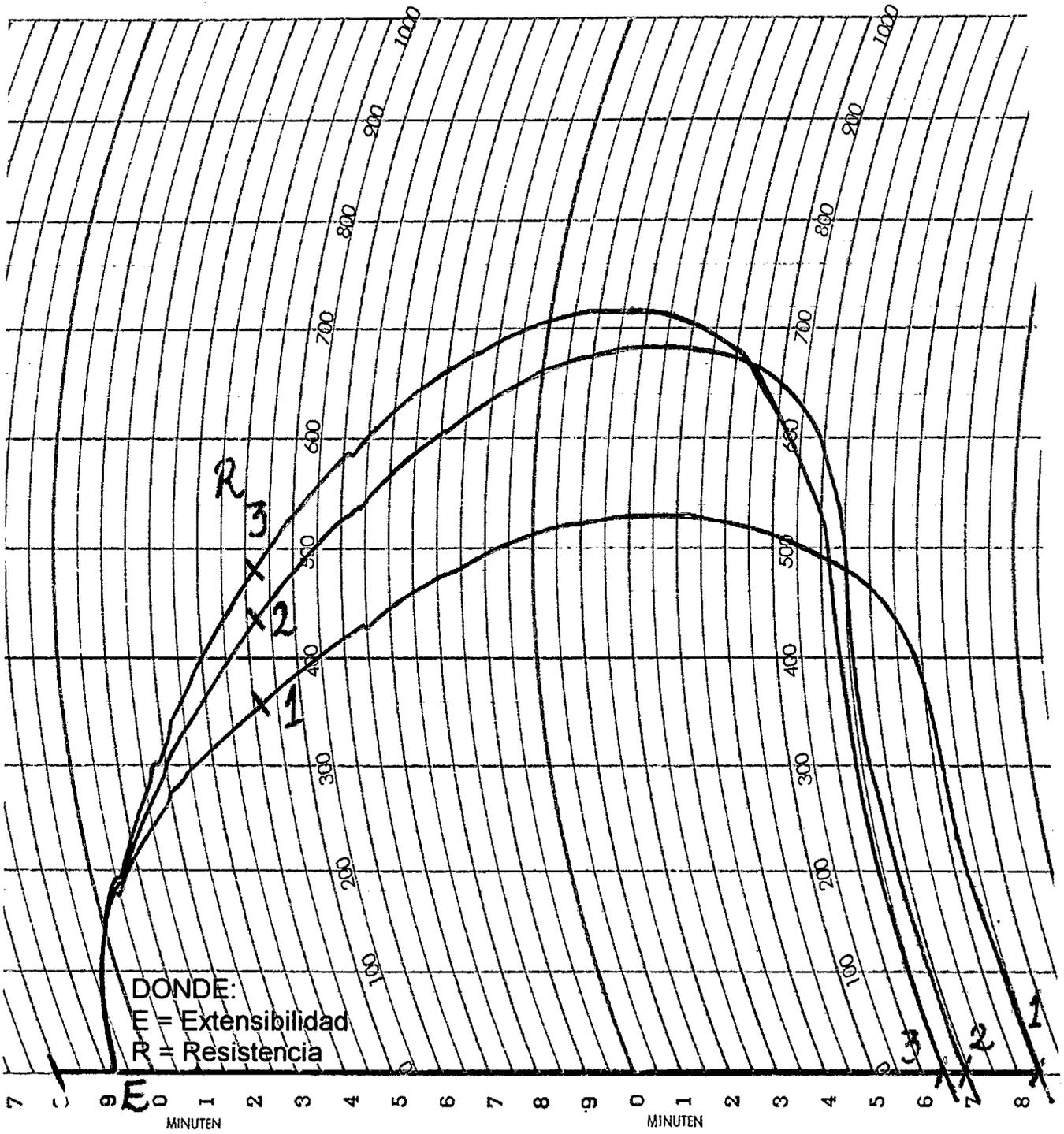
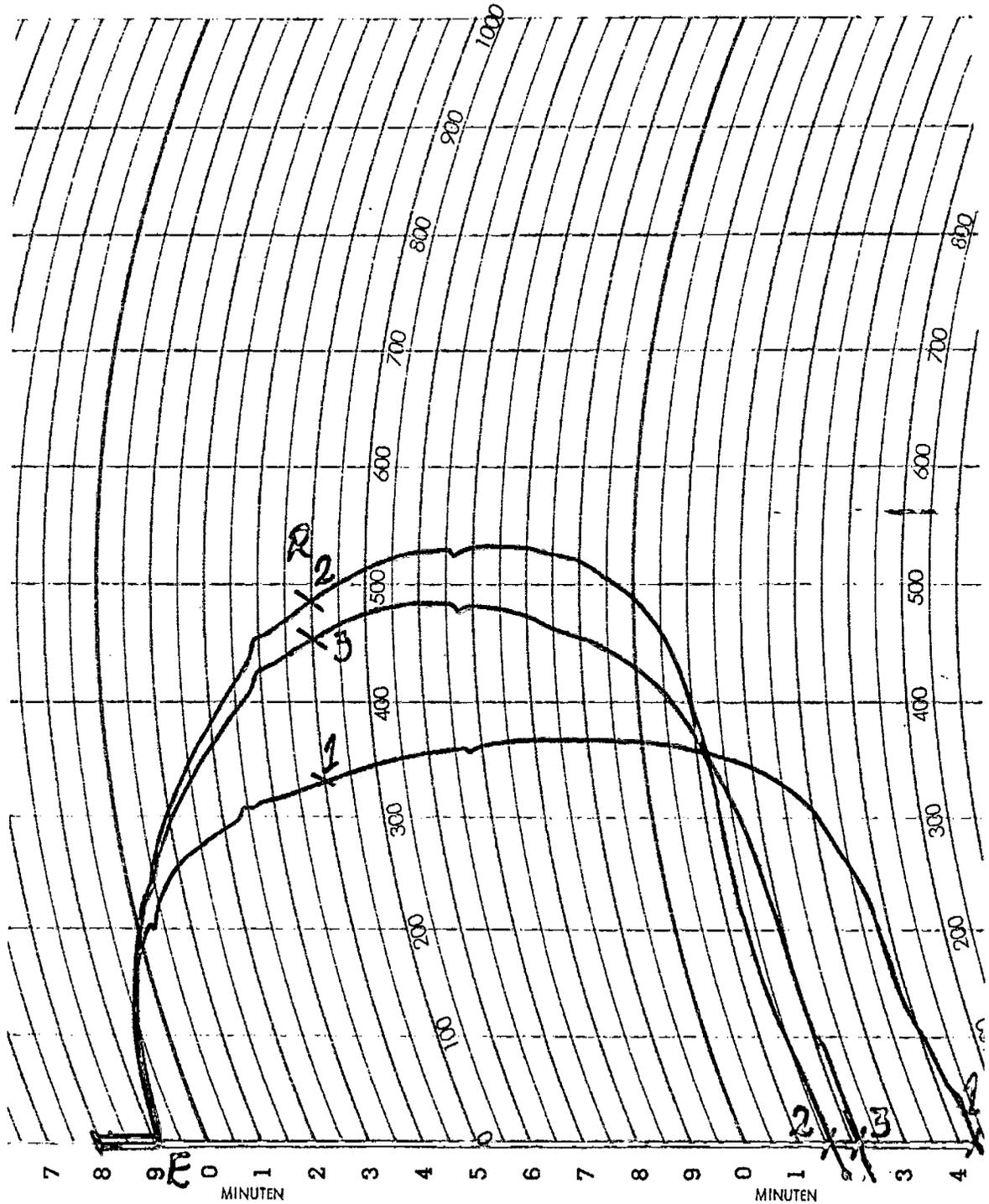


