

UNIVERSIDAD JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

**“ELABORACIÓN DE FIDEOS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL
DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA
DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*)”**

TESIS

Presentada por:

Bach. ANA GABRIELA AFARAY CARAZAS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TACNA – PERÚ

2014

UNIVERSIDAD JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

TESIS


“ELABORACIÓN DE FIDEOS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL
DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA
DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*)”

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 22 DE MAYO DEL 2014,
ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

PRESIDENTE:


Dra. Liliana Lanchipa Bergamini

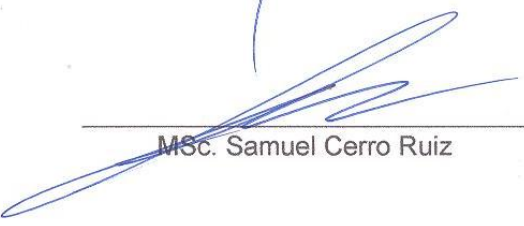
SECRETARIO:


MSc. Marcial Castillo Coñaña

VOCAL:


MSc. Rolando Céspedes Rossel

ASESOR:


MSc. Samuel Cerro Ruiz

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, fortaleza y ser mi guía para culminar el presente trabajo.

Dedicado a mis padres Joaquin y Sonia, por su apoyo incondicional, preocupación, tolerancia y respaldo en cada uno de los actos de mi vida, gracias a ustedes hoy puedo ver alcanzada una de mis metas.

A mis hermanos Helena, Walter y Diego por su apoyo y comprensión brindado en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento al Profesor MSc. Samuel Cerro Ruiz por su asesoramiento científico a la presente Tesis.

Mi especial reconocimiento al Prof. Alfredo Quispe Rivera Técnico del Laboratorio de Química Analítica por sus amicales consejos.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este trabajo de tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación y sistematización del problema	5
1.3. Delimitación de la investigación	5
1.4. Justificación	6
1.5. Limitaciones	6
CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS	
2.1. Objetivos	7
2.1.1. Objetivo general	7
2.1.2. Objetivos específicos	7
2.2. Hipótesis	8

2.3.	Variables	8
2.3.1.	Diagrama de variables	8
2.3.2.	Indicadores de variables	8
2.3.3.	Operacionalización de variables	9

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1.	Conceptos generales y definiciones	11
3.1.1.	La kiwicha	11
3.1.2.	El trigo	21
3.1.3.	Fideos o pastas alimenticias	26
3.2.	Enfoques teórico – técnico	29
3.2.1.	Aplicaciones de la kiwicha	29
3.2.2.	Obtención de la harina de kiwicha	31
3.2.3.	Características del trigo fideero	32
3.2.4.	Características de las pastas	33
3.2.5.	Normas de calidad de los fideos	36
3.2.6.	Clasificación de las pastas	37
3.2.7.	Materias primas para la elaboración de fideos	38
3.2.8.	Procesamiento de fideos	41
3.2.9.	El diseño de mezclas	50
3.3.	Marco referencial	52

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1.	Tipo de investigación	55
4.2.	Lugar de ejecución	55
4.3.	Población y muestra	55
4.4.	Técnicas aplicadas en la recolección de información	56
4.4.1.	Caracterización de la materia prima	56
4.4.2.	Procedimiento para la elaboración de fideos con sustitución	58
4.4.3.	Caracterización del producto final	63
4.4.4.	Estabilidad del producto final durante el almacenamiento	69
4.5.	Diseño de investigación	72
4.6.	Instrumentos de medición	74
4.6.1.	Materiales y equipos	74
4.6.2.	Reactivos y medios de cultivo	75
4.7.	Métodos estadísticos utilizados	77
4.7.1.	Diseño estadístico	77

CAPÍTULO V: TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1.	Caracterización de las harinas de trigo y kiwicha	79
5.1.1.	Análisis químico proximal	79
5.1.2.	Otros análisis químicos	83

5.1.3.	Análisis físicos	84
5.2.	Caracterización de otros insumos	87
5.2.1.	Análisis químico proximal	87
5.2.2.	Otros análisis químicos	88
5.2.3.	Análisis físicos	89
5.3.	Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de Kiwicha	90
5.3.1.	Formulación de fideos con sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de kiwicha	90
5.3.2.	Resultados del análisis reológico	90
5.4.	Elaboración de fideos	94
5.4.1.	Descripción del flujo	94
5.4.2.	Determinación del mejor tiempo de cocción	98
5.5.	Análisis de fideos con sustitución	102
5.5.1.	Análisis químico proximal	102
5.5.2.	Otros análisis químicos	105
5.5.3.	Pruebas de cocción de los fideos	107
5.5.4.	Análisis sensorial	110
5.5.5.	Determinación del tratamiento óptimo	114
5.6.	Análisis del producto final	118
5.6.1.	Análisis químico proximal	118
5.6.2.	Isoterma de adsorción	119

5.6.3. Análisis descriptivo cuantitativo (QDA)	122
5.7. Variación de las características del producto final durante el almacenamiento	125
5.7.1. Características fisicoquímicas	125
5.7.2. Contenido microbiano	133
5.7.3. Balance de masa y rendimiento	135
CONCLUSIONES	140
RECOMENDACIONES	142
BIBLIOGRAFÍA	143
ANEXOS	153

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Operacionalización de variables	9
Cuadro 2. Matriz de consistencia	10
Cuadro 3. Clasificación taxonómica de la kiwicha	17
Cuadro 4. Composición proximal del grano de amaranto	18
Cuadro 5. Contenido de minerales del grano de amaranto* (mg/g base seca)	19
Cuadro 6. Producción de kiwicha, 2006 – 2011	20
Cuadro 7. Producción de kiwicha, según departamento, 2011 (toneladas)	21
Cuadro 8. Composición del trigo duro y blando	24
Cuadro 9. Requisitos mínimos para pastas y fideos	36
Cuadro 10. Clasificación según granulometría de los productos obtenidos del trigo durum	39
Cuadro 11. Clasificación de la dureza del agua	40
Cuadro 12. Actividad de agua de soluciones saturadas	69
Cuadro 13. Análisis realizados durante el almacenamiento	70

Cuadro 14. Niveles codificados de las variables y sus valores reales .	78
Cuadro 15. Composición química de la harina de trigo y la harina de kiwicha	80
Cuadro 16. Otros análisis químicos realizados a la harina de trigo y harina de la kiwicha	83
Cuadro 17. Resultado de análisis granulométrico de la harina de kiwicha	85
Cuadro 18. Resultados promedio del análisis proximal para la sémola de trigo (por 100 g de muestra)	88
Cuadro 19. Otros análisis químicos realizados a la sémola de trigo	89
Cuadro 20. Resultado de análisis granulométrico de la harina de Kiwicha	90
Cuadro 21. Resultados de los farinogramas realizados a las mezclas con 0; 5; 10 y 15 % de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha	91
Cuadro 22. Puntajes obtenidos en los tratamientos para la evaluación de la textura durante la determinación del mejor tiempo de cocción de los fideos	99
Cuadro 23. Composición química proximal de los fideos con Sustitución	103
Cuadro 24. Otros análisis químicos realizados a los fideos	106

Cuadro 25. Resultados de la prueba de cocción realizada a los fideos con sustitución	108
Cuadro 26. Calificaciones promedio de los fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha utilizando escala hedónica	111
Cuadro 27. Visualización de resultados para maximizar calidad total en los fideos cortos	114
Cuadro 28. Resultados optimizados para la elaboración de fideos Cortos	116
Cuadro 29. Composición química de los fideos cortos optimizados ..	118
Cuadro 30. Valores de actividad de agua (a_w) y humedad de equilibrio (M) a temperatura de 25 °C	119
Cuadro 31. Promedios de evaluaciones sensoriales realizadas al fideo corto optimizado y fideo corto comercial	123
Cuadro 32. Variación del índice de peróxidos del producto final durante el almacenamiento	129
Cuadro 33. Análisis microbiológico del fideo seleccionado, a las 24 hr y 60 días de almacenamiento	135
Cuadro 34. Calificaciones promedio de los fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha por el método del Q.D.A.	175

