

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E
INGENIERÍA DE LOS ALIMENTOS**



**“INCORPORACIÓN DE HARINA Y MASA COCIDA DE DOS
VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum*), COMO SUSTITUTO
PARCIAL DE HARINA DE TRIGO EN EL PROCESO DE
ELABORACIÓN DE PAN YEMA”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por:

GLENN FELIX SAJAMI PÉREZ

TINGO MARÍA – PERU

2016

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	01
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	04
2.1. Antecedentes de la Investigación	04
2.1.1. Utilización de Harina de Papa (<i>Ipomoea batatas</i>) en la Elaboración de Pan	04
2.1.2. Determinación de los cambios organolépticos y la disminución de aditivos empleando masa madre en la formulación de pan artesanal campestre	04
2.1.3. Complementación proteica de harina de trigo (<i>Triticum aestivum L.</i>) por harina de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) y suero en pan de molde y tiempo de vida útil	05
2.2. El trigo	06
2.2.1. Definición	06
2.2.2. Origen y distribución	06
2.2.3. Composición Química	07
2.3. Harina	07
2.3.1. Composición Química	07
2.3.2. Composición de la harina de trigo	08

2.3.3.	Otros tipos de harinas	09
2.4.	La papa	10
2.4.1.	Definición	10
2.4.2.	Composición Química	10
2.4.3.	Clasificación Botánica	10
2.4.4.	Composición nutricional de la papa (harina)	11
2.5.	El pan	12
2.5.1.	Definición	12
2.5.2.	Componentes del pan	12
2.6.	Proceso de producción	15
2.6.1.	Pesado	15
2.6.2.	Mezclado	15
2.6.3.	Amasado	15
2.6.4.	Boleado	15
2.6.5.	Reposado	16
2.6.6.	Formado	16
2.6.7.	Cortado	16
2.6.8.	Fermentado	17
2.6.9.	Horneado	17
2.7.	Farinografía	17
III.	MATERIALES Y METODOS	21
3.1.	Lugar de ejecución	21

3.2.	Materia prima e insumos	21
3.3.	Materiales	22
3.4.	Método de análisis	24
	3.4.1. Obtención de la harina de papa de la variedad "Perricholi" y "Super chola"	24
	3.4.2. Métodos para la obtención de mezclas de harinas y análisis	28
	3.4.3. Análisis de las variedades de papa	29
	3.4.4. Análisis en las pruebas preliminares	30
	3.4.5. Análisis durante el proceso	31
	3.4.6. Análisis en las pruebas definitivas	32
3.5.	Metodología experimental	35
	3.5.1. Caracterización de las materias primas	36
	3.5.2. Pruebas preliminares	36
	3.5.3. Harina y masa de las dos variedades de papa	36
	3.5.4. Elaboración del pan	37
3.6.	Diseño experimental	38
	3.6.1. Caracterización de la materia prima	38
	3.6.2. Pruebas preliminares	39
3.7.	Análisis estadístico	42
	3.7.1. Para las pruebas preliminares	42
	3.7.2. Para las pruebas organolépticas	44

IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1.	Caracterización farinográficos en mezclas de harinas	
4.2.	Caracterización fisicoquímica de las dos variedades de papa	- .
4.3.	Pruebas Preliminares	56
4.3.1.	Optimización de la mejor variedad, mejor tipo sustitución y mejor porcentaje	56
4.3.2.	Optimización del mejor porcentaje de masa de papa, mejor tiempo de amasado y mejor tiempo de fermentado	65
4.4.	Pruebas definitivas	100
4.4.1.	Proceso productivo definitivo	100
4.4.2.	Balance de materia y rendimiento	105
4.4.3.	Análisis físico, químico y microbiológico del mejor tratamiento	106
4.3.4.	Determinación de los costos de producción	106
V.	CONCLUSIONES	108
VI.	RECOMENDACIONES	109
VII.	ABSTRACT	110
VIII.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	111
	ANEXOS	116

ÍNDICE DE CUADROS

	Páginas
Cuadro 1. Composición nutricional de la papa	11
Cuadro 2. Medias panaderas para análisis farinográficos	20
Cuadro 3. Cantidad requerida de ingredientes para elaborar el pan.	37
Cuadro 4. Resultados de los farinogramas realizados con muestras 100% puras de harina.	46
Cuadro 5. Resultados de los farinogramas realizados con cada mezcla de harina.	48
Cuadro 6. Caracterización fisicoquímica de la papa variedades Blanca y Perricholi	55
Cuadro 7. Optimización de respuesta para maximizar el olor con un valor óptimo de 2,28237 del pan con papa	56
Cuadro 8. Optimización de respuesta para maximizar el color de la corteza del pan con papa con un valor óptimo de 2,33392	58
Cuadro 9. Optimización de respuesta para maximizar sabor del pan con papa con un valor óptimo de 2,4227	60

Cuadro 10. Optimización de respuesta para maximizar la textura con valor óptimo de 2,36747 para elaborar pan con papa	62
Cuadro 11. Optimización de respuesta para maximizar la aceptabilidad con valor óptimo de 2,38929 de pan con papa	64
Cuadro 12. Optimización de respuesta para maximizar el volumen inicial de la masa del pan de papa con valor óptimo de 20,5122	67
Cuadro 13. Optimización de respuesta para maximizar el volumen a los 30 minutos de la masa del pan de papa con valor óptimo de 27,9142	69
Cuadro 14. Optimización de respuesta para maximizar el volumen a los 60 minutos de la masa del pan de papa con valor óptimo de 30,1827	70
Cuadro 15. Optimización de respuesta para maximizar el volumen al final de la fermentación de la masa del pan de papa con valor óptimo de 34,8968 mL	72
Cuadro 16. Optimización de respuesta para maximizar la temperatura al inicio de la fermentación de la masa con un valor óptimo de 29,755°C	74
Cuadro 17. Optimización de respuesta para maximizar la temperatura a 30 minutos de fermentación de la masa del pan de papa con valor óptimo de 26,0975°C	77

Cuadro 18. Optimización de respuesta para maximizar la temperatura a 60 minutos de fermentación de la masa del pan de papa con valor óptimo de 26,33°C	79
Cuadro 19. Optimización de respuesta para maximizar la temperatura al final de la fermentación de la masa del pan de papa con valor óptimo de 25,6275°C	81
Cuadro 20. Optimización de respuesta para maximizar el peso del pan de papa con valor óptimo de 37,4051 gramos	83
Cuadro 21. Optimización de respuesta para maximizar el volumen del pan de papa con valor óptimo de 221,928 mL	85
Cuadro 22. Optimización de respuesta para maximizar el porcentaje de humedad del pan de papa con valor óptimo de 21,6175%	87
Cuadro 23. Optimización de respuesta para maximizar el color del pan de papa con valor óptimo de 2,7	89
Cuadro 24. Optimización de respuesta para maximizar el olor del pan de papa con valor óptimo de 2,51	91
Cuadro 25. Optimización de respuesta para maximizar la consistencia del pan de papa con valor óptimo de 2,58	93
Cuadro 26. Optimización de respuesta para maximizar la miga del pan de papa con valor óptimo de 2,65	95
Cuadro 27. Optimización de respuesta para maximizar el sabor del pan de papa con valor óptimo de 2,24	96

Cuadro 28. Optimización de respuesta para maximizar la aceptabilidad del pan de papa con valor óptimo de 2,62	98
Cuadro 29. Cantidad requerida de ingredientes para elaborar el pan con papa.	102
Cuadro 30. Análisis físico, químico y microbiológico del pan con papa	106
Cuadro 31. Costos de producción del pan de papa a nivel experimental	107

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Farinogramas de dos clases de harina	19
Figura 2. Farinogramas de harina de trigo De acuerdo a su fuerza y elasticidad	20
Figura 3. Diagrama de flujo para la obtención de harina de papa.	27
Figura 4. Flujograma para la obtención de mezclas y sus análisis.	28
Figura 5. Diagrama de flujo tentativo para la elaboración del pan con harina y masa de dos variedades de papa	38
Figura 6. Diseño experimental para optimizar la elaboración de pan	40
Figura 7. Diseño experimental para optimizar los parámetros de amasado y fermentado del pan con sustitución parcial de harina de trigo según variedad y tipo de papa	41
Figura 8. Farinogramas de la harina de trigo.	46
Figura 9. Mezcla de la harina de trigo (80%) con harina de papa variedad “Super chola” (20 %).	49
Figura 10. Mezcla de la harina de trigo (70%) con harina de papa variedad “Super chola” (30 %).	49

Figura 11. Mezcla de la harina de trigo (60%) con harina de papa variedad “Super chola” (40 %).	50
Figura 12. Mezcla de la harina de trigo (80%) con harina de papa variedad “Perricholi” (20 %).	50
Figura 13. Mezcla de la harina de trigo (70%) con harina de papa variedad “Perricholi” (30 %).	51
Figura 14. Mezcla de la harina de trigo (60%) con harina de papa variedad “Perricholi” (40 %).	51
Figura 15. Efectos principales para el olor del pan con papa	57
Figura 16. Superficie de respuesta estimada para el aroma del pan con papa	57
Figura 17. Contornos de la superficie de respuesta estimada para el olor del pan con papa	57
Figura 18. Efectos principales para el color de la corteza de pan con papa	59
Figura 19. Superficie de respuesta estimada para el color de la corteza de pan con papa	59
Figura 20. Contornos de La superficie de respuesta estimada para el color de la corteza de pan con papa	59
Figura 21. Efectos principales para el sabor del pan con papa	60
Figura 22. Superficie de respuesta estimada del sabor del pan con papa	61
Figura 23. Contornos de la superficie de respuesta estimada del sabor del pan con papa	61

Figura 24. Efectos principales para la textura del pan con papa	62
Figura 25. Superficie de respuesta estimada de la textura del pan con papa	63
Figura 26. Contornos de la superficie de respuesta de la textura del pan con papa	64
Figura 27. Efectos principales para la aceptabilidad del pan con papa	64
Figura 28. Superficie de respuesta estimada de la aceptabilidad del pan con papa	64
Figura 29. Contornos de la superficie de respuesta estimada de la aceptabilidad del pan con papa	65
Figura 30. Efectos principales para el incremento de volumen inicial del pan con papa	67
Figura 31. Superficie de respuesta para el incremento de volumen inicial del pan con papa	67
Figura 32. Contornos de la superficie de respuesta para el incremento de volumen inicial del pan con papa	68
Figura 33. Efectos principales para el incremento de volumen a los 30 minutos del pan con papa	69
Figura 34. Superficie de respuesta para el incremento de volumen a los 30 minutos del pan con papa	69
Figura 35. Contornos de la superficie de respuesta para el incremento de volumen a los 30 minutos del pan con papa	70

Figura 36. Efectos principales para el incremento de volumen a los 60 minutos del pan con papa	71
Figura 37. Superficie de respuesta para el incremento de volumen a los 60 minutos del pan con papa	71
Figura 38. Contornos de la superficie de respuesta para el incremento de volumen a los 60 minutos del pan con papa	72
Figura 39. Efectos principales para el incremento de volumen al final de la fermentación del pan con papa	73
Figura 40. Superficie de respuesta para el incremento de volumen al final de la fermentación del pan con papa	73
Figura 41. Contornos de la superficie de respuesta para el incremento de volumen al final de la fermentación del pan con papa	74
Figura 42. Efectos principales para el incremento de temperatura al inicio de la fermentación del pan con papa	75
Figura 43. Superficie de respuesta para el incremento de temperatura al inicio de la fermentación del pan con papa	75
Figura 44. Contornos de la superficie de respuesta para el incremento de temperatura al inicio de la fermentación del pan con papa	76
Figura 45. Efectos principales para el incremento de temperatura a 30 minutos de fermentación del pan con papa	77
Figura 46. Superficie de respuesta para el incremento de temperatura a 30 minutos de fermentación del pan con papa	78

Figura 47. Contornos de la superficie de respuesta para el incremento de temperatura a 30 minutos de fermentación del pan con papa	78
Figura 48. Efectos principales para el incremento de temperatura a 60 minutos de fermentación del pan con papa	79
Figura 49. Superficie de respuesta para el incremento de temperatura a 60 minutos de fermentación del pan con papa	80
Figura 50. Contornos de la superficie de respuesta para el incremento de temperatura a 60 minutos de fermentación del pan con papa	80
Figura 51. Efectos principales para el incremento de temperatura al final de la fermentación del pan con papa	81
Figura 52. Superficie de respuesta para el incremento de temperatura al final de la fermentación del pan con papa	82
Figura 53. Contornos de la superficie de respuesta para el incremento de temperatura al final de la fermentación del pan con papa	82
Figura 54. Efectos principales para el peso del pan con papa	84
Figura 55. Superficie de respuesta para el peso del pan con papa	84
Figura 56. Contornos de la superficie de respuesta para el peso del pan con papa	85
Figura 57. Efectos principales para el volumen del pan con papa	86
Figura 58. Superficie de respuesta para el volumen del pan con papa	86

Figura 59. Contornos de la superficie de respuesta para el volumen del pan con papa	87
Figura 60. Efectos principales para el porcentaje de humedad del pan con papa	88
Figura 61. Superficie de respuesta para el porcentaje de humedad del pan con papa	88
Figura 62. Contornos de la superficie de respuesta para el porcentaje de humedad del pan con papa	88
Figura 63. Efectos principales para el color del pan con papa	90
Figura 64. Superficie de respuesta para el color del pan con papa	90
Figura 65. Contornos de la superficie de respuesta para el color del pan con papa	90
Figura 66. Efectos principales para el olor del pan con papa	91
Figura 67. Superficie de respuesta para el olor del pan con papa	92
Figura 68. Contornos de la superficie de respuesta para el olor del pan con papa	92
Figura 69. Efectos principales para la consistencia del pan con papa	93
Figura 70. Superficie de respuesta para la consistencia del pan con papa	93
Figura 71. Contornos de la superficie de respuesta para la consistencia del pan con papa	94
Figura 72. Efectos principales para la miga del pan con papa	95
Figura 73. Superficie de respuesta para la miga del pan con papa	95

Figura 74. Contornos de la superficie de respuesta para la miga del pan con papa	96
Figura 75. Efectos principales para el sabor del pan con papa	97
Figura 76. Superficie de respuesta para el sabor del pan con papa	97
Figura 77. Contornos de la superficie de respuesta para el sabor del pan con papa	97
Figura 78. Efectos principales para la aceptabilidad del pan con papa	98
Figura 79. Superficie de respuesta para la aceptabilidad del pan con papa	99
Figura 80. Contornos de la superficie de respuesta para la aceptabilidad del pan con papa	99
Figura 81. Flujograma definitivo para elaborar pan con sustitución de harina de trigo con masa cocida de papa	101
Figura 82. Balance de materia y rendimiento para elaborar pan con papa	105

ÍNDICE DE ANEXOS

	Páginas
Anexo 1. Guía instructiva para evaluar el “estudio de la incidencia de incorporación de harina y masas de papa de dos variedades superchola y Pericholi como sustituto parcial de la harina de trigo en el proceso de elaboración de pan”	117
Anexo 2. Evaluación del olor	120
Anexo 3. Evaluación de la corteza del pan	121
Anexo 4. Evaluación del sabor del pan	122
Anexo 5. Evaluación de la textura del pan	123
Anexo 6. Evaluación de la aceptabilidad	124
Anexo 7. Análisis de Varianza para Olor	125
Anexo 8. Análisis de Varianza para Color de la corteza	125
Anexo 9. Análisis de Varianza para Sabor	125
Anexo 10. Análisis de Varianza para Textura	125
Anexo 11. Análisis de Varianza para Aceptabilidad	126
Anexo 12. Datos del incremento de volumen (ml) al inicio de la fermentación	126
Anexo 13. Análisis del incremento de volumen (ml) al inicio de la fermentación	126

Anexo 14. Datos obtenidos del incremento de volumen (ml) a los 30 minutos de fermentación	127
Anexo 15. Análisis de la varianza para el incremento de volumen (ml) a los 30 minutos de la fermentación	127
Anexo 16. Datos obtenidos del incremento de volumen (ml) a los 60 minutos de la fermentación	128
Anexo 17. Análisis de la varianza para el incremento de volumen (ml) a los 60 minutos de la fermentación	128
Anexo 18. Datos obtenidos del incremento de volumen (ml) al final de la fermentación	129
Anexo 19. Análisis de la varianza para el incremento de volumen (ml) al final de la fermentación	129
Anexo 20. Datos obtenidos de Temperatura (°C) al inicio de la fermentación	130
Anexo 21. Análisis de la varianza para la variable Temperatura (°C) al inicio de la fermentación	130
Anexo 22. Datos obtenidos del incremento de Temperatura (°C) a los 30 minutos de la fermentación	131
Anexo 23. Análisis de la varianza para el incremento de temperatura (°C) a los 30 minutos de la fermentación	131
Anexo 24. Datos obtenidos del incremento de Temperatura (°C) a los 60 minutos de la fermentación	132

Anexo 25. Análisis de la varianza para la variable incremento de temperatura (°C) a los 60 minutos de la fermentación	132
Anexo 26. Datos obtenidos del incremento de Temperatura (°C) al final de la fermentación	133
Anexo 27. Análisis de la varianza para el incremento de temperatura (°C) al final de la fermentación	133
Anexo 28. Datos obtenidos del peso final del pan (g)	134
Anexo 29. Análisis de la varianza para el peso final del pan (g)	134
Anexo 30. Datos obtenidos del volumen del producto terminado (ml)	135
Anexo 31. Análisis de la varianza para el volumen del producto terminado (ml)	135
Anexo 32. Datos obtenidos del Porcentaje de Humedad del pan	136
Anexo 33. Análisis de la varianza para el Porcentaje de Humedad del pan	136
Anexo 34. Datos originales de la variación de color del pan	137
Anexo 35. Análisis de la varianza para el color del pan	137
Anexo 36. Datos originales de la variación de Olor del pan	138
Anexo 37. Análisis de la varianza para el olor del pan	138
Anexo 38. Datos originales de la variación de Consistencia del pan	139
Anexo 39. Análisis de la varianza para la consistencia del pan	139
Anexo 40. Datos originales de la variación de Miga del pan	140
Anexo 41. Análisis de la varianza para la variación de la miga del pan	140

Anexo 42. Datos originales de la variación de Sabor del pan	141
Anexo 43. Análisis de la varianza para la variación del sabor del pan	141
Anexo 44. Datos originales de la variación de Aceptabilidad del pan	42
Anexo 45. Análisis de la varianza para la variación de la aceptabilidad del pan	142
Anexo 46. Curva de secado; para la obtención de harina de papa de las dos variedades (“Super chola” y “Perricholi”)	143
Anexo 47. Panel fotográfico	145

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo; determinar el nivel máximo de sustitución de harina y masa cocida de papa variedad “Super chola” y “Perricholi”, en la sustitución parcial de harina de trigo como una alternativa para la elaboración de pan yema.

Para la fase experimental del presente estudio; se utilizó un diseño Completamente al Azar con tres factores A x B x C, con tres repeticiones por tratamiento, con un total de 12 tratamientos y 36 unidades experimentales, para determinar el nivel máximo de sustitución, tiempo de masado y tiempo de fermentado; evaluándose el incremento de volumen, cambio de temperatura, peso, humedad, olor, color, consistencia, miga sabor y aceptabilidad; estableciéndose que el mejor tratamiento fue el de 30% de sustitución de masa cocida de papa variedad “Super chola”, amasado durante 20 minutos y fermentado durante 70 minutos, teniendo un tiempo total de fermentación de 120 minutos. El rendimiento del proceso de elaboración de pan yema es 77.52%, y el precio del pan es S/ 0.30, al margen del tipo de cambio de la actualidad.

Palabras claves: farinografía, sustitución, pan yema, mezclas de harina, color, olor, textura, sabor, miga, proteínas, aceptabilidad.

I. INTRODUCCIÓN

La producción total de trigo en el País; se encuentra aproximadamente en las 230 mil toneladas, con un rendimiento de las 0.70 toneladas por hectárea, razón por la cual el cultivo del cereal no logra cubrir la demanda interna, tal como lo manifiesta la Sociedad Nacional de Industria, ante este problema el 90 % del cereal es importado de Canadá, EE.UU., Rusia, Argentina y Paraguay. Es decir; que la producción sólo alcanza para cubrir un 2 % de los requerimientos de los molinos que existen a nivel nacional con una capacidad instalada de 800, 000.00 toneladas al año.

Según la Sociedad Nacional de Industrias (SIN), en el Perú las regiones de La Libertad, Cajamarca, Arequipa y Ancash; son los Departamentos con mayor nivel de producción, concentrando el 59 % de la producción nacional. Sin embargo; el cultivo del trigo en el Perú, usado también para la elaboración de galletas, pan, harina y otros productos farináceos, no logra cubrir la demanda interna, alcanzando sólo a cubrir un 10 %, razón por la que se tiene que importar, de países como Canadá, Estados Unidos, Rusia, Argentina y Paraguay.

Las importaciones peruanas de trigo fueron de 1'805,092.00 toneladas en el año 2013; por un valor de US\$ 626 millones, mayor en 6.40 % al volumen importado durante el año 2012. De acuerdo con la SIN; las principales empresas importadoras fueron ALICORP S.A.A, MOLINERA INCA S.A., CONTILATIN del Perú S.A. y MOLITALIA S.A.; que representaron el 62.60 % del volumen importado. Por otro lado; el reporte del SNI afirmó que el Perú es el cuarto país de mayor consumo per cápita de trigo a nivel de América Latina, con un consumo promedio anual de 63 Kg por persona.

El destino que se da a la producción de trigo nacional así como al importado es para la producción de harina, de la cual un 77 % es destinado para panificación, 18 % para fabricación de fideos y 5 % para galletería. De la harina destinada para la industria de panificación el 70 % es para la elaboración de pan artesanal, 18 % para pan semi industrial y 12 % para pan industrial; de lo manifestado podemos decir que el pan es uno de los principales alimentos de la dieta diaria, cuyo consumo en la actualidad se ve afectado por el alto costo de la principal materia prima como es la harina de trigo, lo cual conduce a buscar nuevas alternativas en la elaboración del pan.

El propósito de esta investigación; es estudiar la incidencia de incorporación de diferentes variedades de papa, para la producción local como sustituto parcial en el proceso de elaboración de pan yema, que se encuentre al alcance de todo tipo de consumidor y bajo costo.

Con la elaboración de pan; a base de trigo y papa se potenciará la cadena productiva y consumo que beneficie a agricultores, comerciantes y consumidores. Con la incorporación de papa en la elaboración de pan yema; se está innovando con la presentación de un nuevo producto al consumidor, ante lo expuesto planteamos los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de la harina y masa de papa variedad “Super chola” y “Perricholi”, en la sustitución parcial de harina de trigo durante la elaboración de pan yema.
- Optimizar el tiempo de amasado y tiempo de fermentación con la selección realizado, en la elaboración de pan yema.
- Determinar las características; color, aroma, sabor, humedad, fibra, azúcares reductores, proteína en el mejor tratamiento, estableciéndose como producto final.
- Determinar el rendimiento del proceso y el costo en la elaboración de pan yema; considerando el mejor tratamiento.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.8. Antecedentes de la investigación

2.8.1. Utilización de harina de papa en la elaboración de pan

- CERÓN, A.; HURTADO, A.; BUCHELI, M.; OSORIO, O. (2013); en la tesis titulada “Estudio de la Formulación de la Harina de Papa de la Variedad Parda Pastusa (*Solanum tuberosum*) como sustituto parcial de la harina de trigo en panadería. El objetivo del presente estudio fue determinar el nivel máximo de sustitución de la harina de trigo con harina de papa parda pastusa (*Solanum tuberosum*), como una alternativa para la elaboración de productos de panadería. No se encontraron diferencias estadísticas significativas en el color, sabor y textura entre los panes al 10, 20 y 30 % de sustitución. Sin embargo en la prueba de aceptación el pan al 20% evidencia que tiene una buena aceptación y podría ser utilizado comercialmente.

2.8.2. Determinación de los cambios organolépticos y la disminución de aditivos empleando masa madre en la formulación de pan artesanal campestre

REYES (2009); en su tesis presenta el estudio de la investigación de cambios organolépticos en el pan, basándose en disminución de aditivos

con el empleo de masa previamente fermentada o masa madre. Desde la aparición de la levadura industrial, este concepto ha sido relegado; el desarrollo de aditivos como mejoradores y acondicionadores de masa simplifican el proceso de elaboración, mejorando la apariencia del producto pero a la vez merma el aroma y sabor que identifican al pan tradicional. El objetivo de esta tesis es evaluar la utilización de la masa madre en el proceso de panificación según diseño de experimentos y evaluación sensorial con panelistas no entrenados, determinando si hay diferencia significativa entre el Pan Campestre con masa madre y Pan Campestre con mix de mejorador.

2.8.3. Complementación proteica de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y suero en pan de molde y tiempo de vida útil

DE LA CRUZ (2009); manifiestan que su trabajo de investigación consistió en aplicar el Método de Diseño de Mezclas para determinar el máximo porcentaje de incorporación de harina de quinua precocida y suero de leche en la formulación de pan de molde, en función a las restricciones establecidas: Harina de quinua precocida (0 a 20 % b.h.) y suero de leche (2 a 6 % b.h.). Se establecieron líneas de restricción isoproteica y se eligió la que atravesaba las líneas que representan la mayor incorporación de quinua y suero cuya ecuación corresponde $A = 4.2141 - 0.4643 B$; para posteriormente elegir dos puntos extremos y uno medio sobre la línea isoproteica elegida. Las tres mezclas elegidas fueron sometidas a evaluaciones fisicoquímicas y

sensoriales, determinándose estadísticamente por la prueba de Duncan que la mezcla tres conformada por 82.54 %; 13.92 % y 3.54 % (b. h.) de trigo, quinua y suero respectivamente, presentó la mejor característica y tuvo un 16 % más de cómputo químico frente a la mezcla patrón.

2.9. El trigo

2.9.1. Definición

El trigo es una planta gramínea más ampliamente cultivada en el mundo, es un cereal que produce granos, mismos que son considerados como alimento que contiene nutrientes entre ellos: carbohidratos, proteínas, grasas, minerales y vitaminas (BENEDITTI, 2003).

2.9.2. Origen y distribución

Según PANERA (2009a); “El trigo es una planta herbácea de la familia gramínea y genero triticum. El trigo entra a América cuando inmigrantes rusos lo trajeron a Kansas en 1873, la variedad llamada Pavo Rojo, que crece mejor que cualquier otra. PANERA (2009b); menciona que “ el trigo fue conocido desde la edad de piedra ya que el hombre descubrió que aplastando entre dos piedras las semillas de gramíneas resultaban comestibles; desde entonces se ha utilizado los cereales como alimento, de los cuales el trigo, es el favorito en todo el mundo.

2.9.3. Composición Química

El grano maduro del trigo está formado por: hidratos de carbono, (fibra cruda, almidón, maltosa, sucrosa, glucosa, melibiosa, pentosanos, galactosa, rafinosa), compuestos nitrogenados (principalmente proteínas: Albúmina, globulina, prolamina, residuo y gluteninas), lípidos (ácidos grasos: mirístico, palmítico, esteárico, palmitoleico, oleico, linoléico, linoléico), sustancias minerales (K, P, S, Cl) y agua junto con pequeñas cantidades de vitaminas (inositol, colina y del complejo B), enzimas (β -amilasa, celulasa, glucosidasas) y otras sustancias como pigmentos (MONTROYA Y ROMAN, 2010).

2.10. Harina

Harina (término proveniente del latín *fariña*, que a su vez proviene de *far* y de *farris*, nombre antiguo del farro). Es el polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón. Se puede obtener harina de distintos cereales (MONTROYA Y ROMAN).

2.10.1. Composición química

2.10.1.1. Almidón

Es el elemento principal que se encuentra en todos los cereales. Es un glúcido que al transformar la levadura en gas carbónico permite la fermentación. Gluten: el gluten otorga elasticidad a las masas reteniendo la presión del gas carbónico producido por la levadura (COLLAZOS *et al.*, 1975).

2.10.1.2. Azúcares

Están también presentes en la harina pero en un porcentaje mínimo, ayudan a la levadura a transformar el gas carbónico.

2.10.1.3. Materias grasas

Están localizadas en el germen y en las cáscaras del grano de trigo.

2.10.1.4. Materias minerales o cenizas

Para determinar el porcentaje de ellas es necesaria la incineración de las harinas. A menor proporción de cenizas mayor pureza de la harina (0000). La de 3 ceros es más oscura y absorbe más cantidad de agua.

2.10.1.5. Vitaminas

Contiene vitaminas B1, B2, PP y E

2.10.2. Composición de la harina de trigo

La harina debe ser: suave al tacto, de color natural, sin sabores extraños a rancio, moho, amargo o dulce. Debe presentar una apariencia uniforme sin puntos negros, libre de insectos vivos o muertos, cuerpos extraños y olores anormales (MONTROYA Y ROMAN, 2010).

Su composición debe ser:

Glúcidos 74-76%

Prótidos 9-11%

Lípidos	1-2%
Agua	11-14%
Minerales	1-2%

2.10.3. Otros tipos de harinas

2.10.3.1. Harina de trigo integral

Es una harina oscura que se obtiene de la molienda del grano de trigo con todas sus envolturas celulósicas. Según el grado de molienda se admiten 3 tipos: grueso, mediano y fino. Esta harina puede utilizarse sola.

2.10.3.2. Harina de Graham

Es una harina integral con un porcentaje más alto de salvado. Sylvester Graham fue un nutricionista americano que luchó a principios del siglo XIX por una alimentación más natural donde el salvado debía ser incluido en los amasados de pan.

2.10.3.3. Harina de gluten

Se extrae industrialmente del grano de trigo, está compuesta por gluten seco y se emplea como mejorador para enriquecer una harina pobre en gluten.

2.10.3.4. Harina de maíz

Se obtiene de la molienda de los granos de maíz, es el cereal que contiene más almidón, si se utiliza sola, no se aglutina la masa (MONTOYA Y ROMAN, 2010).

2.11. La papa

2.11.1. Definición

La papa es un alimento de origen vegetal que, desde un punto de vista bromatológico, se puede incluir en el grupo de las hortalizas y verduras o en el grupo de los alimentos feculentos o amiláceos (VASQUEZ, 1988).

2.11.2. Composición Química

Dentro de los componentes nutritivos el que se encuentra en mayoría es el agua que constituye en torno al 80 % del total. Le siguen los carbohidratos que constituyen el 16 - 20 % entre los que hay que destacar el grupo de los almidones que son polisacáridos complejos que se absorben como glucosa previa hidrólisis enzimática.

2.11.3. Clasificación Botánica

En el Perú; la papa ha sido tradicionalmente un cultivo desarrollado entre los 2000 y 3600 m. s. n. m; sin embargo, se ha iniciado el cultivo de papa en la Costa. En la Sierra se encuentra el cultivo en zonas

templadas a frías con un rango de temperatura de 6 a 18 °C y una precipitación de 600 a 1200 mm (VASQUEZ, 1988).

La planta pertenece a las siguientes categorías taxonómicas:

Reino : Vegetal

Clase : Angiospermae

Subclase : Dicotyledoneae

Orden : Tubiflorae

Familia : Solanaceae

Género : Solanum

Subgénero : Potatoe

Nombre Científico: *Solanum tuberosum*

Nombre vulgar: Papa

2.11.4. Composición nutricional de la papa (harina)

En el cuadro 1, se tiene la composición nutricional de la papa en porcentajes.

Cuadro 1. Composición nutricional de la papa.

Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	91,00
Energía metabolizable	Mcal kg	2,81
Energía digestible	Mcal kg	3,30
Proteína	%	8,00
Metionina	%	0,10
Metionina + cistina	%	0,17
Lisina	%	0,41
Calcio	%	0,07
Fósforo disponible	%	0,05
Grasa	%	0,50
Fibra	%	2,10
Ceniza	%	7,6

Fuente: VILLACRES, E. BAUTISTA, C. 1996.

2.12. El pan

2.12.1. Definición

Según REYNOSO et al. (1994), se define como pan común al que tiene miga blanca u oscura, elaborado a base de harina de trigo: blanca, semi integral o integral, agua potable, levadura, sal, azúcar, grasa comestible (animal o vegetal) y aditivos autorizados.

2.12.2. Componentes del pan

El pan es una mezcla de harina, agua y levadura que se dejan reposar y posteriormente se calienta, no obstante es un producto de gran técnica en su elaboración y puede incorporar gran variedad de componentes tales como: sal, azúcares, mieles, grasas, mejorantes, entre otros.

2.12.2.1. Harina

Es la materia prima por excelencia a la hora de elaborar el pan, la harina tiene una serie de propiedades y requiere de una atención especial a la hora de su almacenamiento y conservación. La harina utilizada en panificación es el producto de la molienda del grano de trigo limpio e industrialmente puro.

2.12.2.2. Agua

Es responsable de la formación del gluten, hidrata los almidones tornándolos digestivos, evita la formación de cascara en la masa, posibilita la acción de las enzimas, sirve como solvente de los ingredientes sólidos distribuyéndolos uniformemente en la masa, activa la levadura, determina la consistencia de la masa; y es el factor determinante en el lucro del pan.

2.12.2.3. Levadura

Es la encargada de efectuar la fermentación en la masa del pan con el fin de producir CO₂, se alimenta de los azúcares presentes en la masa, la sacarosa adicionada y los azúcares fermentables desdobladas por las amilasas en la harina de trigo, su función es inflar el gluten con el CO₂ producido durante la fermentación.

2.12.2.4. Sal

Tiene acción fortificante y estabilizadora del gluten, es usada en un porcentaje de 1.5 a 2.8 % regulando la fermentación de la masa, retarda la producción de los gases producidos por la levadura durante la fermentación (DE SOUZA, 1989).

2.12.2.5. Azúcar

La sacarosa se utiliza como fuente de alimento para la levadura que la utiliza para el desarrollo y también sirve para acondicionar las masas (DE SOUZA, 1989).

2.12.2.6. Grasa

Actúa cubriendo cada partícula de la masa, garantizando suavidad en la textura interna y externa del pan, principalmente actúa como fijador de la humedad del producto retardando su envejecimiento, lubrica el gluten, manteniéndolo elástico volviendo la masa más maleable, facilitando el trabajo de la mezcladora mecánica (PYLER, 2003).

2.12.2.7. Emulsificantes

Son constituidos por esterres de la glicerina, mono o diglicéridos, estos junto a las grasas o margarinas, forman una especie de puente ligando las moléculas de grasa a las de agua y permiten una acción más intensa y duradera de las grasas usadas (DE SOUZA, 1989).

2.12.2.8. Leche

Es el más completo de los enriquecedores del pan, contiene proteínas animales, su función es mejorar la apariencia pues aunque es de bajo poder edulcorante, se carameliza en el horno dando coloración dorada.

2.12.2.9. Mejoradores

Su función es la de reforzar las características de la harina para que la masa resultante pueda ser manipulada en un proceso mecanizado.

2.13. Proceso de producción

Durante el proceso panario, el pan se ve sometido a distintas transformaciones de tipo físico, químico y biológico, que dota al producto final de sus cualidades nutritivas y organolépticas (PISCOYA, 2002).

2.13.1. Pesado

El pesaje de las materias primas proporciona al panadero el conocimiento de las cantidades exactas de materias primas para llevar a cabo la formulación de elaboración.

2.13.2. Mezclado

El mezclado, se realiza para homogenizar los materiales sólidos y posteriormente, para incorporar paulatinamente el agua que proporciona a la masa sus características de elasticidad y extensibilidad conferidas por el gluten en formación.

2.13.3. Amasado

El amasado, es la operación donde se desarrolla el gluten formado por la adición de agua durante el mezclado, el buen desarrollo del gluten es de vital importancia para proporcionar una mayor retención del gas producido durante la fermentación (PISCOYA, 2007).

2.13.4. Boleado

El boleado, es la conclusión del amasado, por medio de la utilización de rodillos se acaba de desarrollar el gluten para producir una masa lisa que produzca panes lisos y de buena presentación y textura final.

2.13.5. Reposado

El reposo previo al formado, se realiza con el fin de que la masa se vuelva más maleable debido a la producción de gas durante este corto periodo de fermentación, así, el estado de gasificación de la masa al momento previo al formado es de gran importancia para el buen desempeño de la masa en la siguiente operación.

2.13.6. Formado

Consiste en dar forma simétrica a los trozos de masa. El formado se debe hacer apretando lo más posible sin desgarrar la masa ya que si esto ocurre reducirá el volumen del pan; esta operación está condicionada por la fuerza y la tenacidad de la masa.

2.13.7. Cortado

El corte se realiza, con el fin de proporcionar volumen y estética al producto final. Una vez que la pieza está dentro del horno el calor se extiende, atravesando la hogaza y permitiendo que el gas carbónico se expanda mejor; bajo la presión del gas, los cortes hechos en el pan se abren a lo largo, contribuyendo a su máximo desarrollo y creando zonas donde la solidificación de la corteza se retrasa (PISCOYA, 2007).

2.13.8. Fermentado

La fermentación se realiza, con el fin de que el agente de crecimiento, la levadura, actúa sobre los azúcares presentes en la masa para así producir CO₂ el cual será encapsulado por la película de gluten desarrollado en la masa durante el amasado, la masa se fermenta a una temperatura de 28 – 32 °C, en este momento la levadura que ya ha empezado a actuar empieza a trabajar con mayor eficiencia.

2.13.9. Horneado

Una vez el pan ha alcanzado su punto correcto de fermentación se introduce en el horno a una temperatura que varía según el tamaño de la pieza y el tipo de horno, esa temperatura oscila entre 190 – 260 °C, el tiempo de cocción suceden en tres fases diferenciables, así en la primera fase al entrar las piezas de pan al horno la masa no deja de fermentar hasta que alcanza los 45 °C y por consiguiente sigue produciendo gas carbónico y las burbujas de este comienzan a dilatarse por efecto del calor (PISCOYA, 2007).