GRAFICO N° 7

EXTENSOGRAMA DE LA MEZCLA A Harina de trigo (75%), Harina de haba (20%) y Salvado de trigo (5%)

GRAPH BRÄNDER o. H., DUISBURG / GERMANY



DONDE:

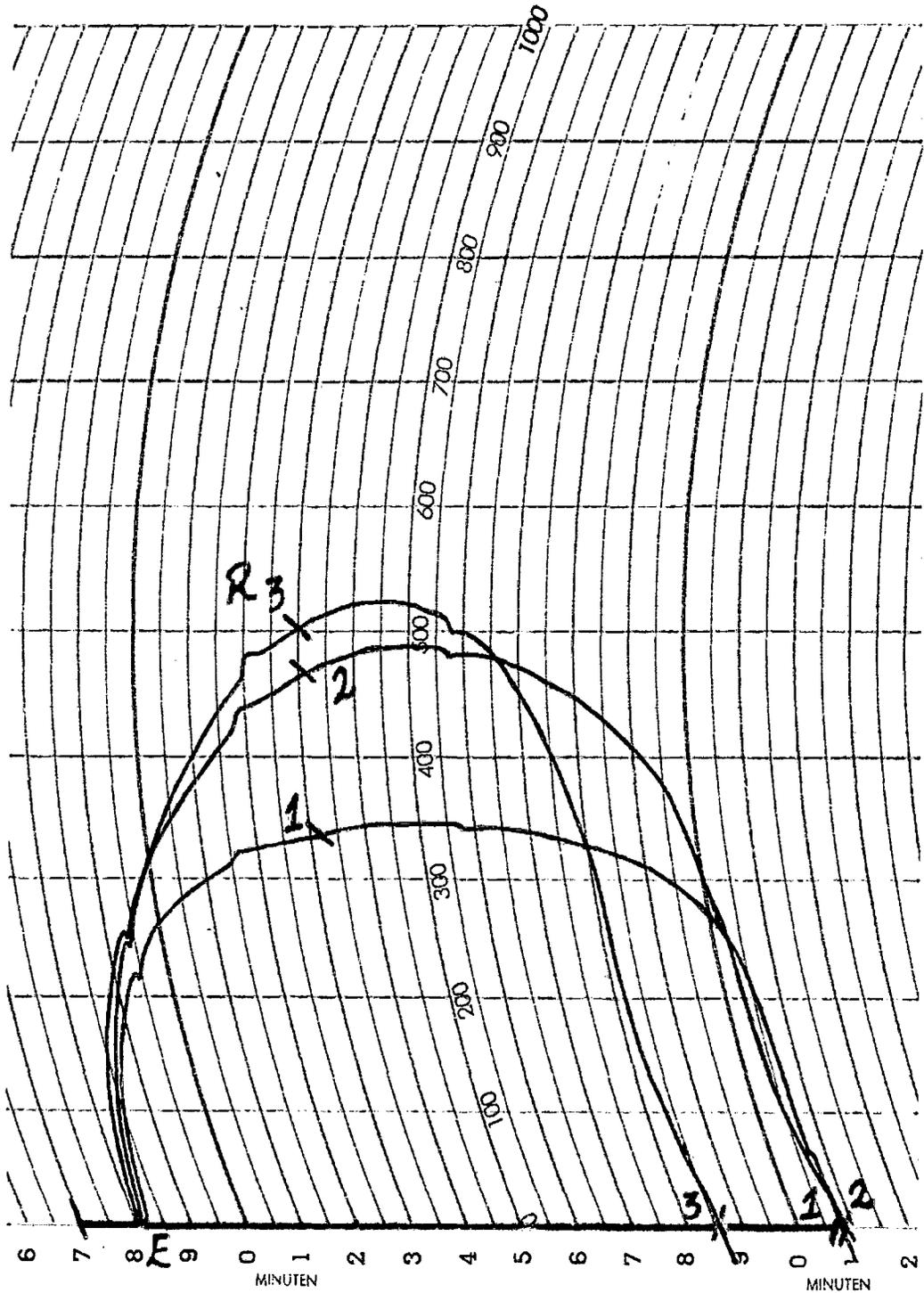
E = Extensibilidad

R = Resistencia

GRAFICO N° 8

EXTENSOGRAMA MEZCLA B Harina de trigo (70%), Harina de haba (20%) y Salvado de trigo (10%)