Cuadro 35. Resultados del análisis sensorial de los fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha por el método del Q.D.A.	178
Cuadro 36. Representación gráfica de la prueba de comparaciones múltiples para la determinación del mejor tiempo de cocción en los fideos con sustitución de 0%, 5%, 10% y 15%	180

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Corte longitudinal de un grano de amaranto (<i>A. cruentus</i>)	15
Figura 2. Importación de trigo 2013, % CIF	26
Figura 3. Flujograma para la obtención de harina de kiwicha	31
Figura 4. Región experimental para un diseño de mezclas	51
Figura 5. Flujo de operaciones para la elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha	59
Figura 6. Diseño experimental para la elaboración de fideos con sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de kiwicha	73
Figura 7. Gráfico de trazas para calidad total	116
Figura 8. Superficie de respuesta estimada, calidad total	117
Figura 9. Isoterma de adsorción del fideo con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha	120
Figura 10. Gráfica de la ecuación del B.E.T.	121

Figura 11. Perfiles color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad general para el fideo optimizado y fideo comercial	125
Figura 12. Variación de la humedad del producto final durante el almacenamiento (76 % H.R., 24 °C)	126
Figura 13. Variación del pH del producto final durante el almacenamiento (76 % H.R., 24 °C)	127
Figura 14. Variación de la acidez titulable del producto final durante el almacenamiento (76 % H.R., 24 °C)	128
Figura 15. Variación de la pérdida de sólidos totales en el agua de cocción del producto final durante el almacenamiento (76 % H.R., 24 °C)	131
Figura 16. Variación del incremento del peso en el producto final durante el almacenamiento (76 % H.R., 24 °C)	132
Figura 17. Variación de volumen del producto final, durante el almacenamiento (76% H.R., 24°C)	133
Figura 18. Balance de masa para la elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha	138
Figura 19. Flujo definitivo de procesamiento para la elaboración de fideos	139
Figura 20. Perfiles color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad general	177

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Granulometría	154
Anexo 2. Método farinográfico	157
Anexo 3. Ficha para la evaluación sensorial de los fideos cocidos – Prueba de ordenación	165
Anexo 4. Ficha para la evaluación sensorial de los fideos elaborados con sustitución – Escala hedónica	164
Anexo 5. Formato del análisis sensorial por Análisis Descriptivo Cuantitativo Q.D.A.	165
Anexo 6. Normas legales - El peruano: fideos	167
Anexo 7. Calidad de harinas según usos industriales	169
Anexo 8. Farinogramas de la sustitución 0 % (O) y de la sustitución de 5 % de harina de trigo por harina de kiwicha (A)	171
Anexo 9. Farinogramas de la sustitución 10%(B) y de la sustitución de 15 % de harina de trigo por harina de kiwicha (C)	172
Anexo 10. Evaluación sensorial del atributo textura para la determinación del mejor tiempo de cocción en los fideos	

	con sustitución de 5 %, 10 % y 15 %	173
Anexo 11.	Representación gráfica de la prueba de Tukey para la determinación del mejor tiempo de cocción en los fideos con sustitución de 5 %, 10 % y 15 %	174
Anexo 12.	Análisis sensorial por Q.D.A. para los fideos con Sustitución	175
Anexo 13.	Calificación de los fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha en los diferentes niveles de sustitución	182
Anexo 14.	Análisis de varianza (ANVA) de la evaluación sensorial de los fideos con niveles de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha	183
Anexo 15.	Representación gráfica de la prueba de Tukey para la determinación del mejor tiempo de cocción en los fideos con sustitución de 5 %, 10 % y 15 %	184
Anexo 16.	Resultados de optimización para Calidad Total	185
Anexo 17.	Proceso de elaboración de fideos con sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de kiwicha.....	187

RESUMEN

El presente trabajo de investigación propuso; elaborar fideos con un nivel óptimo de sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por la harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*), en función de las características fisicoquímicas, reológicas y sensoriales. El proceso tecnológico de los fideos se basó en etapas de mezclado, amasado, extrusión, pre-secado, secado y envasado. Para la optimización de los tratamientos, se empleó la metodología de Diseño Experimental de Mezclas, aplicado a las variables cuantitativas: Porcentaje de sustitución de harina de kiwicha: 5; 10 y 15%, y porcentaje de sustitución de harina de trigo: 85, 90 y 95%. La mezcla óptima en la producción de fideos resultó: harina de kiwicha (9,090%) y harina de trigo (89,379%); fideo optimizado de valores sensoriales: aspecto general = 6,69; color = 6,38; aroma = 7,28; sabor = 7,38 y textura = 6,81. El análisis reológico expresa que a mayores sustituciones, la absorción de agua y estabilidad de la masa disminuye, seguido de la afectación de la calidad culinaria. La estabilidad fisicoquímica (Δ humedad= 0,25% y Δ acidez= 0,023%) y microbiológica se mantienen estables para un almacenamiento de 60 días.

Palabras claves: Harina de kiwicha, fideos.

ABSTRACT

This research proposed; prepare noodles with an optimum level of partial substitution of wheat flour (*Triticum aestivum*) flour by kiwicha (*Amaranthus caudatus*), depending on the physicochemical characteristics, rheological and sensory. The technological process of the noodles based on mixing steps, kneading, extrusion, pre-drying, drying and packaging. For the optimization of the treatments, methodology was employed of design experimental of blends, applied to the variables quantitative: percentage of substitution, flour of kiwicha: 5, 10 and 15%, and percentage of substitution, wheat flour: 85, 90 and 95%. The optimal mixture for the production of noodles was the result: flour of kiwicha (9,090%) and wheat flour (89,379%); noodle optimized of values sensory: aspect general= 6,69; color = 6,38; scent = 7,28; flavor = 7,38; and texture = 6,81. The rheological analysis expresses that the higher the substitutions, the water absorption and dough stability decreased, followed by affectation of the culinary quality. The physicochemical stability (Δ humidity= 0,25% y Δ acidity= 0,023%) and microbiologic are stable for storage of 60 days.

Keywords: Flour kiwicha, noodles.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales pseudocereales de gran aporte nutritivo es la kiwicha (*Amaranthus caudatus*), grano andino cuya composición química presenta contenidos de proteína, grasa, fibra y ceniza más altos que otros granos de cereales como el trigo o maíz (Quinde y Otros, 1998).

Las pastas después del pan son productos de gran demanda en nuestro medio, elaborado con cereales en forma de harina mezclado con un medio líquido que habitualmente es agua. En la actualidad existen diversas empresas alimenticias que se dedican a la elaboración de pastas (fideos) que presentan un bajo nivel nutricional.

En el Perú, la Universidad Nacional Agraria- La Molina y el Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial investigan desde 1970 el empleo de sucedáneos en panificación, fideería y galletería alcanzando niveles aceptables de sustitución con papa, harina de maíz, quinua, cebada entre otros (Cerrate, 1989).

Por estas razones se ha realizado el siguiente trabajo de investigación titulada: Elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*).

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad la utilización del trigo en la alimentación resulta indispensable por los hábitos de consumo adquiridos, su valor nutricional y la cualidad o naturaleza física que presenta la harina de trigo le confieren su importancia mundial, principalmente en aquellos alimentos de consumo masivo como el pan y pastas.

En 1965, la Junta del Acuerdo de Cartagena, considero importante el estudio del uso de harinas compuestas como solución al problema de la dependencia de trigo importado. Entre los años 1967 y 1978, se llevaron a cabo diversos ensayos con cereales, raíces, tubérculos y semillas de oleaginosas, donde se demostró factible la sustitución de trigo, en la elaboración de pastas y en panadería (Cerrate, 1989).

Por otro lado; en el Perú la Universidad Nacional Agraria – La Molina y el Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial, investigan desde 1970, el empleo de sucedáneos en panificación, fideeria y galletería, alcanzando niveles aceptables de sustitución con papa, camote, harina de maíz, quinua, cebada, entre otros (Cerrate, 1989).