2.14. Farinografía

Según PANTANELLI (1996); el farinógrafo mide la consistencia de la masa mediante la fuerza necesaria para mezclarla a una velocidad constante y la absorción del agua necesaria para alcanzar esta consistencia. El farinógrafo genera una curva que reproduce en forma visual el conjunto de características de calidad de la harina.

Según BENION (1970), la forma de la curva varía según el tipo de harina y la naturaleza de los aditivos. Los índices que normalmente se determinan con el farinógrafo son:

- *Consistencia de la masa*; esta característica y la capacidad de absorción de agua se deducen de la cantidad de agua necesaria para producir una masa de consistencia correcta que llegue a la línea 500 U.B.
- *Evolución de la masa*; es de gran importancia para poder determinar el tiempo de amasado. Cada harina necesita su tiempo de amasado y el farinógrafo es sumamente útil para indicar este tiempo.
- *Estabilidad de la masa*; indica el tiempo que transcurre hasta que se debilita la masa y es una medida de la cantidad de fermentación que resistirá una harina y, en cierto modo, es un indicativo de la tolerancia de la misma al tiempo de fermentación.
- *Debilitamiento de la masa*; queda representado por la caída de la curva por debajo de la línea de 500 U.B., durante un periodo determinado del amasado. Las harinas fuertes darán valores bajos, mientras que las débiles darán valores altos.

Según PANTANELLI (1996); la aptitud de una harina para panificación utilizando los análisis farinográficos se puede evaluar mediante la siguiente clasificación:

1. Calidad óptima: caída de la masa entre 0 y 30 unidades farinográficas y una estabilidad superior a 10 minutos.
2. Calidad buena: caída de la masa entre 30 y 50 unidades y estabilidad no inferior a 7 minutos.
3. Calidad discreta: caída de la masa entre 50 y 70 unidades farinográficas y estabilidad no inferior a 5 minutos.
4. Calidad mediocre: caída de la masa entre 70 y 130 unidades farinográficas y estabilidad no inferior a 3 minutos.
5. Calidad baja: caída superior a 130 unidades farinográficas y estabilidad inferior a 2 minutos.

Según CALAVERAS (1996); la clasificación más general se interpreta en la figura 1, con dos harinas distintas.

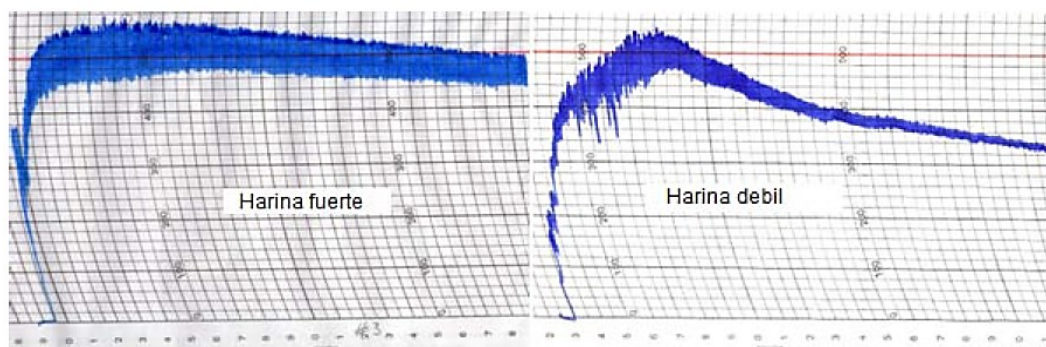


Figura 1. Farinogramas de dos clases de harina.

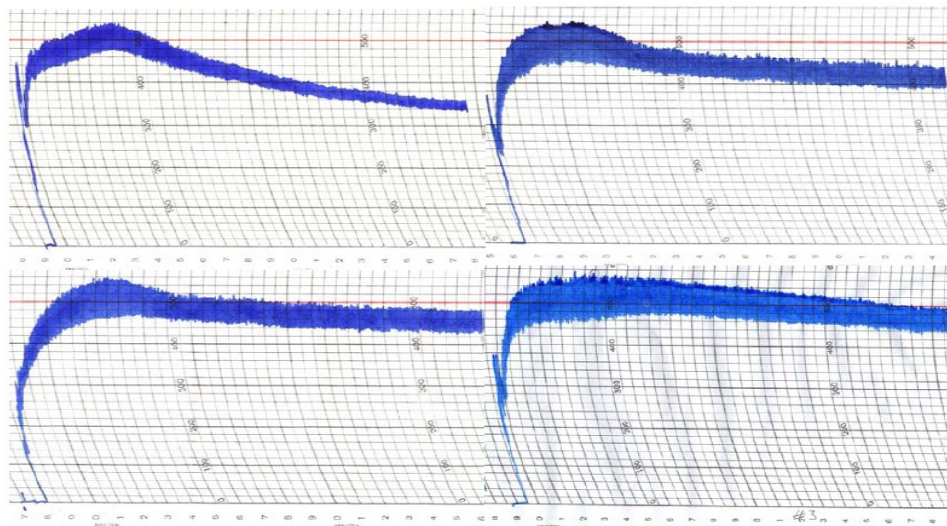


Figura 2. Farinogramas de harina de trigo de acuerdo a su fuerza y elasticidad.

En la figura 2; se puede observar cómo se clasifican las harinas interpretadas por el farinógrafo. De izquierda a derecha: harinas fuertes y de arriba a abajo: harinas más elásticas (más ancho más elástica). Por otro lado; en la cuadro 2, se menciona otros parámetros que se toma en cuenta en los análisis farinográficos.

Cuadro 2. Medias panaderas para análisis farinográficos.

Parámetro	Valor
Tiempo de desarrollo	4' > Harina fuerte < 4' Harina floja
Estabilidad	Harinas más estables suelen ser más fuertes y fermentación más larga.
Índice de tolerancia	Pan común. 125 a 165 U.B.

Fuente: Calaveras J., 1996. **Elaborado por:** Alexandra Lascano, 2009.

III. MATERIALES Y METODOS

a. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los laboratorios de Análisis de Alimentos, Química, Ingeniería de alimentos, Análisis Sensorial, Planta Panificación de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y en la Panificadora “Novo Pan” en la Ciudad de Tingo María.

b. Materia prima e insumos

i. Materia Prima

La materia prima que se utilizó para este trabajo de investigación fue la harina de trigo que fue adquirido en las tiendas comerciales de la localidad teniendo en cuenta que fuera una harina de buena calidad y que no haya sido almacenado por mucho tiempo, la otra materia prima fue las variedades de papa blanca (súper chola) y Perricholi, como harina y masa cocida.

ii. Insumos

Se utilizaron los siguientes insumos:

- Papá de dos variedades “Super chola” y “Perricholi”.

- Harina de trigo; marca Blanca flor.
- Azúcar rubia, marca Casa grande.
- Manteca vegetal, marca Nicolini.
- Sal, marca Emsal.
- Levadura, marca Royal.
- Mejorador, marca Fleishmann.
- Esencia de Mantequilla, marca Negrita.
- Esencia de vainilla, marca Negrita.
- Huevos, marca La Calera.
- Agua potable.
- Franelas, marca Wypall®.
- Petróleo.

c. Materiales

i. Materiales de Laboratorio

- Termómetro de 100 °C.
- Matraz de Erlenmeyer de 250 ml.
- Buretas.
- Balones de digestión.
- Vasos de precipitación de 50; 100 y 250 ml.
- Crisoles de porcelana.
- Fiolas de 50; 100 y 500 ml.
- Vaguetas.

- Pipetas graduadas de 2.5 y 10 ml.
- Placas Petri.
- Embudos de vidrio.
- Cubetas de espectrofotómetro entre otros.

ii. **Materiales y equipos de procesamiento**

- Horno a convección rotativo marca Nova, modelo Max 500, voltios 220, Hp 1.5, año 2003.
- Tamices marca Tyler ASTM E-11, N° 20, 30; 40; 50; 60; 80; 100; 200.
- Balanza mecánica marca Libra, capacidad de 10 kg.
- Balanza digital marca Denver Instrument Company, AA-200 Capacidad 210g exactitud 0.1mg, U: S: A.
- Estufa marca MEMMERT, Watts 1400
- Batidora marca Brentwood ® modelo HM-25.
- Estufa marca Felisa® modelo 133.
- Cortadora mecánica. Marca MECSA
- Latas para cocción de los panes 65 x 45cm.
- Andamios y carros metálicos para el estibado de latas.
- Mesa de trabajo.
- 3 Cuchillos de acero inoxidable.
- Espátulas.
- Ollas.

- Vasos de precipitación de 100, 250 y 1000 ml.
- Recipientes de plástico.
- Cocinas a gas y eléctricas.
- Cámara de fermentación.
- Farinógrafo de Brabender, marca Petren, New Standard:
AACCI 54-70.01

iii. Reactivos y soluciones

Solución de cloruro de sodio al 2.5 %; ácido cítrico, hidróxido de sodio, medios de cultivo y todos aquellos que tengan que ver con los análisis fisicoquímicos.

d. Método de análisis

En el presente trabajo se realizó los análisis de acuerdo al nivel de la investigación.

i. Obtención de harina de papa de la variedad “Perricholi” y “Super Chola”

En el figura 6, se describe el proceso de obtención de harina de papa variedad “Super chola” y “Perricholi”; cumpliendo cada uno con los requisitos higiénicos y sanitarios correspondientes para generar un producto inocuo y de calidad para consumo humano.

- *Recepción.*- Esta labor consistió en la adquisición de la materia prima y se procedió a la toma de muestras para un análisis en el laboratorio y poder determinar la calidad de la materia prima.
- *Pesado.*- Se tomó en cuenta el peso de la materia prima con la finalidad de determinar rendimientos, además la cantidad apta según la capacidad de los equipos.
- *Selección.*- En este paso se clasificó la materia prima de acuerdo a la características requeridas, además se eliminó producto con golpes, magulladuras o con contaminación.
- *Lavado.*- Una vez escogido el producto sano se procedió a lavar con agua corriente. Esto se realizó con el fin de eliminar impurezas como tierra y ayudar a reducir la carga microbiana.
- *Pelado.*- Después de un lavado manual, se procedió al pelado en un cilindro con paredes de material abrasivo hasta la eliminación total de su cáscara.
- *Troceado.*- Este proceso es muy importante en la elaboración de harina ya que entre menor es el trozo de papa más eficiente es el proceso de secado, por lo que se troceó en forma de bastoncitos.

- *Dosificado.*- Estos bastoncitos se los recibió en un tanque con solución de eritorbato de sodio como antioxidante en proporción del 0,4 % durante aproximadamente 15 minutos, mientras se trasladó al autoclave para su tratamiento térmico.
- *Precocción.*- El tratamiento térmico en autoclave se realizó a 105 °C con tiempos de cocción de 6 minutos, controlados con los termómetros acoplados en el equipo.
- *Secado.*- Los tubérculos pre-cocidos fueron colocados en bandejas e introducidos en una cámara de secado durante 13 horas a una temperatura de 41 °C para terminar con 45°C hasta llegar a un contenido de humedad apta para la molienda (12 % de humedad).
- *Molienda.*- Este proceso se llevó a cabo utilizando un molino de discos, controlando la rotura para así evitar un sobrecalentamiento de la harina en el proceso de molienda.
- *Tamizado.*- Con este proceso se obtuvo harina con un tamaño de partícula de 105 µm. Los productos retenidos por el tamiz fueron sometidos nuevamente a una molienda hasta obtener una harina apta para panificación.
- *Almacenamiento.*- Una vez que la harina ha sido empacada y etiquetada, fue almacenada en condiciones tales para evitar la alteración de las características del producto procesado.

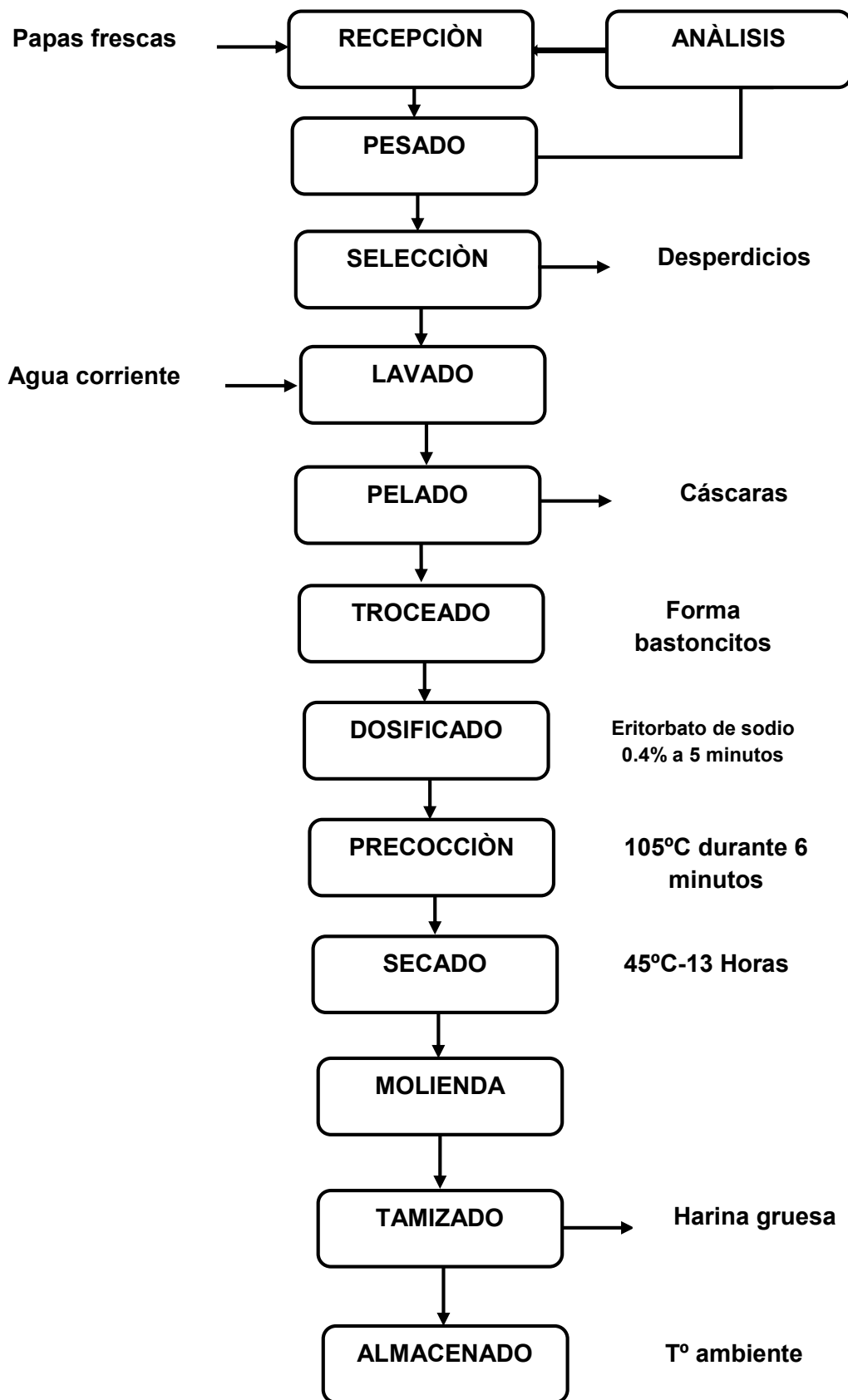


Figura 3. Diagrama de flujo para la obtención de harina de papa.

ii. Método para la obtención de mezclas de harinas y análisis

En el figura 4, se considera la metodología para la obtención de mezclas de harinas nacionales con trigo importado y sus respectivos análisis:

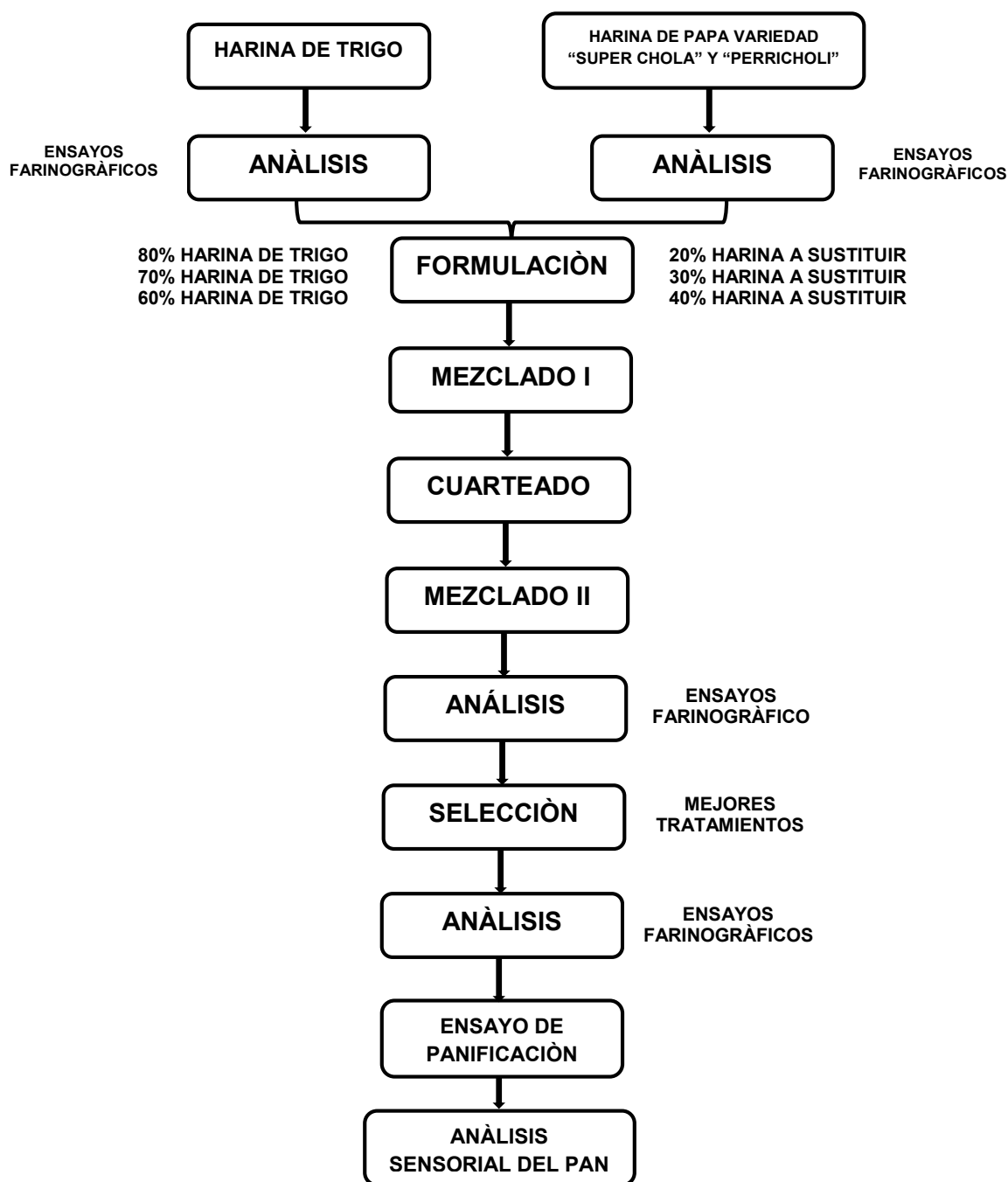


Figura 4. Flujograma para la obtención de mezclas y sus análisis.

La harina y masa de papa, se mezclaron con harina de trigo (muestra patrón) en proporciones de 20, 30 y 40% (p/p) (previo análisis farinográficos de las muestras puras), considerando estudios preliminares que demuestran la factibilidad de estos porcentajes de sustitución para la elaboración de productos panificables (ANDRADE, 2007). Posteriormente, se realizó los análisis farinográficos de las mezclas de harina y masa de papa, para seleccionar los mejores tratamientos tomando como criterio las mezclas semejantes a la harina de trigo.

iii. Análisis de las variedades de papa

1. Humedad

Se utilizó el método gravimétrico (A.O.A.C, 1990).

2. Cenizas

Se utilizó el método directo (A.O.A.C, 1990).

3. Lípidos

Se utilizó el método Soxhlet (A.O.A.C, 1990).

4. Proteínas

Se utilizó el método Kjeldahl (A.O.A.C, 1990).

5. Carbohidratos

Se utilizó el método por diferencia (A.O.A.C, 1990).

6. Fibra

Se utilizó el método de filtración de fibras cerámicas (A.O.A.C, 1990).

iv. Análisis en las pruebas preliminares

En las pruebas preliminares se hicieron solamente el análisis sensorial de las muestras experimentales en base a las variedades de papa, tipo de sustitución (harina y masa) y los niveles de sustitución de la harina de trigo.

1. Pruebas organolépticas

Las pruebas organolépticas fue realizada con la finalidad de establecer el mejor tratamiento en relación a variedad y tipo de sustituto, para lo cual se utilizaron 13 jueces semientrenados y cuyo método utilizado fue mediante una prueba hedónica de tres puntos para calificar los 12 tratamientos, sin incluir los controles, que solamente fueron referenciales para la discusión y observaciones. En ésta prueba se evaluó el color de la corteza, olor, consistencia y sabor (ANZALDÚA-MORALES, 2005).

Se evaluó la acción de la adición de la harina y masa de dos variedades de papa en tres cantidades diferentes para sustituir la harina de trigo, sobre las características sensoriales del pan, proporcionando un pedazo de 3 cm de largo, 2 cm de ancho y 1cm de espesor, aproximadamente). El formato de la hoja de evaluación se muestra en el anexo 1, los resultados de ésta se evaluaron haciendo un análisis de superficie de respuesta donde analizamos el ANVA factorial de 2 x 2 x 3 y la optimización de cantidades de sustitución más apropiada para tener una máxima calificación.

v. Análisis durante el proceso

1. Incremento del volumen de la masa

Para esto se utilizó probetas graduadas, en las cuales se colocaron aproximadas 48 gramos de masa y se midió el incremento en intervalos de 10 min durante el proceso de fermentación (HERNANDEZ, 1999).

2. Temperatura final de la masa

La temperatura de la masa al final del amasado juega un papel importante tanto en el equilibrio y en la fuerza de la masa como en la fermentación. Para esto se utilizó un termómetro y la medición se realizó al final del amasado. Este dato nos sirvió para verificar el rango óptimo de temperatura que está entre los 23 y 27 °C (HERNANDEZ, 1999).

3. Temperatura de fermentación

La temperatura ideal para la fermentación oscila entre 27 y 30°C, intervalo en que la producción de CO₂ es satisfactoria. La temperatura de fermentación se midió en intervalos de 10 minutos desde el momento en que la masa sale de la amasadora, hasta el ingreso del pan al horno. La temperatura se midió con la ayuda de un termómetro digital (SINGH Y OTROS, 2008).

vi. Análisis en las pruebas definitivas

En las pruebas definitivas se hizo la caracterización del producto final haciendo los siguientes análisis:

1. Azúcares reductores

Se determinó según el método A.O.A.C, (1990). Su determinación se realizó desde el punto de vista nutricional energético.

2. Fibra Bruta

Se realizó según A.O.A.C, (1990). La cual tiene por objeto determinar la fracción fibrosa del alimento.

3. Porcentaje de Grasa

Se determinó según A.O.A.C, (1990). De igual manera se la realizó desde el punto de vista nutricional.

4. Porcentaje de Humedad

Esta variable se realizó según A.O.A.C, (1990).

5. Porcentaje de Proteína

Su determinación se realizó desde el punto de vista nutricional, ya que las proteínas son importantes por el aporte de nitrógeno que pueda ser aprovechado (valor biológico) hacia el organismo (YAÑEZ et al., 1982).

6. Volumen

Se realizó al producto final. Se le obtuvo a través del método de “Desplazamiento de Semillas”, el mismo que consistió en colocar en un recipiente semillas de linaza, se anotó el nivel que ocupó éste, posteriormente se procedió a retirar una cierta parte de las semillas y se colocó dentro del recipiente el pan cuyo volumen debía determinarse, se recubrió con las semillas hasta volver al nivel que ocupaban anteriormente sin el pan, luego se midió el volumen de las semillas desplazadas o no utilizadas por medio de una probeta, siendo ése el volumen del pan, para promediar el volumen del pan se midió a la azar todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones (SINGH Y OTROS, 2008).

7. Peso

Esta variable se determinó al pan en el proceso de voleado y en el producto final; con la finalidad de determinar la diferencia de pesos, dicha variable se realizó al azar a todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones, con la ayuda de una balanza digital (SINGH Y OTROS, 2008).

8. Análisis microbiológicos

Se determinó según el método método ISO 7954 (1987), con la finalidad de establecer la presencia de mohos, levaduras y gérmenes aerobios totales a través del sistema Petrifilm. Las placas son un medio listo para usar, contienen nutrientes suplementados con antibióticos, un agente gelificante soluble en agua fría, y un indicador para realzar la visualización del cultivo en la placa (RM N° 591 – 2008/ MINSAs).

9. Prueba de organolépticas del producto final

El análisis organoléptico es desde el punto de vista del consumidor la parte más importante; ya que a través de ella se decide cual es el mejor tratamiento. La degustación se realizó con la presencia de 10 catadores, a los cuales se les proporcionó los respectivos documentos de catación (anexo 1).

Todas las muestras más un testigo comercial se evaluó en una escala de 1 a 3; correspondiendo el 3 a la muestra que en la variable medida mejor se ajustó a la característica deseada. Las características deseadas son:

Color: Uniforme de dorado a ligeramente marrón, corteza de color uniforme, sin quemaduras ni hollín u otras materias extrañas.

Olor: El olor debe ser del pan recién horneado, fresco libre de olores extraños o rancios. Sin olor desagradable.

Consistencia: El migajón es húmedo y elástico, además debe existir una porosidad uniforme, no esponjosa ni desmenuzable.

Miga: Los alveolos deben ser uniformes, no presentar humedad, no desmigajarse.

Sabor: Placentero, sin trazas de sabor agrio o levadura; es decir no debe ser amargo, ácido o con indicios de rancidez. Sin sabor desagradable (ANZALDÚA-MORALES, 2005).

e. Metodología experimental

El presente trabajo se realizara en 4 etapas bien definidas que consisten en la caracterización de las materias primas, las pruebas preliminares, las pruebas definitivas y la caracterización del producto terminado.

i. Caracterización de las materias primas

En esta etapa se caracterizará la harina y masa cocida de papa, evaluando sus características físico químicas tal como lo describimos en los materiales y métodos que tienen que ver con la calidad y caracterización de las harinas.

ii. Pruebas preliminares

En esta etapa se realizaron los ensayos en base al diagrama de flujo tentativo que se muestra en la figura 8 y al diseño experimental que describimos en la figura 9, evaluándose primeramente las variedades de papa (blanca o Superchola y Perricholi), las formas de sustitución (harina y masa) y los niveles de sustitución de harina de trigo con la papa en 20 %, 30%, y 40 % y evaluándose finalmente los porcentajes de sustitución de la variedad y del tipo de sustitución que nos dio el mejor tratamiento, los tiempos de amasado y los tiempos de fermentación

iii. Harina y masa de las dos variedades de papa

Se utilizaron los ingredientes que se muestran en el cuadro 3, donde las harinas constituyen el 100% siendo la base del cálculo para los demás ingredientes.

Cuadro 3. Cantidad requerida de ingredientes para elaborar el pan.

Formulación para la elaboración de pan yema							
Ingredientes	Sustituciones						
	Testigo	20%		30%		40%	
		Harina	Masa cocida	Harina	Masa cocida	Harina	Masa cocida
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
Harina o masa de papa	0.00	20.00	20.00	30.00	30.00	40.00	40.00
Harina de trigo	100.00	80.00	80.00	70.00	70.00	60.00	60.00
Azúcar	17.90	17.90	17.90	10.00	17.90	10.00	17.90
Grasa vegetal	7.98	7.98	7.98	10.00	6.98	10.00	10.00
Sal	1.46	1.46	1.46	1.50	1.46	1.50	2.50
Levadura	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Mantequilla	2.00	2.00	2.00	2.00	1.22	2.00	2.00
Agua (Litros)	45.00	45.00	25.00	45.00	25.00	45.00	22.00
Huevo	9.59	9.59	9.56	9.56	9.56	9,59	10.00

iv. **Elaboración del pan**

En el proceso de elaboración del pan se empleó el método directo, es decir, algunos de los ingredientes fueron mezclados en seco al inicio del proceso.

El procedimiento fue el que indicamos en la figura 5.

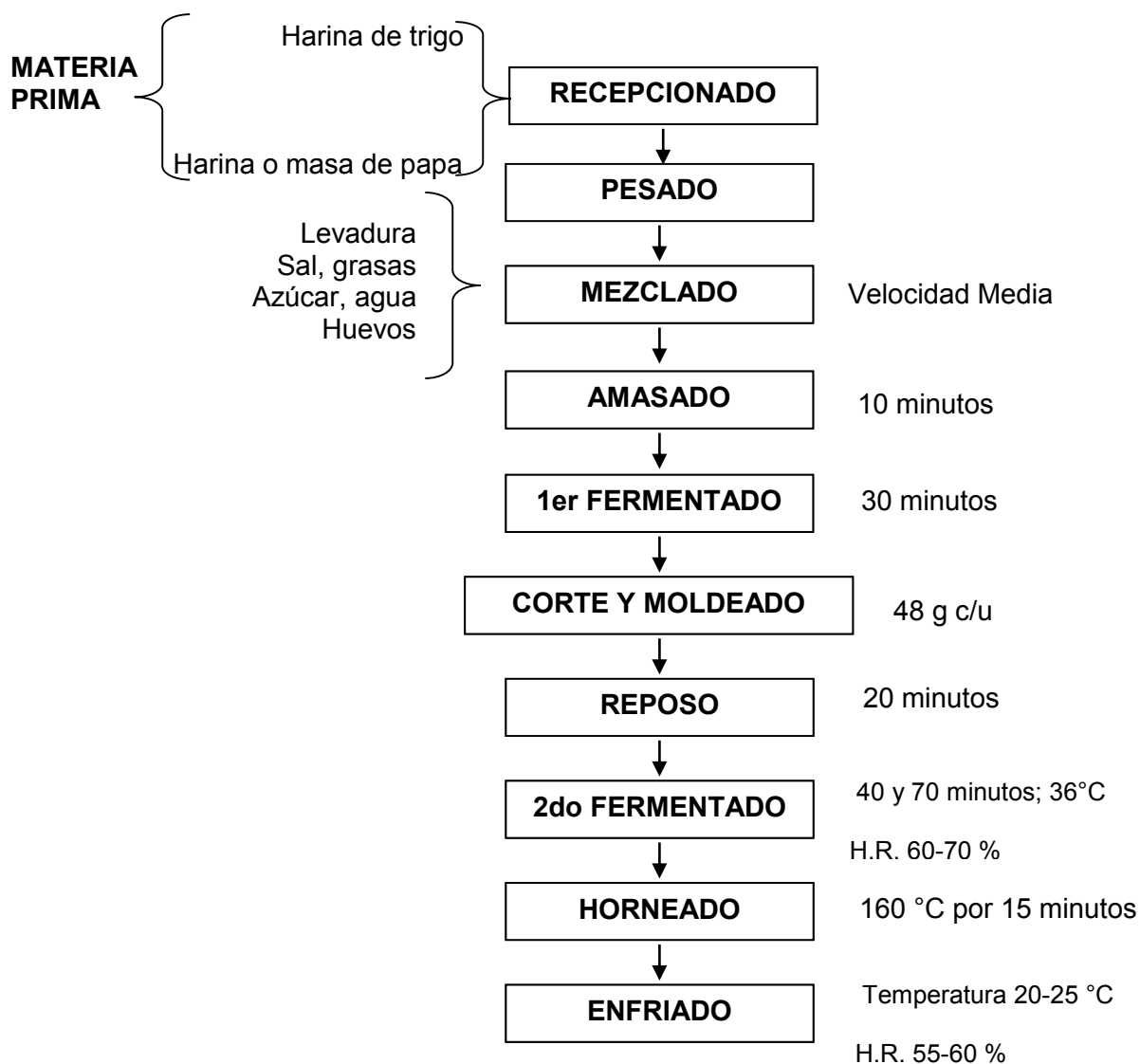


Figura 5. Diagrama de flujo tentativo para la elaboración del pan con harina y masa de dos variedades de papa.

f. Diseño experimental

i. Caracterización de la materia prima

En esta etapa no existió diseño experimental, solamente existieron pruebas fisicoquímicas específicas que se tuvieron que realizar como ya explicamos en materiales y métodos.

ii. Pruebas preliminares

En la figura 6, se tiene el diseño experimental para la elaboración de pan elaborado con dos variedades de papa (Superchola y Perricholi), con harina y masa, con tres niveles de sustitución de harina de trigo (20 %; 30 % y 40 %).

En la figura 9, se tiene:

A: Variedades de papa

A1: Súper chola

A2: Perricholi

B: Tipo de sustitución

B1: Harina de papa

B2: Masa de papa

C: Niveles de sustitución

C1: 20 % de harina o masa de papa

C2: 30 % de harina o masa de papa

C3: 40 % de harina o masa de papa

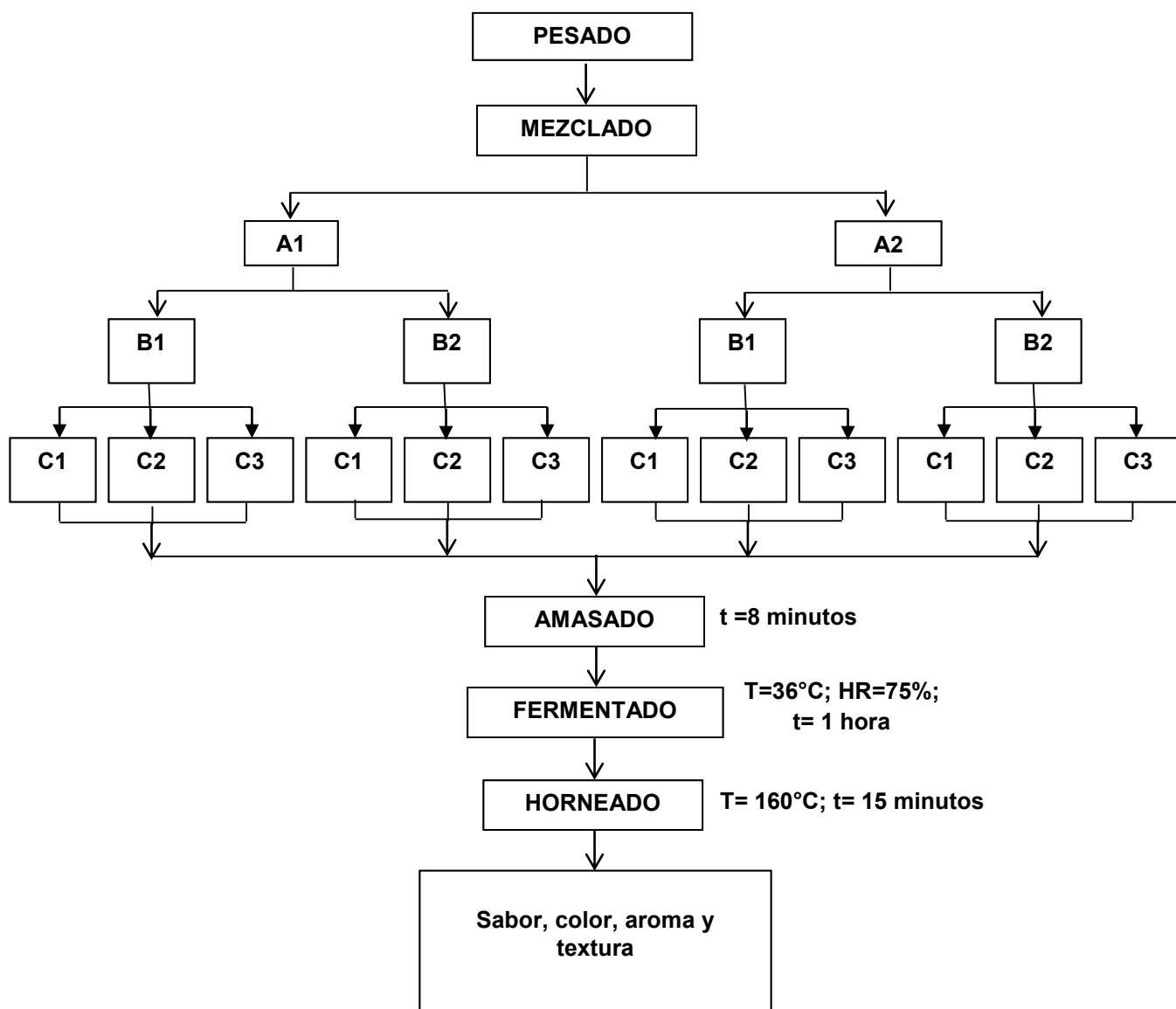


Figura 6. Diseño experimental para optimizar la elaboración de pan

Es necesario indicar que son 12 tratamientos que se realizaron con tres repeticiones para dar un mejor nivel de confianza a las pruebas que se analizó con el análisis de variancia.

En la figura 7, se tiene el diseño experimental para ajustar los parámetros de % de sustitución con la mejor variedad y el mejor tipo, tiempo de masado y tiempo de fermentación.