BRABENDER o. H., DUISBURG / GERMANY

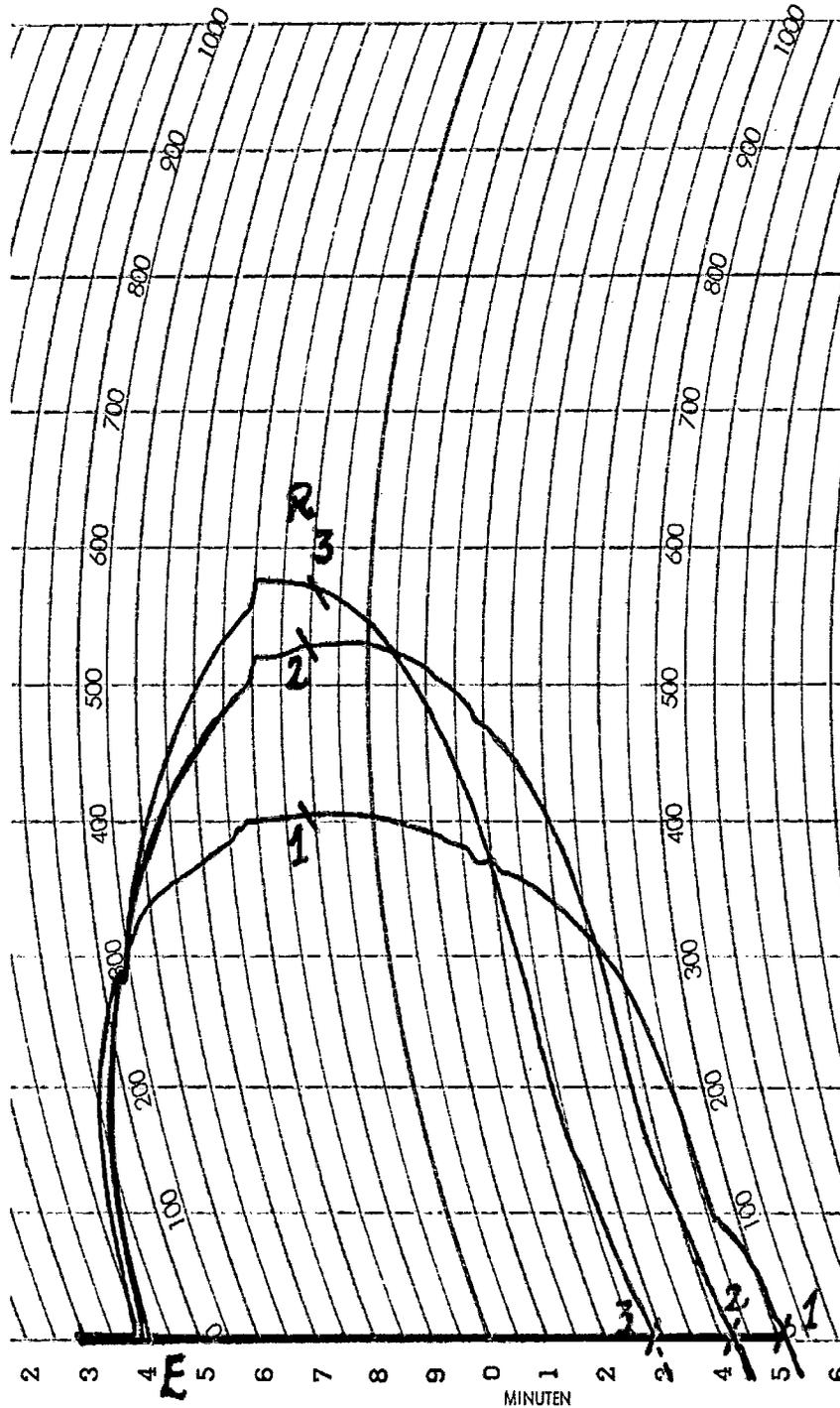


DONDE:
E = Extensibilidad
R = Resistencia

GRAFICO N° 9

EXTENSOGRAMA DE LA MEZCLA C Harina de trigo (65%), Harina de haba (20%) y Salvado de trigo (15%)

BRABENDER-EXTENSOGRAF BRABENDER o.H., DUISBURG/GERMANY

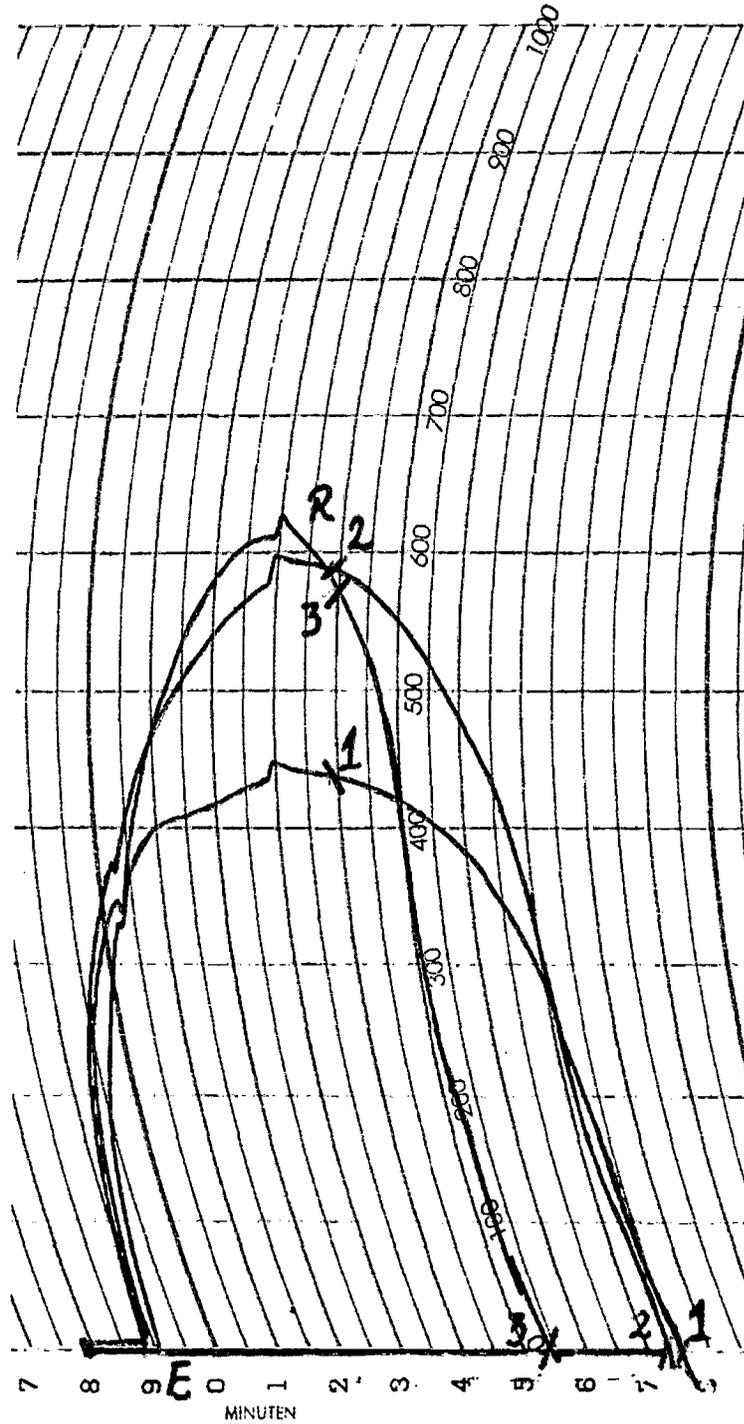


DONDE:
E = Extensibilidad
R = Resistencia

GRAFICO N° 10

EXTENSOGRAMA DE LA MEZCLA D Harina de trigo (60%), Harina de haba (20%) y Salvado de trigo (20%)

BRABENDER-EXTENSOGRAPH BRABENDER G. H., DUH



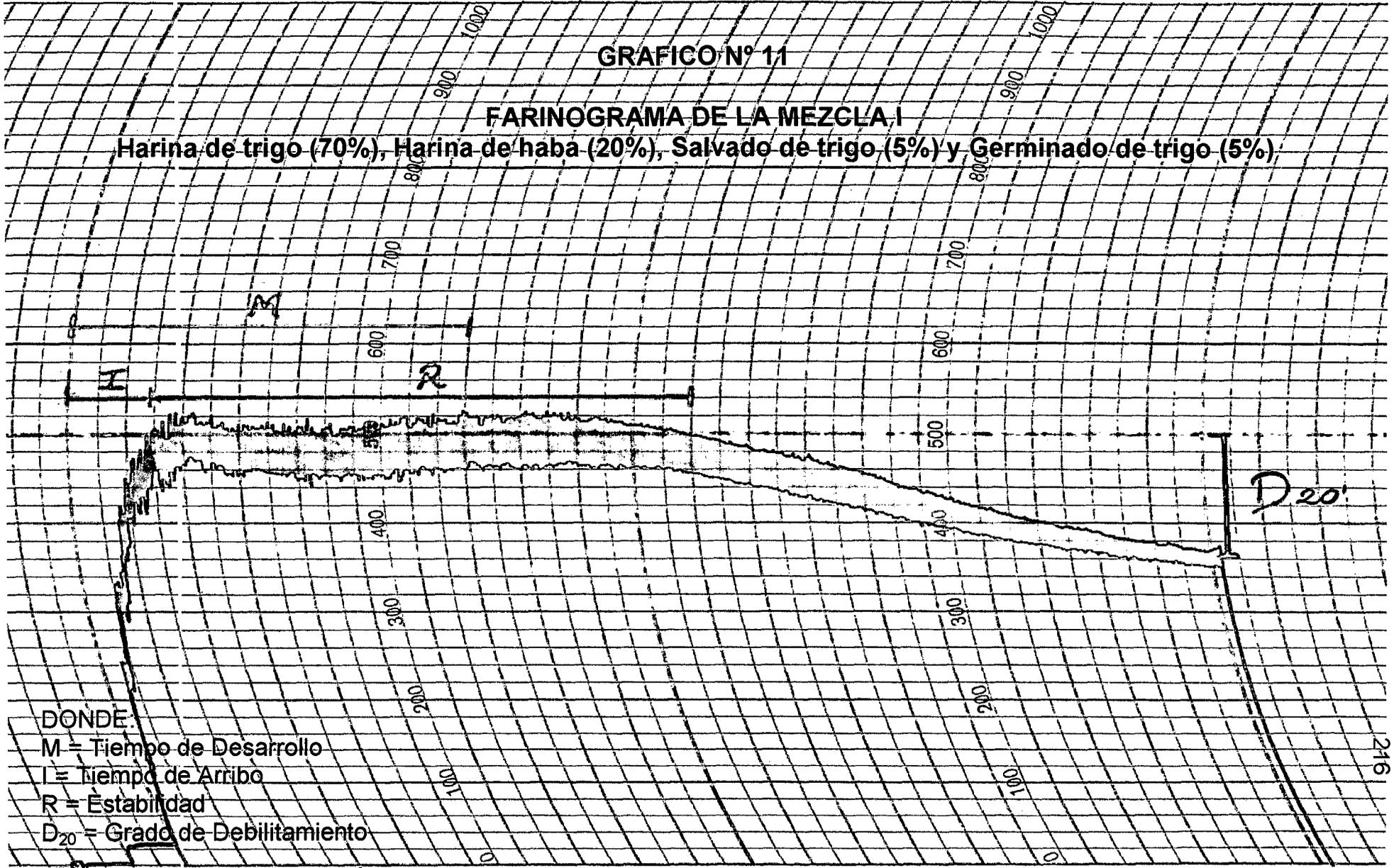
DONDE:
E = Extensibilidad
R = Resistencia