Las pastas, son productos tradicionales hechos a base principalmente de harina de trigo y agua, sin embargo existen otros cereales peruanos que poseen alto valor nutritivo y que fácilmente pueden sustituir en forma parcial al trigo, como lo es el amaranto o kiwicha.

La kiwicha tiene características nutricionales únicas, con valores nutritivos mayores que la leche y aun que la carne y los huevos.

Por ello el presente trabajo de investigación juzga relevante pensar en otros recursos como sustitutos parcial de la harina de trigo, es así que nace la idea de elaborar fideos con sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de kiwicha, conservando la calidad que como pasta lo caracteriza.

1.2. Formulación del problema

Problema General

¿Cómo influirá sustituir parcialmente la formulación de la harina de trigo por la harina de kiwicha en las características fisicoquímicas y sensoriales en la elaboración de fideos?

Problema específico

- ¿Cómo influirá en las características fisicoquímicas y reológicas la sustitución de la harina de trigo por la harina de kiwicha?
- ¿Cuál será el nivel óptimo de sustitución de la harina de trigo por la harina de kiwicha?
- ¿El fideo optimizado analizado, se encontrara dentro de los parámetros permitidos para el consumo humano posterior a su envasado y almacenamiento?

1.3. Delimitación de la investigación

El presente estudio se limita a estudiar la influencia de las variables de proceso: Porcentaje de sustitución de la harina de trigo y la harina de kiwicha, en las características físico-químicas y sensoriales en la elaboración de fideos. Asimismo, evaluar la estabilidad físico-química y microbiológica del producto óptimo.

1.4. Justificación

Las pastas son un alimento elaborado con cereales en forma de harina mezclado con un medio líquido que habitualmente es agua.

En la actualidad existen muchas empresas alimenticias que se dedican a la elaboración de pastas de fideos que tienen un bajo nivel nutricional, alimento deficiente respecto a los requerimientos básicos para una saludable alimentación, motivo por el cual es importante investigar y desarrollar nuevos productos alimenticios que sean más nutritivos elaborados a partir de ingredientes nacionales.

1.5. Limitaciones

El presente estudio ha tenido algunas limitaciones en su desarrollo, sin embargo estas no han influido en forma significativa en los resultados de la investigación. Entre las más relevantes podemos mencionar las siguientes.

- La zona de producción de la materia prima es una dificultad debido a que éste no se produce en el departamento de Tacna.
- Escaso desarrollo tecnológico (maquinaria y equipos), a nivel de investigación en la producción de fideos.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Elaborar fideos con un nivel óptimo de sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por la harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*).

2.1.2. Objetivos específicos

- Evaluar las características fisicoquímicas y reológicas de las mezclas de la harina de trigo – kiwicha.
- Determinar el nivel óptimo de sustitución en porcentajes de 5, 10 y 15 % de la harina de trigo por la harina de kiwicha en la elaboración de fideos a través de sus características sensoriales.
- Evaluar la estabilidad del fideo corto con sustitución optimizado en función de las características fisicoquímicas y microbiológicas.

2.2. Hipótesis

La sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de kiwicha no afectan las características fisicoquímicas y reológicas de los fideos obtenidos a través de la optimización de sus características sensoriales.

2.3. Variables

2.3.1. Diagrama de variables

2.3.1.1. Variable independiente

- Porcentaje de sustitución de la harina de kiwicha
- Porcentaje de sustitución de la harina de trigo

2.3.1.2. Variable dependiente

- Características fisicoquímica
- Características reológicas.
- Características sensoriales.

2.3.2. Indicadores de variables

Indicador de la variable independiente:

- Porcentaje de sustitución de la harina de kiwicha: 5, 10 y 15 % .

- Porcentaje de sustitución de la harina de trigo: 85, 90 y 95 %.

Indicador de la variable dependiente:

- Humedad, acidez, pH, índice de peróxidos, prueba de cocción y farinograma.
- Color, olor, sabor, aceptabilidad general y textura.

2.3.3. Operacionalización de variables

En los cuadros 1 y 2, se detallan la operacionalización de variables y matriz de consistencia de la presente investigación.

Cuadro 1. Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Instrumento de medición
Variable Independiente - Porcentaje de sustitución de la harina de kiwicha. - Porcentaje de sustitución de la harina de trigo.	- % Harina de kiwicha - % Harina de Trigo	- Sustitución al: 5%, 10% y 15% - Sustitución al: 85%, 90% y 95%	Balanza
Variable dependiente - Características fisicoquímicas. - Características reológicas. - Características sensoriales.	- Δp , m.e.q/kg. - Farinograma - Color, olor, sabor, aceptabilidad general y textura.	- Δp , m.e.q/kg. - Farinograma - Escala hedónica.	- Balanza - Farinógrafo de Brabender - Ficha de evaluación sensorial

Fuente: Elaboración propia (2012).

Cuadro 2. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general ¿Cómo influirá sustituir parcialmente la formulación de la harina de trigo por la harina de kiwicha en las características fisicoquímicas y sensoriales en la elaboración de fideos?</p> <p>Problemas específicos ¿Cómo influirá en las características fisicoquímicas y reológicas la sustitución de la harina de trigo por la harina de kiwicha? ¿Cuál será el nivel óptimo de sustitución de la harina de trigo por la harina de kiwicha? ¿El fideo optimizado analizado, se encontrara dentro de los parámetros permitidos para el consumo humano posterior a su envasado y almacenamiento?</p>	<p>Objetivo general Elaborar fideos con un nivel óptimo de sustitución parcial de la harina de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) por la harina de kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>).</p> <p>Objetivos específicos Evaluar las características reológicas de las mezclas de la harina de trigo – kiwicha. Determinar el nivel óptimo de sustitución en porcentajes de 5, 10 y 15 % de la harina de trigo por harina de kiwicha en la elaboración de fideos a través de sus características sensoriales. Evaluar la estabilidad del fideo corto con sustitución optimizado en función de las características fisicoquímicas y microbiológicas.</p>	<p>La sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de kiwicha no afectan las características fisicoquímicas y reológicas de los fideos obtenidos a través de la optimización de sus características sensoriales.</p>	<p>Variables X1: Porcentaje de sustitución de la harina de kiwicha. X2: Porcentaje de sustitución de la harina de trigo.</p>	<p>Tipo de investigación: Tecnológica aplicada. Tipo de diseño: Diseño de mezclas.</p>

Fuente: Elaboración propia (2013).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

3.1. Conceptos generales y definiciones

3.1.1. La kiwicha

El amaranto cuyas espigas llenas y gruesas son parecidas al sorgo, presenta numerosos atributos de gran valor (Early, 1986):

- Primero, la planta es de buen valor nutritivo pues tiene contenidos altos de proteínas y de minerales esenciales.
- Segundo, el amaranto pertenece a un grupo muy raro de plantas de crecimiento rápido y fotosíntesis ultra eficiente.

3.1.1.1. Generalidades

Según Salas (1999), menciona que con referencia a los nombres de esta planta, básicamente su medio científico es *Amaranthus*.

Los nombres comunes o vulgares con los que es conocida, varían de acuerdo a los lugares donde se cultiva, así tenemos en:

- Perú: “Achis”, “Achita”, “Inca Jatáco”, “Colmi”, “Kiwillu”, “Coyo” y “kiwicha”.
- Bolivia: “Colmi”, y “Millmi”.
- Ecuador: “Sangorache”, “Hátaco” y “Quinoa negra”.
- Argentina: “Chaqui” y “Quinoa”.

El género *Amaranthus* contiene cerca de 60 especies.

3.1.1.2. Origen

La kiwicha es un grano originario de América del Sur, donde fue domesticado. El cronista Cobo relata en 1653, que en la ciudad de Guamanga (Ayacucho) se elaboraban deliciosos dulces hechos de <bledos> (*A. caudatus*) y azúcar. Una especie semejante, el huautli (*Amaranthus hypochondriacus*), fue muy cultivada en Mesoamérica, y es mencionada con frecuencia por los cronistas con relación a costumbres y ceremonias aztecas. Desde la época colonial ha disminuido notablemente la superficie cultivada de

kiwicha. Su cultivo se mantiene aún en Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina, debido a la persistencia de los agricultores andinos, y por su excelente calidad nutritiva (Ayala, 2000).