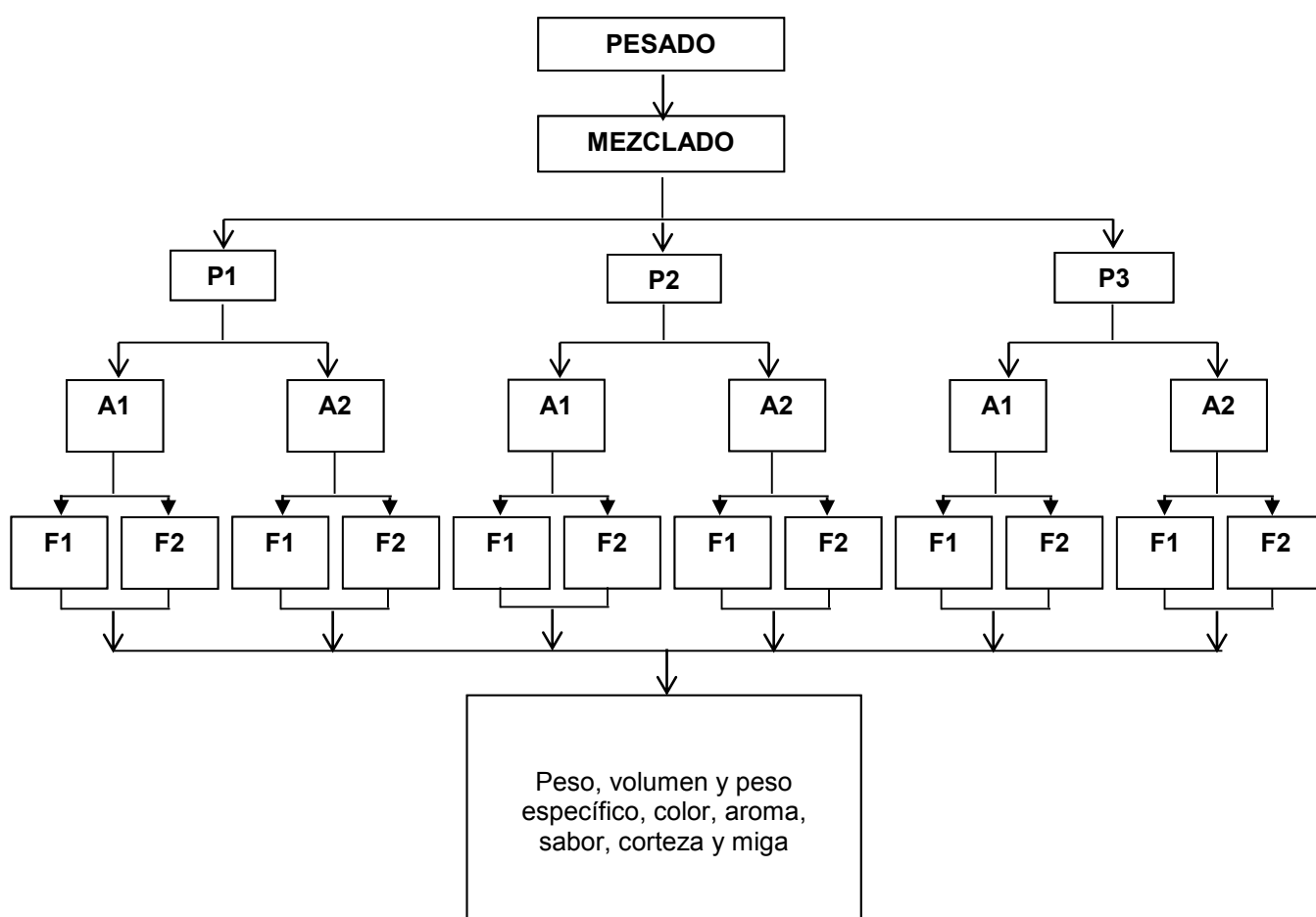


Figura 7. Diseño experimental para optimizar los parámetros de amasado y fermentado del pan con sustitución parcial de harina de trigo según variedad y tipo de papa.

En la figura 7, se tiene:

P: % de sustitución de la mejor variedad y el mejor tipo de papa.

P1: 20 %

P2: 30 %

P3: 40 %

A: Tiempo de amasado

A1: 10 minutos

A2: 20 minutos

F: Tiempo de fermentado final

F1: 40 minutos

F2: 70 minutos

g. Análisis estadístico

Las pruebas estadísticas se hicieron en dos fases del trabajo de investigación que son: Para las pruebas preliminares, aceptabilidad y preferencia del producto terminado (SALTOS, 1993).

i. Para las pruebas preliminares

Se aplicó el análisis de superficie de respuesta, con un ANVA completo al azar con arreglo factorial de 2 x 2 x 3 con tres repeticiones, planteado por SALTOS (1993), cuyo modelo matemático fue:

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + C_k + (A*B)_{ij} + (B*C)_{jk} + (A*C)_{ik} + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ij} = Resultado de la evaluación

U = Efecto medio de las evaluaciones

A_i = Variedad de papa con 2 niveles: Blanca y Perricholi

B_j = Tipo de sustitución con 2 niveles: Harina y masa

C_k = % de sustitución de levadura con 3 niveles: 20 %; 30 % y 40 %

E_{ij} = Error experimental

Para el ajuste de parámetros del % de sustitución con la mejor variedad y el mejor tipo de sustitución, amasado y fermentado se aplicó el mismo diseño estadístico, planteado por SALTOS (1993), cuya ecuación matemática será:

$$Y_{ijk} = U + P_i + A_j + F_k + (P*A)_{ij} + (P*F)_{ik} + (A*F)_{jk} + (P*A*F)_{ijk} + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Resultado de la evaluación

U = Efecto medio de las evaluaciones

P_i = % de sustitución con 3 niveles:

A_j = Tiempo de amasado con 2 niveles: 10 y 20 minutos respectivamente

F_k = Tiempo de fermentado con 2 niveles: 40 y 70 minutos respectivamente.

E_{ijk} = Error experimental

ii. Para la aceptabilidad

Elaborado el pan, se evaluó la aceptabilidad mediante un análisis de las variables cualitativas que son aquellas que se las aprecia a través de los sentidos, y se les da un valor subjetivo dependiendo del gusto de las personas que hacen la prueba; son conocidas también como análisis organoléptico o evaluación sensorial. Las variables analizadas fueron olor, color, sabor, consistencia, miga y aceptabilidad. Para la evaluación de estas variables se seleccionó un panel de catadores de 10 personas; se los realizó a los doce tratamientos a su vez se añadió un testigo comercial, utilizando un test de evaluación sensorial adjuntada en el Anexo 1.

Una vez realizada la medición, se ranqueó los datos, y se procedió a aplicar la fórmula de Friedman:

$$X^2 = \left[\frac{12}{r \cdot k \cdot (k + 1)} = \sum_{r=1}^k R_j^2 \right] - 3 \cdot r \cdot (k + 1)$$

Dónde:

X^2 = Chi cuadrado

,r= Número de catadores

,k= Número de tratamientos

R= Rangos

El valor obtenido se comparó con los valores de la tabla de Chi cuadrado al 5% (ó 0,05) y al 1% (ó 0,01); considerando que el experimento tiene 11 grados de libertad (ya que son 12 tratamientos) (UREÑA, 2000).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso experimental, se desarrolla de forma ordenada y consecutiva, con respecto a lo planteado en el capítulo 2 de Materiales y Métodos, y de la misma manera se presentan a continuación.

a. Caracterización farinográficos en mezclas de harinas

Los farinogramas obtenidos se muestran en las figuras 8 al 14; los resultados del análisis correspondiente a absorción de agua, tiempo de desarrollo, estabilidad e índice de tolerancia de cada tratamiento.

En la cuadro 4, se observan los resultados obtenidos de las muestras 100% puras de harina de trigo y papa. Asimismo, no se observa el comportamiento viscoelástica con harina de papa debido a que en su composición no se encuentran las proteínas que al hidratarse con agua forma el gluten, que bajo condiciones apropiadas de trabajo mecánico, origina una masa elástica y cohesiva.

Cuadro 4. Resultados de los farinogramas realizados con muestras 100% puras de harina.

Muestra	Humedad (%)	Absorción de agua (%)	Tiempo de desarrollo (min)	Estabilidad (min)	Índice de tolerancia (U.B.)
Harina de trigo	13,34	63,70	4,50	7,90	56,00
Harina de papa nacional variedad "Perricholi"	10,31	120,00	Nd	Nd	Nd
Harina de papa nacional variedad "Super chola"	10,20	117,00	Nd	Nd	Nd
PROMEDIO	11.83	100.23	4.50	7.90	56.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	2.14	31.67	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

Según el cuadro 4; de acuerdo a la desviación estándar, nos indica que el porcentaje (%) de absorción de agua en las respectivas muestras, tiene mayor variabilidad, que el porcentaje (%) de humedad.

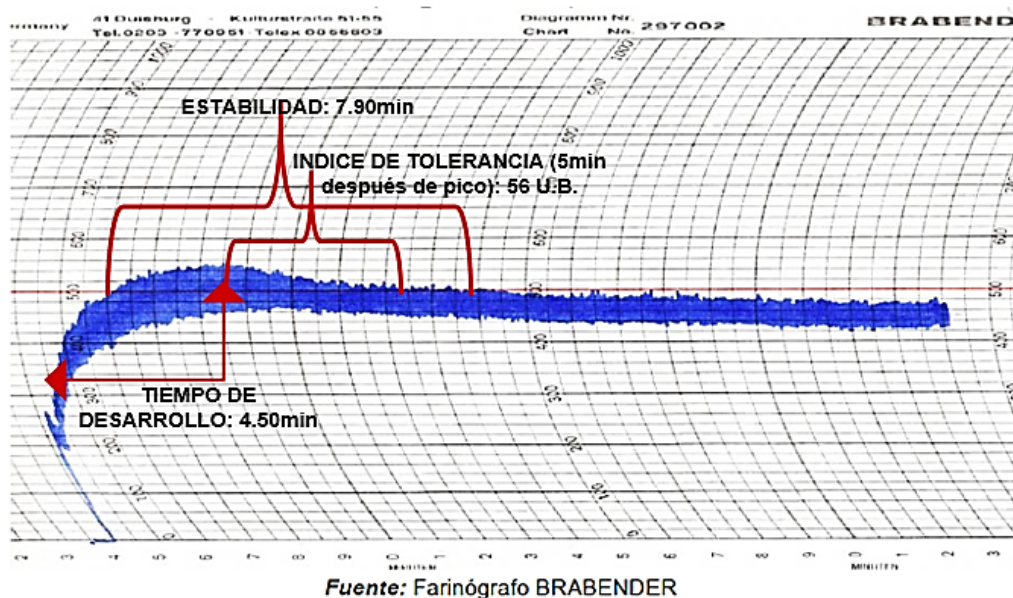


Figura 8. Farinograma de la harina de trigo.

Según CALAVERAS (2006); con respecto a las características farinográficas analizadas en la harina de trigo como: tiempo de desarrollo > 4 minutos considerada como una harina fuerte; estabilidad no inferior a 7 minutos, es decir, de buena calidad e índice de tolerancia < 125 UB apto para pan común; mediante el análisis farinográficos realizado se comprueba las buenas características viscoelásticas que presenta este trigo. Contrarrestado por DE LA LLAVE (2009); donde nos indica que la harina de trigo, es conocido por sus excelentes características de molienda y panificación, con una pérdida mínima de proteína en la molienda. Por otra parte, en la cuadro 5, se registran los promedios de las réplicas de cada mezcla de tubérculo nacionales con harina de trigo, así como también la muestra testigo que es representada por la harina de trigo, los cuales fueron obtenidos de sus respectivos farinogramas.

Cuadro 5. Resultados de los farinogramas realizados con cada mezcla de harina.

Tratamiento	Muestra	Humedad (%)	Absorción de agua (%)	Tiempo de desarrollo (min)	Estabilidad (min)	Índice de tolerancia (U.B.)
T ₁	80% Harina de trigo + 20% Harina de papa variedad "Super chola"	12,90	69,40	4,65	3,70	120,00
T ₂	70% Harina de trigo + 30% Harina de papa variedad "Super chola"	12,63	77,00	3,15	3,35	87,50
T ₃	60% Harina de trigo + 40% Harina de papa variedad "Super chola"	12,30	84,30	3,30	2,95	79,00
T ₄	80% Harina de trigo + 20% Harina de papa variedad "Perricholi"	12,07	68,60	3,35	2,15	110,00
T ₅	70% Harina de trigo + 30% Harina de papa variedad "Perricholi"	12,76	69,80	4,95	1,95	72,50
T ₆	60% Harina de trigo + 40% Harina de papa variedad "Perricholi"	12,50	70,80	5,60	1,30	94,00
T ₁₃	Harina de trigo	13,34	63,70	4,50	7,90	56,00
	PROMEDIO	12,64	71,94	4,37	3,33	88,43
	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0,41	6,71	0,95	2,18	21,94

Fuente: elaboración propia.

Según el cuadro 5; de acuerdo a la desviación estándar, nos indica que el Índice de Tolerancia (U.B) y absorción de agua (%) en las respectivas

muestras; tienen mayor variabilidad que el Tiempo de desarrollo (min), Humedad (%), Estabilidad (min).

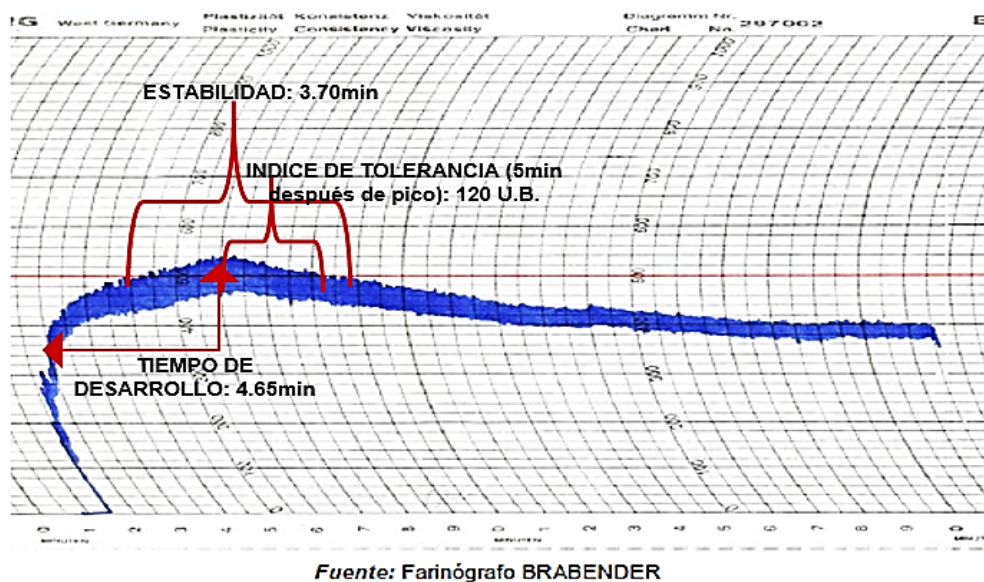


Figura 9. Mezcla de la harina de trigo (80%) con harina de papa variedad “Super chola” (20 %).

En la figura 9; se observa una harina floja, porque tiene una estabilidad de 3.70min, tiempo de desarrollo 4.65min y índice de tolerancia 120 U.B. Según PANTANELLI (1996), nos indica que harinas más estables suelen ser más fuertes y fermentación más larga.

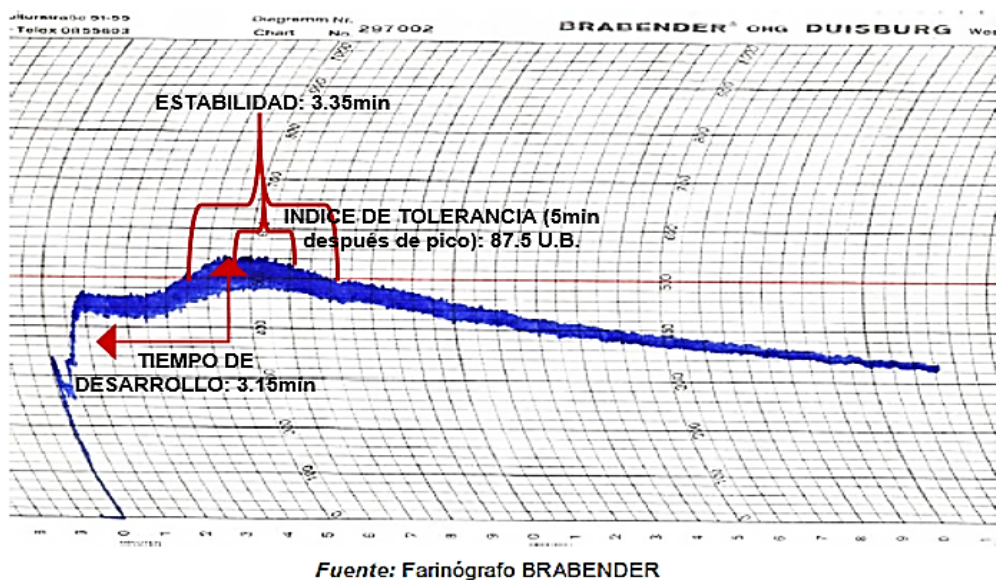


Figura 10. Mezcla de la harina de trigo (70%) con harina de papa variedad “Super chola” (30 %).

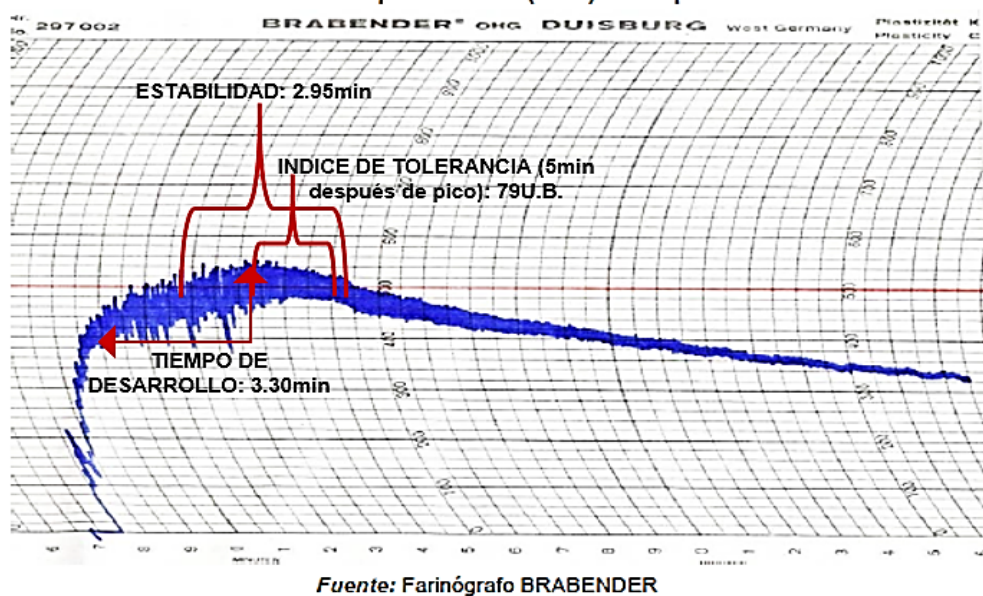


Figura 11. Mezcla de la harina de trigo (60%) con harina de papa variedad “Super chola” (40 %).

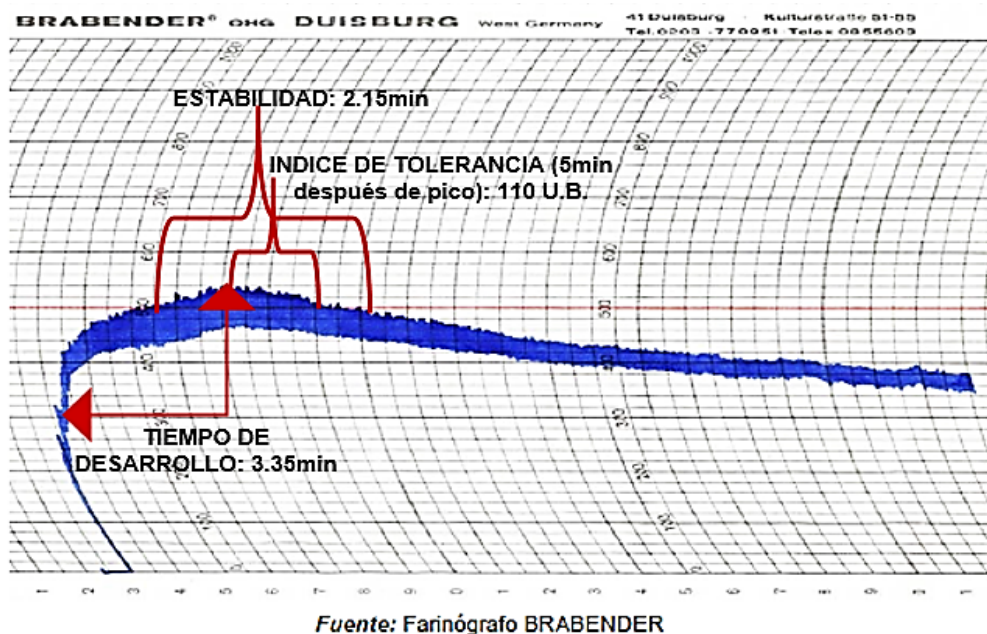


Figura 12. Mezcla de la harina de trigo (80%) con harina de papa variedad “Perricholi” (20 %).

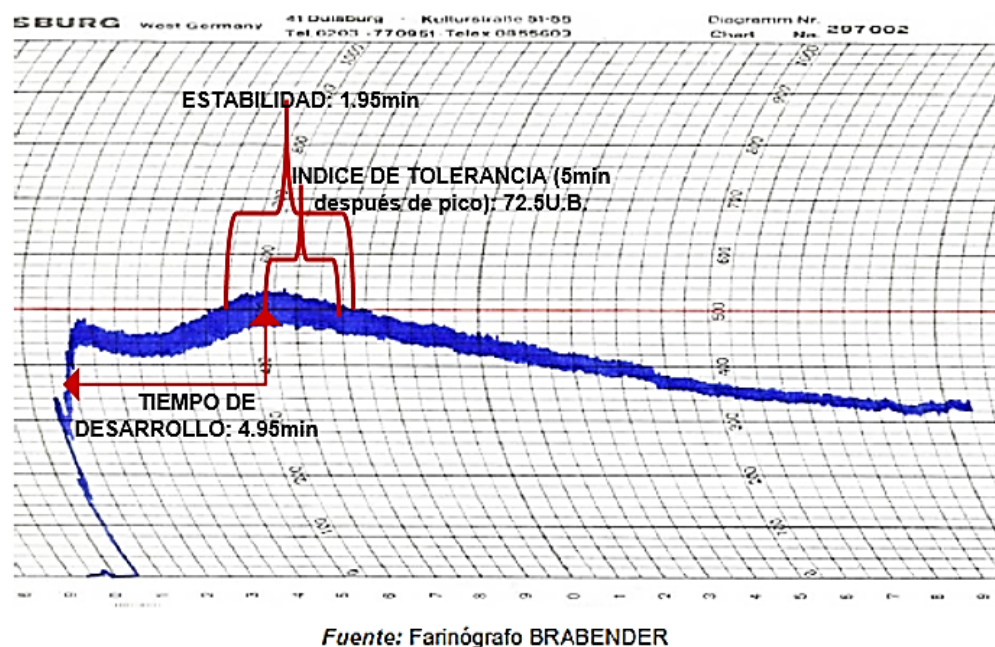


Figura 13. Mezcla de la harina de trigo (70%) con harina de papa variedad “Perricholi” (30 %).

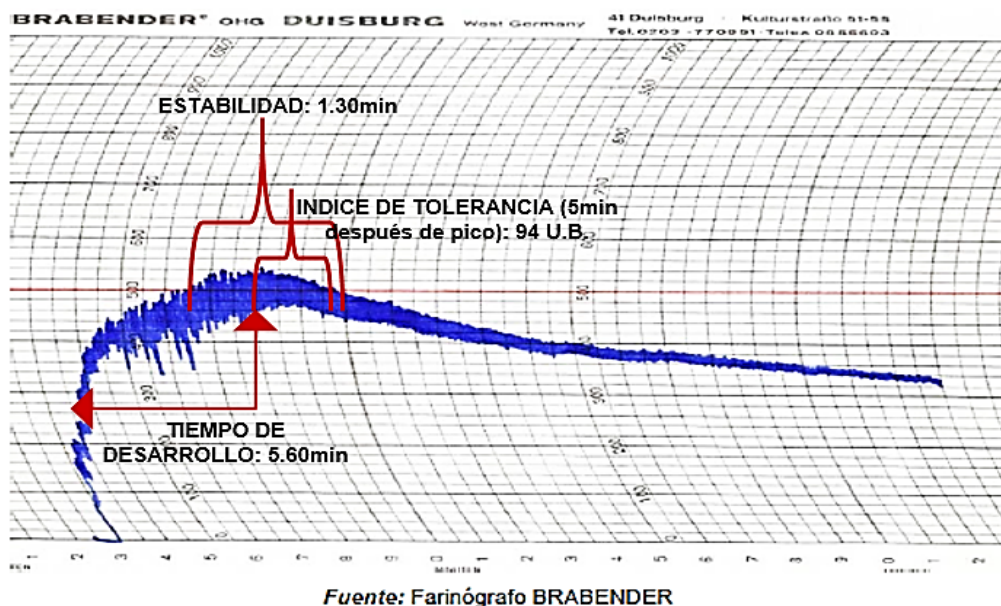


Figura 14. Mezcla de la harina de trigo (60%) con harina de papa variedad “Perricholi” (40 %).

En el cuadro 5; se evidencia la variación de absorción de agua entre las muestras de harinas. Las mezclas con harina de trigo presentan 63.7%; un alto poder de absorción de agua se determinó en mezclas con harina de papa según valores de sustitución (20%, 30% y 40%) y variedad (“Super chola” y “Perricholi”), con valores superiores al 69,4% (Figura 9 al 14). Según MOIRAGHI et al., (2005), éstas variaciones se podrían atribuir a los almidones dañados puesto que afecta las propiedades de la harina, ya que absorbe un 100% de su peso en agua, 3 veces más que la que absorbe el almidón que se encuentra en los gránulos sanos. Contrarrestado por PANTANELLI (1996); los trigos duros generalmente tienen un endospermo vidrioso que requiere mayor

energía en la molienda y el mayor trabajo de molienda daña los gránulos de almidón, aumentando la capacidad de absorción de agua.

La harina de trigo (Figura 8) reportó un valor de tiempo de desarrollo de 4.5 minutos; es decir un tiempo aceptable según CALAVERAS (2006) por lo que se puede considerar como una harina fuerte. En una harina muy fuerte, este período puede ser notablemente largo y es posible que este hecho esté en relación con la alta calidad del gluten o también con la velocidad de absorción de agua por parte de la misma (PANTANELLI, 1996). En las figuras 9 al 14; también se observa que las mezclas con harina de papa según valores de sustitución (20%, 30% y 40%) y variedad (“Super chola” y “Perricholi”), presentaron valores similares entre sí (2,90 a 5,60 minutos); además, estas mezclas registran valores altos, lo que indicaría que por ser una harina con más fuerza requiere más tiempo de amasado; no obstante, este hecho puede atribuirse a la dificultad de las mezclas de harinas en formar una masa viscoelástica por lo que se requiere de un mayor tiempo de amasado para absorber el agua y formar una red. Según TEJERO (2003); es importante considerar que los tiempos de desarrollo muy largos no son convenientes, puesto que la reducción del tiempo de desarrollo de la masa, permitiría conseguir una mayor mecanización y acortamiento de tiempo en los procesos de panificación.

En la figura 8; indica que la harina de trigo presentó un tiempo de estabilidad de 7.9 minutos; según CALAVERAS (2006) dicho valor corresponde a una harina fuerte por lo que presentará una fermentación más larga. Por otro lado; en las figuras 9 al 14, mezclas con harina de papa según valores de sustitución (20%, 30% y 40%) y variedad ("Super chola" y "Perricholi"), formaron masas débiles debido a que las proteínas que forman el gluten se reducen por la sustitución de harinas nacionales, las cuales no poseen gluten.

En la figura 8; señala que la harina de trigo presenta un índice de tolerancia de 56 UB, lo que se comprueba que, por sus características de tiempo de desarrollo adecuado, gran estabilidad y tolerancia de mezclado, se la puede clasificar como una harina buena para fines de mezcla, así como para la elaboración de pan y fideos, ya que para pan común se establece un índice de tolerancia < 125 UB, según CALAVERAS (2006). Por otra parte, valores altos se registraron para mezclas de harinas de papa según valores de sustitución (20%, 30% y 40%) y variedad ("Super chola" y "Perricholi"), por lo que se comprueban que son harinas débiles con poca tolerancia.

b. Caracterización fisicoquímica de las dos variedades de papa

En la papa se encuentran componentes nutritivos (energía, macro y micronutrientes) y componentes no nutritivos (agua, celulosa, hemicelulosa, pectina, glucoalcaloides, ácidos orgánicos, enzimas, entre otros minoritarios).

Luego de su cosecha los tubérculos contienen en promedio 80% de agua y 20% de materia seca (60% de esta corresponde a almidón), en nuestro caso las variedades estudiadas tienen 76,47% para la variedad blanca y 75,55% para la variedad Perricholi, lo que demuestra que la composición se puede modificar por factores tales como la variedad, la localidad donde se produce, el tipo de suelo, el clima y las condiciones de cultivo. Las enfermedades, las plagas, la duración de los ciclos productivos también afecta.

De igual manera la composición se modifica con la preparación a nivel casero y con su procesamiento a nivel industrial. En el cuadro 6, se tiene la composición fisicoquímica de las dos variedades de papa en estudio.

Cuadro 6. Caracterización fisicoquímica de la papa variedades Blanca y Perricholi.

Compuesto	Papa Blanca o Superchola (%)	Papa Perricholi (%)
Humedad	76,47	75,55
Ceniza	1,12	0,85
Proteína (N*6.25)	2,38	1,94
Carbohidratos	19,73	21,57
Grasa	0,30	0,09
Fibra	0,69	0,57

La papa es un alimento que contiene cantidades importantes de carbohidratos los cuales se encuentran mayoritariamente como almidón y un pequeño porcentaje como azúcares (sucrosa, fructosa, glucosa), las variedades estudiadas tienen 19,73% la variedad Superchola y 21,57% la variedad Perricholi. La proteína de este alimento sobresale por un alto contenido de lisina y bajos contenidos de aminoácidos azufrados. El contenido de proteína de la papa, aunque inferior al aportado por alimentos de origen animal, es superior al aportado por la mayoría de los cereales, tubérculos y raíces, nosotros encontramos que la variedad Superchola tiene 2,38% y la variedad Perricholi tiene 1,94%. Por otro lado se sabe que la calidad de la proteína es inferior por la presencia de glucoalcaloides y de inhibidores de las proteinasas. Para mejorar el perfil de aminoácidos de su proteína y por ende la calidad de la proteína consumida, se recomienda el consumo de papa en preparaciones que se combinen o incluyan ingredientes como leguminosos, carnes, leche o derivados.

c. Pruebas Preliminares

i. Optimización de la mejor variedad, mejor tipo sustitución y mejor porcentaje

1. Para el olor

En el anexo 2 se tiene la evaluación del aroma realizado por 12 panelistas, que al ser sometidos al ANVA del anexo 7 vemos que no existe diferencia estadística en ninguna de las variables, pero como estamos analizando mediante un arreglo de superficie de respuesta, esta nos

proporciona los valores óptimos de la variables en estudio que mostramos en el cuadro 7, donde se aprecia que para el valor optimo corresponde a 2,28237 calificado como agradable, siendo el mejor tratamiento el que corresponde a A1B2C2 es decir la variedad de papa superchola, en forma de masa y 30 % de sustitución.

Cuadro 7. Optimización de respuesta para maximizar el olor con un valor óptimo de 2,28237 del pan con papa

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Variedad de papa	1.0 ± 0.91	2.0 ± 0.81	1.0 ± 0.71
Tipo de sustitución	1.0 ± 0.87	2.0 ± 0.95	2.0 ± 0.76
Porcentaje de sustitución	20.0 ± 0.77	40.0 ± 0.78	30.3575 ± 0.79

En la figura 15 se aprecia con claridad la tendencia del cuadro 7, donde los más altos valores corresponden a la variedad súper chola, masa de papa y 30 % de sustitución.

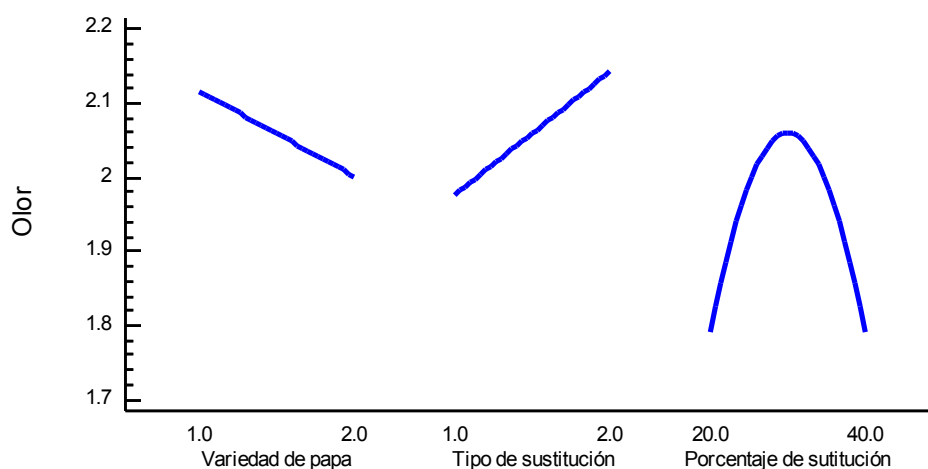


Figura 15. Efectos principales para el olor del pan con papa

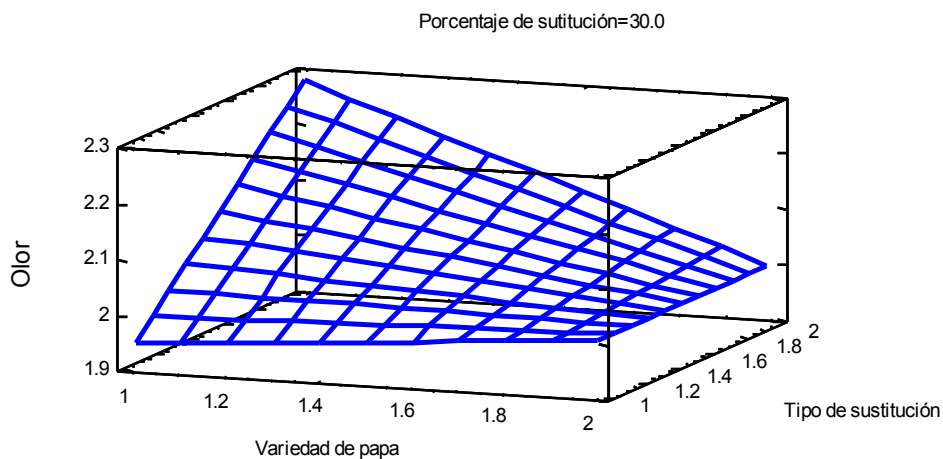


Figura 16. Superficie de respuesta estimada para el aroma del pan con papa

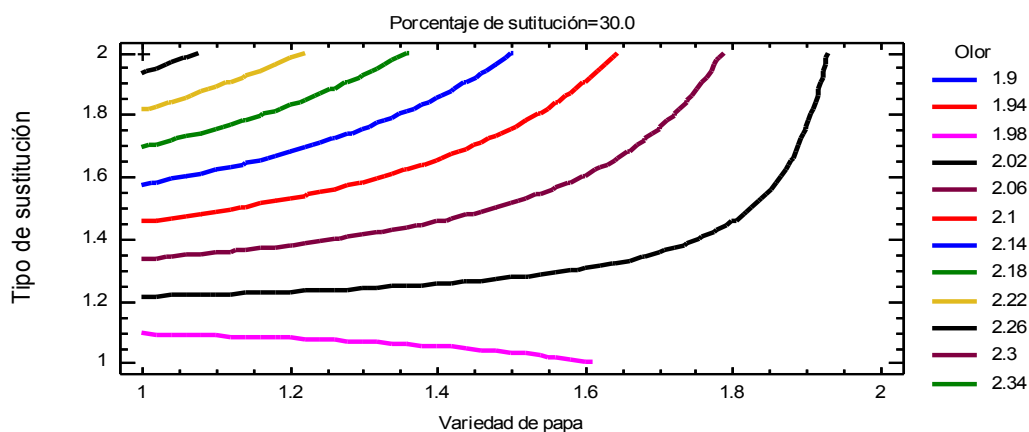


Figura 17. Contornos de la superficie de respuesta estimada para el olor del pan con papa.

En las figuras 16 y 17, se aprecia una pendiente y los contornos con la misma tendencia que apreciamos en los valores del cuadro 7.

2. Para el color de la corteza

En el anexo 3 se tiene las evaluaciones del color de la corteza que nos permitió realizar el ANVA del anexo 8, donde se aprecia que no existe

diferencia estadística, es decir que todos los tratamientos son iguales pero la superficie de respuesta del análisis nos demuestra en el cuadro 8 donde indica que la mejor variedad para elaborar pan es la súper chola, la mejor sustitución es la masa de papa y la mejor sustitución es 30 %.

Cuadro 8. Optimización de respuesta para maximizar el color de la corteza del pan con papa con un valor óptimo de 2,33392

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Variedad de papa	1,0 ± 0.86	2,0 ± 0.99	1,00 ± 1.33
Tipo de sustitución	1,0 ± 1.07	2,0 ± 0.99	1,99 ± 1.01
Porcentaje de sustitución	20,0 ± 0.99	40,0 ± 0.84	29,37 ± 1.09

La tendencia del cuadro 8; se aprecia en las figuras 18, 19 y 20; donde los efectos principales, pendiente de las líneas y contornos demuestran que el color de la corteza tiene un valor óptimo de 2,33392 que corresponde a dorado y marrón.