APENDICE B

GRAFICO Nº 11

FARINOGRAMA DE LA MEZCLA I

Harina de trigo (70%), Harina de haba (20%), Salvado de trigo (5%) y Germinado de trigo (5%)



DONDE:

M = Tiempo de Desarrollo

I = Tiempo de Arribo

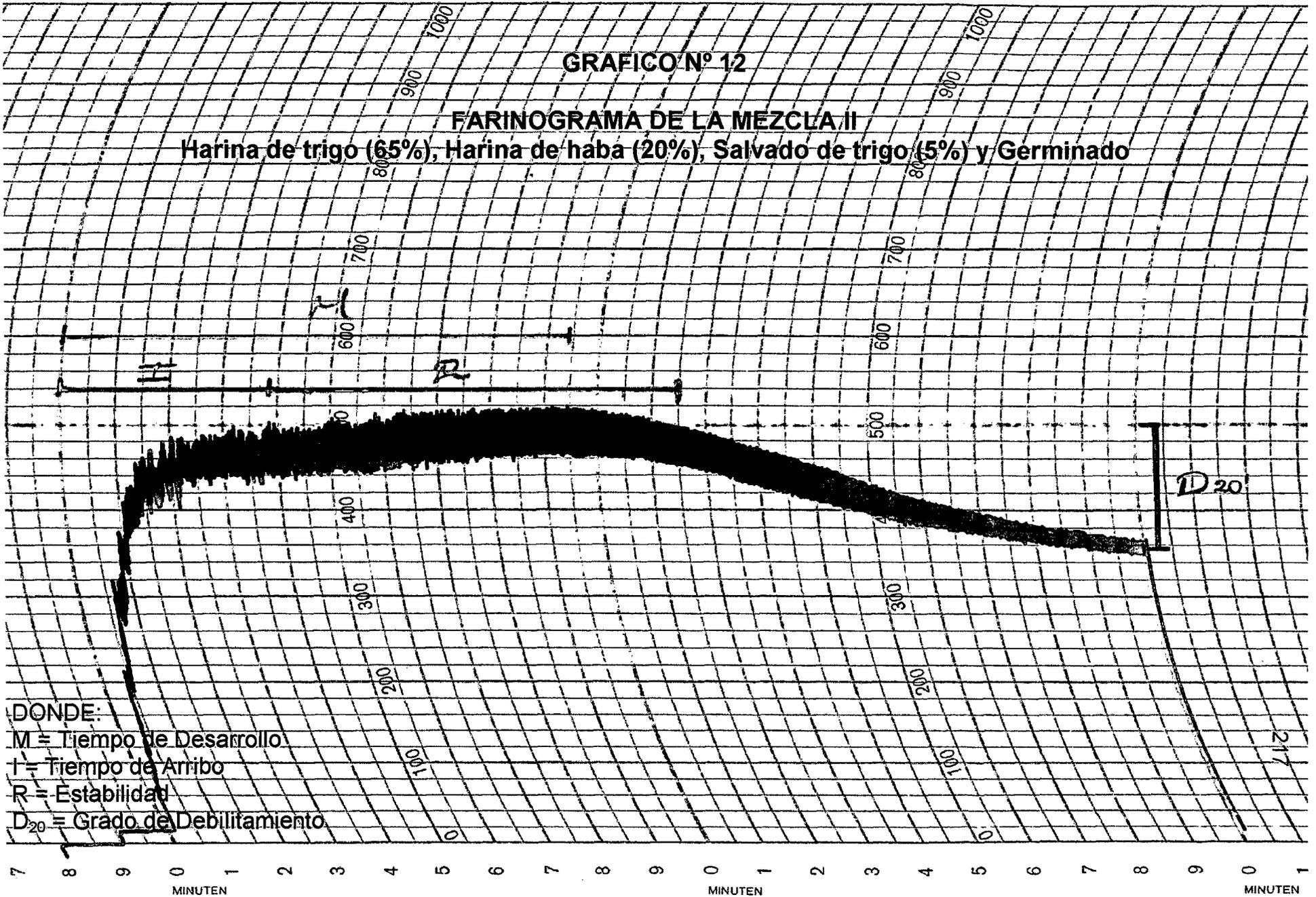
R = Estabilidad

D₂₀ = Grado de Debilitamiento

GRAFICO Nº 12

FARINOGRAMA DE LA MEZCLA II

Harina de trigo (65%), Harina de haba (20%), Salvado de trigo (5%) y Germinado



DONDE:

M = Tiempo de Desarrollo

I = Tiempo de Arribo

R = Estabilidad

D₂₀ = Grado de Debilitamiento

GRAFICO N° 13

FARINOGRAMA DE LA MEZCLA III

Harina de trigo (60%), Harina de haba (20%), Salvado de trigo (5%) y Germinado de trigo (15%)