3.1.1.3. Variedades de kiwicha

En la Universidad del Cusco se han coleccionado distintas variedades de la especie para constituir un banco de germoplasma que incluya variedades de Perú, Ecuador, Bolivia, y Argentina. Hasta el momento se han desarrollado dos variedades: Noel Vietmeyer y Oscar Blanco (Calvo y Otros, 2001).

Las diversas especies más conocidas se encuentran comprendidas en dos grupos y son:

A. *Amaranthus graniferus*

- *Amaranthus caudatus*. Esta especie crece en zonas de Bolivia, Perú y Argentina. Su altura es generalmente de 1,50 a 2 metros, de tonalidad oscura, y semillas blancas o amarillentas (Calvo y Otros, 2001).

- *Amaranthus cruentus*. Especie de cultivo más antiguo del continente americano. Las flores de la planta son generalmente verde amarillentas, o rojas; alcanza alturas de 1,5 a 2,2 metros (Calvo y Otros, 2001).

- *Amaranthus hypochondriacus*. La especie de mayores rendimientos entre los *Amaranthus*, originario de México y América Central (Calvo y Otros, 2001).

B. Para verdura

Según Nieto (1989), menciona las siguientes especies:

- *Amaranthus dubius*.
- *Amaranthus hybridus*.
- *Amaranthus lividus*.
- *Amaranthus tricolor*.

3.1.1.4. Descripción botánica de la kiwicha

Es una planta anual, monoica de tallos erectos, que varía en altura entre 0,80 a 2,50 m. El tallo principal se

ramifica en forma irregular en la parte superior, de colores pálidos, verdes o rojizos (Chacón y Cárdenas, 1936, citado por Ccopa, 2004).

Las hojas pueden ser lanceoladas, de forma ovoide, bastante nervadas, de base aguda o cuneada, las hojas completamente desarrolladas son de 6 – 20 cm de longitud y 2 – 8 cm de pecíolo puede ser tan largo como la hoja o más corto, de color rojo brillante (Early, 1986).

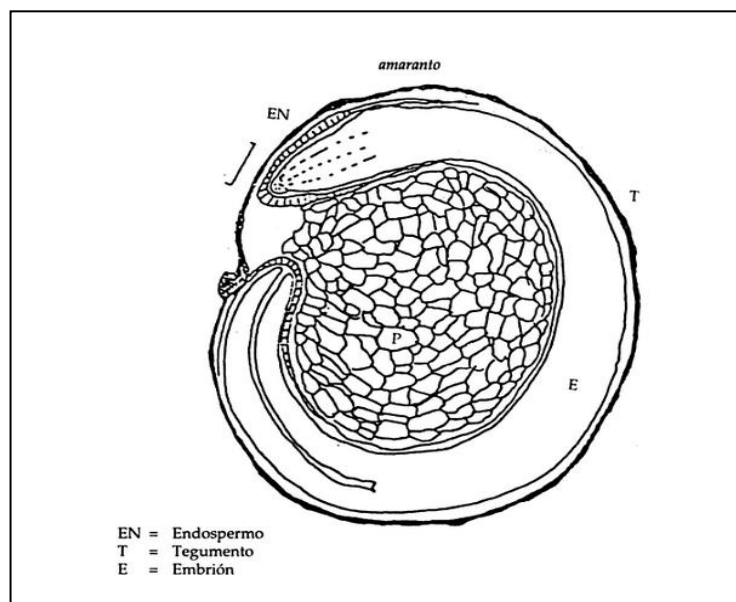


Figura 1. Corte longitudinal de un grano de amaranto (*A. cruentus*)

Fuente: Bertoni et al. (1984), citado por Boucher y Muchnik (1995).

Las inflorescencias pueden ser erectas, semierectas o laxas, pueden llegar a alcanzar hasta 90 cm de longitud, presentan de varios colores como: rojo intenso, amarillo, verde, rosado, etc.

La figura 1 muestra un corte longitudinal, donde se observan los principales componentes físicos del grano (Bertoni et al., 1984).

El fruto es pixido, semillas pequeñas de 1 – 1,5 mm de diámetro, generalmente blancas, lisas, rosadas, rojas y negras (Early, 1986).

El germen o embrión es anular y relativamente grande con respecto al grano entero. El centro del grano contiene el perispermo cuyas células contienen gránulos pequeños de almidón de tamaño entre 1,66 a 4,00 μm (Boucher y Muchnik, 1995).

En el cuadro 3, Chacón y Cárdenas (1986), indican la clasificación adoptada por los botánicos.

Cuadro 3. Clasificación taxonómica de la kiwicha

División	:	<i>Angiospermae</i>
Clase	:	<i>Dicotyledoneae</i>
Sub clase:	:	<i>Archichlamydeae</i>
Orden	:	<i>Centrospermae</i>
Familia	:	<i>Amarantáceas</i>
Género	:	<i>Amaranthus l.</i>
Especie	:	<i>Caudatus</i>
Nombre científico	:	<i>Amaranthus caudatus l.</i>
Variedad	:	Oscar blanco
Sinomia vulgar	:	Achis, achita, comi, coyo cuipa, kiwicha

Fuente: Chacón y Cárdenas (1986), citado por Ccopa (2004).

3.1.1.5. Composición química

La composición química del amaranto muestra un contenido de proteínas, grasas, fibra y ceniza más altos que otros granos de cereales comunes (Quinde y Otros, 1998).

El cuadro 4, muestra la composición química de tres especies de grano de amaranto. El contenido de proteína cruda en todas las especies se encuentra entre 13,2 % y 17,6 %.

Es evidente que existe una variabilidad grande entre variedades para las tres especies *A. hypochondriacus*, el *A. cruentus* y el *A. caudatus* (Boucher y Muchnik, 1995).

Cuadro 4. Composición proximal del grano de amaranto

Nutriente	<i>A. caudatus</i>	<i>A. cruentus</i> **	<i>A. hypochondriacus</i> ***
Humedad	b.s.*	6,2 - 6,7	11,1
Proteína cruda	14,0 - 16,0	13,2 - 17,6	13,9 -17,3
Lípidos	9,4 -10,2	6,3 - 8,1	4,8 -7,7
Fibra	7,6 - 16,4	3,4 - 5,3	2,6
Ceniza	2,4 - 3,8	2,8- 3,6	3,3 - 4,1
Carbohidratos****	68,4	58,7	57,9
Almidón	51,5 - 65,8	-	-

*Expresado en base seca (b.s.).

**Pederson, Kalinowski y Eggum, 1987.

***Teutonico y Knorr, 1985.

****Malaga, 1985 y Sánchez- Marroquín, 1983.

Fuente: Boucher y Muchnik (1995).

A diferencia del maíz, sorgo y arroz, la mayor parte de la proteína en el grano de amaranto se ubica en el germen y cáscara (Reyna, 1988).

La concentración de ceniza en el amaranto se encuentra relativamente constante entre especies (Saunders y Becker, 1984, citado por Boucher y Muchnik, 1995).

El cuadro 5, muestra el contenido de elementos minerales encontrados en la ceniza de la composición química proximal del amaranto (Bressani et al, 1987b, citado por Boucher y Muchnik, 1995).

Cuadro 5. Contenido de minerales del grano de amaranto* (mg/g base seca)

Minerales	<i>Caudatus*</i>	<i>Hybridus</i>	<i>Cruentus</i>	<i>hypochondriacus</i>
Fósforo	570	565	556	600
Potasio	532	532	525	563
Calcio	217	303	242	244
Magnesio	319	344	344	342
Sodio	22	26	25	23
Hiero	21	104	26	53
Cobre	0,86	4,10	1,69	2,40
Manganeso	2,90	5,20	3,40	3,50
Zinc	3,40	3,40	4,20	3,80

Fuente: Boucher y Muchnik (1995).