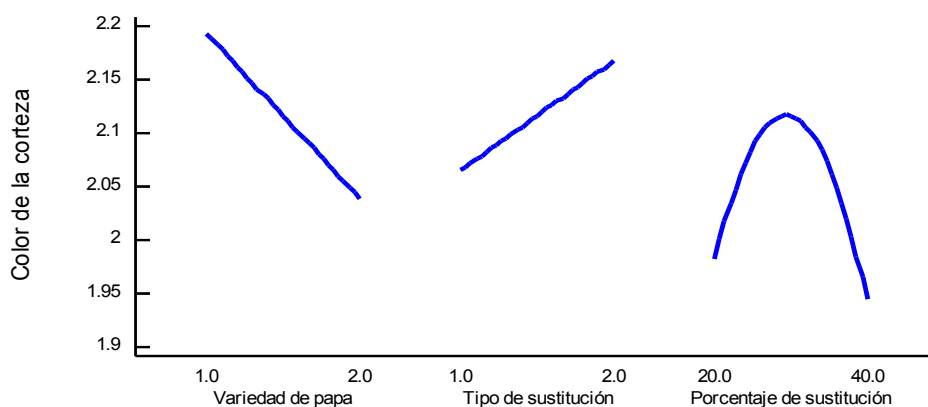


Figura 18. Efectos principales para el color de la corteza de pan con papa.

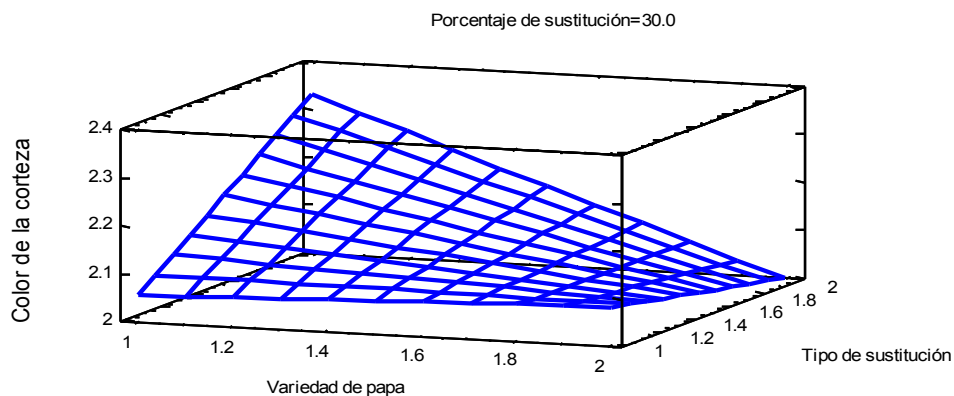


Figura 19. Superficie de respuesta estimada para el color de la corteza de pan con papa.

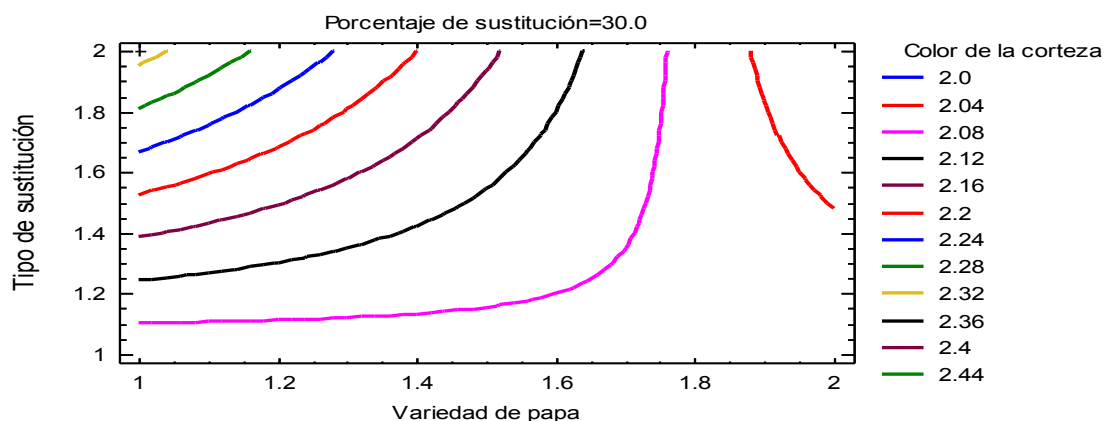


Figura 20. Contornos de La superficie de respuesta estimada para el color de la corteza de pan con papa.

3. Para el sabor

Las evaluaciones del sabor se tiene en el anexo 4, con dichos valores se realizó el ANVA del anexo 9, donde se observa que al igual que en los casos anteriores para ninguna variable en estudio existe diferencia estadística, es decir que ningún tratamiento es diferente no existiendo un

óptimo estadísticamente, pero la superficie de respuesta no proporciona los datos del cuadro 9.

Cuadro 9. Optimización de respuesta para maximizar sabor del pan con papa con un valor óptimo de 2,4227

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Variedad de papa	1,0 ± 1.22	2,0 ± 1.00	1,00 ± 0.80
Tipo de sustitución	1,0 ± 0.99	2,0 ± 1.03	1,99 ± 0.79
Porcentaje de sustitución	20,0 ± 1.09	40,0 ± 0.98	26,23 ± 0.99

En el cuadro 9, se tiene que el mejor tratamiento corresponde a la variedad de papa súper chola en forma de masa y con un 30 % de sustitución dando un valor óptimo de 2,4227 que corresponde a un sabor normal característico.

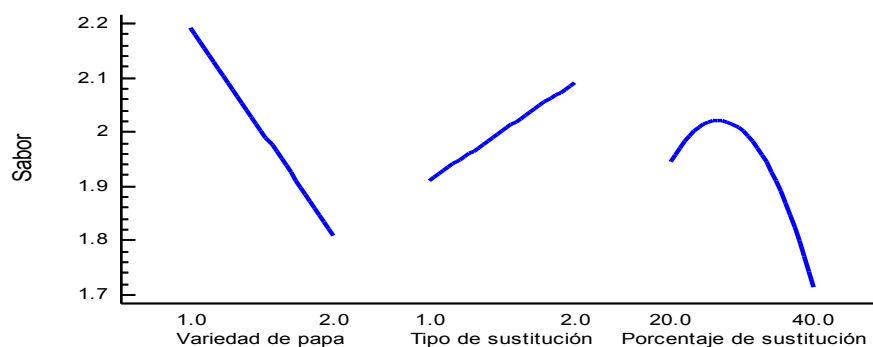


Figura 21. Efectos principales para el sabor del pan con papa.

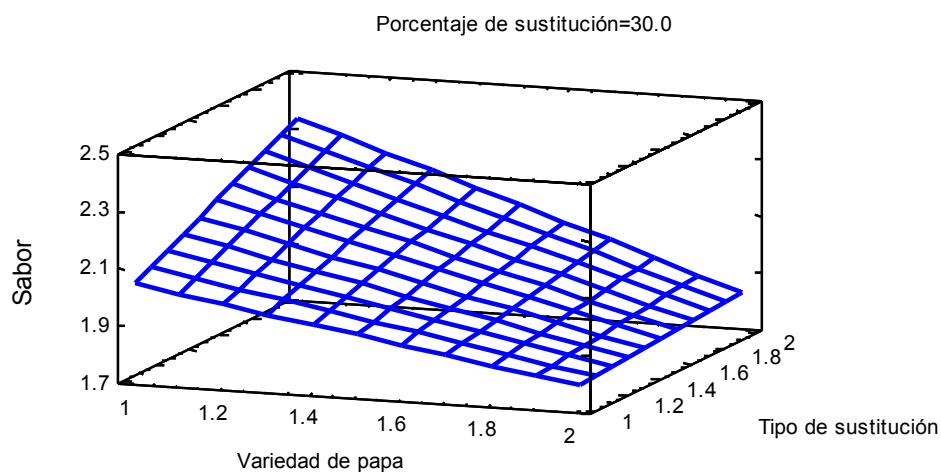


Figura 22. Superficie de respuesta estimada del sabor del pan con papa

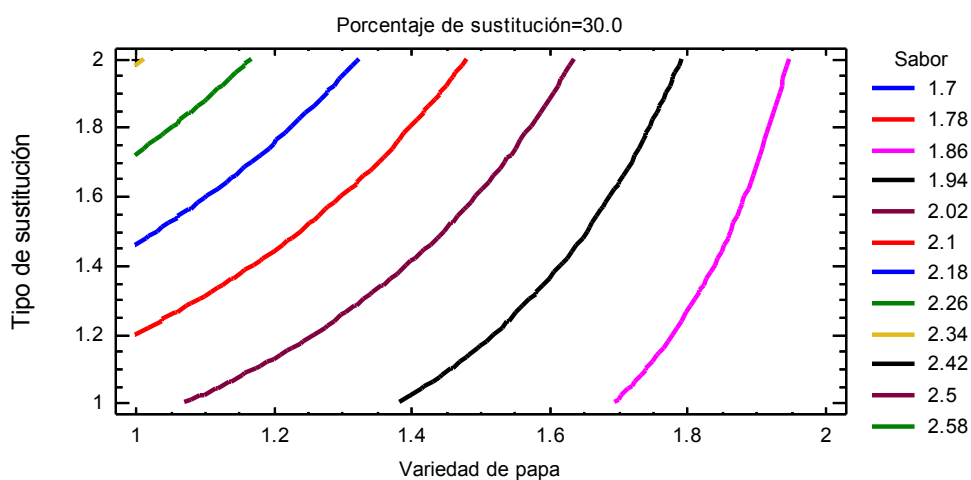


Figura 23. Contornos de la superficie de respuesta estimada del sabor del pan con papa.

En las figuras 21, 22 y 23, la tendencia de efectos principales, superficie de respuesta y contornos nos demuestra que existen valores óptimos.

4. Para la textura

Las evaluaciones del anexo 5 corresponden a la textura, con estos datos se realizó el ANVA que se tiene en el anexo 10, donde vemos que al igual que en los anteriores atributos evaluados no existe diferencia estadística pero al apreciar el cuadro 10, vemos que el mejor tratamiento corresponde al tratamiento A1B2C2 es decir al de la papa súper chola en forma de masa y con un 30 % de sustitución

Cuadro 10. Optimización de respuesta para maximizar la textura con valor óptimo de 2,36747 para elaborar pan con papa.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Variedad de papa	1,0 ± 0.112	2,0 ± 0.115	1,00 ± 0.02
Tipo de sustitución	1,0 ± 0.18	2,0 ± 0.11	1,99 ± 0.015
Porcentaje de sustitución	20,0 ± 0.14	40,0 ± 0.01	29,13 ± 0.025

En el cuadro 10 y en las figuras 24, 25 y 26, el valor óptimo de calificación es 2,36747, que corresponde a una textura suave.

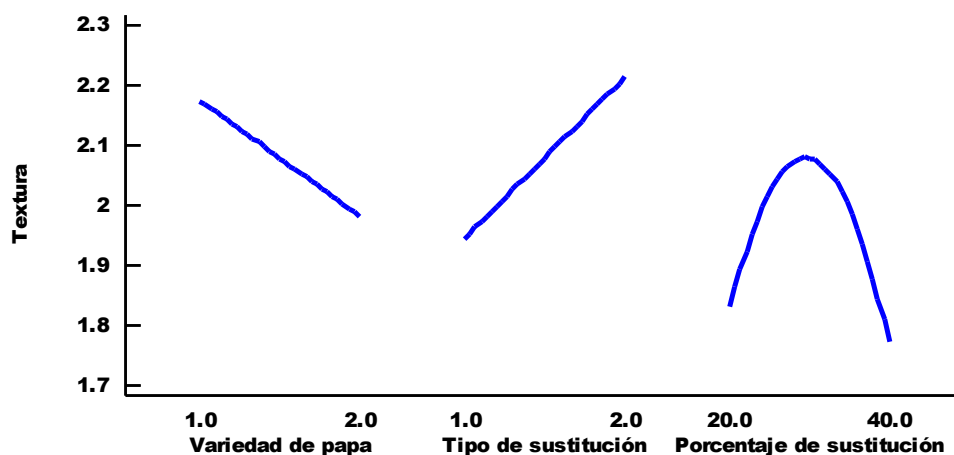


Figura 24. Efectos principales para la textura del pan con papa.

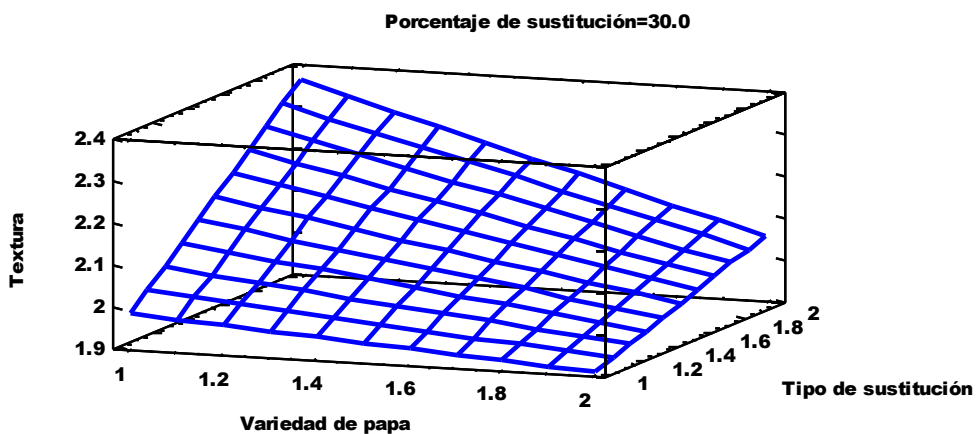


Figura 25. Superficie de respuesta estimada de la textura del pan con papa.

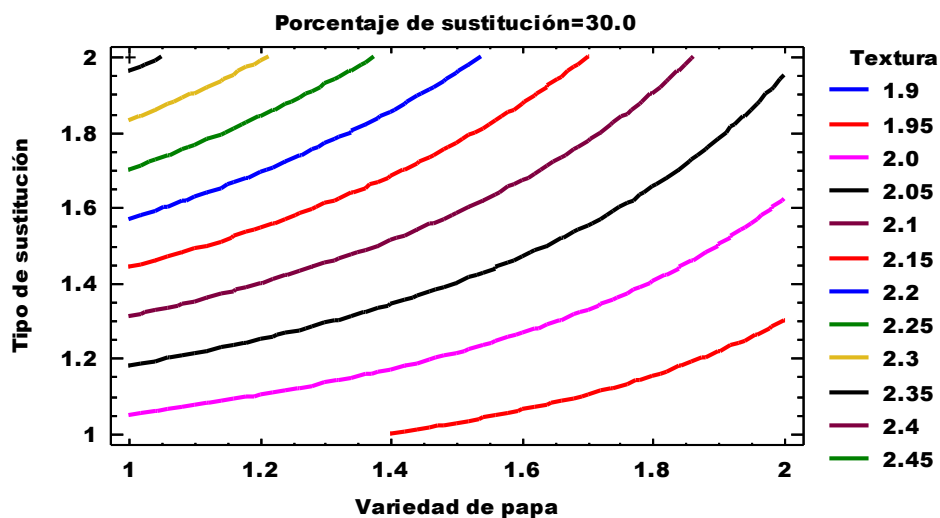


Figura 26. Contornos de la superficie de respuesta de la textura del pan con papa.

5. Para la aceptabilidad

En el anexo 6 se tiene la evaluación de la aceptabilidad del pan con papa, con dichos datos se hizo el ANVA del anexo 11 apreciándose que

no existe diferencia estadística, pero la superficie de respuesta nos permite optimizar variables tal como se parecía en el cuadro 11, donde el valor óptimo de aceptabilidad es 2,38929 que corresponde a gusta mucho, esta tendencia se aprecia en las figuras 27, 28 y 29.

Cuadro 11. Optimización de respuesta para maximizar la aceptabilidad con valor óptimo de 2,38929 de pan con papa

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Variedad de papa	1,0 ± 0.018	2,0 ± 0.003	1,0 ± 0.019
Tipo de sustitución	1,0 ± 0.014	2,0 ± 0.027	1,99 ± 0.01
Porcentaje de sustitución	20,0 ± 0.01	40,0 ± 0.007	27,08 ± 0.019

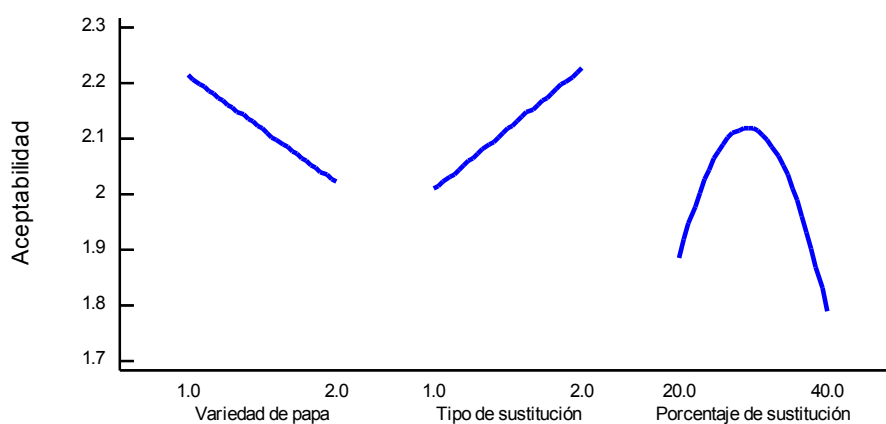


Figura 27. Efectos principales para la aceptabilidad del pan con papa.

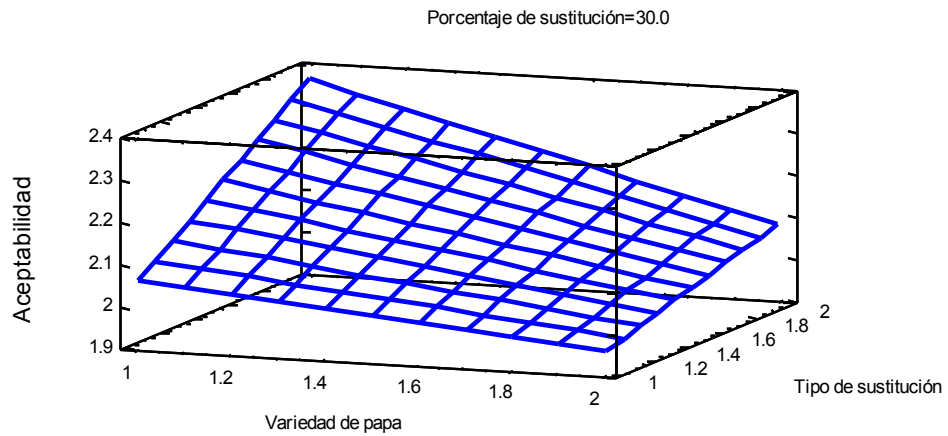


Figura 28. Superficie de respuesta estimada de la aceptabilidad del pan con papa.

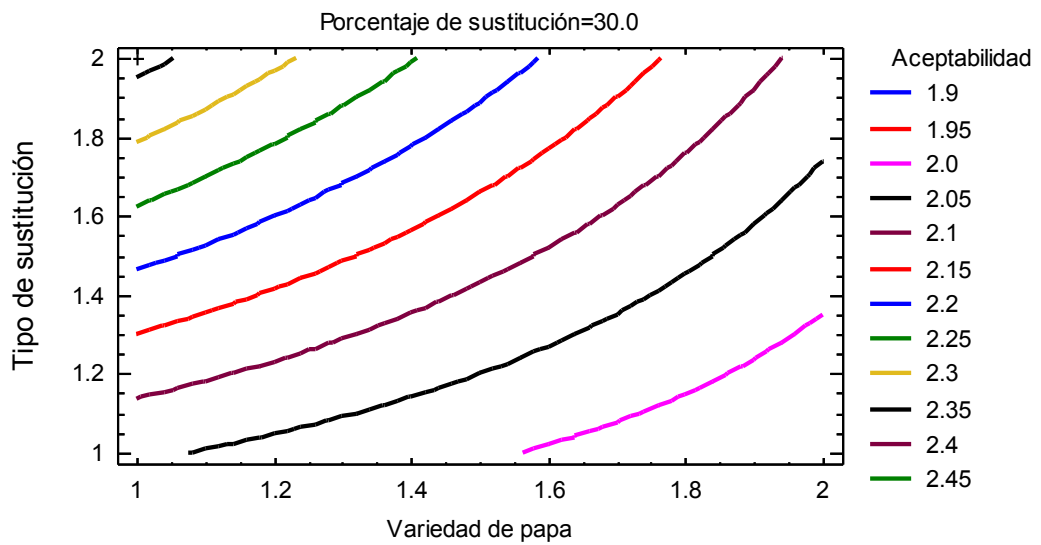


Figura 29. Contornos de la superficie de respuesta estimada de la aceptabilidad del pan con papa.

Es necesario concluir esta parte experimental, indicando que el mejor tratamiento encontrado corresponde a masa de papa variedad súper chola (blanca) con una sustitución de 30 %, pero como no se evaluó propiedades físicas del pan durante su elaboración y de acuerdo a lo planteado en el diseño experimental, hemos visto por conveniente considerar nuevamente los porcentajes de sustitución, considerando como óptimos la masa cocida de la papa variedad súper chola o blanca.

ii. Optimización del mejor porcentaje de masa de papa, mejor tiempo de amasado y mejor tiempo de fermentado

A continuación se detalla los análisis estadísticos de las variables cuantitativas y cualitativas efectuadas en el estudio de la incidencia de incorporación de papa de la variedad súper chola forma de masa como sustituta parcial de la harina de trigo en el proceso de elaboración de pan. Primero hemos analizado las variables cuantitativas, es decir aquellas que son tangibles, medibles a través de instrumentos, equipos, y el método preestablecido; y, que son independientes de la apreciación de los sentidos. Las variables cuantitativas sobre las que se realizó el análisis estadístico tomadas en cuenta para nuestra investigación fueron: incremento del volumen

de la masa, temperatura de fermentación y porcentaje de humedad del producto terminado.

1. Análisis estadístico del incremento de volumen de la masa (ml)

En el anexo 12 se tiene los datos del incremento de volumen (ml) al inicio de la fermentación, luego se tiene a consecuencia de estos datos el anexo 13 del análisis de varianza del incremento de volumen, al inicio de la fermentación se observa que no existe diferencia significativa para los tratamientos, pero la superficie de respuesta del factorial multinivel nos da la optimización que mostramos en el cuadro 12, donde se aprecia que el mejor porcentaje de sustitución es con 30% de masa de papa, con un tiempo óptimo de amasado de 10 minutos y un tiempo óptimo de fermentado de 40 minutos desde que se inicia la segunda fermentación.

Cuadro 12. Optimización de respuesta para maximizar el volumen inicial de la masa del pan de papa con valor óptimo de 20,5122.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20.0 ± 0.91	40.0 ± 0.78	29.4652 ± 1.00
Tiempo de amasado	10.0 ± 0.81	20.0 ± 0.99	10.0 ± 0.98
Tiempo de fermentación	40.0 ± 0.78	70.0 ± 0.84	40.0 ± 0.80

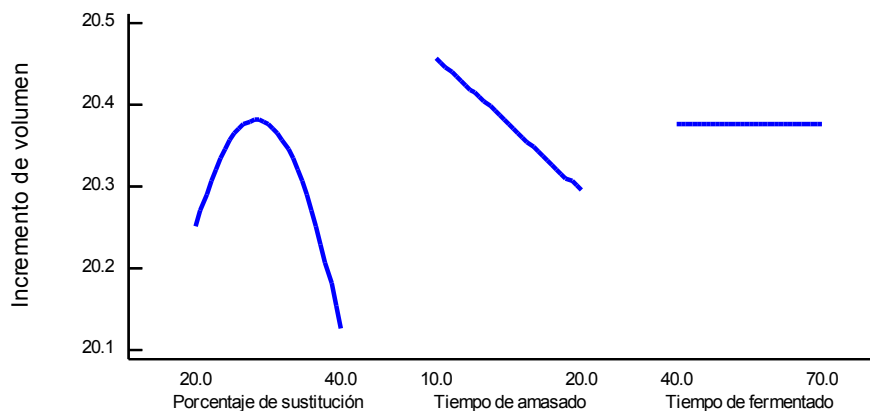


Figura 30. Efectos principales para el incremento de volumen inicial del pan con papa.

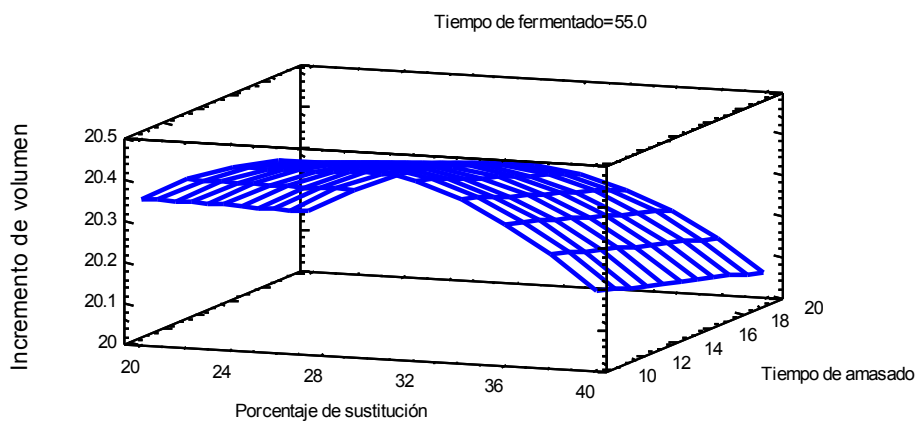


Figura 31. Superficie de respuesta para el incremento de volumen inicial del pan con papa.

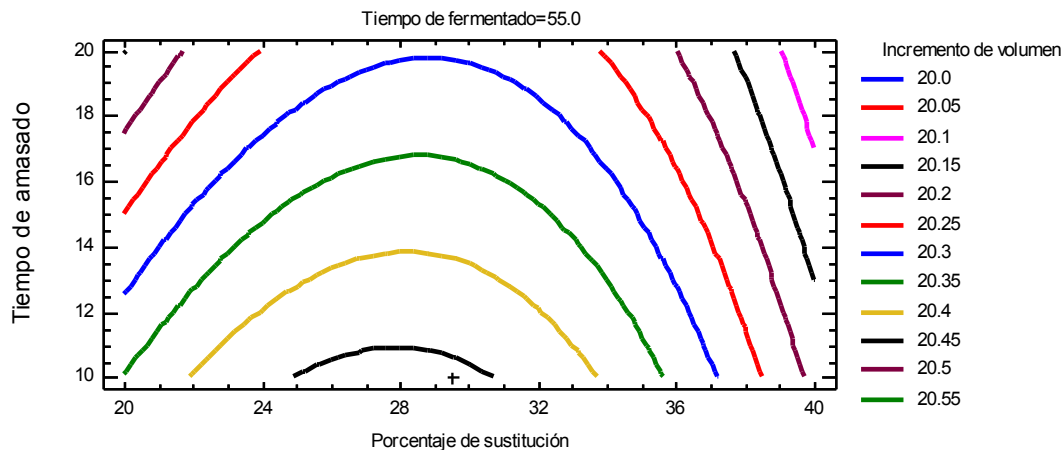


Figura 32. Contornos de la superficie de respuesta para el incremento de volumen inicial del pan con papa.

En las figuras 30, 31 y 32; se aprecia con claridad la tendencia del cuadro 12 donde el mejor tratamiento en relación al volumen inicial corresponde a 30% de sustitución de harina de trigo por masa de papa de la variedad súper chola durante un amasado de 10 minutos en un tiempo de fermentado de 40 minutos. Tomando los datos del anexo 14 se realizó el análisis de varianza del incremento de volumen a los 30 minutos de fermentación en el anexo 15 se observa que estadísticamente mediante el ANVA no existe tratamiento diferente pero la superficie de respuesta nos da el óptimo que ilustramos en el cuadro 13, donde apreciamos que el mejor tratamiento es con el 40% de sustitución en un tiempo de masado de 10 minutos y con 70 minutos de fermentación, esta tendencia se visualiza en las figuras 33, 34 y 35.

Cuadro 13. Optimización de respuesta para maximizar el volumen a los 30 minutos de la masa del pan de papa con valor óptimo de 27,9142

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20 ± 0.02	40 ± 1	40 ± 1
Tiempo de amasado	10 ± 0.02	20 ± 1	10 ± 1
Tiempo de fermentación	40 ± 0.02	70 ± 1	70 ± 1

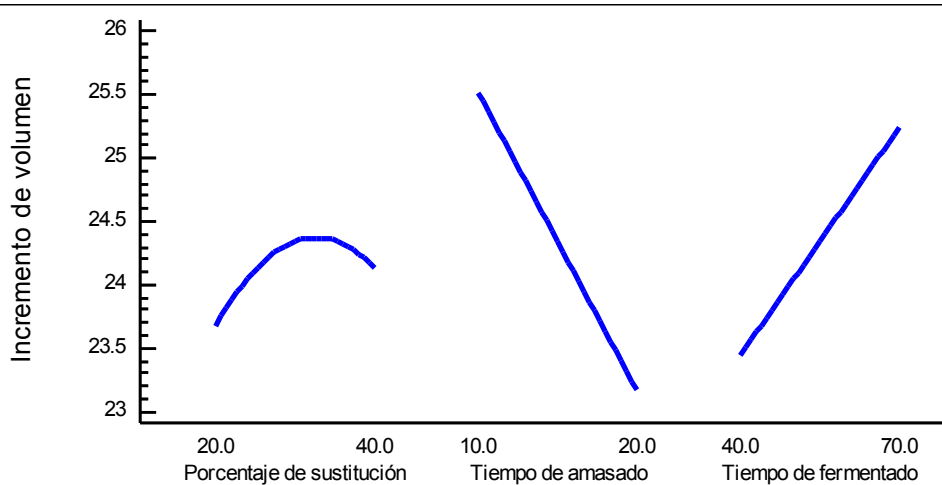


Figura 33. Efectos principales para el incremento de volumen a los 30 minutos del pan con papa.

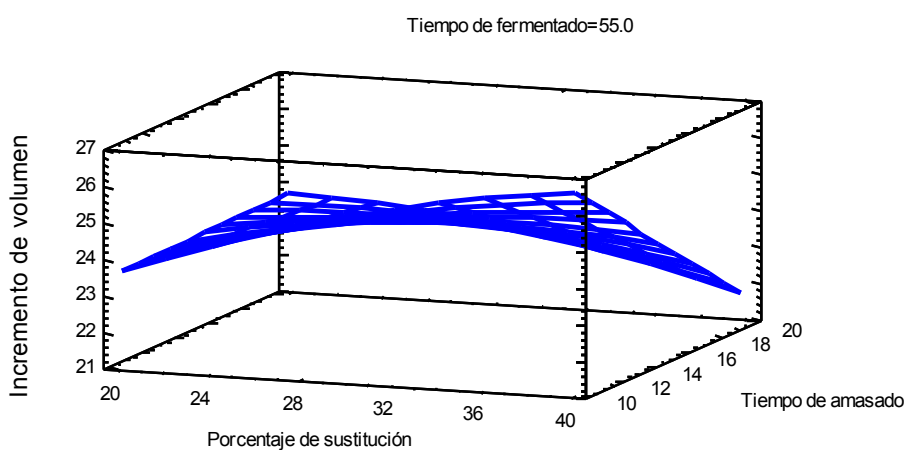


Figura 34. Superficie de respuesta para el incremento de volumen a los 30 minutos del pan con papa.

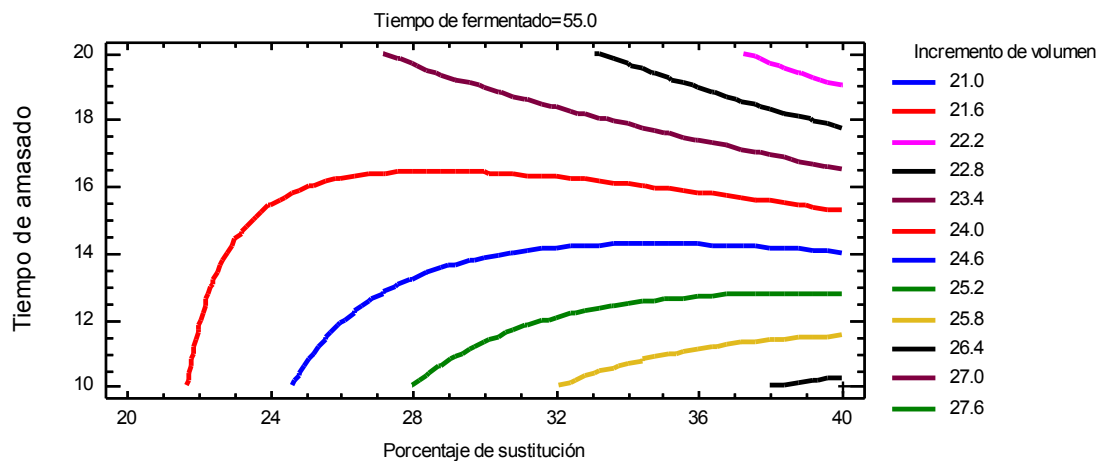


Figura 35. Contornos de la superficie de respuesta para el incremento de volumen a los 30 minutos del pan con papa.

Partiendo del anexo 16, se tiene el análisis de la varianza del anexo 17 para el incremento de volumen a los 60 minutos de fermentación no se observa diferencia significativa en los tratamientos, pero el cuadro 14 y las figuras 36, 37 y 38, se observa que el mejor porcentaje de sustitución es 30% de masa de papa, con un amasado de 10 minutos y un fermentado final de 70 minutos.

Cuadro 14. Optimización de respuesta para maximizar el volumen a los 60 minutos de la masa del pan de papa con valor óptimo de 30,1827

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20 ± 0.015	40 ± 0.122	30 ± 0.027
Tiempo de amasado	10 ± 0.02	20 ± 0.008	10 ± 007
Tiempo de fermentación	40 ± 0.04	70 ± 0.019	70 ± 0.019

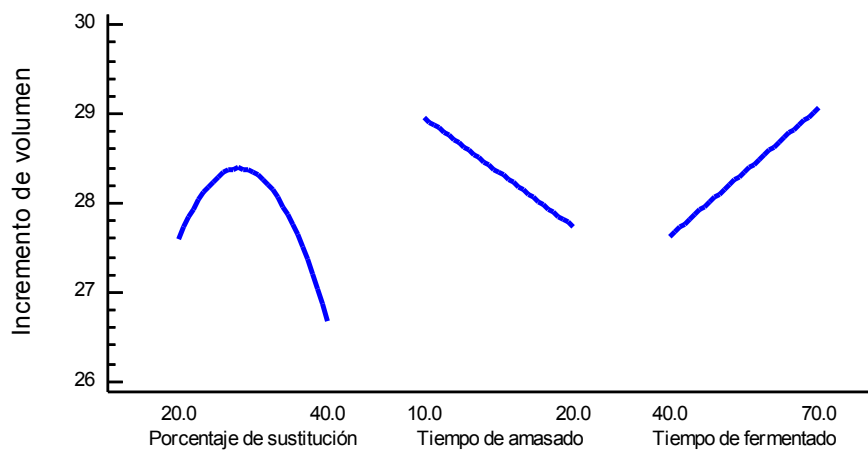


Figura 36. Efectos principales para el incremento de volumen a los 60 minutos del pan con papa.

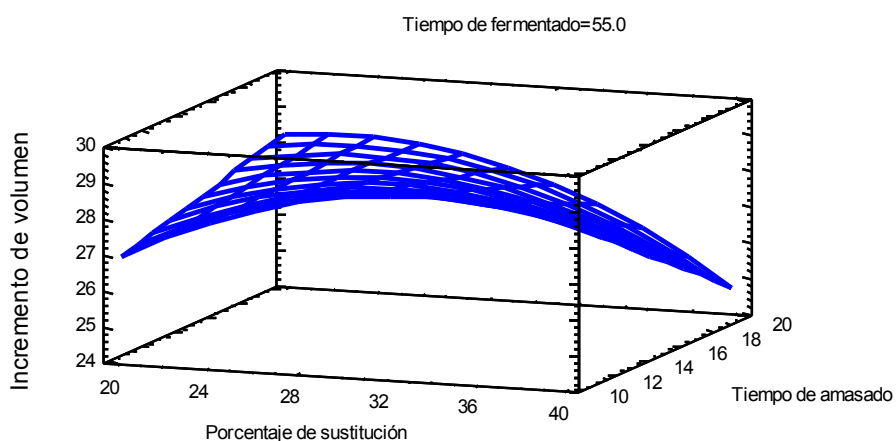


Figura 37. Superficie de respuesta para el incremento de volumen a los 60 minutos del pan con papa.

En la figura 37 de los contornos de la superficie de respuesta no existe una visión clara del punto óptimo esto debido a que los panelistas tienen una apreciación muy variada según sus hábitos de consumo de pan.

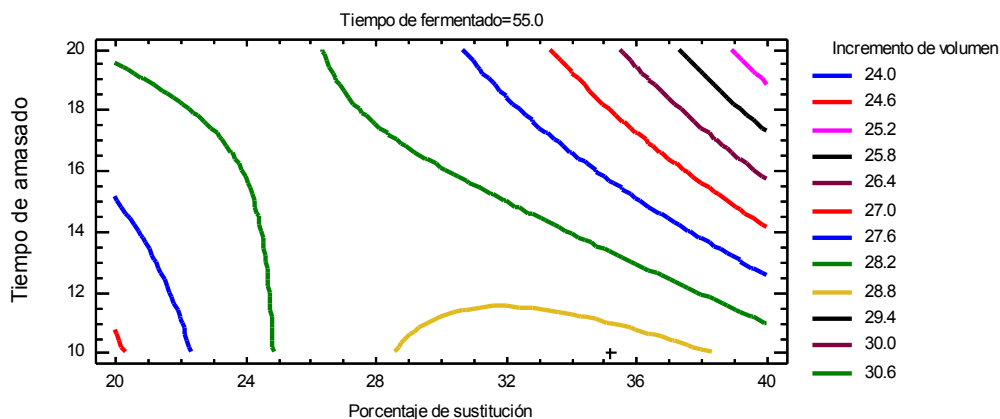


Figura 38. Contornos de la superficie de respuesta para el incremento de volumen a los 60 minutos del pan con papa.