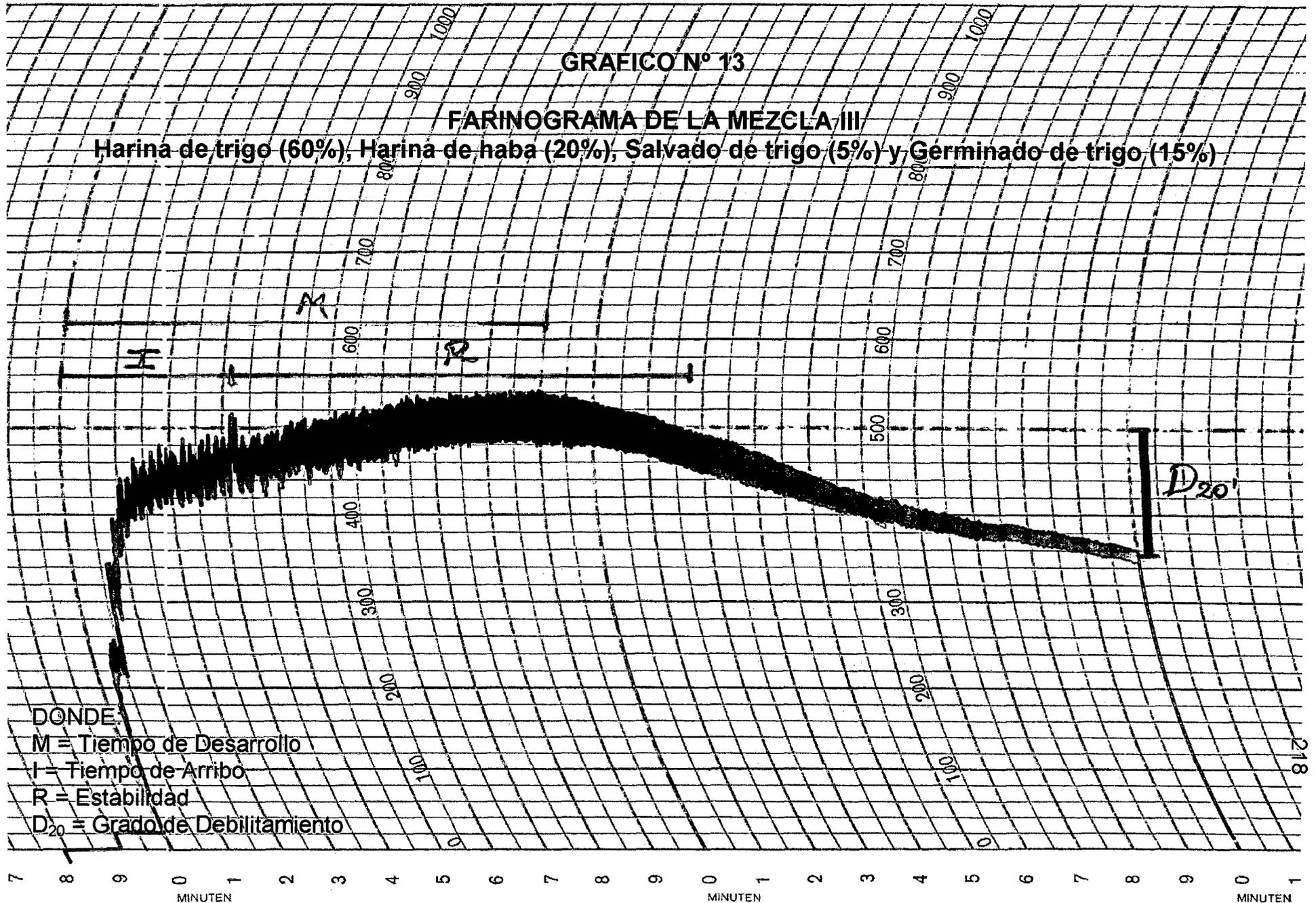


GRAFICO N° 14

FARINOGRAMA DE LA MEZCLA IV

Harina de trigo (55%), Harina de haba (20%), Salvado de trigo (5%) y Germinado de trigo (20%)

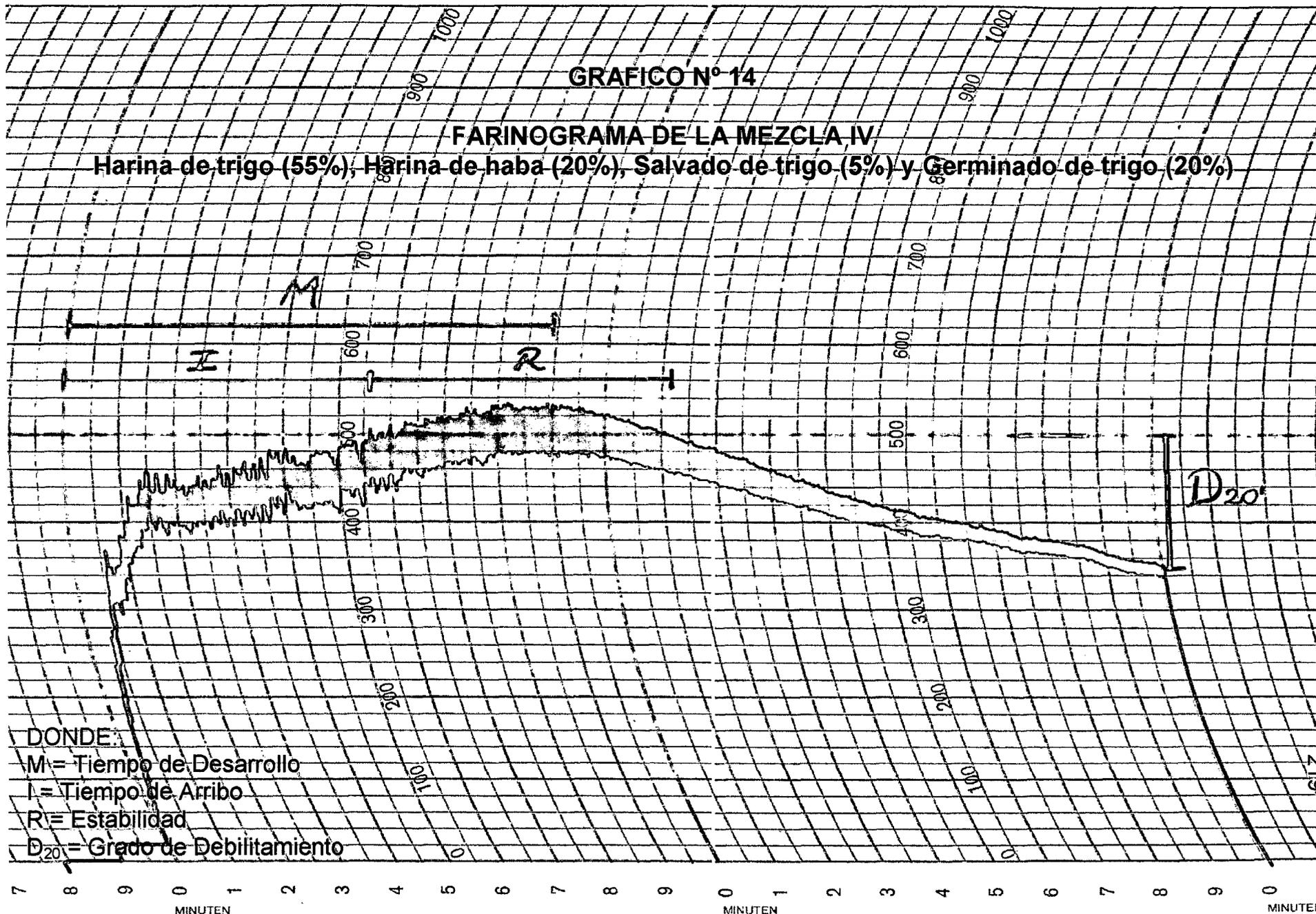
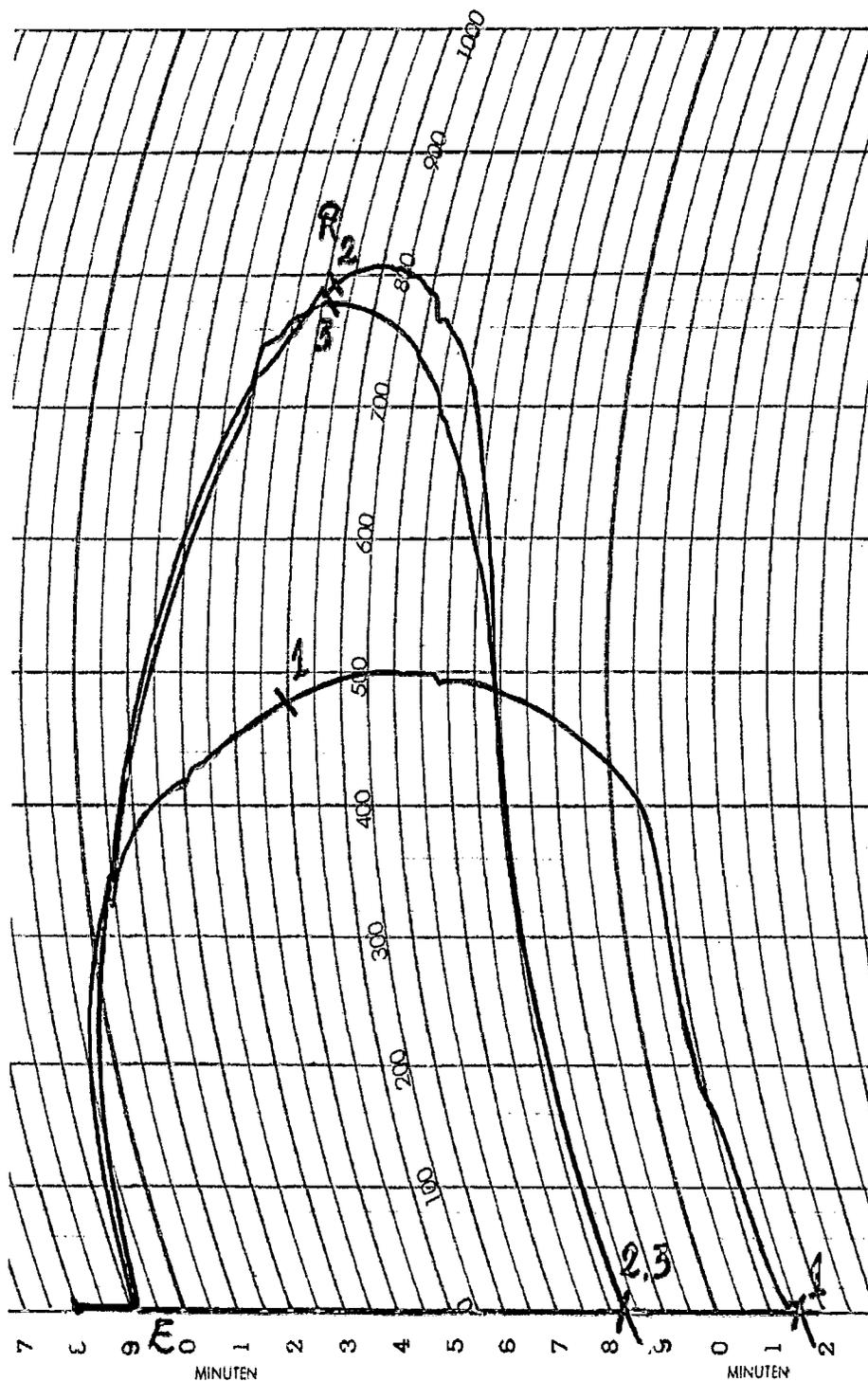