3.1.1.6. Producción de kiwicha en el Perú

Es por su calidad, por su alto valor alimenticio, la Kiwicha es considerada uno de los más importantes cultivos que se tienen y con oportunidades para desarrollar numerosos productos (Calvo y Otros, 2001).

La producción de kiwicha en el Perú ha aumentado considerablemente, en el cuadro 6 se presenta un crecimiento que asciende a valores de 3412 toneladas en el año 2011.

Cuadro 6. Producción de kiwicha, 2006 - 2011

Año	Producto – Kiwicha (Miles de toneladas)
2006	2 268
2007	2 945
2008	3 797
2009	2 394
2010	1 742
2011	3 412

Fuente: MINAG (2012).

En cuanto a la producción de kiwicha por departamentos, se encuentra en primer lugar Cuzco, con 1601 toneladas, seguido de Arequipa, con 935 toneladas (Cuadro 7).

El comercio del amaranto a nivel minorista se efectúa en ferias agropecuarias y, cuando el trato es entre productor e

industrial, el comercio se hace en grandes volúmenes. También se comercializa en sus diferentes fórmulas: harina, popeada, tostada, etc. en autoservicios y bodegas de las principales ciudades del país.

Cuadro 7. Producción de kiwicha, según departamento, 2011 (toneladas)

Departamento	Kiwicha (t)
Libertad	117
Ancash	333
Arequipa	935
Ayacucho	55
Apurímac	327
Cusco	1 601

Fuente: MINAG (2012).

3.1.2. El trigo

3.1.2.1. Generalidades sobre el trigo

El origen del trigo todavía no es bien conocido, pero especies como *T. aestivum* han sido encontradas en excavaciones en Siria con fechas arqueológicas comprendidas entre 8400 y 7500 a.c. En Egipto se cultivada

hace 4000 años antes de nuestra era. Es probable que el trigo duro sea originario del Cercano Oriente (Dueñas y Jimenez, 1991, citado por Berna, 1995).

Así como el maíz es considerado un regalo de América al viejo mundo, el trigo lo es del viejo mundo para América. Como introducción del trigo al continente americano, se sabe que en el segundo viaje de Colón (1493), la tripulación fue provista de trigo procedente de Xeres para elaborar bizcochos (galleta marinera) y que buena parte de esta semilla pudo haber sido sembrada en América (Gambarotta, 2005).

Kill y Turnbull (2001), detallan que todos los trigos silvestres y cultivados pertenecen al género *Triticum*, dentro de la gran familia de las herbáceas, las Gramineae (*Poaceae*). Su clasificación genética se divide en:

- Trigos diploides, a este grupo pertenece *T. monococcum* (escaña menor o espelta pequeña).
- Trigos tetraploides, del que son miembros importantes *T. durum* (trigo duro o para la elaboración de pasta).

- Trigos hexaploides o trigo común, harinero o panificable (*T. aestivum*).

3.1.2.2. Clasificación comercial del trigo

Son varios los tipos de trigo que se cultivan alrededor del mundo; éstos se clasifican según su cosecha en trigos invernales, primaverales, e intermedios o facultativos. El trigo harinero (*Triticum aestivum*), se clasifica en base al color de su grano en rojo, blanco y, el trigo durum (*Triticum durum*), especial para la producción de pastas en ámbar a rojizo.

Para propósitos de la comercialización, el trigo se clasifica con base en características que afectan su uso en la manufactura de alimentos. Así el trigo hexaploide (*Triticum aestivum*), o harinero, se clasifica por su dureza de grano (textura del endospermo) en duro, semi-duro y suave. Los trigos duros y semi-duros se utilizan principalmente en la panificación, mientras que los suaves se usan en la elaboración de galletas y productos de repostería (Mohan y Martino, 1997).

El trigo tetraploide (*T. durum*), conocido comercialmente como “durum”, posee un endospermo “vítreo” de apariencia cristalina, adecuado para producir pastas alimenticias (Mohan y Martino, 1997).

3.1.2.3. Composición química del trigo fideero

La composición química principal en el trigo durum es la proteína, de ella depende que las propiedades requeridas para una pasta sean las deseadas (Berna, 1995).

Cuadro 8. Composición del trigo duro y blando

Composición	Trigo duro	Trigo blando
Humedad (%)	11,00	10,70
Proteína (N x 5,83) (% s.s.)	14,80	11,70
Grasa (% s.s.)	2,86	2,88
Cenizas (% s.s.)	1,87	1,73

Fuente: Quaglia (1991).

Según Dueñas y Jiménez (1991), citado por Berna (1995), la estructura del almidón en el trigo durum es menos

compacta que los trigos blandos, por lo que los solventes pueden penetrar fácilmente. En el cuadro 8 se detalla la composición química del trigo duro y blando.

3.1.2.4. Producción y situación harinera de trigo en el Perú y el mundo

Entre el 2006 a 2011, la producción del trigo en el Perú aumento en unos 23 001 t. A pesar del aumento de producción de trigo en el Perú, las importaciones aumentaron de 1 472 659 t (2006) a 1 683 702 t (2011) (MINAG, 2012).

De las importaciones, Canadá representa un 90 % del total, le siguen United States 7 %, y México el 3 % (Koo, 2013).

Respecto a las importaciones de trigo LD (trigo panadero, para pastelería y galletería), a comienzos del 2013 (Figura 2), las principales importaciones de trigo se refieren a países como Argentina (34 %), Canadá (29 %) y de Estados Unidos (32 %) (Koo, 2013).

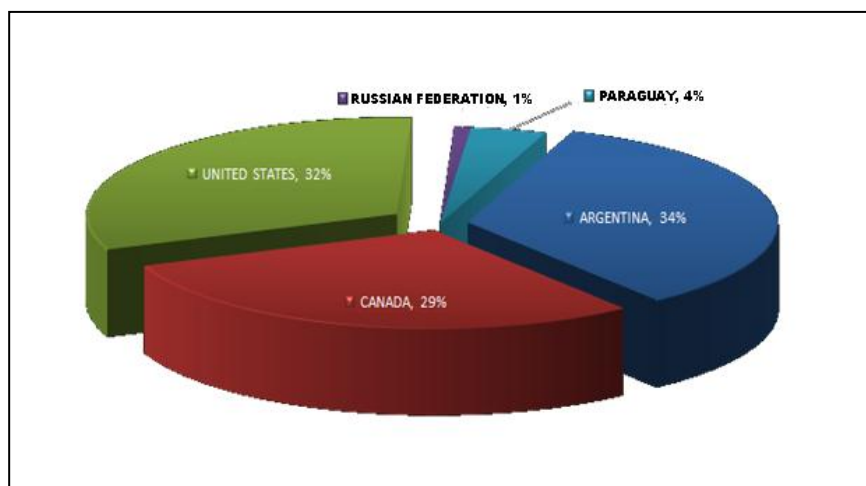


Figura 2. Importación de trigo 2013, % CIF

Fuente: Koo (2013).

Actualmente en el mercado de harinas industriales registra ventas por alrededor de 1.1 millones de toneladas anuales. De esta cantidad, alrededor de 700 mil toneladas se destina a la industria panificadora, 300 mil toneladas a la industria de fideos y 80 mil toneladas a la industria de galletas (Scotiabank, 2009).

3.1.3. Fideos o pastas alimenticias

3.1.3.1. Definición

Fideo o pasta es un producto desecado o no sin cocción, obtenido del empaste, amasado y moldeado, corte y

extrusión de mezclas de harina con agua y otros elementos permitidos (INDECOPI, 1989).

Según Rojas (1998), con el nombre de fideo o pastas alimenticias se conoce a los productos, obtenidos por procesos de empaste y amasado con o sin desecación de una masa no fermentada elaborada con sémolas, semolinas o harinas procedentes de trigo duro, trigo semi-duro o trigo blando o sus mezclas y agua potable. (Corimayhua y Rodriguez, 2006) .