En el anexo 18 se tiene las evaluaciones del incremento de volumen a los final, con estos datos se realizó el análisis de varianza del anexo 19, para el incremento de volumen al final de la fermentación, al igual que en los casos anteriores no existe diferencia estadística en los tratamiento, pero el análisis de superficie de respuesta nos da una optimización de tratamientos que ilustramos en el cuadro 15.

Cuadro 15. Optimización de respuesta para maximizar el volumen al final de la fermentación de la masa del pan de papa con valor óptimo de 34,8968 mL

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20 ± 0.005	40 ± 0.005	30 ± 0.015
Tiempo de amasado	10 ± 0.01	20 ± 0.005	10 ± 0.005
Tiempo de fermentación	40 ± 0.01	70 ± 0.005	70 ± 0.01

En el cuadro 15 se observa que el tratamiento óptimo corresponde al 30% de sustitución, 10 minutos de amasado y 70 minutos de fermentación final, esta tendencia es apreciable en las figuras 39; 40 y 41.

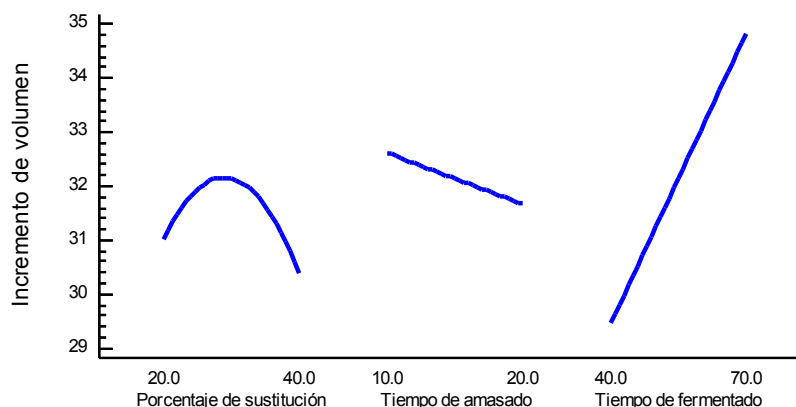


Figura 39. Efectos principales para el incremento de volumen al final de la fermentación del pan con papa.

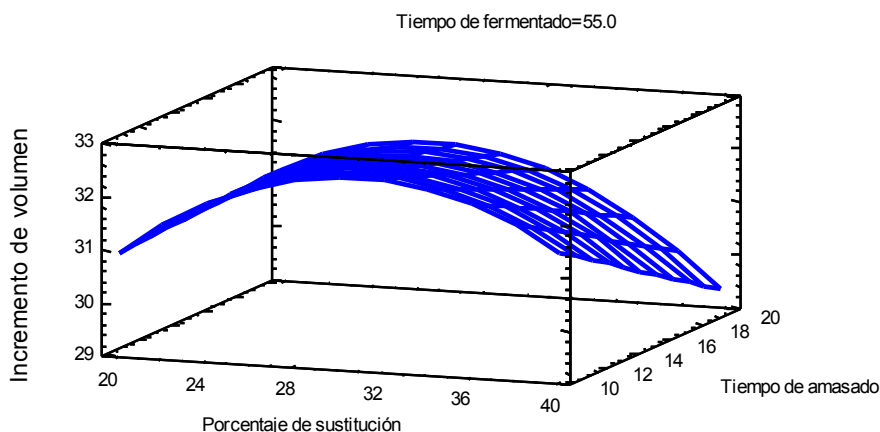


Figura 40. Superficie de respuesta para el incremento de volumen al final de la fermentación del pan con papa.

Al concluir esta parte del experimento diremos que el mejor tratamiento en cuanto al incremento de volumen fue el que correspondió a

30% de sustitución de harina de trigo con masa de papa variedad súper chola, con un tiempo de 10 minutos de masado y 70 minutos de fermentado.

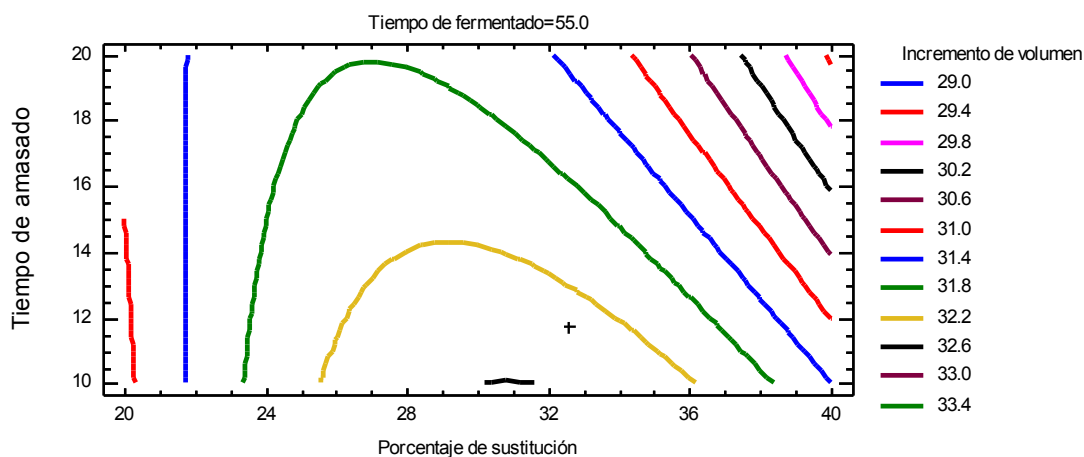


Figura 41. Contornos de la superficie de respuesta para el incremento de volumen al final de la fermentación del pan con papa.

2. Análisis estadístico de la variable Temperatura de fermentación (°C)

De los datos de la evaluación del anexo 20, se realiza el análisis de la varianza del anexo 21, para la variable temperatura al inicio de la fermentación se observa que no existe diferencia estadística, incluso el cuadro 16 que nos da la superficie de respuesta no concuerda con las figuras 42, 43 y 44, los cuales son difusas y que no muestran con claridad la tendencia de optimización.

Cuadro 16. Optimización de respuesta para maximizar la temperatura al inicio de la fermentación de la masa con un valor óptimo de 29,755°C

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20 ± 0.02	40 ± 0.005	30 ± 0.02
Tiempo de amasado	10 ± 0.02	20 ± 0.005	20 ± 0.18
Tiempo de fermentación	40 ± 0.005	70 ± 0.005	70 ± 0.12

En el cuadro 16 se tiene una temperatura óptima de 29,755°C, lo cual es una muestra que se incrementa la temperatura con el masado y la fermentación debido a la fricción y las reacciones metabólicas de las levaduras

Figura 42. Efectos principales para el incremento de temperatura al inicio de la fermentación del pan con papa.

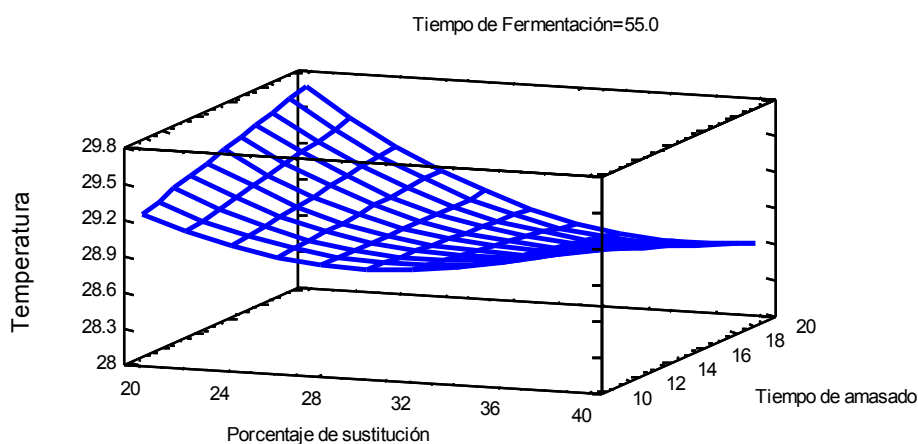


Figura 43. Superficie de respuesta para el incremento de temperatura al inicio de la fermentación del pan con papa.

La figura 44 de contornos como mencionamos es difusa para indicar la tendencia del cuadro 16, esto se debe a que la variación de la temperatura en los tratamientos no varía significativamente.

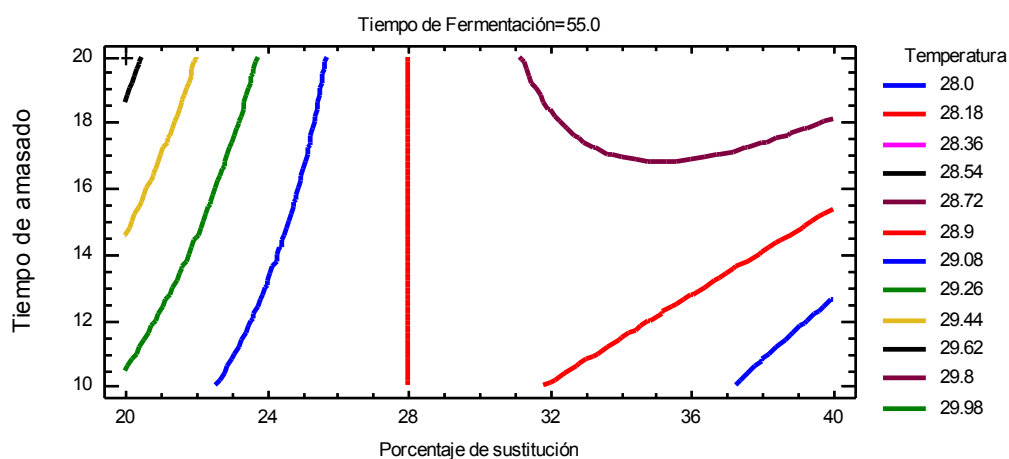


Figura 44. Contornos de la superficie de respuesta para el incremento de temperatura al inicio de la fermentación del pan con papa.

De los datos de la evaluación del anexo 22 se hizo el análisis de la varianza del anexo 23 para el incremento de temperatura a los 30 minutos de la fermentación se observa al igual que en todos los casos anteriores que no hay diferencia estadística y el cuadro 17 nos indica que el mejor tratamiento es con 30% de sustitución, con 10 minutos de amasado y 70 minutos de fermentación.

Cuadro 17. Optimización de respuesta para maximizar la temperatura a 30 minutos de fermentación de la masa del pan de papa con valor óptimo de 26,0975°C

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20 ± 0.02	40 ± 0,025	30 ± 0.004
Tiempo de amasado	10 ± 0.02	20 ± 0.004	10 ± 0.02
Tiempo de fermentación	40 ± 0.02	70 ± 0.25	70 ± 0.025

El cuadro 17 nos muestra una temperatura óptima de 26,0975°C, lo cual es una muestra que existe un ligero incremento de la temperatura debido al proceso de fermentación, por otro lado solo la figura 34 es clara para visualizar la tendencia de optimización, más no así las figuras 45 y 46.

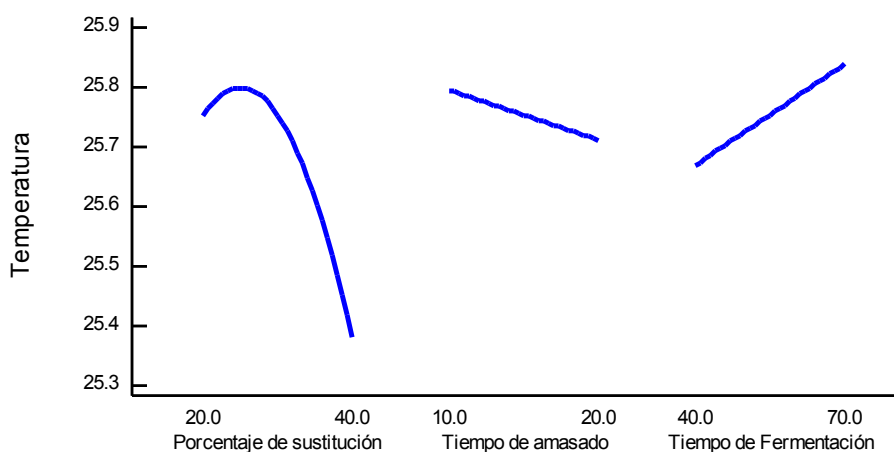


Figura 45. Efectos principales para el incremento de temperatura a 30 minutos de fermentación del pan con papa.

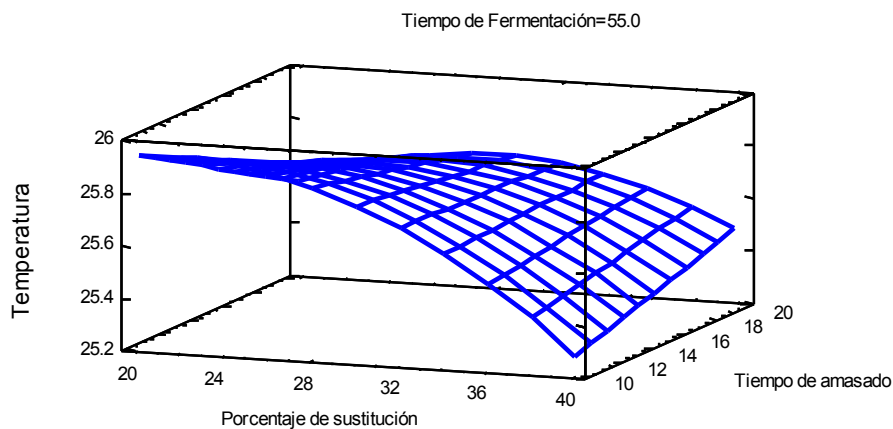


Figura 46. Superficie de respuesta para el incremento de temperatura a 30 minutos de fermentación del pan con papa.

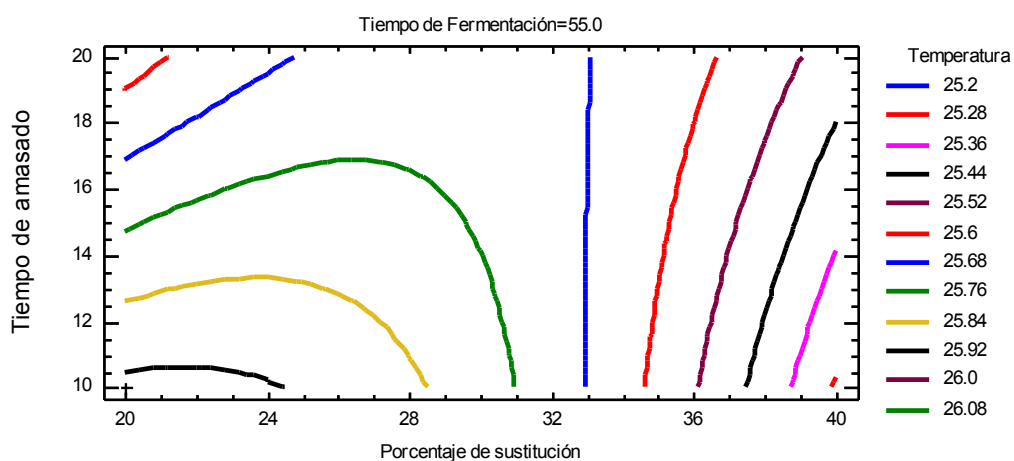


Figura 47. Contornos de la superficie de respuesta para el incremento de temperatura a 30 minutos de fermentación del pan con papa.

En el anexo 24 se tiene los datos de la evaluación que nos permitió hacer el análisis de la varianza del anexo 25 para el incremento de temperatura a los 60 minutos de la fermentación donde no hay diferencia

estadística y el cuadro 18 nos da como óptimo la sustitución de 20%, con un amasado de 10 minutos y un tiempo de fermentado de 40 minutos

Cuadro 18. Optimización de respuesta para maximizar la temperatura a 60 minutos de fermentación de la masa del pan de papa con valor óptimo de 26,33°C

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20 ± 0.02	40 ± 0.027	20 ± 0.14
Tiempo de amasado	10 ± 0.038	20 ± 0.007	10 ± 0.005
Tiempo de fermentación	40 ± 0.034	70 ± 0.01	40 ± 0.015

El cuadro 18 nos muestra una temperatura óptima de 26,33°C, es decir existe un ligero incremento de la temperatura, lo cual es una clara muestra que el proceso de fermentación está en marcha en la masa panaria.

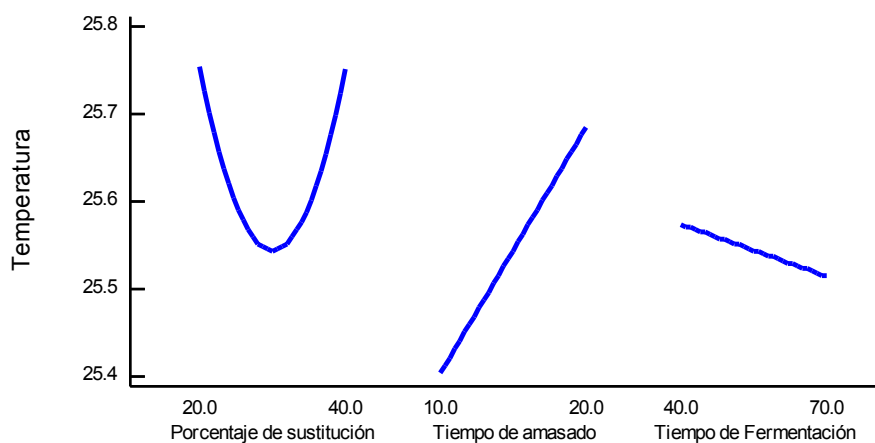


Figura 48. Efectos principales para el incremento de temperatura a 60 minutos de fermentación del pan con papa.

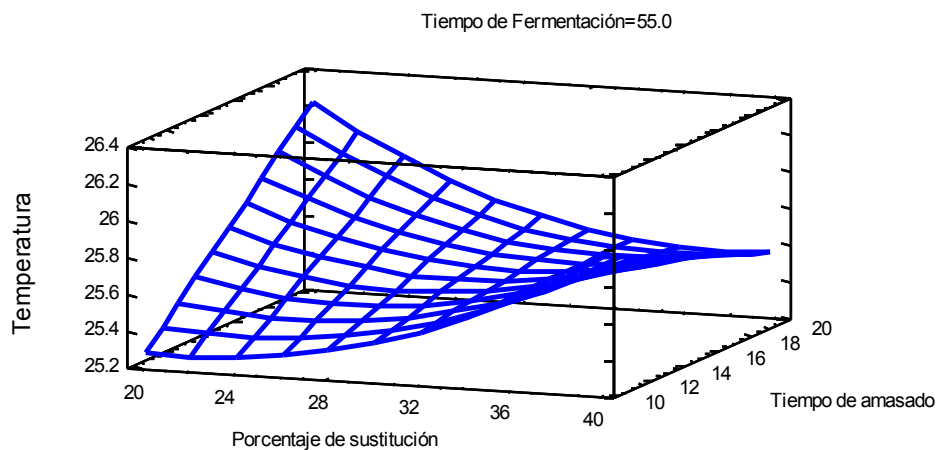


Figura 49. Superficie de respuesta para el incremento de temperatura a 60 minutos de fermentación del pan con papa.

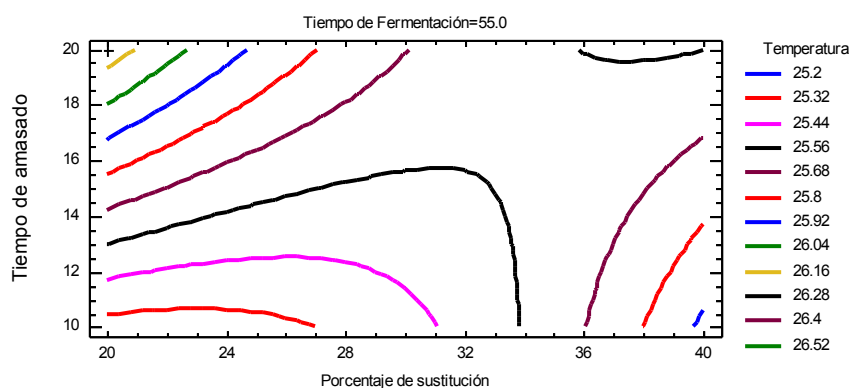


Figura 50. Contornos de la superficie de respuesta para el incremento de temperatura a 60 minutos de fermentación del pan con papa.

La figura 48 es la única que concuerda con el cuadro 19, mientras que las figuras 49 y 50 son muy difusas para determinar la temperatura óptima en el proceso.

Según los anexos 26 y 27 se realizaron el análisis de varianza para el incremento de temperatura al final de la fermentación antes del horneado, se observa como en todos los análisis anteriores que no hay diferencia estadística, pero el cuadro 16 nos indica que el tratamiento óptimo es 40% de sustitución, a 10 minutos de masado y 40 minutos de fermentación, con un valor óptimo de 25,6275°C que es la de la temperatura ambiente.

Cuadro 19. Optimización de respuesta para maximizar la temperatura al final de la fermentación de la masa del pan de papa con valor óptimo de 25,6275°C

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20 ± 0.001	40 ± 0.015	40 ± 0.02
Tiempo de amasado	10 ± 0.007	20 ± 0.002	10 ± 0.004
Tiempo de fermentación	40 ± 0.019	70 ± 0.015	40 ± 0.122

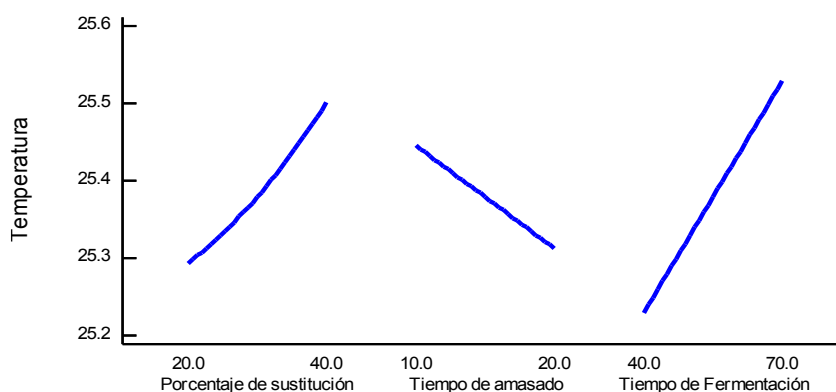


Figura 51. Efectos principales para el incremento de temperatura al final de la fermentación del pan con papa.

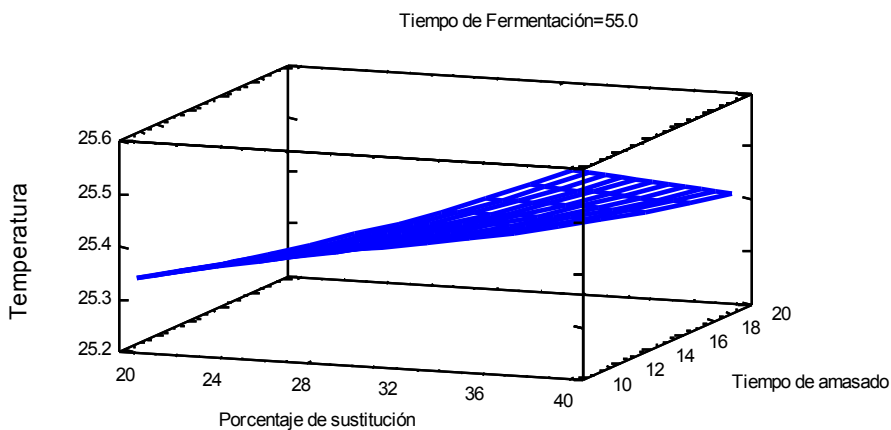


Figura 52. Superficie de respuesta para el incremento de temperatura al final de la fermentación del pan con papa.

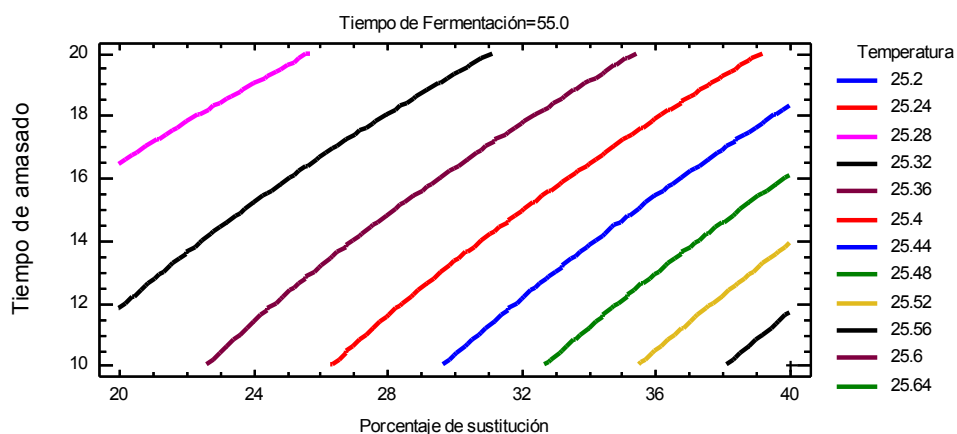


Figura 53. Contornos de la superficie de respuesta para el incremento de temperatura al final de la fermentación del pan con papa.

Las figuras 51, 52 y 53 no con mucha claridad indican la tendencia del cuadro 19, donde se aprecia una pendiente que va ascendiendo hacia el mejor tratamiento. Al terminar este acápite de la tesis manifestaremos que el estudio de la temperatura en la masa panaria con sustitución parcial de

harina de trigo con masa de papa variedad súper chola, con el tiempo de amasado y tiempo de fermentado, no nos permitió establecer un tratamiento óptimo único. Pero si pudimos establecer que el incremento de la temperatura en la masa es antes de los 60 minutos de la segunda fermentación, donde tendríamos que tener cuidado en controlar para que no se desnaturalicen algunos componentes de la mezcla tal como se hace en la elaboración de algunos producto en panificación como el caso de los panetones.

3. Análisis de la variable peso final del pan (g)

A partir de este análisis evaluaremos al producto final es decir al pan con sustitución parcial de harina de trigo con masa de papa de la variedad súper chola, teniendo en cuenta el tiempo de masado que se sometió al producto y al tiempo de la segunda fermentación. El anexo 28 de datos, permitió realizar el análisis de la varianza del anexo 29 para el peso final del pan, se observa en el cuadro 20 que el mejor tratamiento es 30% de sustitución, con 10 minutos de amasado y con un fermentado final de 40 minutos.

Cuadro 20. Optimización de respuesta para maximizar el peso del pan de papa con valor óptimo de 37,4051 gramos

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20 ± 0.05	40 ± 0.01	30 ± 0.001
Tiempo de amasado	10 ± 0.01	20 ± 0.038	10 ± 0.01
Tiempo de fermentación	40 ± 0.008	70 ± 0.001	40 ± 0,112

En el cuadro 20 se tiene un peso óptimo de 37,4051 gramos por cada unidad de pan que esta con casi 5 gramos menos de un pan de 42 gramos que establece las normas, es decir para tener un pan con este peso el momento del cortado se debiera haber considerado más gramos. En las figuras 54, 55 y 56 se aprecia la tendencia que nos muestra el cuadro 20 pudiendo visualizar una cúspide que en este caso es el punto óptimo.

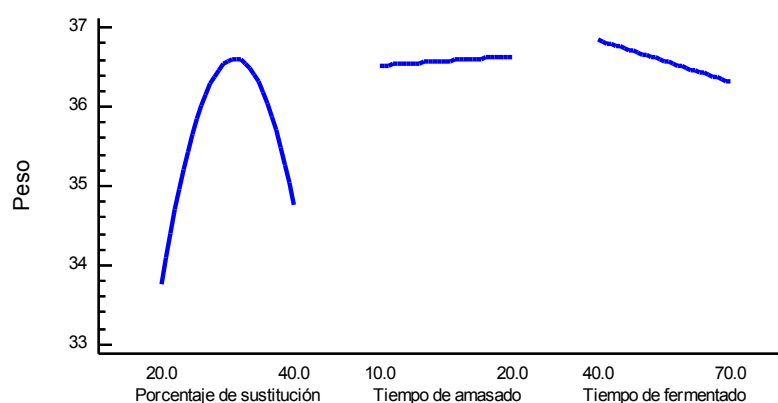


Figura 54. Efectos principales para el peso del pan con papa.

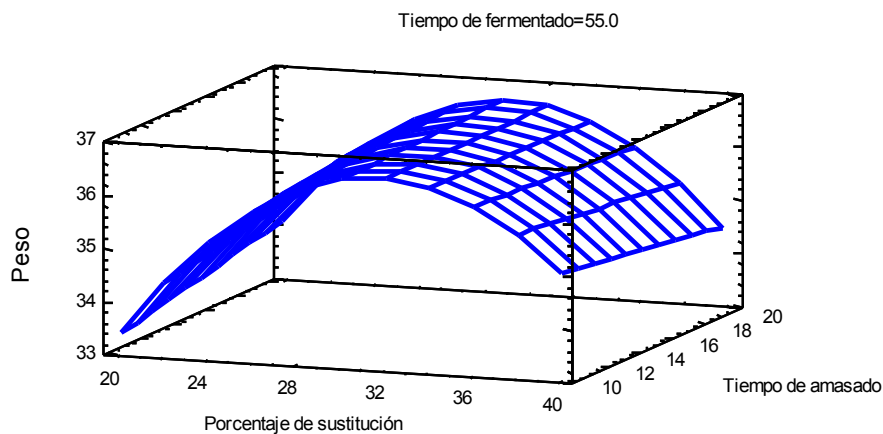


Figura 55. Superficie de respuesta para el peso del pan con papa.

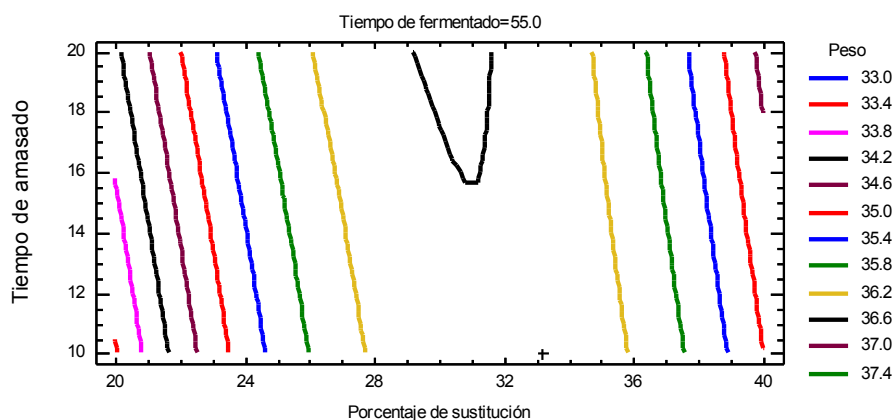


Figura 56. Contornos de la superficie de respuesta para el peso del pan con papa.

4. Análisis estadístico del Volumen del producto terminado (ml)

De los anexos 30 y 31 se realiza el análisis de la varianza para la variable volumen final del pan se observa que para la variable tiempo de amasado existe diferencia estadística, es decir que existe un tratamiento óptimo siendo el de 70 minutos tal como se muestra en el cuadro 21.

Cuadro 21. Optimización de respuesta para maximizar el volumen del pan de papa con valor óptimo de 221,928 mL

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20 ± 0.112	40 ± 0.014	30 ± 0.005
Tiempo de amasado	10 ± 0.01	20 ± 0.018	20 ± 0.015
Tiempo de fermentación	40 ± 0.01	70 ± 0.003	70 ± 0.005

En el cuadro 21 se aprecia un volumen óptimo de 221,928 mL que comparando con el volumen de 34,8968 mL que entra al horneado se puede afirmar que ha aumentado 6 veces su volumen, característica que es muy deseada en un pan, siendo 30% la mejor sustitución y 20 minutos de amasado. Las figuras 57, 58 y 59 muestran con claridad la tendencia de la optimización maximizando el volumen donde se aprecia claramente los valores máximos y la cumbre que corresponde al tratamiento óptimo.

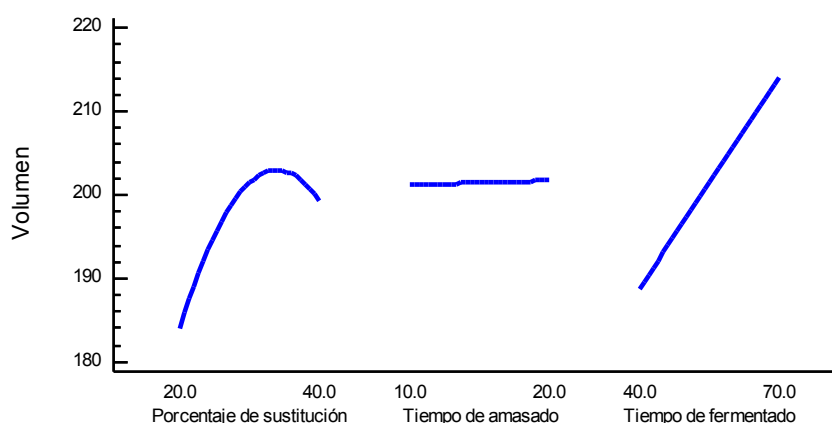


Figura 57. Efectos principales para el volumen del pan con papa.

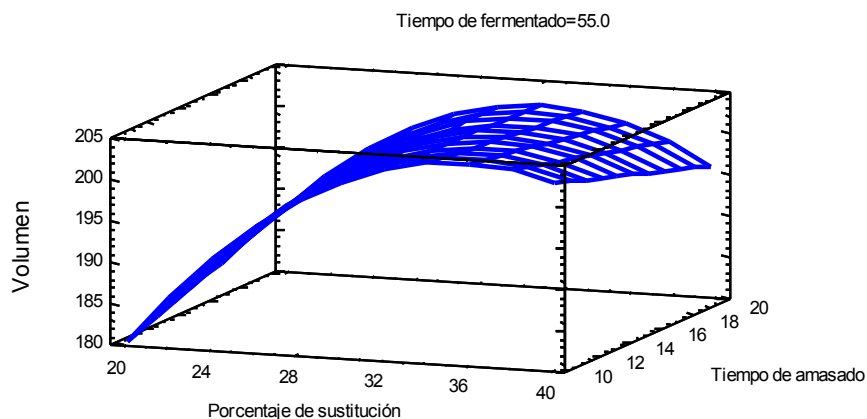


Figura 58. Superficie de respuesta para el volumen del pan con papa.

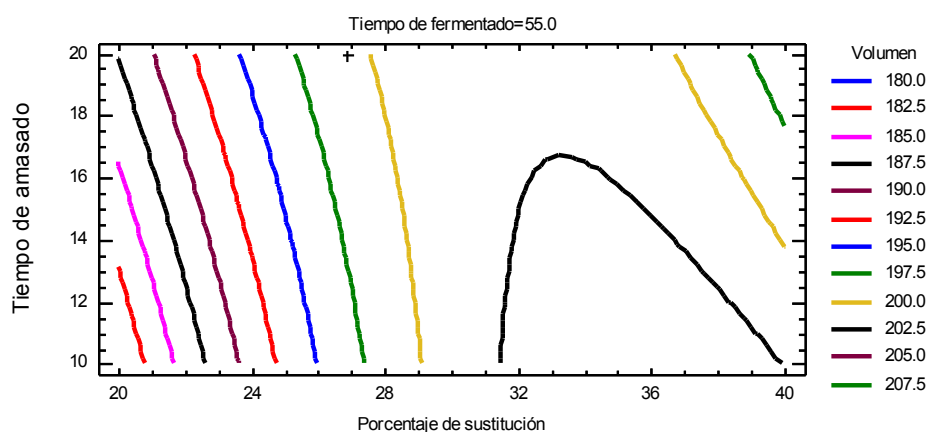


Figura 59. Contornos de la superficie de respuesta para el volumen del pan con papa.

5. Análisis estadístico del Porcentaje de Humedad del pan

En el anexo 32 se tiene los datos para realizar el análisis de varianza del anexo 33, para el porcentaje de humedad del pan se observa que no existe diferencia en los tratamientos, pero el cuadro 22 nos indica que el

óptimo es el de 30% de sustitución, al ser amasado 10 minutos y fermentado 40 minutos.

Cuadro 22. Optimización de respuesta para maximizar el porcentaje de humedad del pan de papa con valor óptimo de 21,6175%

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20 ± 0.115	40 ± 0.02	30 ± 0.019
Tiempo de amasado	10 ± 0.005	20 ± 0.034	10 ± 0.11
Tiempo de fermentación	40 ± 0.025	70 ± 0.122	40 ± 0.005

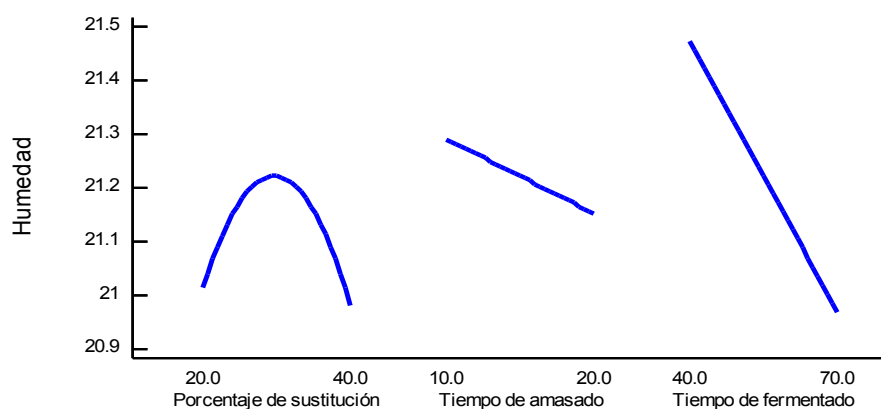


Figura 60. Efectos principales para el porcentaje de humedad del pan con papa.