GRAFICO N° 15

EXTENSOGRAMA DE LA MEZCLA I Harina de trigo (70%), Harina de haba (20%), Salvado de trigo (5%) y Germinado de trigo (5%)

BRABENDER-EXTENSOGRAF BRABENDER G. H., DUISBURG/GERMANY



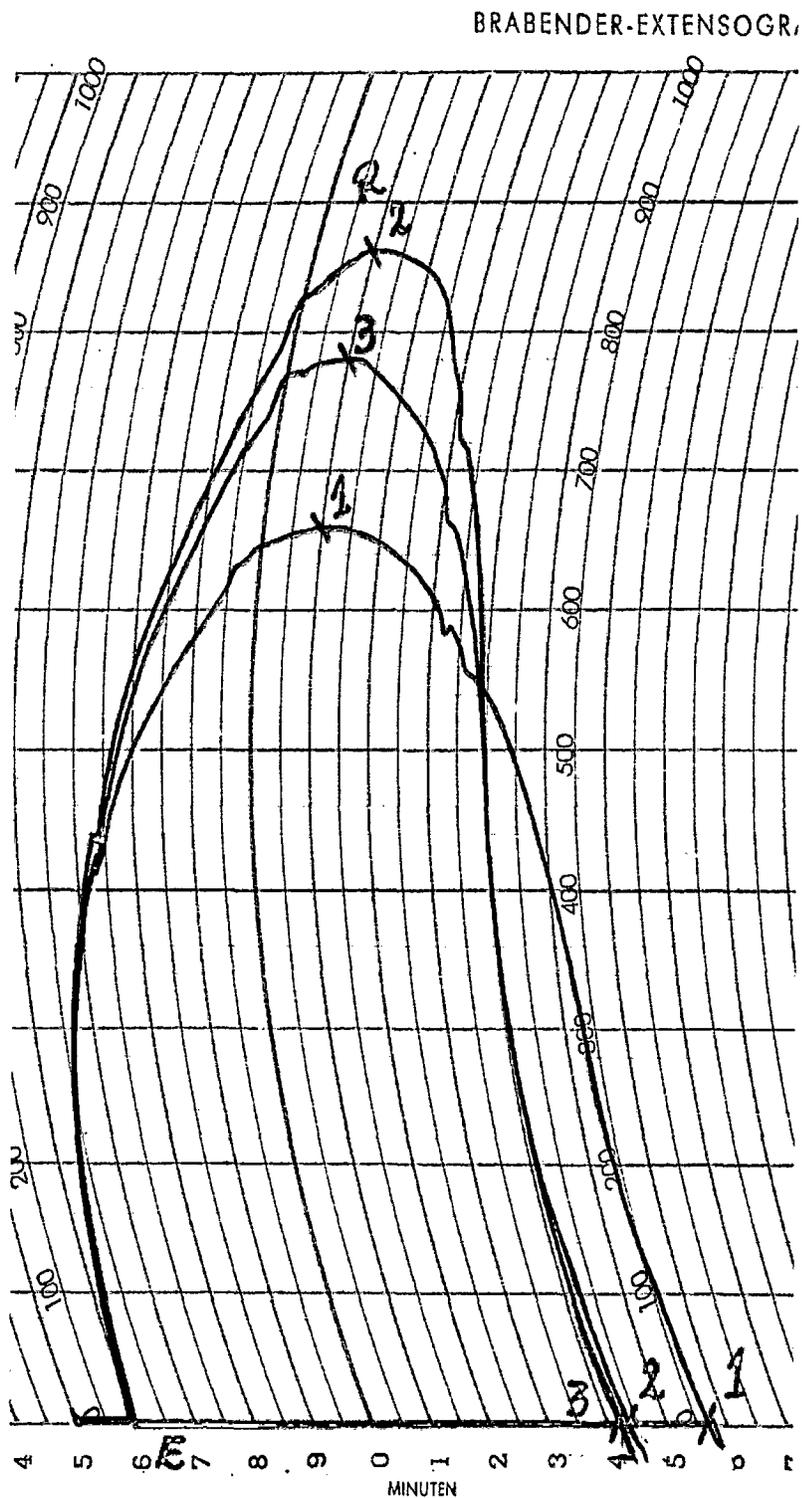
DONDE:

E = Extensibilidad

R = Resistencia

GRAFICO N° 16

EXTENSOGRAMA DE LA MEZCLA II Harina de trigo (65%), Harina de haba (20%), Salvado de trigo (5%) y Germinado de trigo (10%)

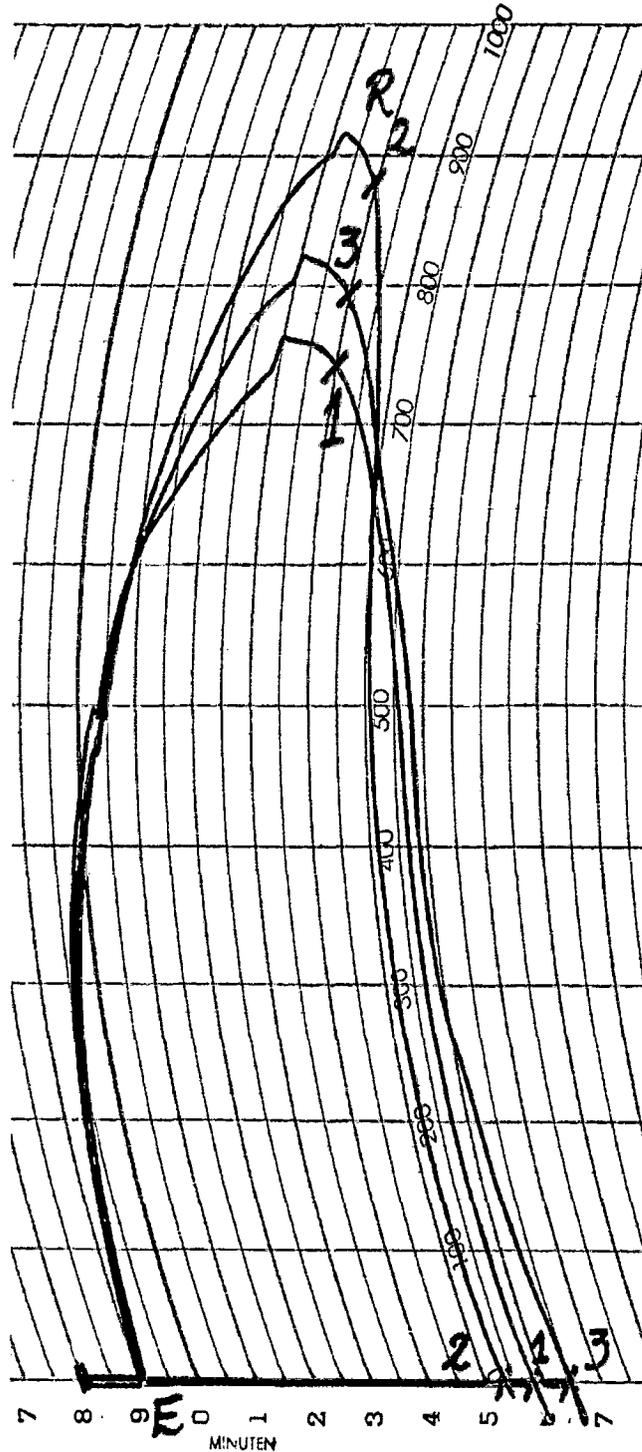


DONDE:
E = Extensibilidad
R = Resistencia

GRAFICO N° 17

EXTENSOGRAMA DE LA MEZCLA III Harina de trigo (60%), Harina de haba (20%), Salvado de trigo (5%) y Germinado de trigo (15%)

W. DER o. H., DUISBURG/GERMANY

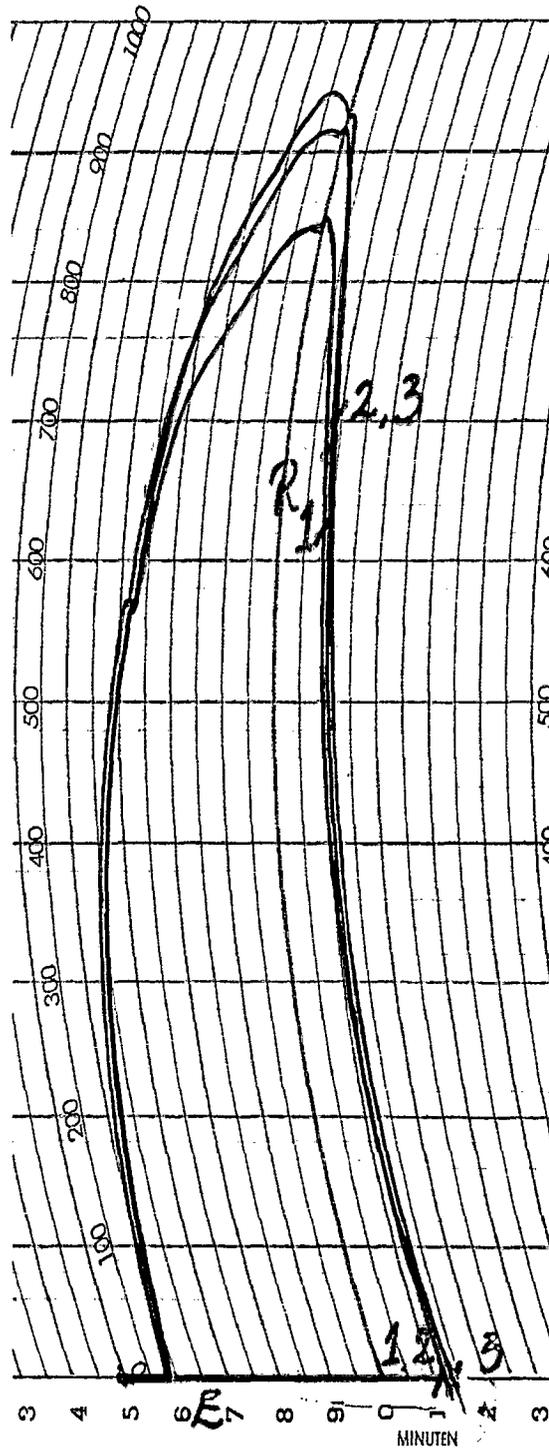


DONDE:
E = Extensibilidad
R = Resistencia

GRAFICO N° 18

EXTENSOGRAMA DE LA MEZCLA IV Harina de trigo (55%), Harina de haba (20%), Salvado de trigo (5%) y Germinado de trigo (20%)