3.1.3.2. Origen

En el pasado se ha escrito y discutido mucho sobre los orígenes de la pasta. En concreto, los autores italianos son proclives a señalar que, a pesar de las pruebas que apuntan a China como posible lugar de origen, los primeros indicios sobre la pasta pueden localizarse en tierras italianas, varios siglos antes de Cristo. Para Kill y Turnbull (2004) no le parece ajeno a la naturaleza humana el haber inventado varias veces y en diversos lugares este alimento tan simple, ya que los ingredientes habituales – el trigo u otro cereal

molido y el agua están disponibles casi universalmente y lo han estado desde los primeros tiempos.

El éxito del consumo de pasta a través de todo el mundo se debe a su simple formulación y gran versatilidad, así como el bajo costo relativo respecto a otros alimentos (Dueñas y Jiménez, 1991, citado por Berna, 1995).

3.1.3.3. Situación fideera en el Perú

En la actualidad la materia prima para la elaboración de fideos se dividen en dos tipos, aquellas semolinas hechas en base a trigos durum y aquellos hechos en base a trigos panaderos. Dentro de los cuales, su utilización mayor o menor en las formulaciones, establece la calidad del producto final. La industria fideera se provee de trigos procedente de los Estados Unidos, Canadá y de Argentina, con las siguientes variedades participantes en la producción de harina fideera:

- Trigo americano: Hard Red Winter HRW, Trigo Hard Red Spring.

- Trigo Canadiense: Canadá Western Red Spring, Canadá Western Amber Durum.
- Trigo argentino: Rosafé, Barusso y Baril.

Según Delgado (2011), menciona que las harinas que se encuentran en el comercio son una mezcla de distintos trigos, mezcla que es efectuada por las distintas compañías molineras para estandarizar las características de un tipo de harina dosificando el almidón y el gluten.

El mercado de fideos es un mercado maduro y altamente concentrado. En él compiten más de 20 marcas, las cuatro principales empresas - Alicorp, Molitalia, Cogorno y Anita Foods - concentran poco más del 70 % de las ventas (Scotiabank, 2009).

3.2. Enfoques teórico – técnico

3.2.1. Aplicaciones de la kiwicha

El amaranto tiene múltiples usos, tanto en la alimentación humana como en la industria y medicina; para la alimentación humana se usa el grano entero o molido en forma de harinas,

ya sea tostada, reventada o hervida; las hojas tiernas en reemplazo de las hortalizas de hoja; con los granos enteros o molidos se preparan sopas, postres y demás (Mujica, 1997).

La harina del grano de kiwicha es adecuada para la preparación de panes, con o sin la combinación de otros ingredientes. Para la fabricación de productos a base de levaduras, la kiwicha debe ser mezclada con harina de trigo para que sea deglutinada fácilmente (Torres, 2009).

Según estudios realizados por Brommer y Morgenstern (1992), los niveles de inclusión de harina de amaranto en la fabricación de pan alcanzan hasta un 20 %. Además se ha fabricado espagueti, sin cambios importantes en color, sabor y calidad culinaria, lo que permitió obtener una calidad de pasta aceptable pero con mayor contenido de proteína y lisina que el espagueti fabricado con trigo candeal (Necoechea et al., 1986; Rayas-Duarte et al., 1996, citado por Quinoa.pe, 2013).

Toda esta variedad de alimentos producidos en base del amaranto nos da una idea clara de la importancia de este

cultivo y de su gran potencial en la industria de alimentos (Ayala, 2000).

3.2.2. Obtención de la harina de kiwicha

El proceso de molienda del Amaranto es similar al del trigo, pues se parte de una selección, limpiando neumáticamente el grano y separando las partículas no deseables además de otros granos e insectos (Repo Carrasco, 1992).

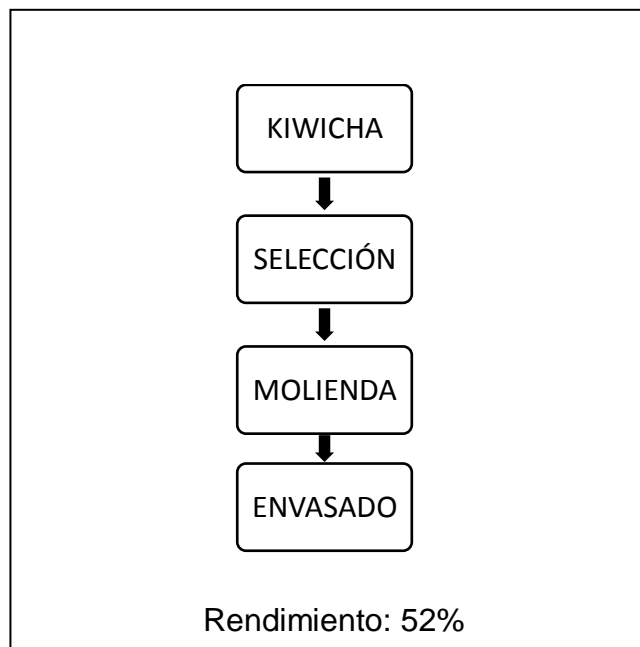


Figura 3. Flujograma para la obtención de harina de kiwicha

Fuente: Repo – Carrasco (1992),

Seguidamente se procede a la molienda del grano, el cual puede estar tostado, reventado o crudo, siendo más ventajosos que de alguna manera el grano esté cocido pues su digestibilidad aumenta. Generalmente para un tamizado (Malla #40). En la figura 3 se muestra el diagrama de flujo para la obtención de harina de kiwicha (Repo Carrasco, 1992).

3.2.3. Características del trigo fideero

La importancia del trigo duro en la pasta se debe a sus características esenciales como su dureza, la calidad y el color de su gluten. Se puede elaborar pasta a partir de otros trigos, especialmente de otros trigos duros (Kill y Turnbull, 2001).

El trigo *durum*, cariósida grande, con un gran endospermo muy duro y un embrión aplanado de tamaño apreciablemente grande, posee las siguientes características que le hacen ser especialmente elegido para elaborar pastas (Hoseney, 1991; Dueñas y Jimenez, 1991, citado por Berna, 1995):

- La textura dura de su endospermo le hace rendir en la molienda una amplia proporción de partículas de gran tamaño (sémolas).
- La cantidad de xantofilas que hay en su endospermo confiere posteriormente a la pasta el apreciado y característico color amarillo.
- El gluten del trigo *durum* es más fuerte y por lo tanto producen pastas con el efecto “al dente” más fuerte.
- Los trigos *durum* contiene bajo nivel de la enzima lipoxigenasa causante de la decoloración de los pigmentos carotenoides, comparados con los trigos comunes.

3.2.4. Características de las pastas

Está generalmente aceptado que, desde el punto de vista del consumidor, las características de las pastas hay que considerarlas de dos formas distintas; la primera es el aspecto de la pasta cruda, es decir, el conjunto de rasgos que tiene una vez finalizado el proceso de elaboración, embolsado y puesto a la venta; el otro punto de vista es el que se considera cuando la pasta es sometida a una

cocción, lo que suele denominarse calidad culinaria (Dueñas y Jiménez, 1991, citado por Berna, 1995).

Aspecto de la pasta elaborada

Se agrupan los defectos y calidades en cuatro grupos que determinan el aspecto (Abecassis, 1991; Dueñas y Jiménez, 1991b, mencionado por Berna, 1995).

Grietas: Se deben a un secado defectuoso, que se observa en forma de fisuras en la pasta seca.

Textura de la superficie de la pasta: la textura depende del material usado en los moldes finales en el proceso de extrusión.

Manchas: Las manchas blancas provienen de las malas condiciones de pastificación (hidratación, mezcla, secado); se denominan puntos blancos. Las manchas marrones son partículas de salvado, no eliminadas en el proceso de molienda. Los puntos negros pueden provenir de trigos atizonados.

Coloración: Una pasta alimenticia debe ser amarilla ambarina, preferentemente elevado, y un débil color marrón

o gris (Abecassis, 1991; Dueñas y Jiménez, 1991b, mencionado por Berna, 1995).