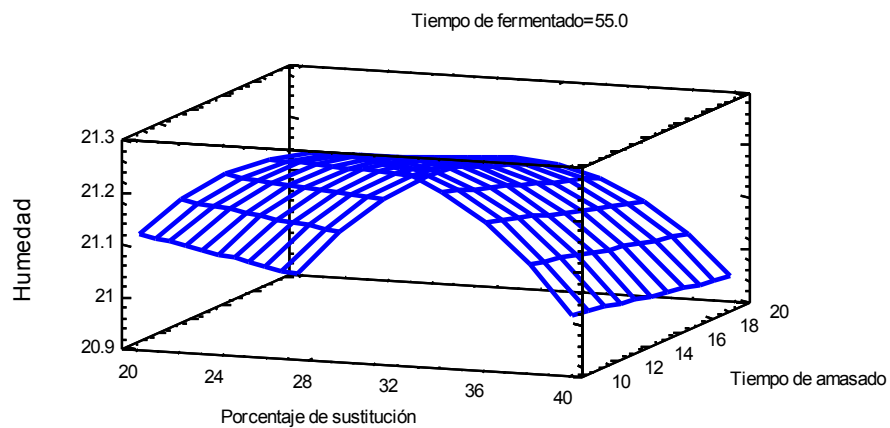


Figura 61. Superficie de respuesta para el porcentaje de humedad del pan con papa.

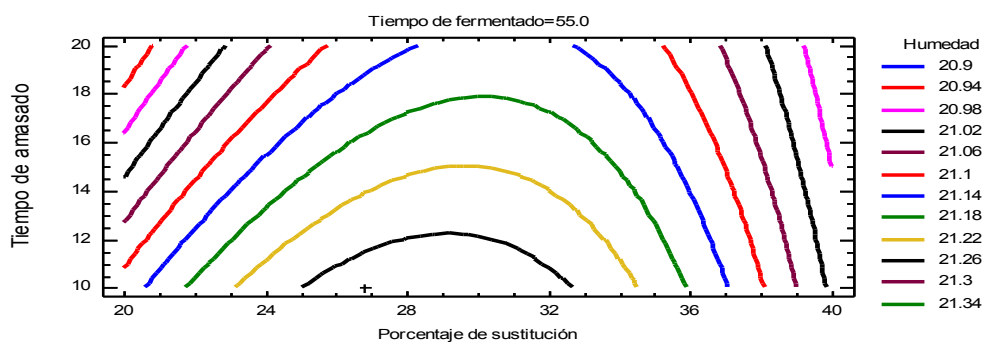


Figura 62. Contornos de la superficie de respuesta para el porcentaje de humedad del pan con papa.

En el cuadro 22 se tiene que el valor óptimo de humedad del mejor tratamiento es 21,6175% del cual depende la consistencia del pan especialmente de la miga y sus alveolos.

6. Análisis Sensorial del pan con masa de papa

Las variables analizadas fueron olor, color, sabor, consistencia y aspecto total. Para la evaluación de estas variables se seleccionó un panel de catadores de 10 personas; se los realizo a los doce tratamientos utilizando un test de evaluación sensorial adjuntada en el Anexo 1.

Evaluación sensorial del olor

Los datos originales de valoración del olor del pan se tienen en el anexo 34 y los datos del ANVA se pueden observar en el anexo 35, a partir de los cuales se obtiene el cuadro 23, observándose que el mejor tratamiento es el que corresponde a 30% de sustitución, con un amasado de 20 minutos y con 70 minutos de fermentación.

Cuadro 23. Optimización de respuesta para maximizar el color del pan de papa con valor óptimo de 2,7

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20 ± 0.015	40 ± 0.005	30 ± 0.01
Tiempo de amasado	10 ± 0.02	20 ± 0.025	20 ± 0.01
Tiempo de fermentación	40 ± 0.122	70 ± 0.02	70 ± 0.005

En el cuadro 23 se tiene un valor óptimo de color de 2,7 que corresponde a la calificación de olor normal característico, esta tendencia se corrobora en las figuras 63, 64 y 65 donde se puede visualizar con claridad el punto óptimo.

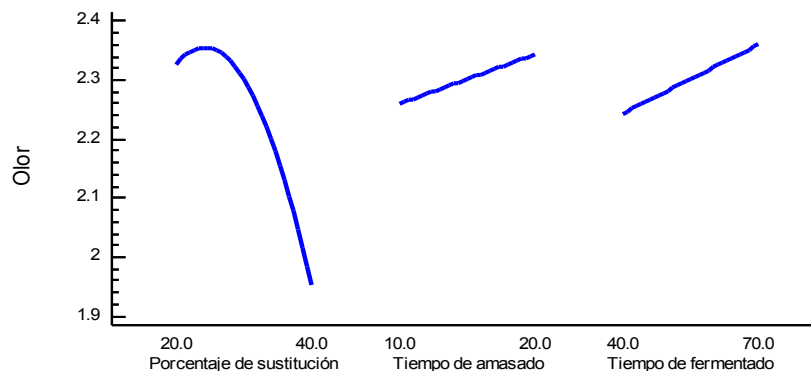


Figura 63. Efectos principales para el color del pan con papa.

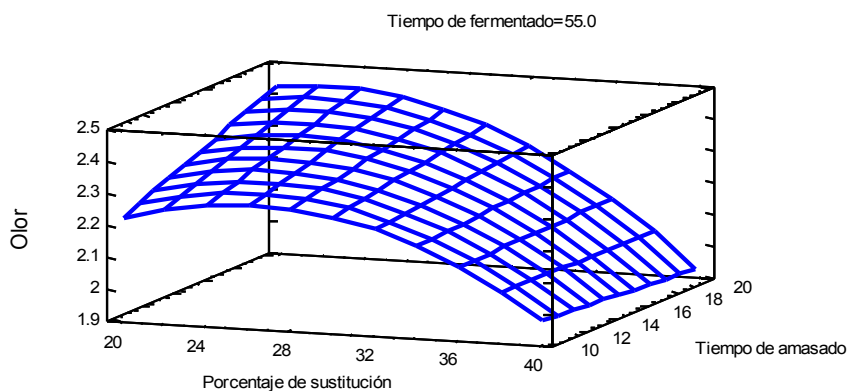


Figura 64. Superficie de respuesta para el color del pan con papa.

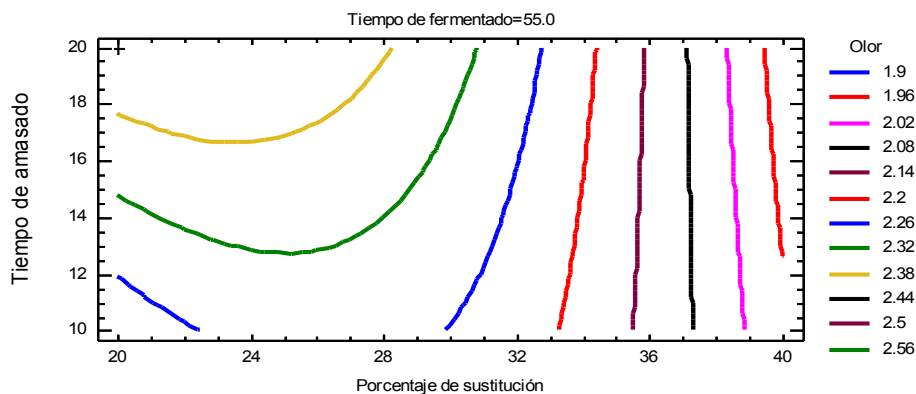


Figura 65. Contornos de la superficie de respuesta para el color del pan con papa.

Evaluación sensorial del color

Los datos originales de valoración del olor del pan se tienen en el anexo 36 y el ANVA del color de pan, se puede observar en el anexo 37 a partir de los cuales se tiene el cuadro 24 donde se aprecia que el mejor color corresponde al tratamiento con 30% de sustitución, con 20 minutos de amasado y con 70 minutos de fermentado con la calificación máxima de 2,51 puntos que corresponde a la calificación de dorado- marrón

Cuadro 24. Optimización de respuesta para maximizar el olor del pan de papa con valor óptimo de 2,51

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20 ± 0.112	40 ± 0.112	30 ± 0.005
Tiempo de amasado	10 ± 0.14	20 ± 0.01	20 ± 0.005
Tiempo de fermentación	40 ± 0.115	70 ± 0.015	70 ± 0.005

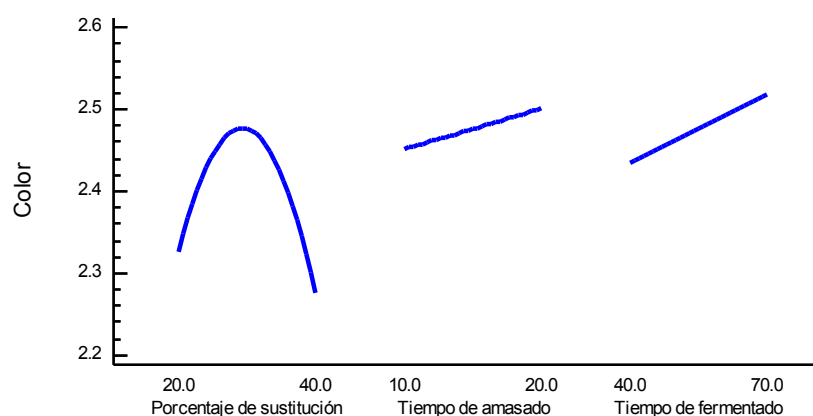


Figura 66. Efectos principales para el olor del pan con papa.

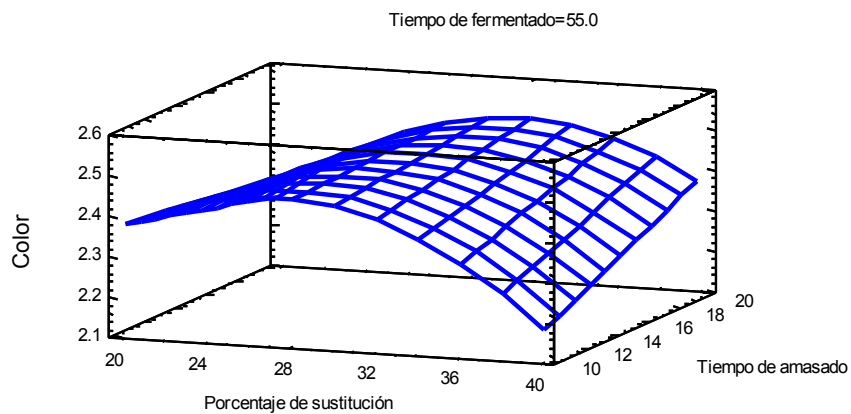


Figura 67. Superficie de respuesta para el olor del pan con papa.

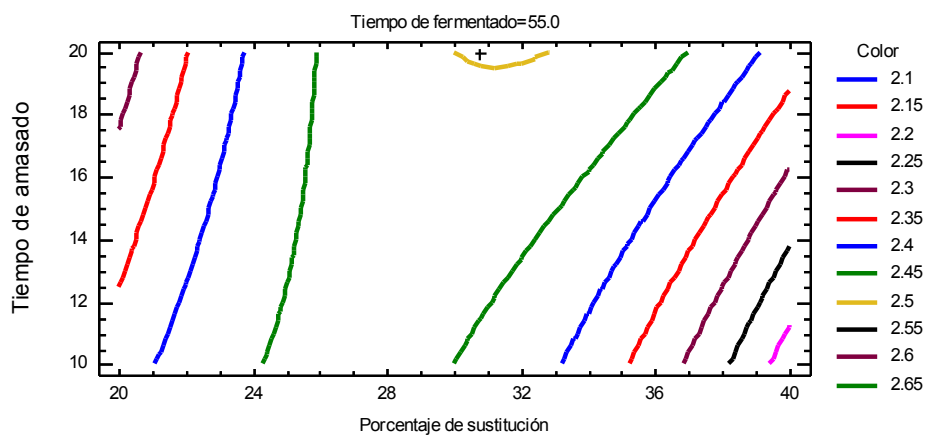


Figura 68. Contornos de la superficie de respuesta para el olor del pan con papa.

En las figuras 66, 67 y 68 se observa con claridad la tendencia del cuadro 24, donde se puede apreciar el punto óptimo para el color de la corteza del pan.

Evaluación sensorial de la consistencia

Los datos originales de valoración de la consistencia se tienen en el anexo 38 y los datos del ANVA se puede observar en el anexo 39, a partir de los cuales se tiene que el tratamiento óptimo corresponde a 30% de sustitución, con un tiempo de masado de 20 minutos y un fermentado de 70 minutos cuyos valores se tiene en el cuadro 25.

Cuadro 25. Optimización de respuesta para maximizar la consistencia del pan de papa con valor óptimo de 2,58

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20 ± 0.025	40 ± 0.005	30 ± 0.14
Tiempo de amasado	10 ± 0.01	20 ± 0.005	20 ± 0.115
Tiempo de fermentación	40 ± 0.01	70 ± 0.005	70 ± 0.11

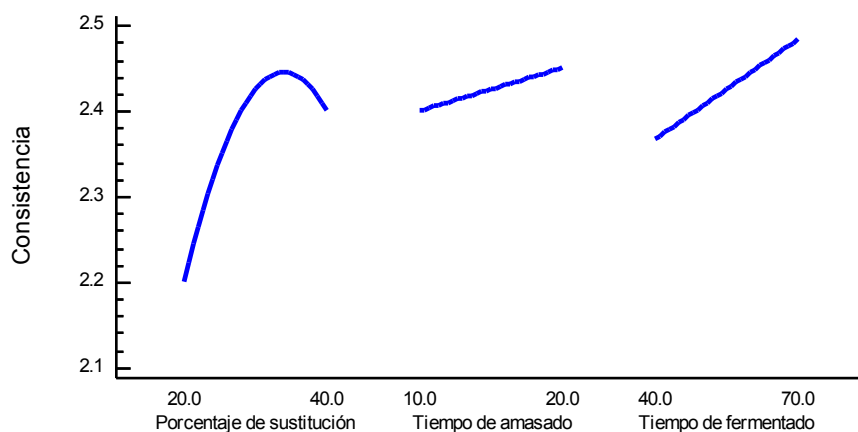


Figura 69. Efectos principales para la consistencia del pan con papa.

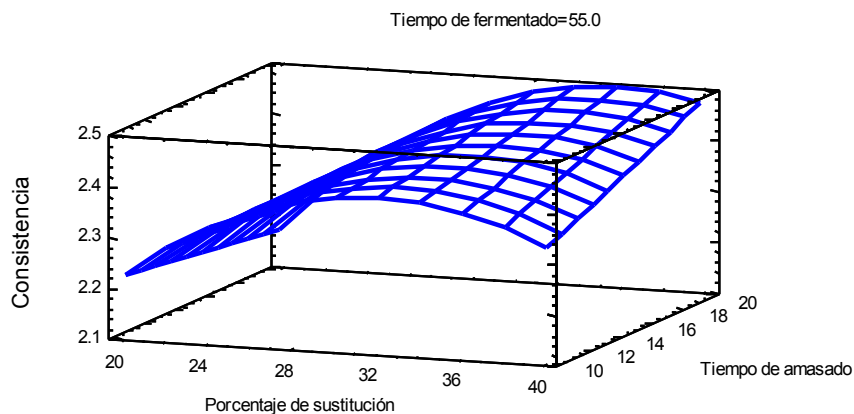


Figura 70. Superficie de respuesta para la consistencia del pan con papa.

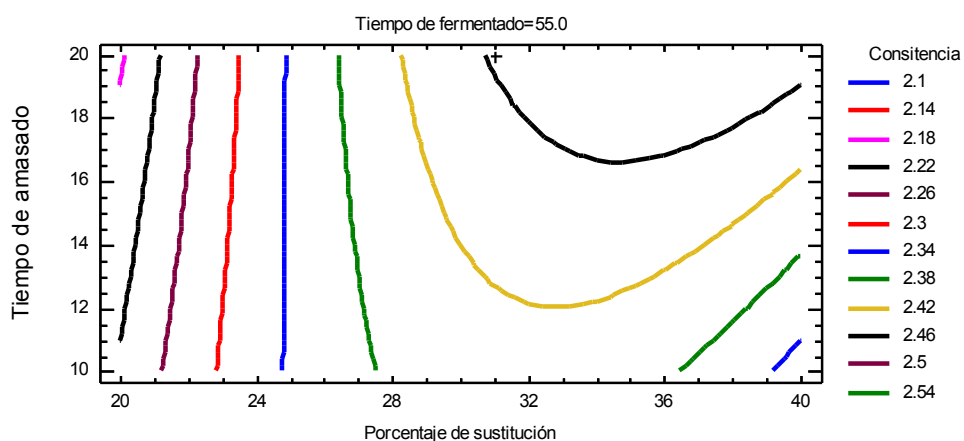


Figura 71. Contornos de la superficie de respuesta para la consistencia del pan con papa.

La optimización del cuadro 25 está respaldada por las figuras 69, 70 y 71, donde se aprecia con claridad el punto óptimo del mejor tratamiento.

Evaluación sensorial de la miga

Los datos originales de valoración de la miga se tienen en el anexo 40 y los datos del ANVA de la miga de pan, se puede observar en el

anexo 41, a partir de los cuales se tiene el cuadro 26, mostrándonos que el mejor tratamiento es el que corresponde a 40% de sustitución, con 20 minutos de amasado y 70 minutos de fermentado, estos resultados solo lo respalda en la figura 72, más no así las figuras 73 y 74 donde no hay mucha claridad observándose una pendiente curva donde el punto óptimo esta posiblemente en la parte alta de la superficie. La calificación óptima de la miga es 2,65 que corresponde a alveolos uniformes.

Cuadro 26. Optimización de respuesta para maximizar la miga del pan de papa con valor óptimo de 2,65

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20 ± 0.005	40 ± 0.01	40 ± 0.01
Tiempo de amasado	10 ± 0.005	20 ± 0.01	20 ± 0.004
Tiempo de fermentación	40 ± 0.005	70 ± 0.015	70 ± 0.005

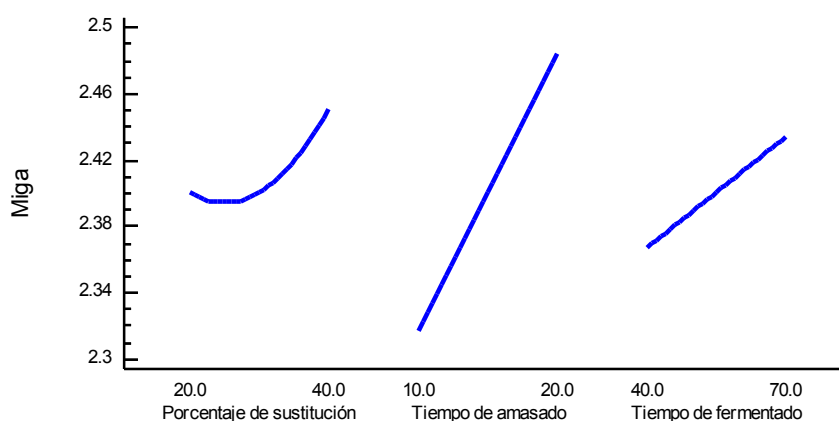


Figura 72. Efectos principales para la miga del pan con papa.

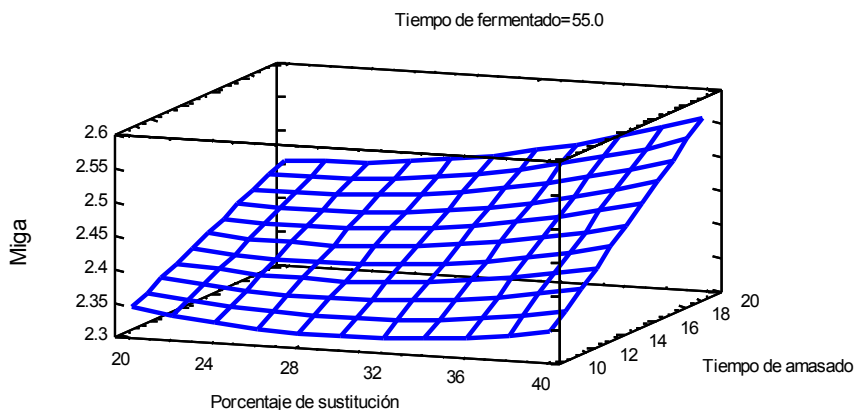
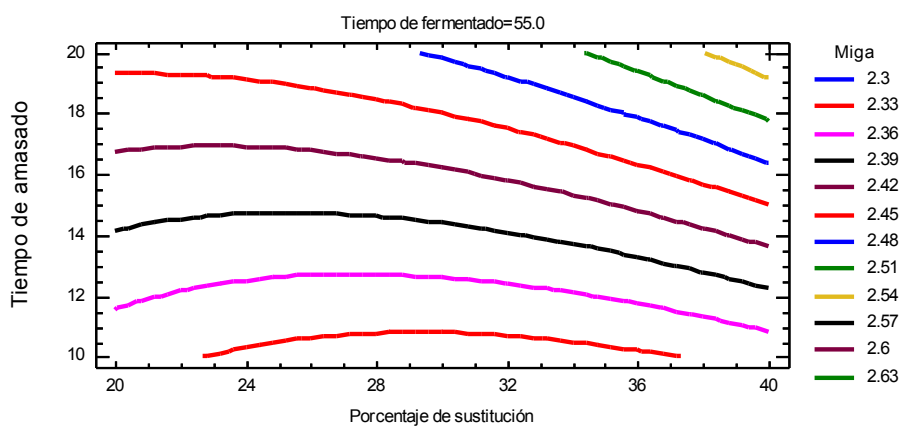


Figura 73. Superficie de respuesta para la miga del pan con papa.



Evaluación sensorial del sabor

Los datos originales de valoración del sabor del pan se tienen en el anexo 42 y los datos del ANVA de sabor del pan, se puede observar en el anexo cuadro 27, los cuales dan origen al cuadro 27 donde se aprecia que el valor óptimo es 2,24 que corresponde al calificativo de agradable para el tratamiento de 30% de sustitución, con un amasado de 20 minutos y un fermentado de 70 minutos.

Cuadro 27. Optimización de respuesta para maximizar el sabor del pan de papa con valor óptimo de 2,24

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20 ± 0.01	40 ± 0.112	30 ± 0.005
Tiempo de amasado	10 ± 0.015	20 ± 0.015	20 ± 0.005
Tiempo de fermentación	40 ± 0.112	70 ± 0.005	70 ± 0.005

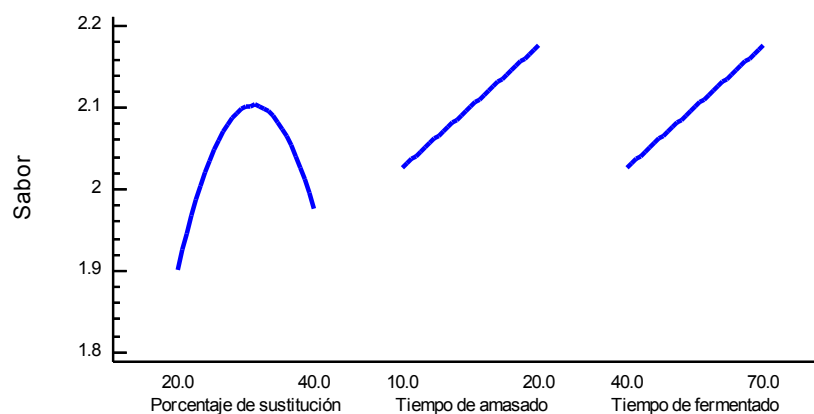


Figura 75. Efectos principales para el sabor del pan con papa.

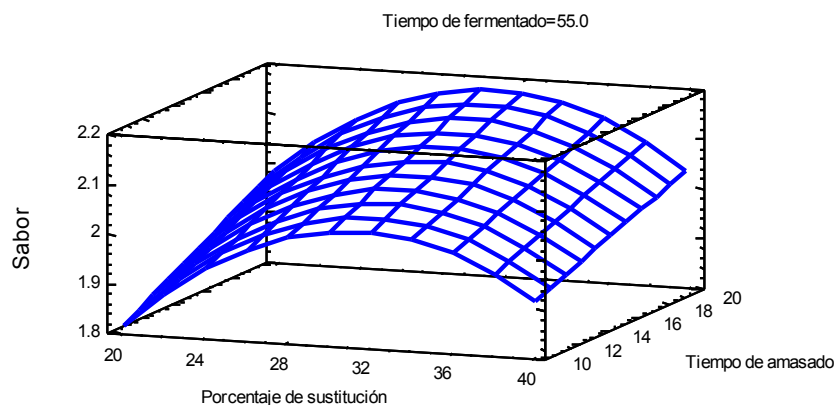


Figura 76. Superficie de respuesta para el sabor del pan con papa.

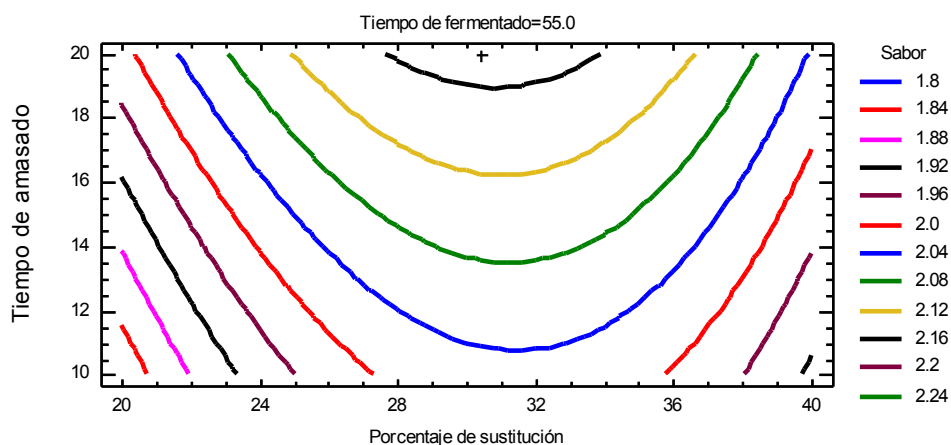


Figura 77. Contornos de la superficie de respuesta para el sabor del pan con papa.

En las figuras 75, 76 y 77 se observa claramente el punto óptimo del mejor tratamiento por lo tanto es válido lo que se indica en el cuadro 27.

Evaluación sensorial de la aceptabilidad

Los datos originales de valoración de la aceptabilidad del pan se tienen en el anexo 44 y los datos del ANVA de aceptabilidad del pan, se puede observar en el anexo 45.

Cuadro 28. Optimización de respuesta para maximizar la aceptabilidad del pan de papa con valor óptimo de 2,62

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Porcentaje de sustitución	20 ± 0.01	40 ± 0.01	30 ± 0.005
Tiempo de amasado	10 ± 0.18	20 ± 0.055	20 ± 0.005
Tiempo de fermentación	40 ± 0.005	70 ± 0.005	70 ± 0.005

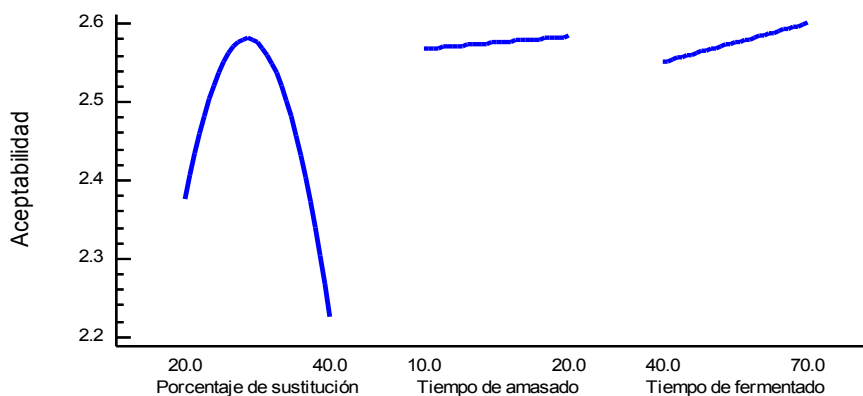


Figura 78. Efectos principales para la aceptabilidad del pan con papa.

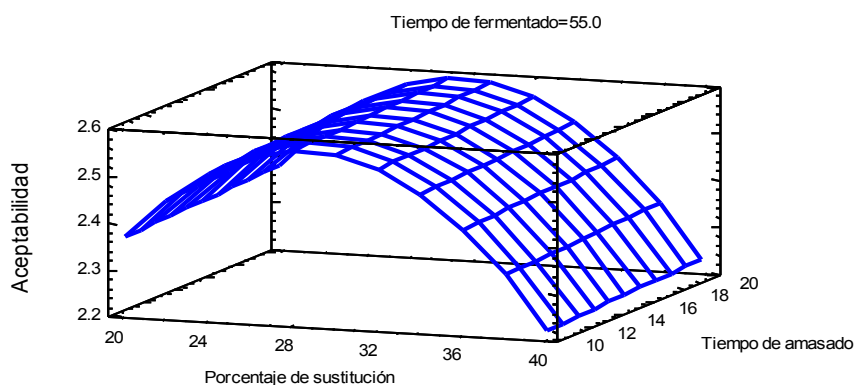


Figura 79. Superficie de respuesta para la aceptabilidad del pan con papa.

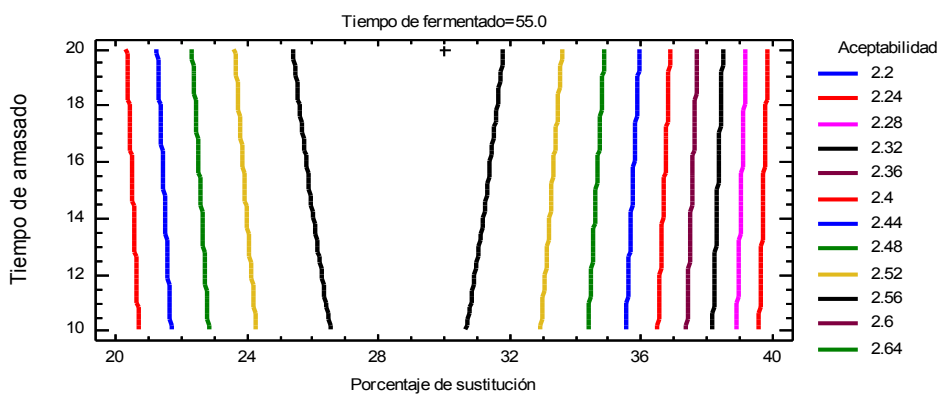


Figura 80. Contornos de la superficie de respuesta para la aceptabilidad del pan con papa.

En el cuadro 28 y las figuras 78, 79 y 80 se observa el punto óptimo del mejor tratamiento que corresponde a 30% de sustitución con un amasado de 20 minutos y un tiempo de 70 minutos de fermentación. Para culminar esta fase de la investigación diremos que el tratamiento que más se repitió como óptimo fue el de 30 % de sustitución de harina de trigo por masa de papa, amasado durante 20 minutos y fermentado por un tiempo de 70 minutos, cabe señalar que si sumamos el tiempo de fermentado desde la primera fermentación de 30 minutos más el reposado de 20 minutos donde continua la fermentación y la segunda fermentación de 70 minutos se tiene 120 minutos de fermentación es decir 2 horas, tal como indican los maestros panaderos.

d. Pruebas definitivas

i. Proceso productivo definitivo

En la figura 80 se tiene el flujograma definitivo para elaborar pan con sustitución parcial de harina de trigo por masa cocida de camote, cuyas operaciones estaremos describiendo a continuación.

1. Recepcionado

Recepcionamos la harina de trigo y las papas de la variedad súper chola, a estos se los cocina a ebullición, hasta que la cascara empiece a desprenderse o hasta que pueda penetrar con facilidad un tenedor o cuchillo. Se retira la papa, se coloca en un recipiente de acero inoxidable para convertirla en una masa homogénea. Recepcionamos también los ingredientes.

2. Pesado

Para el pesado se utilizó una balanza gramera y una vez receptada la materia prima, se pesaron los ingredientes en base al mejor tratamiento establecido en las pruebas preliminares que ilustramos en el cuadro 29

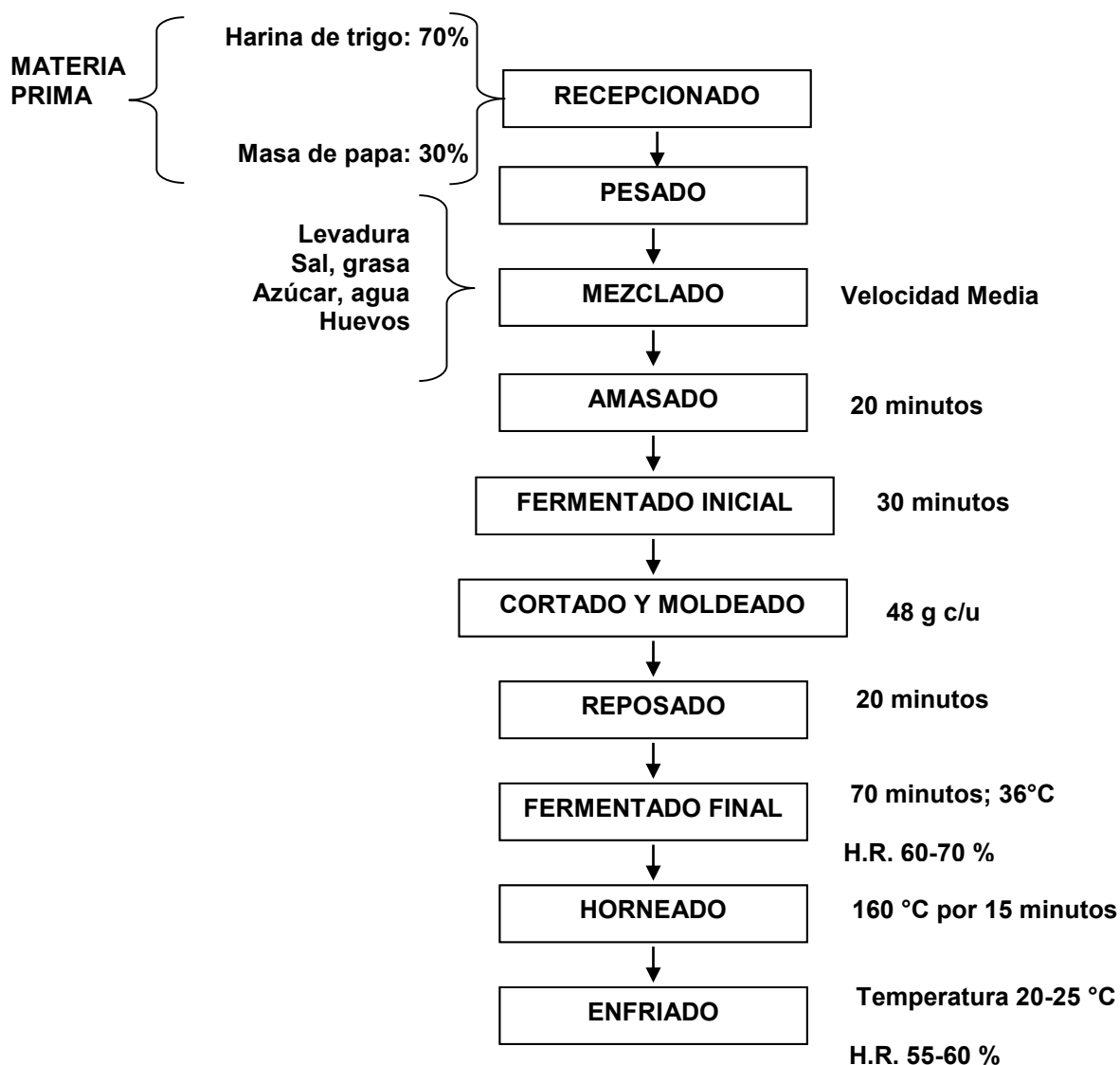


Figura 81. Flujograma definitivo para elaborar pan con sustitución de harina de trigo con masa cocida de papa.

Cuadro 29. Cantidad requerida de ingredientes para elaborar el pan con papa.

Ingredientes	Sustitución	
	30%	
	Harina	Masa cocida
	kg	
Harina o masa de papa	30.00	30.00
Harina de trigo	70.00	70.00
Azúcar	10.00	17.90
Grasa vegetal	10.00	6.98
Sal	1.50	1.46
Levadura	2.50	2.50
Mantequilla	2.00	1.22
Agua (Litros)	45.00	25.00
Huevo	9.56	9.56

3. Mezclado

En el recipiente de acero inoxidable de la mezcladora a una velocidad media, se procedió a colocar la masa de papa luego los ingredientes como son: azúcar, grasa vegetal, sal, levadura, mantequilla, Agua, huevo y finalmente la harina de trigo de acuerdo a los porcentajes establecidos en la investigación.

4. Amasado

Para esta operación se utilizó un amasador, para obtener una masa homogénea y de fácil manipulación, ya que el trabajo mecánico que realiza las paletas de la amasadora permite la absorción de agua por las

proteínas del gluten, desarrollando su elasticidad y extensibilidad. Este proceso se realizó en 20 minutos.

