

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
PRESENTACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xvii

## CAPÍTULO I

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.2    Objetivos	3
1.2.1   Objetivo general	3
1.2.2   Objetivos específicos	3
1.3    Hipótesis	3

## CAPÍTULO II

<b>MARCO TEORICO</b>	<b>4</b>
2.1    Panificación	4
2.1.1.   El pan	5
2.1.2    Valor nutricional del pan	6
2.2.    Ingredientes y sus funciones	6
2.2.1.   Harina	7
2.2.1.1   Características de la harina	8
2.2.1.2   Clases de harina	9

2.2.1.3.	Componentes característicos de la harina	9
2.2.1.4.	Tipos de harinas	9
2.2.2.	La levadura	11
2.2.2.1.	Tipos de levadura	12
2.2.2.2.	Requisitos de la calidad de la levadura	12
2.2.2.3.	Funciones de la levadura	13
2.2.2.4.	Necesidades de la levadura para actuar	13
2.2.2.5.	Las enzimas de la levadura	14
2.2.3.	Agua	14
2.2.3.1.	Funciones del agua en panificación	15
2.2.4.	Sal	15
2.2.4.1.	Características de sal a utilizar	15
2.2.4.2.	Funciones de la sal en panificación	16
2.2.5	Azúcar	16
2.2.5.1.	Funciones del azúcar en la panificación	16
2.2.6.	Grasas	17
2.2.6.1	División de las grasas	17
2.2.6.2.	Características de las grasas	17
2.2.6.3.	Función de la grasa en panificación	18
2.2.7.	Huevos	18
2.2.8.	Acido ascórbico	18
2.3.	Fermentación	19
2.3.1.	Fermentación alcohólica	20
2.3.2.	Enzimas	21
2.3.3.	Fermentación de la masa por la levadura	22
2.4.	Cálculo de la temperatura de la masa	22
2.5.	Cantidades de levaduras para tiempos distintos	24
2.6.	Masas frías	26
2.7.	Cantidad de agua	27
2.7.1.	Necesidad de obtener la absorción del agua correcta	28
2.7.2.	Adición de sal	29
2.8.	Modificación que se produce en la masa durante la	

	fermentación y la cocción	29
2.8.1	Procedimiento de amasado tradicional	30
2.8.2	Obtención de la masa	30
2.8.3.	Modificaciones físicas	32
2.8.3.1.	Variación de temperatura	32
2.8.3.2.	Variaciones en la consistencia de la masa	33
2.8.3.3.	Perdida de la humedad	33
2.8.3.4.	Cambios de color en la masa	34
2.8.4.	Maduración y volumen	35
2.8.4.1.	Maduración escasa	35
2.8.4.2.	Maduración excesiva	36
2.8.5.	Transformaciones químicas	36
2.8.6.	Apreciación de las cualidades del pan	40
2.8.6.1	Aspecto general	40
2.8.6.2.	Colorido	40
2.8.6.3.	Volumen	42
2.8.6.4.	Exfoliaciones	42
2.8.6.5.	Estructura	43
2.8.6.6.	Brillo de la miga	43
2.8.6.7.	Jugosidad	44
2.8.6.8.	Sabor	44
2.8.6.9.	Estabilidad de la miga	45
2.8.6.10.	Grano	45
2.8.6.11.	Grieta	46
2.8.7.	Defectos en el pan	46
2.8.7.1.	Falta de maduración	46
2.8.7.2.	Maduración excesiva	47
2.8.7.3.	Defectos de la corteza	47
2.8.7.4.	Defectos de la masa	49
2.8.7.5.	Grumos en el pan	50
2.8.7.6.	Porosidades en el pan	51