Calidad culinaria de la pasta

El tiempo óptimo de cocción es el necesario para que, mediante la cocción, la pasta tenga una textura óptima; esto depende de los gustos de cada consumidor (pasta al dente, la pasta blanda, pasta hinchada) (Dueñas y Jimenez ,1991b, mencionado por Berna, 1995).

El concepto de calidad culinaria es muy difícil de definir y concretar. Las características que permitirán clasificar este concepto son (Dueñas y Jiménez ,1991b, mencionado por Berna, 1995):

- Hinchamiento debido a la absorción de agua.
- Firmeza y viscoelasticidad de la pasta después de la cocción.
- Pegajosidad de la superficie de la pasta cocida.
- Desintegración del producto cocido.
- Aroma y gusto.

3.2.5. Normas de calidad de los fideos

Según la Norma Técnica Peruana (INDECOPI, 1981b), las pastas:

- a) Deberán elaborarse con masas frescas, no fermentadas ni acidificadas o con residuos de procesos anteriores.
- b) Se permitirá el uso de conservadores tipo ácido sórbico y sorbatos, etc. aprobados para consumo humano, en cantidades no mayores a 0,15 % (base 15 % de humedad).
- c) Los fideos al huevo deberán elaborarse con un mínimo de 3 huevos frescos por kilogramo de pasta seca o su equivalente en huevos deshidratados (base 15 % de humedad).
- d) Requisitos químicos. Deberán presentar los siguientes valores (Cuadro 9):

Cuadro 9. Requisitos mínimos para pastas y fideos

Tipos de fideos	Humedad máxima	Acidez máxima
Secos	15,0 %	0,45 %
Frescos	35,0 %	0,65 %

Fuente : INDECOPI (1981).

- La acidez se expresará como porcentaje de ácido láctico y sobre la base de 15 % de humedad (35 % en el fideo fresco) (INDECOPI, 1981b).

e) Requisitos microbiológicos. Deberán estar exentos de microorganismos banales y patógenos.

3.2.6. Clasificación de las pastas

Según Norma Técnica Peruana (INDECOPI, 1981b), por su proceso de fabricación las pastas alimenticias se clasifican en:

- a) Tipo Nápoles. Obtenido por proceso de moldeado mediante boquillas de formas diversas.
- b) Tipo Bologna. Obtenido mediante proceso de laminado.
- c) Relleno. Conocido con los nombres de Ravioles, Capelettis y otros. Generalmente se expenden frescos y el relleno es a base de verdura, carne, queso o de los tres.
- d) Especial. Aquellos que tienen agregado cantidades variables de gluten, verduras u otros elementos nutritivos permitidos con el fin de mejorar sus cualidades dietéticas.

Por su forma se clasifican en:

- a) Rosca y nido. Largos que se presentan de madejas, poseen las características de presentarse enrollados.
- b) Largo o tallarín. Tipo Nápoles o Bologna, de grosor variable, con o sin hueco; de sección redonda, ovalada, rectangular u otros. Su dimensión fundamental es la longitud.
- c) Cortado. Tipo Nápoles o Bologna, de tamaño y forma variable, sin características definidas de dimensión. Son más pequeños que los largos o tallarines.
- d) Pastina. Tipo Nápoles que se caracteriza por su aspecto menudo.

Por su presentación se clasifican en: a granel y envasados (INDECOPI, 1981b).

3.2.7. Materias primas para la elaboración de fideos

3.2.7.1. Harina de trigo y/o sémola de trigo

Las pastas elaboradas con harinas de trigo durum tienen mayor estabilidad, lo cual se comprueba cuando éstas son sometidas a un hervido manteniendo su forma,

no desintegrándose, ni volviéndose pegajosas después de cocidas, y libre de turbidez en el agua de cocción (Matz, 1970).

Cuadro 10. Clasificación según granulometría de los productos obtenidos del trigo *durum*

Denominación	Granulometría (μm)
Sémolas gruesas	1150 - 430
Sémolas finas	430 - 287
Semolinillas	287 - 130
Harinas	Menores de 130

Fuente: Dueñas y Jimenez (1991), citado por Berna (1995).

La granulometría en las denominadas sémolas, semolinillas y harinas se muestran en el cuadro 10.

3.2.7.2. El agua

Según Cerrate (1989), menciona que el agua es un componente básico para la elaboración de pastas, ya que mantiene en íntimo contacto los ingredientes entre sí.

El agua para el amasado ha de ser de excelente potabilidad, normalmente se prefiere agua de mediana

dureza entre 50 a 100 ppm (Cuadro 11), con un pH neutro o ligeramente ácido. No se emplearán aguas duras pues, provocan el desgaste prematuro de los moldes y, cuando lo son en exceso, las pastas resultantes, tienen un sabor poco agradable (Cerrate, 1989).

Cuadro 11. Clasificación de la dureza del agua

0 -15 ppm	Muy blanda
15 – 50 ppm	Blanda
50 – 100 ppm	Ligeramente duras
100 – 200 ppm	Dura
Más de 200 ppm	Muy dura

Fuente: Cerrate (1989).

El agua de proceso no debe contener en absoluto microbios patógenos (Nogara, 1964).

3.2.7.3. Aditivos

El cloruro de sodio es un excelente conservador de las pastas secas, debiéndose preferir la sal de gema pulverizada finamente. Con una dosis de 1 g por cada litro de agua añadida a la masa en el amasado, se obtiene una pasta brillante y cristalina (Cerrate, 1989).

El ácido ascórbico es un potente agente reductor e inhibe la oxidación de los pigmentos, una adición de no menos de 220 ppm de ácido ascórbico al agua, inhibe en forma considerable la destrucción de pigmentos en la masa de las pastas (Milatovic, 1985, citado por Berna, 1995).

Las materias colorantes empleadas en la fabricación de pastas pueden ser de origen vegetal o mineral. Como materia colorante se utilizan de origen vegetal el azafrán y la curcumina, como colorantes artificiales, se permite el uso de aquellos aprobados por la Food and Drug Administration (FDA), utilizándose en el Perú el amarillo ocaso o la tartrazina (Cerrate, 1989).

El metasulfito de potasio ejerce una acción reductora, absorbiendo una notable cantidad de oxígeno de los cuerpos que los contienen (Nogara, 1964).

3.2.8. Procesamiento de fideos

Matz (1959), Nogara (1964) y Pavan (1986) reportan los siguientes métodos para la elaboración de fideos:

3.2.8.1. Método I

En la fabricación de pastas alimenticias es importante la calidad de las materias primas así como realizar el proceso siguiendo los parámetros establecidos en cada una de las etapas del flujo y la experiencia del fabricante (Cerrate, 1989).

A. Mezclado

Consiste en obtener una mezcla homogénea de harina con agua. Es decir, se añade a la harina hasta obtener una masa que contenga aproximadamente 31 % de humedad (Cerrate, 1989).

Durante esta etapa será necesario tomar en cuenta la cantidad de agua a añadir, la temperatura de la masa y el tiempo de mezclado. Según Combeli (1952) sugiere proporciones de 32 a 35 partes de harina de trigo con 6 a 10 de agua, y tiempos no mayores de 20 a 25 minutos se perjudica la calidad de las pastas y produce flacidez a la masa volviéndose opaca con estrías blancas y débiles (Cerrate, 1989).

B. Amasado

La operación del amasado debe ser inmediatamente después del mezclado evitándose el reposo para no causar mayor acidez en la masa por acción de la temperatura. El amasado permite una íntima incorporación de los ingredientes de los fideos para obtener una masa más homogénea y bien amalgamada (Cerrate, 1989).

C. Trefilado o extrusión

Aquí se deben tomar en cuenta dos puntos de vista sobre la forma de moldeo que ha de dársele a la pasta.

– Pastas laminadas

Para la elaboración de fideos laminados, una vez finalizada la etapa del amasado, se refina la pasta a través de un par de cilindros lisos en una extensa y homogénea lámina. Durante los varios procesos de laminación, la masa laminada tiende a ser cada vez más delgada y blanda (Nogara, 1960).