5. Fermentado inicial

La acción de retirar la masa de la amasadora se realizó manualmente evitando la adherencia con la adición de grasa, se retiró la masa y se colocó en la mesa de acero inoxidable, la cual estuvo previamente limpia y engrasada, dejando en reposo para permitir la primera fermentación. Para el control de temperatura de fermentación se utilizó un termómetro de masa, la temperatura óptima para el crecimiento y la reproducción de la levadura varía entre 26 °C y 30 °C por un tiempo de 30 minutos.

6. Cortado y moldeado

Transcurrida la fermentación inicial se procedió a pesar y moldear la masa en porciones de 48 g, esta operación se realizó mecánicamente. El boleado se realizó de forma manual. Luego se procedió a moldear dándoles la forma comercial del pan.

7. Reposado

Moldeado los panes se dejó en reposo por 20 minutos con la finalidad que las levaduras se adapten al sustrato y actúen con mayor actividad.

8. Fermentación Final

La fermentación se llevó a cabo después de que la masa se ha moldeado y reposado en las bandejas previamente engrasadas, luego se colocaron en coches y se trasladaron a la cámara de fermentación la cual está

a una temperatura de 35 y 38 °C, permitiendo así que la masa se esponje nuevamente, aquí se mantuvo por un tiempo de 70 minutos a una humedad relativa de 60-70%.

9. Horneado

El horneado es otra de las operaciones importantes de la elaboración del pan, por cuanto se logra cambios radicales en su color, suavidad, apariencia y su composición química, a efecto del tratamiento térmico. Este proceso consistió en colocar las latas con el pan moldeado al horno cuya temperatura fue de 338 °F (160 °C) por un lapso aproximado de 15 minutos.

10. Enfriado

Horneado el pan se saca las latas del horno, el pan empezará a envejecer por cuanto la corteza se hará dura y correosa, por lo que conviene asegurarse de que el pan sea enfriado cerca del horno por un tiempo aproximado de 15 minutos, pues el vapor que acompañara al pan caliente lo volverá pastoso si es que se aplica un cambio brusco de temperatura. El pan frío se colocó en fundas plásticas de celofán, en lugar fresco y ventilado para ser despachado inmediatamente después de su elaboración.

ii. Balance de materia y rendimiento

El rendimiento del producto final, se lo determinó a través del balance de materiales, en cada uno de las operaciones.

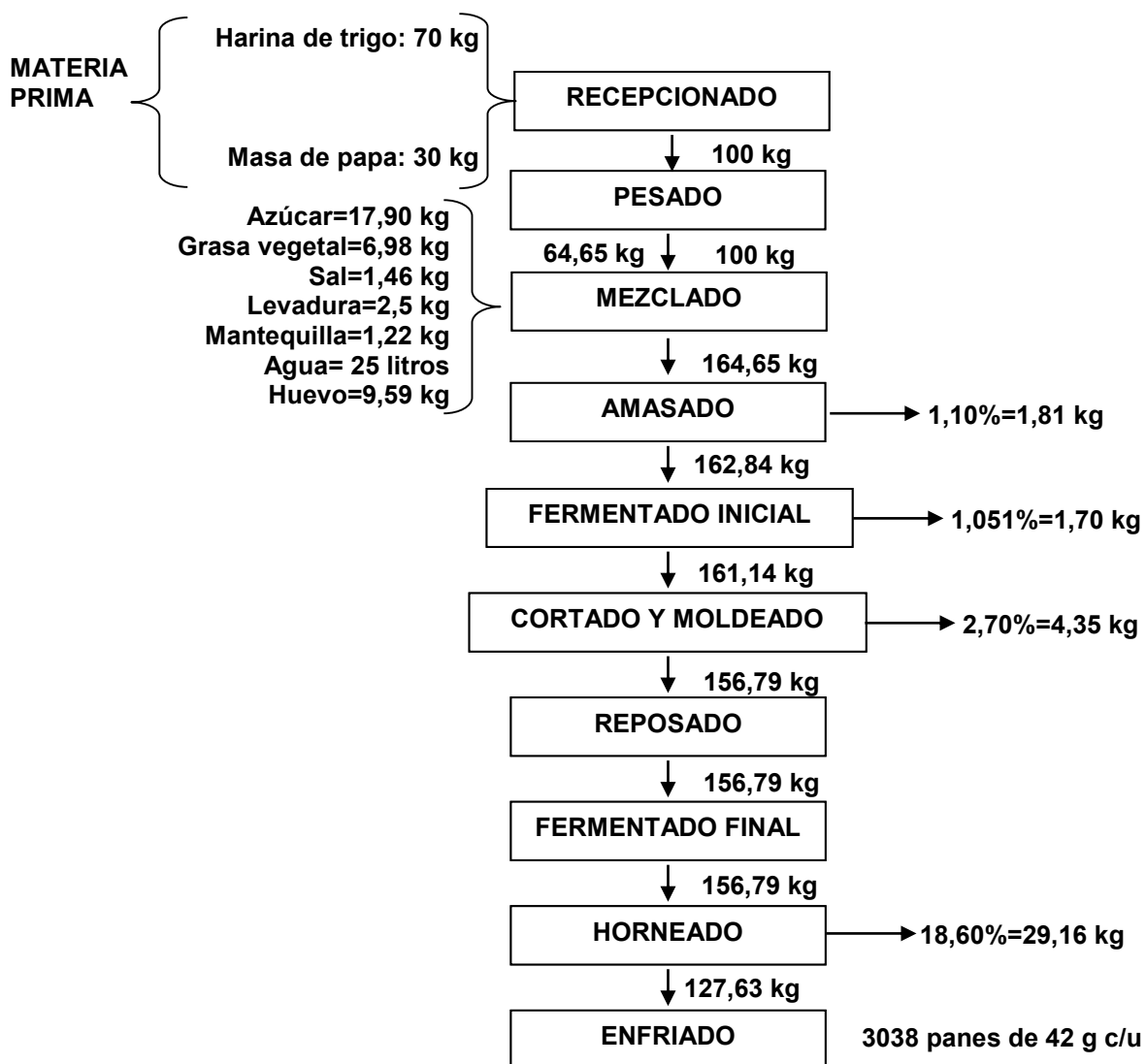


Figura 82. Balance de materia y rendimiento para elaborar pan con papa.

En la figura 82 se observa el balance de materiales para la elaboración del pan, teniendo un rendimiento de 127,63% que equivale al 77,52%; si hemos tomado inicialmente 70 kg de harina de trigo y 30 kg de masa cocida de papa entonces se podrá elaborar 3038 panes de 42 gramos cada uno de ellos.

iii. Análisis físico, químico y microbiológico del mejor tratamiento

En el cuadro 30 se tiene el análisis físico químico y microbiológico del mejor tratamiento.

Cuadro 30. Análisis físico, químico y microbiológico del pan con papa.

Parámetros Analizados	Métodos	Unidad	Resultados
Humedad	AOAC (1990)	%	23,85
Cenizas	AOAC (1990)	%	1,30
Proteína	AOAC (1990)	%	13,3
Carbohidratos	AOAC (1990)	%	61,37
Acidez (Ácido láctico)		%	0,18
Recuento estándar en placa		UFC/g	< 13
Recuento mohos		UPM/g	< 90
Recuento levaduras		UPL/g	< 120

4.3.4. Determinación de los costos de producción

Para determinar los costos de producción del pan a base de papa y harina de trigo se procedió a calcular el total de costo experimental para el mejor tratamiento, en el siguiente cuadro se aprecia los costos de las materias primas e insumos utilizados en la elaboración de pan.

Cuadro 31. Costos de producción del pan de papa a nivel experimental.

Materias primas e insumos	Costo experimental	
	Gramos	S/
Papa*	446,97	0,43
Harina de trigo	1042,92	2,29
Levadura	43,45	0,50
Sal	43,76	0,03
Azúcar	173,82	0,37
Grasas	347,64	1,96
Huevos	260,73	2,33
Agua	144,85	0,00
Total	2504,14	7,91

* Precio promedio del quintal de papa de segunda y tercera calidad se considera en S/ 33,25.

Según el balance de materiales tenemos 50 panes.

$7,91 \text{ sol} / 50 \text{ panes} = 0,1582 \text{ sol por cada pan.}$

Los gastos administrativos y otros se obtienen aplicando el 35 % más al precio por pan.

$$0,1582 \text{ sol} \times 35 \% = 0,05537 \text{ sol}$$

Luego, el costo bruto total es: $0,1582 \text{ sol} + 0,05537 \text{ sol} = 0,21357 \text{ sol}$ por pan.

Adicionalmente calculamos el porcentaje de utilidad que puede variar dependiendo del punto de vista de estrategia de mercado.

En nuestro caso utilizamos un margen de utilidad del 40%.

$$0,21357 \text{ sol} \times 40 \% = 0,085428 \text{ sol} + 0,21357 \text{ sol} = 0,298998 \text{ sol}$$

Precio de venta al público aproximado S/ 0,30.

V. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el análisis e interpretación de los resultados en esta investigación, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Se determinó que la masa de papa variedad “Super chola” con 30% de sustitución, fue el mejor tratamiento.
- Se determinó que con 20 minutos de amasado y 70 minutos de fermentación; se obtiene mejores resultados en la elaboración de pan yema.
- El pan de yema elaborado con 30% de masa de papa variedad “Super chola”; presentó mejores características; en cuanto a color, aroma, sabor consistencia, miga, humedad, fibra, azúcares reductores y proteína.
- Se determinó que el rendimiento del proceso fue de 77,52% y el precio de venta del pan yema fue S/ 0.30; considerando el mejor tratamiento.

VI. RECOMENDACIONES

La presente investigación permite establecer las siguientes recomendaciones:

- Incorporar aditivos con alto contenido proteico, como por ejemplo plasma de bovino o albúmina de huevo, en la mezcla de los panes, para aumentar el porcentaje de proteínas en los mismos y mejorar la textura.
- Realizar pruebas de panes con proporciones, de harina de trigo, masa de papa y otros productos naturales diferentes a las usadas en esta investigación.
- Incentivar la utilización de harinas sucedáneas en la industria panificadora mediante una transferencia de tecnología.
- Utilizar la sustitución de harina de trigo por harina o masa de papa para elaborar otros productos como fideos, galletas y pasteles

VII. ABSTRACT

This research aimed; determine the effect of potato flour and dough variety "Super chola" and "Perricholi" in the partial substitution of wheat flour for making bread yolk; in the process of making bread yolk.

This research aimed; determine the maximum level of substitution of flour and dough baked potato variety "Super chola" and "Perricholi" in the partial substitution of wheat flour as an alternative to making bread yolk. For the pilot phase of this study; a design was completely randomized with three factors A x B x C, with three replicates per treatment, with a total of 12 treatments and 36 experimental units, to determine the maximum level of substitution, time and time Masado fermented; evaluating the increase in volume, temperature change, weight, moisture, odor, color, consistency, taste and acceptability crumb; establishing that the best treatment was 30% substitution of dough cooked potato variety "Super chola", kneaded for 20 minutes and fermented for 70 minutes, with a total fermentation time of 120 minutes. The performance of the manufacturing process yolk bread is 77.52%, and the price of bread is S / 0.30, regardless of the exchange rate today.

Keywords: farinografía, surrogacy, egg bread, flour blends, color, smell, texture, taste, crumb, proteins, acceptability.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANDRADE, H. 2007. Requerimientos Cualitativos para la industrialización de la papa, INIAP. pp 21-2
- ANDALZÚA-MORALES, A. 2005. Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Segunda edición. Editorial Acribia. España. pp 67
- A.O.A.C; 1990. Oficial Metodos of Analisis. Asociación of oficial Agricultur Chemists 11av Edition USA.300 pàg.
- BENEDITTI, I. J. 2003. Como hacer mejor pan en menos tiempo y a menor costo. Great Planains Wheat. Inc. Tercera Edicion. 95p.
- BENNION, E. B. 1970. Fabricación de pan. Editorial Acribia. Zaragoza-España. 404p.
- CALAVERAS, J. 2006. Como hacer mejor pan a mejor costo. 3era Edicion 95pag.
- CERÓN, A.; HURTADO, A.; OSORIO, O.; Y BUCHELY, M. 2013. Estudio de la formulación de la harina de papa de la variedad parda pastusa (*Solanum tuberosum*) como sustituto parcial de la harina de trigo en panadería. Tesis Facultad Ingeniería Agroindustrial. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. 121p.

- COLLAZOS, C., P. L. WHITE., H. S. WHITE et al. 1975. La composición de los alimentos peruanos. Instituto de Nutrición. Minist. de Salud. Lima. 35 p.
- DE LA CRUZ Q. W. H. 2009. “Complementación proteica de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y suero en pan de molde y tiempo de vida útil”. Tesis para optar el grado de: Magíster Scientiae. ESCUELA DE POSTGRADO. ESPECIALIDAD EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. Lima – Perú.
- DE LA LLAVE, A. 2004. “Efecto de la adición de fibra soluble sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en un producto de panificación”. Tesis Licenciatura. Ingeniería de Alimentos. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. Págs: 29-30.
- DE SOUZA, E. 1989. Técnicas de la planificación Bogota. Thomas de Quincey editores Ltda, 274 p.
- FAO 1993. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1993. El maíz en la nutrición humana. Código FAO: 86 AGRIS S01
- HERNÁNDEZ B. D. et al. 1999. Obtención y caracterización de harinas compuestas de endospermo — germen de maíz y su uso en la preparación de arepas. Ciencia y tecnología de alimentos. Vol. 19. N°

02. Campinas - Brasil May/Aug. (En línea) Dirección URL: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-> consulta: 11/09/2009)
- LALLEMAND. 1996. "Enzimas en Harina". Revista Baking Update. Vol. 1. N°15. México D.F.- México. Disponible en <http://www.lallemandmexico.com/pdf/LBU-01-15.pdf>
- MOIRAGHI, M.; P.D. RIBOTTA, A. AGUIRRE, G. T. PÉREZ and A. E. LEÓN. 2005. "Study of hard wheat flour quality in cookie and sponge cake elaboration". Agriscientia XXII (2): 47-54
- MONTOYA, J. y ROMAN, G. 2010. Estudio de la incidencia de incorporación de masa de papa de variedad superchola (*Solanum tuberosum*) como sustituto parcial de harina de trigo (*Triticum spp*) en el proceso de elaboración de pan. Tesis presentada para la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador. pp 32
- PANERA Revista. 2009a. "La Industria Panificadora en Ecuador". N°13. Panera Ediciones S.A.C. Lima-Perú. Págs: 8-12.
- PANERA Revista. 2009b. "Ciencias Básicas de la Panificación: El rol de los pentosanos, del grupo thiol y de las grasas en harina- Características Reológicas de las masas". N°15. Panera Ediciones S.A.C. Lima-Perú. Págs: 34-36.
- PANTANELLI, A. 1996. Parámetros industriales de la calidad del trigo. [En línea]:(http://www.aaprotrigo.org/calidad%20panadera/parametros_industriales_calidad_trigo.htm,1996).

- PISCOYA, M. C. R. 2007. Formulación, elaboración y prueba de aceptabilidad de pan francés fortificado con Calcio en 2 concentraciones diferentes. UNMSM Lima – Perú. 123 pág.
- PYLER, E.J. 2003. Baking science & technology. Chicago. The bakers digest, 585p.
- RM N° 591 – 2008/ MINSA. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Lima – Perú.
- REYES R. M. B. 2009. “Determinación De Los Cambios Organolépticos Y La Disminución De Aditivos Empleando Masa Madre En La Formulación De Pan Artesanal Campestre”. Tesis de grado Previo a la obtención del Título de: INGENIERA EN ALIMENTOS. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil – Ecuador.
- REYNOSO ZELMIRA, LASTARRIA, SILVA (1994). “Panificación Básica”. Publicación N°01/94. Programación de investigación en alimento – UNA La Molina. Lima – Perú. pp 32.
- SINGH, S., RIAR, C. y SAXENA, D. 2008. Effect of incorporating sweetpotato flour to wheat flour on the quality characteristics of cookies. African Journal of Food Science. Vol (2). Institute of Engineering and Technology, Longowal, India. pp. 065-072
- SALTOS H., 1993. “Diseño Experimental”. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos”. UTA. Ambato–Ecuador, Pág. 55-60.

- TEJEROS, F. 2003. Asesoría técnica panadera. Editorial Acribia. Zaragoza-España. pp 29 – 38
- UREÑA, P. W. 2000. Análisis sensorial de alimentos. Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONCYTEC. Lima Perú.
- VASQUEZ, V. 1988. Mejoramiento Genético de la Papa. Ediciones AMARU. Lima. Perú. pp 54
- VILLACRES, E. BAUTISTA, C. 1996. Estudios de parámetros físico - químicos y funcionales en clones avanzados de papa y la relación con la aceptabilidad del consumo urbano. INIAP, pp 32.
- YAÑEZ E. et al. 1982. Enriquecimiento de pan con harina de soya. Archivos Latinoamericanos de Nutrición., v. 32, n. 2, p. 417-428

ANEXOS

Anexo 1. Guía instructiva para evaluar el Estudio de la incidencia de incorporación de harina y masa cocida de papa de dos variedades “Super chola” y “Pericholi” como sustituto parcial de la harina de trigo en el proceso de elaboración de pan.

Instrucciones: Lea y analice detenidamente cada una de las características organolépticas del pan descritas a continuación, para realizar las degustaciones del mismo.

Características organolépticas

COLOR: El color debe ser uniforme de dorado a ligeramente marrón, debe presentar una corteza de color uniforme, sin quemaduras, ni hollín u otras materias extrañas.

OLOR: El olor debe ser del pan recién horneado, fresco libre de olores extraños o rancios. Sin olor desagradable.

CONSISTENCIA: El migajón es húmedo y elástico, además debe existir una porosidad uniforme, no esponjosa ni desmenuzable.

MIGA: La miga debe tener alveolos uniformes, no desmigajarse.

SABOR: El sabor debe ser placentero, sin trazas de sabor agrio o levadura; es decir no debe ser amargo, ácido o con indicios de rancidez. Sin sabor desagradable.

ACEPTABILIDAD: Se valora de acuerdo a la aceptabilidad o preferencia del producto.

4. MIGA

ALTERNATIVAS	MUESTRAS												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	T
Alveolos uniforme													
Poco uniforme													
Nada uniforme													

5. SABOR

ALTERNATIVAS	MUESTRAS												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	T
Agradable													
Normal													
Característico													
Desagradable													

6. ACEPTABILIDAD

ALTERNATIVAS	MUESTRAS												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	T
Gusta mucho													
Gusta poco													
Desagrada													

OBSERVACIONES:.....

Anexo 2. Datos ranqueados de valoración de Olor del pan.

Tratamientos	Código	CATADORES										Σ Rangos	\bar{X} Rangos	R ²
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10			
T1	A1B1C1	8,0	7,0	4,5	6,0	7,0	6,0	6,0	6,0	9,5	6,5	66,5	6,65	4422,25
T2	A1B1C2	8,0	7,0	4,5	12,5	7,0	11,5	6,0	12,5	3,0	6,5	78,5	7,85	6162,25
T3	A1B2C1	8,0	7,0	4,5	6,0	7,0	6,0	6,0	6,0	9,5	6,5	66,5	6,65	4422,25
T4	A1B2C2	1,5	7,0	10,0	12,5	7,0	11,5	6,0	6,0	9,5	12,0	83,0	8,30	6889,00
T5	A2B1C1	8,0	7,0	1,5	6,0	7,0	11,5	6,0	6,0	9,5	6,5	69,0	6,90	4761,00
T6	A2B1C2	8,0	7,0	10,0	6,0	7,0	6,0	6,0	6,0	9,5	12,0	77,5	7,75	6006,25
T7	A2B2C1	8,0	7,0	10,0	6,0	7,0	6,0	6,0	6,0	3,0	12,0	71,0	7,10	5041,00
T8	A2B2C2	8,0	7,0	1,5	6,0	7,0	6,0	6,0	6,0	9,5	6,5	63,5	6,35	4032,25
T9	A3B1C1	8,0	7,0	10,0	6,0	7,0	6,0	12,5	6,0	9,5	6,5	78,5	7,85	6162,25
T10	A3B1C2	8,0	7,0	10,0	6,0	7,0	1,5	6,0	6,0	3,0	1,5	56,0	5,60	3136,00
T11	A3B2C1	8,0	7,0	10,0	6,0	7,0	6,0	6,0	6,0	3,0	6,5	65,5	6,55	4290,25
T12	A3B2C2	8,0	7,0	10,0	6,0	7,0	1,5	12,5	12,5	9,5	1,5	75,5	7,55	5700,25
T13	Testigo	1,5	7,0	4,5	6,0	7,0	11,5	6,0	6,0	3,0	6,5	59,0	5,90	3481,00
Σ Bloques		91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	910,00	---	64506,00

$$X^2_{\text{calculado}} = 5,314^{\text{NS}}$$

$$X^2_{0,05} = 21,026$$

$$X^2_{0,01} = 26,217$$

De la prueba de Friedman notamos que en la variable Olor no existe significación estadística lo que nos indica, que únicamente

existen pequeñas diferencias entre los tratamientos.

Anexo 3. Datos ranqueados de valoración de Color del pan.

Tratamientos	Código	CATADORES										Σ Rangos	\bar{X} Rango	R^2
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10			
T1	A1B1C1	2,0	2,0	1,0	2,0	10,0	9,5	9,0	2,5	10,5	3,0	51,5	5,15	2652,25
T2	A1B1C2	2,0	8,0	10,5	8,5	10,0	3,0	9,0	8,5	10,5	9,0	79,0	7,90	6241,00
T3	A1B2C1	8,5	8,0	4,5	8,5	3,5	3,0	9,0	8,5	10,5	9,0	73,0	7,30	5329,00
T4	A1B2C2	8,5	8,0	4,5	8,5	10,0	9,5	9,0	8,5	4,5	9,0	80,0	8,00	6400,00
T5	A2B1C1	8,5	8,0	4,5	2,0	10,0	9,5	2,5	2,5	4,5	9,0	61,0	6,10	3721,00
T6	A2B1C2	8,5	8,0	4,5	8,5	3,5	3,0	9,0	8,5	4,5	9,0	67,0	6,70	4489,00
T7	A2B2C1	8,5	8,0	10,5	8,5	3,5	9,5	9,0	8,5	10,5	1,0	77,5	7,75	6006,25
T8	A2B2C2	8,5	8,0	10,5	8,5	10,0	3,0	9,0	8,5	1,0	3,0	70,0	7,00	4900,00
T9	A3B1C1	8,5	8,0	4,5	8,5	3,5	9,5	9,0	8,5	10,5	9,0	79,5	7,95	6320,25
T10	A3B1C2	8,5	8,0	10,5	8,5	3,5	9,5	9,0	8,5	10,5	3,0	79,5	7,95	6320,25
T11	A3B2C1	8,5	8,0	10,5	8,5	3,5	9,5	2,5	8,5	4,5	9,0	73,0	7,30	5329,00
T12	A3B2C2	8,5	8,0	10,5	8,5	10,0	9,5	2,5	8,5	4,5	9,0	79,5	7,95	6320,25
T13	Testigo	2,0	1,0	4,5	2,0	10,0	3,0	2,5	1,0	4,5	9,0	39,5	3,95	1560,25
Σ Bloques		91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	910,00	----	65588,50

$$X^2_{\text{calculado}} = 12,452 \text{ NS}$$

$$X^2_{0,05} = 21,026$$

$$X^2_{0,01} = 26,217$$

De la prueba de Friedman notamos que en la variable Color no existe significación estadística lo que nos indica, que ú^r existen pequeñas diferencias entre los tratamiento.

Anexo 4. Datos ranqueados de valoración de Sabor del pan.

Tratamientos	Código	CATADORES										Σ Rangos	\bar{X} Rangos	R ²
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10			
T1	A1B1C1	12,5	9,0	10,0	9,5	2,0	6,5	9,5	4,0	2,5	10,0	75,5	7,55	5700,25
T2	A1B1C2	6,5	9,0	10,0	9,5	8,5	6,5	3,0	4,0	2,5	4,0	63,5	6,35	4032,25
T3	A1B2C1	6,5	2,5	10,0	9,5	8,5	11,5	3,0	4,0	9,0	10,0	74,5	7,45	5550,25
T4	A1B2C2	12,5	9,0	2,0	9,5	2,0	11,5	3,0	10,5	9,0	4,0	73,0	7,30	5329,00
T5	A2B1C1	6,5	9,0	10,0	9,5	8,5	11,5	9,5	10,5	9,0	10,0	94,0	9,40	8836,00
T6	A2B1C2	6,5	9,0	10,0	3,0	8,5	6,5	9,5	4,0	9,0	4,0	70,0	7,00	4900,00
T7	A2B2C1	6,5	9,0	10,0	9,5	8,5	6,5	9,5	10,5	2,5	4,0	76,5	7,65	5852,25
T8	A2B2C2	1,0	2,5	10,0	9,5	8,5	11,5	3,0	10,5	9,0	10,0	75,5	7,55	5700,25
T9	A3B1C1	6,5	9,0	5,0	3,0	8,5	2,0	9,5	10,5	9,0	10,0	73,0	7,30	5329,00
T10	A3B1C2	6,5	9,0	5,0	3,0	8,5	2,0	9,5	4,0	9,0	4,0	60,5	6,05	3660,25
T11	A3B2C1	6,5	2,5	2,0	9,5	8,5	6,5	9,5	4,0	9,0	1,0	59,0	5,90	3481,00
T12	A3B2C2	6,5	9,0	2,0	3,0	8,5	2,0	9,5	10,5	9,0	10,0	70,0	7,00	4900,00
T13	Testigo	6,5	2,5	5,0	3,0	2,0	6,5	3,0	4,0	2,5	10,0	45,0	4,50	2025,00
Σ Bloques		91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	910,00	-----	65295,50

$$X^2_{\text{calculado}} = 10,519^{\text{NS}}$$

$$X^2_{0,05} = 21,026$$

$$X^2_{0,01} = 26,217$$

De la prueba de Friedman notamos que en la variable Sabor no existe significación estadística lo que nos indica únicamente existen pequeñas diferencias entre los tratamientos.

Anexo 5. Datos ranqueados de valoración de Consistencia del pan.

Tratamientos	Código	CATADORES										Σ Rangos	\bar{X} Rangos	R ²
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10			
T1	A1B1C1	9,0	1,5	11,5	2,5	8,0	1,0	11,5	10,5	11,5	2,0	69,0	6,90	4761,00
T2	A1B1C2	2,5	10,5	11,5	2,5	8,0	9,5	11,5	10,5	6,0	11,5	84,0	8,40	7056,00
T3	A1B2C1	9,0	1,5	1,0	2,5	1,0	9,5	11,5	1,0	11,5	2,0	50,5	5,05	2550,25
T4	A1B2C2	2,5	10,5	11,5	2,5	8,0	9,5	11,5	10,5	6,0	2,0	74,5	7,45	5550,25
T5	A2B1C1	9,0	5,0	5,5	11,0	8,0	3,5	5,0	4,5	6,0	6,5	64,0	6,40	4096,00
T6	A2B1C2	2,5	10,5	5,5	6,5	8,0	3,5	5,0	4,5	6,0	6,5	58,5	5,85	3422,25
T7	A2B2C1	9,0	5,0	5,5	11,0	8,0	9,5	5,0	10,5	11,5	11,5	86,5	8,65	7482,25
T8	A2B2C2	2,5	5,0	5,5	11,0	8,0	9,5	5,0	10,5	6,0	6,5	69,5	6,95	4830,25
T9	A3B1C1	9,0	10,5	5,5	6,5	8,0	9,5	5,0	4,5	11,5	6,5	76,5	7,65	5852,25
T10	A3B1C2	9,0	5,0	5,5	6,5	8,0	3,5	5,0	10,5	6,0	6,5	65,5	6,55	4290,25
T11	A3B2C1	9,0	10,5	11,5	11,0	8,0	9,5	5,0	4,5	1,5	11,5	82,0	8,20	6724,00
T12	A3B2C2	9,0	10,5	5,5	11,0	8,0	9,5	5,0	4,5	1,5	6,5	71,0	7,10	5041,00
T13	Testigo	9,0	5,0	5,5	6,5	2,0	3,5	5,0	4,5	6,0	11,5	58,5	5,85	3422,25
Σ Bloques		91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	910,00	---	65078,00

$$X^2_{\text{calculado}} = 9,086^{\text{NS}}$$

$$X^2_{0,05} = 21,026$$

$$X^2_{0,01} = 26,217$$

De la prueba de Friedman notamos que en la variable Consistencia no existe significación estadística lo que nos indica que únicamente existen pequeñas diferencias entre los tratamientos.

Anexo 6. Datos ranqueados de valoración de Miga del pan.

Tratamientos	Código	CATADORES										Σ Rangos	\bar{X} Rangos	R ²
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10			
T1	A1B1C1	2,5	8,5	10,5	11,5	8,0	9,5	4,5	8,5	4,0	10,0	77,5	7,75	6006,25
T2	A1B1C2	9,0	8,5	4,0	6,0	8,0	9,5	11,0	8,5	4,0	10,0	78,5	7,85	6162,25
T3	A1B2C1	9,0	2,0	10,5	6,0	8,0	9,5	4,5	2,0	4,0	5,0	60,5	6,05	3660,25
T4	A1B2C2	2,5	8,5	4,0	6,0	1,5	3,0	4,5	8,5	10,0	10,0	58,5	5,85	3422,25
T5	A2B1C1	2,5	2,0	4,0	11,5	8,0	3,0	11,0	2,0	1,0	2,0	47,0	4,70	2209,00
T6	A2B1C2	2,5	8,5	4,0	6,0	8,0	3,0	4,5	8,5	10,0	2,0	57,0	5,70	3249,00
T7	A2B2C1	9,0	2,0	4,0	6,0	8,0	9,5	4,5	2,0	4,0	10,0	59,0	5,90	3481,00
T8	A2B2C2	9,0	8,5	4,0	6,0	8,0	9,5	4,5	8,5	4,0	10,0	72,0	7,20	5184,00
T9	A3B1C1	9,0	8,5	10,5	1,5	8,0	9,5	11,0	8,5	10,0	2,0	78,5	7,85	6162,25
T10	A3B1C2	9,0	8,5	4,0	1,5	8,0	9,5	11,0	8,5	10,0	5,0	75,0	7,50	5625,00
T11	A3B2C1	9,0	8,5	10,5	6,0	8,0	3,0	4,5	8,5	10,0	10,0	78,0	7,80	6084,00
T12	A3B2C2	9,0	8,5	10,5	11,5	1,5	3,0	11,0	8,5	10,0	5,0	78,5	7,85	6162,25
T13	Testigo	9,0	8,5	10,5	11,5	8,0	9,5	4,5	8,5	10,0	10,0	90,0	9,00	8100,00
Σ Bloques		91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	910,00	-----	65507,50

$$X^2_{\text{calculado}} = 11,918 \text{ NS}$$

$$X^2_{0,05} = 21,026$$

$$X^2_{0,01} = 26,217$$

De la prueba de Friedman notamos que en la variable Miga no existe significación estadística lo que únicamente existen pequeñas diferencias entre los tratamientos.

Anexo 7. Datos ranqueados de valoración de Aceptabilidad del pan.

Tratamientos	Código	CATADORES										Σ Rangos	\bar{X} Rangos	R ²
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10			
T1	A1B1C1	7,5	10,0	10,0	7,5	2,0	11,0	9,0	4,5	2,5	10,0	74,0	7,40	5476,00
T2	A1B1C2	7,5	10,0	10,0	1,5	8,5	11,0	2,5	4,5	2,5	4,0	62,0	6,20	3844,00
T3	A1B2C1	7,5	3,5	10,0	1,5	8,5	11,0	2,5	4,5	9,0	10,0	68,0	6,80	4624,00
T4	A1B2C2	7,5	10,0	2,0	7,5	2,0	11,0	2,5	11,0	9,0	4,0	66,5	6,65	4422,25
T5	A2B1C1	7,5	10,0	10,0	7,5	8,5	6,0	9,0	11,0	9,0	10,0	88,5	8,85	7832,25
T6	A2B1C2	7,5	10,0	10,0	7,5	8,5	6,0	9,0	4,5	9,0	4,0	76,0	7,60	5776,00
T7	A2B2C1	7,5	10,0	10,0	13,0	8,5	6,0	9,0	4,5	2,5	4,0	75,0	7,50	5625,00
T8	A2B2C2	7,5	3,5	10,0	7,5	8,5	11,0	9,0	4,5	9,0	10,0	80,5	8,05	6480,25
T9	A3B1C1	7,5	3,5	5,0	7,5	8,5	2,0	9,0	11,0	9,0	10,0	73,0	7,30	5329,00
T10	A3B1C2	7,5	10,0	5,0	7,5	8,5	2,0	9,0	4,5	9,0	4,0	67,0	6,70	4489,00
T11	A3B2C1	7,5	3,5	2,0	7,5	8,5	6,0	9,0	4,5	9,0	1,0	58,5	5,85	3422,25
T12	A3B2C2	7,5	3,5	2,0	7,5	8,5	2,0	9,0	11,0	9,0	10,0	70,0	7,00	4900,00
T13	Testigo	1,0	3,5	5,0	7,5	2,0	6,0	2,5	11,0	2,5	10,0	51,0	5,10	2601,00
Σ Bloques		91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	910,00	----	64821,00

$$X^2_{\text{calculado}} = 7,391^{\text{NS}}$$

$$X^2_{0,05} = 21,026$$

$$X^2_{0,01} = 26,217$$

De la prueba de Friedman notamos que en la variable Aceptabilidad no existe significación estadística lo que nos indica, que únicamente existen pequeñas diferencias entre los tratamientos.

Anexo 8. Análisis de Varianza para Olor

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Variedad de papa	0.0399169	1	0.0399169	0.33	0.5944
B: Tipo de sustitución	0.0833167	1	0.0833167	0.70	0.4508
C: Porcentaje de sustitución	1.25E-9	1	1.25E-9	0.00	0.9999
AB	0.0833167	1	0.0833167	0.70	0.4508
AC	0.0118503	1	0.0118503	0.10	0.7686
BC	0.00296065	1	0.00296065	0.02	0.8826
ABC	0.193304	1	0.193304	1.62	0.2725
Error total	0.4783	4	0.119575		
Total (corr.)	0.892965	11			

Anexo 9. Análisis de Varianza para Color de la corteza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Variedad de papa	0.0709941	1	0.0709941	0.98	0.3776
B: Tipo de sustitución	0.0315598	1	0.0315598	0.44	0.5447
C: Porcentaje de sustitución	0.00295681	1	0.00295681	0.04	0.8495
AB	0.0966249	1	0.0966249	1.34	0.3118
AC	0.0118272	1	0.0118272	0.16	0.7064
BC	0.0118272	1	0.0118272	0.16	0.7064
ABC	0.0631195	1	0.0631195	0.87	0.4028
Error total	0.288925	4	0.0722312		
Total (corr.)	0.577834	11			

Anexo 10. Análisis de Varianza para Sabor

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Variedad de papa	0.44379	1	0.44379	7.17	0.0553
B: Tipo de sustitución	0.0966428	1	0.0966428	1.56	0.2795
C: Porcentaje de sustitución	0.106514	1	0.106514	1.72	0.2598
AB	0.0492929	1	0.0492929	0.80	0.4226
AC	0.0118349	1	0.0118349	0.19	0.6845
BC	0.047355	1	0.047355	0.77	0.4311
ABC	0.0798683	1	0.0798683	1.29	0.3194
Error total	0.247531	4	0.0618827		
Total (corr.)	1.08283	11			

Anexo 11. Análisis de Varianza para Textura

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Variedad de papa	0.110957	1	0.110957	1.12	0.3504
B: Tipo de sustitución	0.217487	1	0.217487	2.19	0.2133
C: Porcentaje de sustitución	0.00665858	1	0.00665858	0.07	0.8086
AB	0.0399399	1	0.0399399	0.40	0.5607
AC	0.000741125	1	0.000741125	0.01	0.9354
BC	0.00665858	1	0.00665858	0.07	0.8086
ABC	0.207353	1	0.207353	2.08	0.2223
Error total	0.397829	4	0.0994572		
Total (corr.)	0.987624	11			

Anexo 12. Análisis de Varianza para Aceptabilidad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Variedad de papa	0.110957	1	0.110957	1.85	0.2456
B: Tipo de sustitución	0.142463	1	0.142463	2.37	0.1983
C: Porcentaje de sustitución	0.0184896	1	0.0184896	0.31	0.6085
AB	0.0241472	1	0.0241472	0.40	0.5604
AC	0.00665858	1	0.00665858	0.11	0.7559
BC	0.0599272	1	0.0599272	1.00	0.3743
ABC	0.207316	1	0.207316	3.45	0.1367
Error total	0.240177	4	0.0600443		
Total (corr.)	0.810136	11			

Anexo 13. Datos del incremento de volumen (ml) al inicio de la fermentación.

Tratamientos	Código	Repeticiones			Σ Trat.	\bar{x}
		I	II	III		
T1	P1A1F1	21.50	20.00	19.50	61.00	20.33
T2	P1A1F2	20.00	21.00	20.00	61.00	20.33
T3	P1A2F1	19.00	21.50	20.00	60.50	20.17
T4	P1A2F2	20.50	20.00	20.00	60.50	20.17
T5	P2A1F1	19.50	20.50	21.50	61.50	20.50
T6	P2A1F2	21.00	20.50	20.00	61.50	20.50
T7	P2A2F1	19.00	21.00	20.00	60.00	20.00
T8	P2A2F2	20.50	21.00	20.00	61.50	20.50
T9	P3A1F1	21.50	20.00	19.50	61.00	20.33
T10	P3A1F2	20.00	19.00	21.00	60.00	20.00
T11	P3A2F1	21.00	19.50	20.00	60.50	20.17
T12	P3A2F2	19.00	20.00	21.00	60.00	20.00

Anexo 14. Análisis del incremento de volumen (ml) al inicio de la fermentación.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Porcentaje de sustitución	0.03125	1	0.03125	0.91	0.3945
B: Tiempo de amasado	0.0800333	1	0.0800333	2.33	0.2019
C: Tiempo de fermentado	0.0	1	0.0	0.00	1.0000
AB	0.09375	1	0.09375	2.72	0.1741
AC	0.0032	1	0.0032	0.09	0.7756
BC	0.03125	1	0.03125	0.91	0.3945
ABC	0.0363	1	0.0363	1.06	0.3624
Error total	0.137617	4	0.0344042		
Total (corr.)	0.4134	11			

Anexo 15. Datos obtenidos del incremento de volumen (ml) a los 30 minutos de fermentación.