## CAPÍTULO II

<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>52</b>
3.1. Materiales y equipos	52
3.1.1. Materiales	52
3.1.2. Equipos	53
3.2. Metodología	53
3.2.1. Localización	53
3.2.1.1. Datos climáticos	54
3.2.2. Factores en estudio	54
3.2.2.1. Tratamientos	55
3.2.3. Diseño experimental	56
3.2.4. Características del experimento	56
3.2.4.1. Características de la unidad experimental	56
3.2.5. Análisis estadístico	57
3.2.5.1. Esquema del Adeva	57
3.2.6. Análisis funcional	57
3.2.7. Variables evaluadas	58
3.2.7.1. Variables Cuantitativas	58
3.2.7.1.1. Tiempos de fermentación	58
3.2.7.1.2. Volumen de la masa	58
3.2.7.1.3. pH	58
3.2.7.1.4. Recuento de levaduras	59
3.2.7.1.5. Volumen del pan	59
3.2.7.1.6. Peso del pan	59
3.2.7.1.7. Densidad del pan	60
3.2.7.2. Variables cualitativas	60
3.3. Manejo específico del experimento	61

## CAPÍTULO IV

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>63</b>
4.1. Tiempos de fermentación	63
4.1.1. Valores de tiempos de fermentación	63
4.2. Volumen de la masa	66
4.2.1. Valores de volumen de la masa	66
4.3. pH	73
4.3.1. Valores de pH	73
4.4. Recuento de levaduras	81
4.4.1. Valores del recuento de levaduras	81
4.5. Volumen del pan	84
4.5.1. Valores del volumen del pan	84
4.6. Peso del pan	93
4.6.1. Valores del peso del pan	93
4.7. Densidad del pan	101
4.7.1. Valores de la densidad del pan	101
4.8. Textura del pan	111
4.8.1. Valores de textura del pan al corte	111

## CAPÍTULO V

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>113</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>115</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>116</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>118</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>120</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>122</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

No.	Tema	Pág.
1	Descripción de los tratamientos según la combinación entre factores.	55
2	Esquema del ADEVA	57
3	Valores de la variable tiempos de fermentación en la masa de pan.	63
4	Análisis Estadístico de Varianza de los tiempos de fermentación.	64
5	Valores del volumen de la masa.	66
6	Análisis Estadístico de Varianza para la variable volumen de la masa.	67
7	Prueba de Tukey (5%) para la variable volumen de la masa registrado en los tratamientos.	68
8	Rangos de DMS para el factor A	70
9	Rangos de DMS para el factor B	71
10	Rangos de DMS para el factor C	72
11	Valores de pH de la masa de pan.	73
12	Análisis Estadístico de Varianza de pH.	74
13	Prueba de Tukey (5%) para la variable pH registrado en los tratamientos	75
14	Rangos de DMS para el Factor A	77
15	Valores de recuento de número de levaduras (ufc/g).	81
16	Datos obtenidos para la variable volumen del pan	84
17	Análisis de Varianza (ADEVA) para la variable volumen del pan.	85
18	Prueba de Tukey (5%) para la variable volumen del pan, registrado en los tratamientos.	86
19	Rangos de DMS para el Factor A	88
20	Rangos de DMS para el Factor B	89

21	Rangos de DMS para el Factor C	90
22	Datos de la variable peso del pan	93
23	Análisis Estadístico de Varianza del peso del pan.	94
24	Prueba de Tukey (5%) para la variable peso del pan registrado en los tratamientos.	95
25	Rangos de DMS para el Factor A	97
26	Rangos de DMS para el Factor B	98
27	Datos obtenidos para la variable densidad del pan	101
28	Análisis estadístico de varianza para la variable densidad del pan	102
29	Prueba de Tukey (5%) para la variable densidad del pan registrado en los tratamientos.	103
30	Rangos de DMS para el Factor A	105
31	Rangos de DMS para el Factor B	106
32	Rangos de DMS para el Factor C	107
33	Calificación de la textura del pan al corte	111