ENDER-EXTENSOGRAPH BRABENDER o. H., DUISBURG/GERMANY



DONDE:
E = Extensibilidad
R = Resistencia

FUENTES DE INFORMACION

- ALARCÓN, A.
1994 Cadena agroalimentaria del haba de altura para exportación, Fundación PROINPA. Bolivia.
- ALEMAN, R.
2003 USO DE LAS HABAS (*Vicia faba*) EN ASOCIACIÓN CON PAPAS: ALTERNATIVA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SUELOS EN REGIONES DE ALTURA. Centro Internacional de información sobre Cultivos de Cobertura (CIDICCO), Informe técnico N° 18, Honduras.
- ALTES A.
2003 GERMINADO DE LOS GRANOS. Alimentación y salud Natural Food Institute
- A.O.A.C
1984 OFICIAL METHODS OF ANALYS Association of Oficial Analytical Chemist. Fourteen edition. Edition by Sydney Williams. Virginia.
- BUSS, D y Col.
1987 MANUAL DE NUTRICIÓN Editorial Acribia, Zaragoza – España, 154 pp.
- CALLEJO
GONZALES, M
2002 INDUSTRIAS DE CEREALES Y DERIVADOS. Colección tecnología de alimentos, 1era edición, Ediciones mundi-prensa España 337 pp.
- CERRATI
VALENZUELA, A
1987 EL CULTIVO DEL HABA. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- COLLAZOS, C.
1996 TABLA DE COMPOSICION QUIMICA DE LOS AIMENTOS. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Nutrición. Lima - Perú.

- COMITÉ DE MOLINOS DE TRIGO
2002
XX ASAMBLE ANUAL DE LA ASOCIACION LATINOAMERICANA DE INSTRIALES MOLINEROS – ALIM.
- CUBERO, J
1983
CULTIVO DE HABA VERDE PARA PROCESAMIENTO Y EXPORTACIÓN. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- FENNEMA, O.
1993
INTRODUCCION A LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS. Tomo II, Editorial Reverte. Barcelona – España. 917 pp.
- FERNÁNDEZ, M.
1994
FIBRA DIETETICA Y TUMORES GASTROINTESTINALES, IMPLICACIONES PARA LA POBLACIÓN MEXICANA. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 44 Nº 2.
- FOX, B. y CAMERON, A.
1999
CIENCIA DE LOS ALIMENTOS, NUTRICIÓN Y SALUD. Editorial Limusa. México. 457 pp.
- GARCIA FUERTES, S.
2002
LOS VEGETALES EN LA NUTRICIÓN HUMANA. Editorial Política, La habana. 48 pp.
- GELINEAU CI.
2002
LOS GERMINADOS EN LA ALIMENTACIÓN. Manuales Integral, Ediciones Obelisco, Argentina.
- HORGGE, F.
1990
MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL HABA. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Lima - Perú. 136pp.
- HOSENEY, C.
1991
PRINCIPIOS DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LOS CEREALES. Editorial Acribia Zaragoza – España 317 pp

ICMSF 1983	2 th ED. Vol 1 PART II (TRAD. VERSION78) REIMPRESION 2000 Editorial Acribia.
INDECOPI 1975	NORMA TÉCNICA PERUANA 205.037 Harinas. Determinación del contenido de humedad.
INDECOPI 1975	NORMA TÉCNICA PERUANA 205.038 Harinas. Determinación de cenizas.
INDECOPI 1975	NORMA TÉCNICA PERUANA 205.039 Harinas. Determinación de la acidez titulable.
INDECOPI 1976	NORMA TÉCNICA PERUANA 205.044 Harinas Sucedáneas. Procedentes de leguminosas de grano alimenticio.
INDECOPI 1981	NORMA TÉCNICA PERUANA 206.001 Galletas – Requisitos.
INDECOPI 1981	NORMA TÉCNICA PERUANA 206.013 Bizcochos, galletas, pastas y fideos. Determinación de la acidez titulable.
INDECOPI 1981	NORMA TÉCNICA PERUANA 206.011 Bizcochos, galletas, pastas y fideos. Determinación de humedad.
INDECOPI 1981	NORMA TÉCNICA PERUANA 205.047 Bizcochos, galletas, pastas y fideos. Toma de muestra.
INDECOPI 1986	NORMA TÉCNICA PERUANA 205.027 Harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial.
INDECOPI 1987	NORMA TÉCNICA PERUANA 202.053 Harina y sémola de maíz sin germen.

- INDECOPI
1992 NORMA TECNICA PERUANA 205.024 Legumbres secas. Habas requisitos.
- KENT, J.
1987 TECNOLOGÍA DE LOS CEREALES, Editorial Acribia, Zaragoza – España, 221 pp.
- LINDNER, E.
1997 TOXICOLOGIA DE LOS ALIMENTOS, Segunda Edición Editorial Acribia, Zaragoza – España 259 pp.
- MANLEY, D.
1989 TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA GALLETERA, Editorial Acribia Zaragoza – España. 487 pp.
- MARTINEZ, J
2004 PRODUCCIÓN Y CONSUMO NACIONAL DE TRIGO. La Revista Agraria. Lima – Perú.
- MILKE GARCIA, P
2004 ACTUALIDADES SOBRE LA INTERACCIÓN FIBRA DIETÉTICA-INTESTINO. Enciclopedia de la Fibra. Centro de información Nutricional. México.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA
2004 Información Agrícola – Estadística. Direcciones Regionales y Subregionales de Agricultura. Lima - Perú.
- MINISTERIO DE SALUD
2002 NORMA SANITARIA SOBRE CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO - Harina y Almidones. Lima - Perú
- MOYANO, L
2002 SUSTITUCION PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE HABA EN LA ELABORACION DE GALLETAS DULCES (*Vicia faba L.*) Y EVALUACION DURANTE SU ALMACENAMIENTO, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.

- PEÑA, J. 1999 SALVADO DE TRIGO Y CANCER DE MAMA: REVISITANDO LA HIPÓTESIS DEL ESTROGENO. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 49 N° 4.
- QUAGLIA, G 1991 CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LA PANIFICACIÓN, Segunda edición, Editorial Acribia, Zaragoza – España, 485 pp.
- QUINDE JIMENEZ, Z. 1995 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE MALTEO Y SU EFECTO EN LA COMPOSICIÓN QUIMICA DE LA KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- ROJAS, J 2002 EL TRIGO NUESTRO. Diario El Peruano. Lima - Perú.
- SAVINO, P 2003 NUTRICIÓN Y FIBRA. Fascículo 9, Asociación Colombiana de Nutrición Clínica.
- SHIBAMOTO, T. y BJELDANES, L. 1996 INTRODUCCION A LA TOXICOLOGIA DE LOS ALIMENTOS, Editorial Acribia, Zaragoza – España 203pp.
- SIMEON, N. 2005 EL PAN, FUENTE DE FIBRA DIETETICA. Panadería y Pastelería, N° 107. Lima - Perú.
- SMITH, W. 1972 BISCUITS, CRACKERS AND COOKIES, Technology, Production and Management Vol I, Applied Science Publisher LTD, London
- VALDEZ ARANA, J 1995 OBTENCIÓN DE UNA MEZCLA NUTRITIVA A BASE DE QUINUA Y CEBADA MALTEADAS. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- VASQUEZ, V. 1997 CULTIVOS ANDINOS HABA. Agroexportación 127pp.

VILLASEÑOR S.
2005

KELLOGG'S AMÉRICA LATINA. Dpto. de Asuntos
Científicos Kellogg's América Latina University of
Toronto, Canadá y Kellogg Institute, Michigan.