Tratamientos	Código	Repeticiones			Σ Trat.	X
		I	II	III		
T1	P1A1F1	23.00	23.50	22.00	68.50	22.83
T2	P1A1F2	24.00	23.00	25.00	72.00	24.00
T3	P1A2F1	25.00	24.00	26.00	75.00	25.00
T4	P1A2F2	24.00	23.00	23.00	70.00	23.33
T5	P2A1F1	23.00	21.00	22.00	66.00	22.00
T6	P2A1F2	22.00	22.00	21.00	65.00	21.67
T7	P2A2F1	24.00	24.00	23.00	71.00	23.67
T8	P2A2F2	28.50	28.00	29.00	85.50	28.50
T9	P3A1F1	27.00	28.00	27.00	82.00	27.33
T10	P3A1F2	24.00	25.50	25.00	74.50	24.83
T11	P3A2F1	23.00	22.50	23.00	68.50	22.83
T12	P3A2F2	22.00	22.50	23.00	67.50	22.50

Anexo 16. Análisis de la varianza para el incremento de volumen (ml) a los 30 minutos de la fermentación.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Porcentaje de sustitución	0.678612	1	0.678612	0.08	0.7952
B:Tiempo de amasado	0.837408	1	0.837408	0.09	0.7734
C:Tiempo de fermentación	0.114075	1	0.114075	0.01	0.9149
AB	0.0392042	1	0.0392042	0.00	0.9500
AC	8.67361	1	8.67361	0.98	0.3775
BC	0.678612	1	0.678612	0.08	0.7952
ABC	1.68001	1	1.68001	0.19	0.6850
Error total	35.2808	4	8.82019		
Total (corr.)	47.9823	11			

Anexo 17. Datos obtenidos del incremento de volumen (ml) a los 60 minutos de la fermentación.

Tratamientos	Código	Repeticiones			Σ Trat.	X
		I	II	III		
T1	P1A1F1	26.00	27.00	28.00	81.00	27.00
T2	P1A1F2	28.00	27.00	28.00	83.00	27.67
T3	P1A2F1	26.00	27.00	28.00	81.00	27.00
T4	P1A2F2	28.00	29.00	28.50	85.50	28.50
T5	P2A1F1	25.00	26.00	26.00	77.00	25.67
T6	P2A1F2	26.00	24.00	25.00	75.00	25.00
T7	P2A2F1	25.00	27.00	26.00	78.00	26.00
T8	P2A2F2	32.00	31.50	32.00	95.50	31.83
T9	P3A1F1	30.00	30.00	28.00	88.00	29.33
T10	P3A1F2	29.00	28.50	29.00	86.50	28.83
T11	P3A2F1	28.00	29.50	27.00	84.50	28.17
T12	P3A2F2	26.00	25.00	25.00	76.00	25.33

Anexo 18. Análisis de la varianza para el incremento de volumen (ml) a los 60 minutos de la fermentación.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Porcentaje de sustitución	0.277512	1	0.277512	0.04	0.8551
B:Tiempo de amasado	0.924075	1	0.924075	0.13	0.7402
C:Tiempo de fermentación	1.32667	1	1.32667	0.18	0.6921
AB	0.972038	1	0.972038	0.13	0.7339
AC	3.76751	1	3.76751	0.52	0.5126
BC	3.79501	1	3.79501	0.52	0.5112
ABC	2.07501	1	2.07501	0.28	0.6225
Error total	29.2554	4	7.31385		
Total (corr.)	42.3932	11			

Anexo 19. Datos obtenidos del incremento de volumen (ml) al final de la fermentación.

Tratamientos	Código	Repeticiones			Σ Trat.	X
		I	II	III		
T1	P1A1F1	30.50	31.00	30.00	91.50	30.50
T2	P1A1F2	29.00	30.00	30.50	89.50	29.83
T3	P1A2F1	27.00	28.00	29.00	84.00	28.00
T4	P1A2F2	28.00	29.00	27.00	84.00	28.00
T5	P2A1F1	28.00	29.00	27.00	84.00	28.00
T6	P2A1F2	27.00	26.00	26.50	79.50	26.50
T7	P2A2F1	30.00	30.50	31.00	91.50	30.50
T8	P2A2F2	38.00	36.00	37.00	111.00	37.00
T9	P3A1F1	35.00	33.00	34.00	102.00	34.00
T10	P3A1F2	36.00	34.00	35.00	105.00	35.00
T11	P3A2F1	34.00	33.00	34.00	101.00	33.67
T12	P3A2F2	33.00	32.00	34.00	99.00	33.00

Anexo 20. Análisis de la varianza para el incremento de volumen (ml) al final de la fermentación.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Porcentaje de sustitución	0.78125	1	0.78125	0.20	0.6765
B:Tiempo de amasado	2.66963	1	2.66963	0.69	0.4530
C:Tiempo de fermentado	87.1563	1	87.1563	22.51	0.0090
AB	5.51042	1	5.51042	1.42	0.2988
AC	2.53125	1	2.53125	0.65	0.4641
BC	3.78125	1	3.78125	0.98	0.3789
ABC	3.0	1	3.0	0.77	0.4284
Error total	15.4844	4	3.87109		
Total (corr.)	120.914	11			

Anexo 21. Datos obtenidos de Temperatura (°C) al inicio de la fermentación.

Tratamientos	Código	Repeticiones			Σ Trat.	X
		I	II	III		
T1	P1A1F1	29.80	29.60	29.70	89.10	29.70
T2	P1A1F2	29.00	29,89	29,90	29.00	29.00
T3	P1A2F1	29.90	30.50	28.00	88.40	29.47
T4	P1A2F2	29.00	30.00	30.00	89.00	29.67
T5	P2A1F1	30.00	29.00	29.00	88.00	29.33
T6	P2A1F2	28.00	29.00	27.00	84.00	28.00
T7	P2A2F1	29.00	28.00	29.00	86.00	28.67
T8	P2A2F2	30.00	30.00	28.00	88.00	29.33
T9	P3A1F1	29.80	28.90	29.80	88.50	29.50
T10	P3A1F2	28.90	29.00	29.80	87.70	29.23
T11	P3A2F1	28.90	29.00	29.00	86.90	28.97
T12	P3A2F2	29.00	27.00	28.00	84.00	28.00

Anexo 22. Análisis de la varianza para la variable Temperatura (°C) al inicio de la fermentación.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Porcentaje de sustitución	0.57245	1	0.57245	1.88	0.2420
B:Tiempo de amasado	0.0352083	1	0.0352083	0.12	0.7508
C:Tiempo de Fermentación	0.484008	1	0.484008	1.59	0.2757
AB	0.3456	1	0.3456	1.14	0.3465
AC	0.605	1	0.605	1.99	0.2313
BC	0.06845	1	0.06845	0.23	0.6600
ABC	0.399675	1	0.399675	1.31	0.3156
Error total	1.21683	4	0.304208		
Total (corr.)	3.72722	11			

Anexo 23. Datos obtenidos del incremento de Temperatura (°C) a los 30 minutos de la fermentación.

Tratamientos	Código	Repeticiones			Σ Trat.	X
		I	II	III		
T1	P1A1F1	26.00	25.00	26.00	77.00	25.67
T2	P1A1F2	27.00	26.00	26.00	79.00	26.33
T3	P1A2F1	25.00	26.00	26.00	77.00	25.67
T4	P1A2F2	26.00	25.00	25.00	76.00	25.33
T5	P2A1F1	27.00	26.00	24.00	77.00	25.67
T6	P2A1F2	25.00	25.00	27.00	77.00	25.67
T7	P2A2F1	24.00	26.00	25.00	75.00	25.00
T8	P2A2F2	27.00	26.00	27.00	80.00	26.67
T9	P3A1F1	25.50	25.50	26.00	77.00	25.67
T10	P3A1F2	24.00	25.00	26.00	75.00	25.00
T11	P3A2F1	25.20	25.50	26.00	76.70	25.57
T12	P3A2F2	24.80	25.00	26.00	75.80	25.27

Anexo 24. Análisis de la varianza para el incremento de temperatura (°C) a los 30 minutos de la fermentación.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Porcentaje de sustitución	0.277512	1	0.277512	0.67	0.4578
B: Tiempo de amasado	0.0208333	1	0.0208333	0.05	0.8331
C: Tiempo de Fermentación	0.0867	1	0.0867	0.21	0.6702
AB	0.0950042	1	0.0950042	0.23	0.6561
AC	0.171112	1	0.171112	0.42	0.5543
BC	0.208012	1	0.208012	0.51	0.5165
ABC	0.0901333	1	0.0901333	0.22	0.6642
Error total	1.64716	4	0.41179		
Total (corr.)	2.59647	11			

Anexo 25. Datos obtenidos del incremento de Temperatura (°C) a los 60 minutos de la fermentación.

Tratamientos	Código	Repeticiones			Σ Trat.	X
		I	II	III		
T1	P1A1F1	25.00	25.00	27.00	77.00	25.67
T2	P1A1F2	24.00	26.00	25.00	75.00	25.00
T3	P1A2F1	27.00	26.00	27.00	80.00	26.67
T4	P1A2F2	25.50	25.50	26.00	77.00	25.67
T5	P2A1F1	24.00	25.00	26.00	75.00	25.00
T6	P2A1F2	25.20	25.50	26.00	76.70	25.57
T7	P2A2F1	24.80	25.00	26.00	75.80	25.27
T8	P2A2F2	26.00	27.00	26.00	79.00	26.33
T9	P3A1F1	27.00	26.00	26.00	79.00	26.33
T10	P3A1F2	25.00	26.00	26.00	77.00	25.67
T11	P3A2F1	26.00	25.00	25.00	76.00	25.33
T12	P3A2F2	27.00	26.00	24.00	77.00	25.67

Anexo 26. Análisis de la varianza para la variable incremento de temperatura (°C) a los 60 minutos de la fermentación.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Porcentaje de sustitución	0.0000125	1	0.0000125	0.00	0.9956
B:Tiempo de amasado	0.240833	1	0.240833	0.66	0.4614
C:Tiempo de Fermentación	0.0108	1	0.0108	0.03	0.8715
AB	0.116204	1	0.116204	0.32	0.6020
AC	0.891113	1	0.891113	2.45	0.1925
BC	0.227813	1	0.227813	0.63	0.4729
ABC	0.112133	1	0.112133	0.31	0.6082
Error total	1.45406	4	0.363515		
Total (corr.)	3.05297	11			

Anexo 27. Datos obtenidos del incremento de Temperatura (°C) al final de la fermentación.

Tratamientos	Código	Repeticiones			Σ Trat.	X
		I	II	III		
T1	P1A1F1	25.00	25.00	26.50	76.50	25.50
T2	P1A1F2	25.00	26.00	25.00	76.00	25.33
T3	P1A2F1	24.00	26.00	24.00	74.00	24.67
T4	P1A2F2	25.50	25.50	26.00	77.00	25.67
T5	P2A1F1	24.00	25.00	26.00	75.00	25.00
T6	P2A1F2	25.20	25.50	26.00	76.70	25.57
T7	P2A2F1	24.80	25.00	26.00	75.80	25.27
T8	P2A2F2	25.00	26.00	26.00	77.00	25.67
T9	P3A1F1	25.00	26.00	26.00	77.00	25.67
T10	P3A1F2	25.00	26.00	26.00	77.00	25.67
T11	P3A2F1	26.00	25.00	25.00	76.00	25.33
T12	P3A2F2	26.00	26.00	24.00	76.00	25.33

Anexo 28. Análisis de la varianza para el incremento de temperatura (°C) al final de la fermentación.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Porcentaje de sustitución	0.0861125	1	0.0861125	0.73	0.4400
B:Tiempo de amasado	0.0533333	1	0.0533333	0.45	0.5372
C:Tiempo de Fermentación	0.27	1	0.27	2.30	0.2039
AB	0.0009375	1	0.0009375	0.01	0.9331
AC	0.0045125	1	0.0045125	0.04	0.8541
BC	0.0861125	1	0.0861125	0.73	0.4400
ABC	0.0833333	1	0.0833333	0.71	0.4469
Error total	0.469458	4	0.117365		
Total (corr.)	1.0538	11			

Anexo 29. Datos obtenidos del peso final del pan (g).

Tratamientos	Código	Repeticiones			Σ Trat.	X
		I	II	III		
T1	P1A1F1	33.24	33.45	34.12	100.81	33.60
T2	P1A1F2	34.12	33.62	34.22	101.96	33.99
T3	P1A2F1	33.52	33.64	34.02	101.18	33.73
T4	P1A2F2	34.00	33.82	33.12	100.94	33.65
T5	P2A1F1	35.62	35.34	36.80	107.76	35.92
T6	P2A1F2	35.74	35.81	34.60	106.15	35.38
T7	P2A2F1	36.22	36.31	37.00	109.53	36.51
T8	P2A2F2	38.20	38.40	38.80	115.40	38.47
T9	P3A1F1	37.23	37.41	37.42	112.06	37.35
T10	P3A1F2	33.20	33.80	33.60	100.60	33.53
T11	P3A2F1	35.20	34.00	34.60	103.80	34.60
T12	P3A2F2	32.40	34.20	34.00	100.60	33.53

Anexo 30. Análisis de la varianza para el peso final del pan (g).

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Porcentaje de sustitución	2.0402	1	2.0402	0.98	0.3785
B:Tiempo de amasado	0.0432	1	0.0432	0.02	0.8925
C:Tiempo de fermentado	0.832133	1	0.832133	0.40	0.5618
AB	14.384	1	14.384	6.90	0.0584
AC	0.80645	1	0.80645	0.39	0.5676
BC	3.38	1	3.38	1.62	0.2718
ABC	1.90403	1	1.90403	0.91	0.3933
Error total	8.33593	4	2.08398		
Total (corr.)	31.726	11			

Anexo 31. Datos obtenidos del volumen del producto terminado (ml).

Tratamientos	Código	Repeticiones			Σ Trat.	X
		I	II	III		
T1	P1A1F1	162.52	162.54	162.84	487.90	162.63
T2	P1A1F2	200.10	201.42	202.13	603.65	201.22
T3	P1A2F1	160.25	161.28	159.98	481.51	160.50
T4	P1A2F2	210.32	210.54	212.84	633.70	211.23
T5	P2A1F1	198.54	198.23	197.89	594.66	198.22
T6	P2A1F2	196.56	197.12	196.87	590.55	196.85
T7	P2A2F1	176.42	176.52	176.45	529.39	176.46
T8	P2A2F2	233.16	234.22	234.15	701.53	233.84
T9	P3A1F1	205.74	204.23	204.52	614.49	204.83
T10	P3A1F2	203.12	204.12	203.56	610.80	203.60
T11	P3A2F1	190.12	190.56	189.90	570.58	190.19
T12	P3A2F2	198.23	197.35	199.24	594.82	198.27

Anexo 32. Análisis de la varianza para el volumen del producto terminado (ml).

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Porcentaje de sustitución	469.865	1	469.865	3.99	0.1165
B:Tiempo de amasado	0.821633	1	0.821633	0.01	0.9375
C:Tiempo de fermentado	1929.9	1	1929.9	16.38	0.0155
AB	255.258	1	255.258	2.17	0.2150
AC	96.9528	1	96.9528	0.82	0.4157
BC	850.163	1	850.163	7.22	0.0549
ABC	536.003	1	536.003	4.55	0.0999
Error total	471.306	4	117.827		
Total (corr.)	4610.27	11			

Anexo 33. Datos obtenidos del Porcentaje de Humedad del pan.

Tratamientos	Código	Repeticiones			Σ Trat.	X
		I	II	III		
T1	P1A1F1	21.72	21.81	21.85	65.38	21.79
T2	P1A1F2	20.80	20.78	20.68	62.26	20.75
T3	P1A2F1	21.32	21.34	21.35	64.01	21.34
T4	P1A2F2	20.14	20.22	20.13	60.49	20.16
T5	P2A1F1	21.09	21.14	21.12	63.35	21.12
T6	P2A1F2	20.92	20.84	20.80	62.56	20.85
T7	P2A2F1	21.02	21.12	20.87	63.01	21.00
T8	P2A2F2	22.40	21.80	21.54	65.74	21.91
T9	P3A1F1	21.46	21.25	21.56	64.27	21.42
T10	P3A1F2	20.17	21.74	20.81	62.72	20.91
T11	P3A2F1	21.13	21.41	21.28	63.82	21.27
T12	P3A2F2	20.16	20.42	20.38	60.96	20.32

Anexo 34. Análisis de la varianza para el Porcentaje de Humedad del pan.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Porcentaje de sustitución	0.0018	1	0.0018	0.00	0.9545
B:Tiempo de amasado	0.0588	1	0.0588	0.12	0.7462
C:Tiempo de fermentado	0.770133	1	0.770133	1.58	0.2777
AB	0.135	1	0.135	0.28	0.6269
AC	0.01125	1	0.01125	0.02	0.8867
BC	0.0722	1	0.0722	0.15	0.7203
ABC	0.03	1	0.03	0.06	0.8165
Error total	1.95462	4	0.488654		
Total (corr.)	3.0338	11			

Anexo 35. Datos originales de la variación de color del pan

Tratamientos	Código	Catadores										Σ	X
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10		
T1	P1A1F1	3	2	1	2	1	2	3	2	3	2	21	2.1
T2	P1A1F2	2	3	3	3	3	1	1	3	3	3	25	2.5
T3	P1A2F1	3	3	2	1	2	1	3	3	1	3	22	2.2
T4	P1A2F2	3	3	2	3	3	2	1	3	2	3	25	2.5
T5	P2A1F1	3	3	2	2	1	2	2	2	2	3	22	2.2
T6	P2A1F2	3	3	2	1	2	1	2	2	2	2	20	2
T7	P2A2F1	3	2	3	2	2	2	1	3	3	1	22	2.2
T8	P2A2F2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	28	2.8
T9	P3A1F1	3	3	2	3	2	2	2	2	2	1	22	2.2
T10	P3A1F2	3	2	1	3	2	2	1	2	1	2	19	1.9
T11	P3A2F1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	3	19	1.9
T12	P3A2F2	3	1	3	2	1	2	1	1	2	2	18	1.8

Anexo 36. Análisis de la varianza para el color del pan.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Porcentaje de sustitución	0.28125	1	0.28125	4.23	0.1088
B:Tiempo de amasado	0.0208333	1	0.0208333	0.31	0.6054
C:Tiempo de fermentado	0.0408333	1	0.0408333	0.61	0.4769
AB	0.0704167	1	0.0704167	1.06	0.3615
AC	0.03125	1	0.03125	0.47	0.5306
BC	0.15125	1	0.15125	2.28	0.2059
ABC	0.0675	1	0.0675	1.02	0.3706
Error total	0.265833	4	0.0664583		
Total (corr.)	0.929167	11			

Anexo 37. Datos originales de la variación de Olor del pan

Tratamientos	Código	Catadores										Σ	X
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10		
T1	P1A1F1	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	23	2.3
T2	P1A1F2	3	2	2	3	3	3	2	3	2	2	25	2.5
T3	P1A2F1	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	23	2.3
T4	P1A2F2	2	2	1	3	3	3	2	2	1	3	22	2.2
T5	P2A1F1	3	2	1	2	3	3	2	2	3	2	23	2.3
T6	P2A1F2	3	2	3	2	3	2	2	2	3	3	25	2.5
T7	P2A2F1	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3	24	2.4
T8	P2A2F2	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	27	2.7
T9	P3A1F1	3	2	3	2	3	2	3	2	1	2	23	2.3
T10	P3A1F2	3	2	3	2	3	1	2	2	2	1	21	2.1
T11	P3A2F1	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	23	2.3
T12	P3A2F2	3	2	3	2	3	1	3	3	3	1	24	2.4

Anexo 38. Análisis de la varianza para el olor del pan.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Porcentaje de sustitución	0.005	1	0.005	0.19	0.6827
B:Tiempo de amasado	0.0075	1	0.0075	0.29	0.6186
C:Tiempo de fermentado	0.0208333	1	0.0208333	0.81	0.4199
AB	0.0816667	1	0.0816667	3.16	0.1500
AC	0.045	1	0.045	1.74	0.2574
BC	0.005	1	0.005	0.19	0.6827
ABC	0.000833333	1	0.000833333	0.03	0.8662
Error total	0.103333	4	0.0258333		
Total (corr.)	0.269167	11			

Anexo 39. Datos originales de la variación de Consistencia del pan

Tratamientos	Código	Catadores										Σ	X	
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10			
T1	P1A1F1	3	1	3	1	3	1	3	3	3	3	1	22	2.2
T2	P1A1F2	2	3	3	1	3	3	1	3	2	3		24	2.4
T3	P1A2F1	3	1	1	1	1	3	3	1	3	1		18	1.8
T4	P1A2F2	2	3	3	1	3	3	3	3	2	1		24	2.4
T5	P2A1F1	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2		23	2.3
T6	P2A1F2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2		22	2.2
T7	P2A2F1	3	2	2	3	1	3	2	3	3	3		25	2.5
T8	P2A2F2	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3		27	2.7
T9	P3A1F1	3	3	2	2	3	3	2	2	3	2		25	2.5
T10	P3A1F2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2		23	2.3
T11	P3A2F1	3	3	3	3	1	3	2	2	1	3		24	2.4
T12	P3A2F2	3	3	2	3	3	3	2	2	1	2		24	2.4

Anexo 40. Análisis de la varianza para la consistencia del pan.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Porcentaje de sustitución	0.08	1	0.08	2.18	0.2137
B:Tiempo de amasado	0.0075	1	0.0075	0.20	0.6745
C:Tiempo de fermentado	0.0408333	1	0.0408333	1.11	0.3508
AB	0.0416667	1	0.0416667	1.14	0.3465
AC	0.02	1	0.02	0.55	0.5012
BC	0.125	1	0.125	3.41	0.1386
ABC	0.0675	1	0.0675	1.84	0.2464
Error total	0.146667	4	0.0366667		
Total (corr.)	0.529167	11			

Anexo 41. Datos originales de la variación de Miga del pan

Tratamientos	Código	Catadores										Σ	X
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10		
T1	P1A1F1	2	3	3	3	3	1	2	3	2	3	25	2.5
T2	P1A1F2	3	1	2	2	1	3	3	3	2	3	23	2.3
T3	P1A2F1	3	2	3	2	3	3	2	2	2	2	24	2.4
T4	P1A2F2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	24	2.4
T5	P2A1F1	2	2	2	3	3	2	3	2	1	1	21	2.1
T6	P2A1F2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	1	23	2.3
T7	P2A2F1	3	2	2	2	3	3	2	2	2	3	24	2.4
T8	P2A2F2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	28	2.8
T9	P3A1F1	3	3	1	1	3	3	3	3	3	1	24	2.4
T10	P3A1F2	3	1	2	1	3	3	3	3	3	2	24	2.4
T11	P3A2F1	3	3	1	2	3	2	2	3	3	3	25	2.5
T12	P3A2F2	3	3	3	1	2	2	3	3	3	2	25	2.5

Anexo 42. Análisis de la varianza para la variación de la miga del pan.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Porcentaje de sustitución	0.005	1	0.005	0.12	0.7489
B:Tiempo de amasado	0.0833333	1	0.0833333	1.96	0.2340
C:Tiempo de fermentado	0.0133333	1	0.0133333	0.31	0.6053
AB	0.00166667	1	0.00166667	0.04	0.8527
AC	0.005	1	0.005	0.12	0.7489
BC	0.005	1	0.005	0.12	0.7489
ABC	0.0133333	1	0.0133333	0.31	0.6053
Error total	0.17	4	0.0425		
Total (corr.)	0.296667	11			

Anexo 43. Datos originales de la variación de Sabor del pan

Tratamientos	Código	Catadores										Σ	X
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10		
T1	P1A1F1	1	2	1	2	2	2	1	2	2	3	18	1.8
T2	P1A1F2	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	20	2
T3	P1A2F1	2	2	1	3	1	2	2	2	2	2	19	1.9
T4	P1A2F2	3	1	1	3	2	1	2	1	3	2	19	1.9
T5	P2A1F1	2	1	3	3	2	1	2	2	1	1	18	1.8
T6	P2A1F2	2	3	1	2	1	2	1	2	3	2	19	1.9
T7	P2A2F1	2	3	3	1	1	2	2	3	2	2	21	2.1
T8	P2A2F2	1	2	3	3	3	3	2	3	3	3	26	2.6
T9	P3A1F1	2	1	2	2	3	1	2	1	2	3	19	1.9
T10	P3A1F2	2	3	2	2	2	1	3	2	2	2	21	2.1
T11	P3A2F1	2	2	1	2	2	2	3	2	3	1	20	2
T12	P3A2F2	2	1	1	2	3	1	2	2	2	3	19	1.9

Anexo 44. Análisis de la varianza para la variación del sabor del pan.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Porcentaje de sustitución	0.01125	1	0.01125	0.16	0.7134
B:Tiempo de amasado	0.0675	1	0.0675	0.93	0.3886
C:Tiempo de fermentado	0.0675	1	0.0675	0.93	0.3886
AB	0.0704167	1	0.0704167	0.97	0.3795
AC	0.00125	1	0.00125	0.02	0.9017
BC	0.00125	1	0.00125	0.02	0.9017
ABC	0.000833333	1	0.000833333	0.01	0.9197
Error total	0.289167	4	0.0722917		
Total (corr.)	0.509167	11			

Anexo 45. Datos originales de la variación de Aceptabilidad del pan

Tratamientos	Código	Catadores										Σ	X
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10		
T1	P1A1F1	3	3	3	2	2	3	1	2	2	3	24	2.4
T2	P1A1F2	3	3	3	1	3	3	2	2	2	2	24	2.4
T3	P1A2F1	3	2	3	1	3	3	2	2	3	3	25	2.5
T4	P1A2F2	3	3	1	2	2	1	2	3	3	2	22	2.2
T5	P2A1F1	3	3	1	2	3	2	1	3	3	3	24	2.4
T6	P2A1F2	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	26	2.6
T7	P2A2F1	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	26	2.6
T8	P2A2F2	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	27	2.7
T9	P3A1F1	1	2	2	2	3	1	3	3	3	3	23	2.3
T10	P3A1F2	3	3	2	2	1	1	3	2	3	2	22	2.2
T11	P3A2F1	3	2	1	2	1	2	3	2	3	1	20	2
T12	P3A2F2	3	2	1	2	3	1	3	3	3	3	24	2.4

Anexo 46. Análisis de la varianza para la variación de la aceptabilidad del pan.

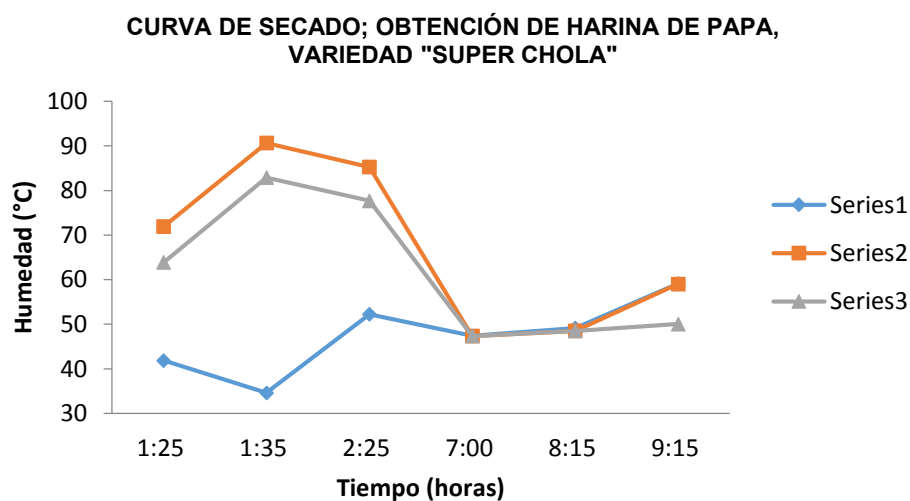
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Porcentaje de sustitución	0.045	1	0.045	1.40	0.3019
B:Tiempo de amasado	0.000833333	1	0.000833333	0.03	0.8798
C:Tiempo de fermentado	0.0075	1	0.0075	0.23	0.6540
AB	0.201667	1	0.201667	6.29	0.0663
AC	0.0	1	0.0	0.00	1.0000
BC	0.045	1	0.045	1.40	0.3019
ABC	0.000833333	1	0.000833333	0.03	0.8798
Error total	0.128333	4	0.0320833		
Total (corr.)	0.429167	11			

Anexos 47. Curva de secado; para la obtención de harina de papa de las dos variedades (“Super chola” y “Perricholi”) de papa.

Cuadro 32. Curva de secado; para la obtención de harina, papa variedad “Super chola”.

VARIEDAD	MUESTRA	TIEMPO (HORAS)	HUMEDAD (°C)		
			SERIES 1	SERIES 2	SERIES 3
“Super chola”	PLACA N1	01:25 p.m.	41.8434	71.8970	63.8802
	PLACA N6	01:35 p.m.	34.5952	90.6649	82.9060
	PLACA N10	02:25 p.m.	52.2427	85.2801	77.6910
	PLACA N1	07:00 a.m.	47.3741	47.3342	47.3341
	PLACA N6	08:15 a.m.	49.1367	48.5136	48.5023
	PLACA N10	09:15 a.m.	59.1405	59.0348	50.0467

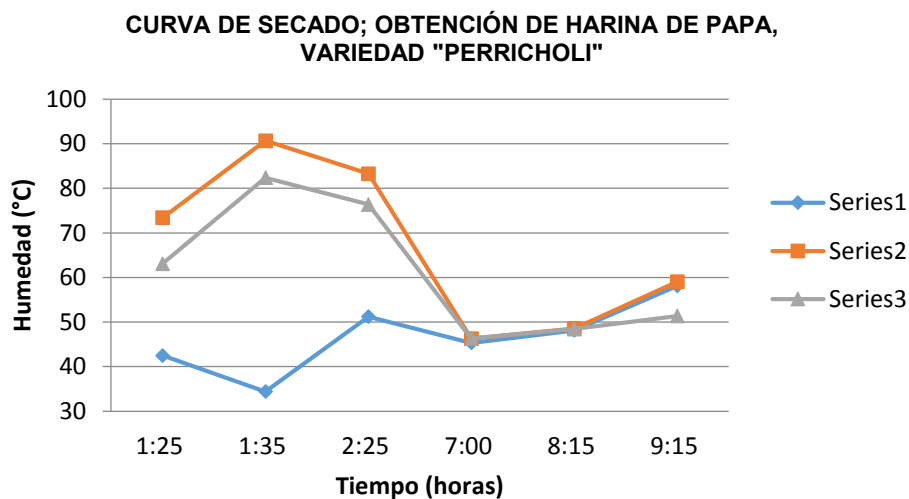
Fuente: Elaboración propia.



Cuadro 33. Curva de secado; para la obtención de harina, papa variedad "Perricholi".

VARIEDAD	MUESTRA	TIEMPO (HORAS)	HUMEDAD (°C)		
			SERIES 1	SERIES 2	SERIES 3
"Perricholi"	PLACA N1	01:25 p.m.	42.4782	73.3947	63.0932
	PLACA N6	01:35 p.m.	34.3901	90.6649	82.3904
	PLACA N10	02:25 p.m.	51.2027	83.2801	76.3920
	PLACA N1	07:00 a.m.	45.3231	46.3042	46.3341
	PLACA N6	08:15 a.m.	48.1267	48.5384	48.4536
	PLACA N10	09:15 a.m.	58.1005	59.0349	51.3474

Fuente: Elaboración propia.



Anexos 48. Panel fotográfico



Figura 83. Proceso de secado de la variedad (“Super chola” y “Perricholi”) de papa; en la cámara de ebullición.



Figura 84. Secado de la variedad (“Super chola” y “Perricholi”) de papa.



Figura 85. Molienda; para la obtención de harina de las variedades (“Super chola” y “Perricholi”) de papa.



Figura 86. Tamizado; para la obtención de harina de las variedades (“Super chola” y “Perricholi”) de papa.



Figura 87. Proceso para la prueba farinográficos de las variedades (“Super chola” y “Perricholi”) de papa.

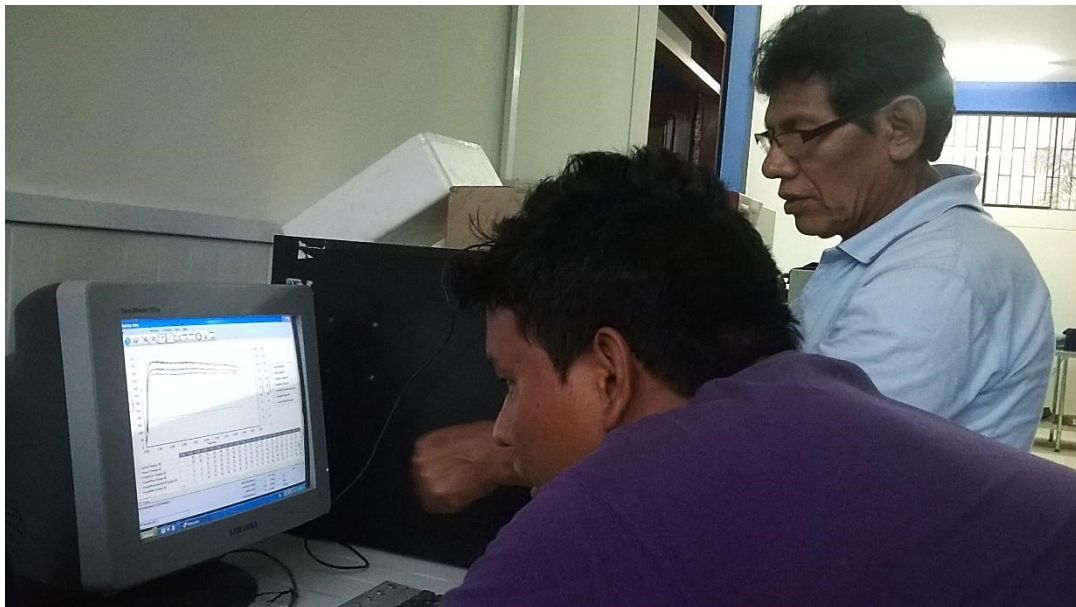


Figura 88. Interpretación de los resultados de las pruebas realizadas; para la obtención de la harina de las variedades (“Super chola” y “Perricholi”) de papa.



Figura 89. Ingredientes a utilizar; para la preparación del pan, de las variedades (“Super chola” y “Perricholi”) de papa.



Figura 90. Pesaje de los ingredientes a utilizar; para la preparación del pan, de las variedades (“Super chola” y “Perricholi”) de papa.



Figura 91. Mezcla de los ingredientes secos (sal, harina especial, levadura, azúcar rubia, manteca vegetal, leche en polvo, mejorador); para la preparación del pan, de las variedades (“Super chola” y “Perricholi”) de papa.



Figura 92. Incorporación de las variedades (“Super chola” y “Perricholi”) de papa a utilizar; de acuerdo al porcentaje de sustitución a realizar (20%; 30% y 40%). Formación del punto liga.



Figura 93. Colocación en los moldes de pan, para sacar diferentes formas de las variedades (“Super chola” y “Perricholi”) de papa a utilizar; de acuerdo al porcentaje de sustitución a realizar (20%; 30% y 40%).



Figura 94. Corte y moldeado de los diferentes tipos de masas; de acuerdo al porcentaje de sustitución a realizar (20%; 30% y 40%).



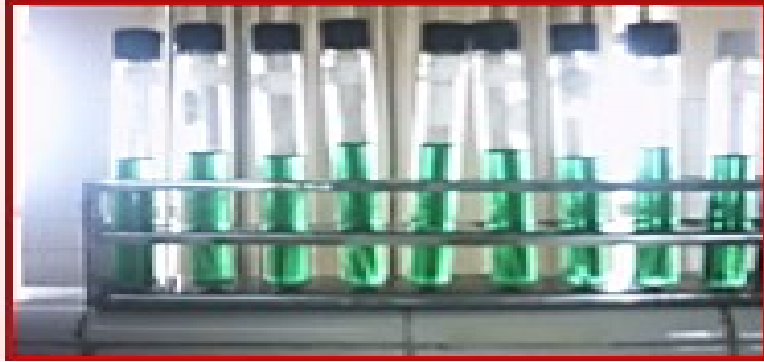
Figura 95. Fermentación de panes; de acuerdo al porcentaje de sustitución a realizar (20%; 30% y 40%), según las variedades (“Super chola” y “Perricholi”).



Figura 96. Horneado y enfriado de panes; de acuerdo al porcentaje de sustitución a realizar (20%; 30% y 40%), según las variedades (“Super chola” y “Perricholi”).



Figura 97. Prueba de aceptabilidad del pan; de acuerdo al porcentaje de sustitución (20%; 30% y 40%), según las variedades (“Super chola” y “Perricholi”).



Confirmación de coliformes fecales



Confirmación de *Escherichia coli*



Confirmación de mesófilos aerobios

Figura 98. Análisis microbiológico; de acuerdo al porcentaje de sustitución (20%; 30% y 40%), según las variedades (“Super chola” y “Perricholi”).