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

No.	Tema	Pág.
1	Gráfico comparativo entre tiempos de fermentación y volumen de la masa.	65
2	Polinomio Ortogonal de tendencia lineal para el factor A	69
3	Polinomio Ortogonal de tendencia lineal para el factor B	70
4	Polinomio Ortogonal de tendencia lineal para el factor C	72
5	Polinomio ortogonal de tendencia lineal Factor A	76
6	Polinomio ortogonal de la interacción AxB	78
7	Polinomio ortogonal de la interacción AxC	79
8	Interacción AxBxC para la variable pH de la masa	80
9	Recuento del número de levaduras para los tratamientos y un testigo	82
10	Polinomio ortogonal de tendencia lineal Factor A	87
11	Polinomio ortogonal de tendencia lineal Factor B	88
12	Polinomio ortogonal de tendencia lineal Factor C	89
13	Polinomio Ortogonal de la interacción AxB	91
14	Polinomio Ortogonal de la interacción AxC	92
15	Polinomio Ortogonal de tendencia cúbica para el Factor A	96
16	Polinomio Ortogonal de tendencia lineal para el Factor B	97
17	Polinomio Ortogonal de la interacción AxB	99
18	Interacción AxBxC para la variable peso del pan	100
19	Polinomio Ortogonal de tendencia lineal para el Factor A	104
20	Polinomio Ortogonal de tendencia lineal para el Factor B	105
21	Polinomio Ortogonal de tendencia lineal para el Factor C	107
22	Polinomio ortogonal de la interacción A x B	108



23	Polinomio ortogonal de la interacción A x C	109
24	Interacción AxBxC para la variable densidad del pan	110

## ÍNDICE DE ANEXOS

No.	Tema	Pág.
1	Análisis de costos para los dos mejores tratamientos	122
2	Cálculo del polinomio ortogonal de los tiempos de fermentación para el factor A	125
3	Cálculo del polinomio ortogonal de los tiempos de fermentación para el factor B	125
4	Cálculo del polinomio ortogonal de los tiempos de fermentación para el factor C	126
5	Cuadro de datos obtenido para el gráfico comparativo entre tiempos de fermentación y volumen de la masa.	127
6	Cálculo del polinomio ortogonal de volumen de la masa para el factor A	128
7	Cálculo del polinomio ortogonal de volumen de la masa para el factor B	128
8	Cálculo del polinomio ortogonal de volumen de la masa para el factor C	129
9	Cálculo del polinomio ortogonal del pH de la masa para el factor A	129
10	Cálculo del polinomio ortogonal del pH de la masa para el factor B	130
11	Cálculo del polinomio ortogonal del pH de la masa para el factor C	130
12	Cuadro de datos obtenido para el gráfico de la variable pH de la masa.	131
13	Resultados del recuento de levaduras realizados a cada uno de los tratamientos en la masa.	132
14	Cálculo del polinomio ortogonal de volumen del pan para el factor A	133
15	Cálculo del polinomio ortogonal de volumen del pan para el factor B	133

16	Cálculo del polinomio ortogonal de volumen del pan para el factor C	134
17	Cálculo del polinomio ortogonal para el peso del pan para el factor A	134
18	Cálculo del polinomio ortogonal para el peso pan para el factor B	135
19	Cuadro de datos obtenido para el gráfico interacción axbxc para la variable peso.	136
20	Cálculo del polinomio ortogonal para la densidad del pan para el factor A	137
21	Cálculo del polinomio ortogonal para la densidad del pan para el factor B	138
22	Cálculo del polinomio ortogonal para la densidad del pan para el factor C	139
23	Norma Inen 95. Requisitos del pan común.	139
24	Fotografías	140

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Nº</b>	<b>Tema</b>	<b>Pág.</b>
1	Materia prima	140
2	Pesado	140
3	Mezclado	141
4	Amasado	141
5	Formación de la liga	142
6	Reposo 1	142
7	Pesado de la masa	143
8	Corte y división de la masa	143
9	Masa cortada	144
10	Boleo de la masa	144
11	Colocación en las latas	145
12	Reposo 2. Fermentación en la cámara	145
13	Horneo	146
14	Producto terminado	146
15	Textura uniforme del pan	147
16	Mala conformación de la textura, pan con presencia de porosidades.	147
17	Medición del pH de la masa	148