– **Pastas extruidas**

Después del amasado, la mezcla pasa al tornillo sin fin de compresión para compactar la masa en estado plástico y forzarla a salir por los orificios previamente diseñados en los moldes de bronce, teflón, etc. Las presiones son de aproximadamente 120 kg/cm^2 y la humedad con que sale el producto es de 30 a 33 % (Berna, 1995).

D. Secado

En esta etapa, la pasta es sometida a una corriente de aire caliente, la misma que en su recorrido se carga de humedad, liberándose poco a poco el agua incorporada a la pasta. A su vez, ésta absorbe cierto porcentaje de calor del aire caliente. Se considera que la pasta está seca cuando contiene 13 % de húmeda (Cerrate, 1989).

La desecación natural de las pastas es posible, aunque estará en función de los cambios de los agentes climatológicos (lluvia, niebla, variaciones en la

presión barométrica, etc.), impurezas del aire y gérmenes con posibles fermentaciones (Cerrate, 1989).

En la desecación artificial en cambio, se pueden controlar con cierta precisión los dos parámetros elementales del proceso, como son el calor y el aire logrando una desecación homogénea y constante (Cerrate, 1989).

Moreyra (1976) reportado por Berna (1995), elaboró fideos con harina de yuca, utilizando un secado a temperatura constante de 40 °C, con una humedad relativa de 60 % por 6 horas.

Succar (1997) empleó una temperatura de 40 °C y una velocidad de aire de 5,5 m/s para secar fideos con harina de arroz. Siendo entonces posible secar fideos por varias horas hasta obtener 12 a 13 % de humedad final, manteniendo una temperatura constante en secador de cabina, donde exista una velocidad de aire adecuado y humedad relativa controlada.

3.2.8.2. Método II

Este segundo método es aplicado por las grandes industrias fideeras. Los pasos para su respectiva elaboración de fideos es el siguiente:

A. Dosificación, mezcla y amasado

Se inicia en el dosificador volumétrico, el cual mantiene un equilibrio constante entre agua y semolina para un amasado homogéneo y una perfecta compenetración en el producto. El mezclador consiste en una centrifuga de alta velocidad, donde cada granito de semolina recibe una cantidad apropiada de agua (Pavan, 1986).

El amasado se hace al vacío, se emplean amasadoras inoxidables (Níquel/cromo - 18/8) con paletas helicoidales de diámetro y velocidad diferenciada (Pavan, 1986).

B. Extrusión o prensado

De la amasadora propiamente dicha pasa a una amasadora distribuidora, compuesta de un tornillo de

alimentación constante, el que provee de una presión elevadísima a la masa para dirigirla hacia el molde, saliendo por tanto a gran velocidad, provista de circulación de agua de refrigeración en tuberías de cobre y acero inoxidable (Pavan, 1986).

Posterior a este proceso el formato pasta larga en su descenso del molde, la cortina de pasta encuentra las cañas que avanzan sobre la cadena del extendedor (Pavan, 1986).

C. Pre- secador

En la etapa de pre-secado, el proceso difiere de acuerdo al formato de los fideos a elaborar, se divide en pasta larga y corta.

– Pasta larga

La pasta en este proceso se exige que ingrese de humedad del 30 % al 17-18 % en una hora aproximadamente. El Pre - secador inyecta ventilación centralizada e independiente por secciones de pre-secado, conjuntamente con un grupo extractor de

humedad y compresor para el recambio de aire durante el proceso. Suministra calor a la pasta con el fin de sacar en una hora 2/3 del agua contenida en el producto (Pavan, 1986).

Rototherm

El rototherm consiste de un conjunto de planchas radiantes de acero, colocadas verticalmente, entre las cuales pasan, por medio de cadenas, las cañas cargadas de pasta (Pavan, 1986).

La pasta es llevada lentamente a temperaturas de pasterización perdiendo apenas el 1 % del agua (de 20 a 19 %), y al enfriarse la humedad descendería al 15 - 16 % (mitad de su secado) (Pavan, 1986).

– Pasta corta

Trabatto

El trabatto tiene como función el someter al producto que sale del molde a un primer secado superficial. Mediante este proceso se busca

endurecer la pasta en un tiempo de 1 hora – 15 min, a temperaturas elevadas de 80 °C. Reduce en un corto tiempo de 3 – 4 minutos la humedad relativa hasta el 26-27 % aproximadamente. Posteriormente la pasta se pre-seca a una temperatura de 50 - 60 °C, durante un tiempo de 25 a 50 minutos (Pavan, 1986).

D. Secado

Se diferencian según los formatos y requerimientos tecnológicos que tanto la pasta corta y larga requieren para un correcto secado.

– Pasta larga

El secadero es una galería compuesta de varios pisos, con dimensiones de acuerdo a la capacidad y el programa de producción de cada fábrica (Pavan, 1986).

El transporte de las cañas, a lo largo del piso, se realiza por medio de cadenas. Al salir seca (12,5%), la pasta pasa al grupo desfiladora-sierra o puede ser acumulada en pisos de acumulación nocturna. En la

práctica, las instalaciones más modernas utilizan el secado a alta temperatura: 70 °C (HT), 80 - 120 °C (THT) (Pavan, 1986).

– **Pasta corta**

El secadero es un aparato de varios pisos, cuyas dimensiones se determinan en función de los potenciales de producción (Pavan, 1986).

Las características peculiares del secado permiten una evaporación relativamente rápida de la humedad residual del producto hasta 12 % y, al mismo tiempo, producen una pasta estable y válida desde el perfil bacteriológico (Pavan, 1986).

3.2.9. El Diseño de mezclas

Un diseño de mezclas es una clase especial de experimento en el cual la respuesta depende de solamente las proporciones relativas de los factores (ingredientes), y no de sus cantidades absolutas. Se aplican a productos que comprenden una mezcla de dos o más ingredientes para

optimizar el desempeño de varias combinaciones y mezclas. Este diseño de experimentos esta en forma simplex (Vivanco, 2011).

En el desarrollo de nuevos productos generalmente se acude a los diseños de mezclas, para optimizar las proporciones de los componentes. La forma como se analizan este tipo de diseño es a través de una superficie de respuesta, que es la que permite encontrar la formulación óptima de una serie de mezcla de prueba (Salamanca *et al*, 2010).

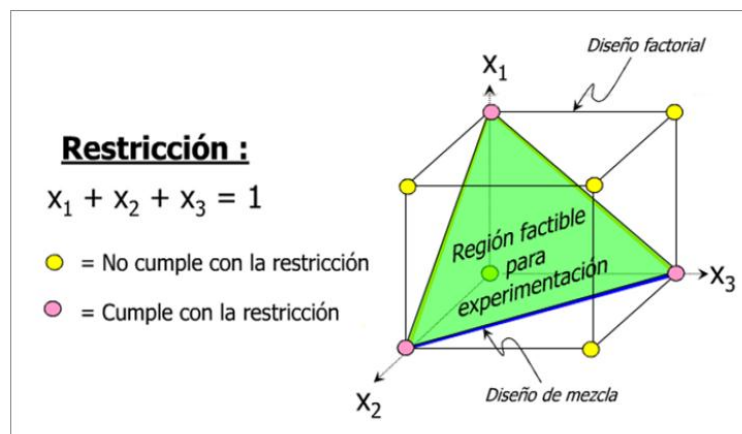


Figura 4. Región experimental para un diseño de mezclas

Fuente: Boulengé, (2007).

En una mezcla de pastel o queque cuando se duplican las cantidades de todos los ingredientes, el resultado esperado es obtener un pastel o un queque dos veces más grande, pero, con el mismo sabor, la misma textura y el mismo color, porque las propiedades de una mezcla son determinadas por las proporciones de los ingredientes y no por sus valores absolutos (Vivanco, 2011).

Los componentes o ingredientes de una mezcla, y en consecuencia, sus niveles no son independientes. Para 3 componentes de una mezcla, la región experimental restringida se representa en coordenadas trilineales (figura 4), donde cada uno de los tres lados representa una mezcla que carece en absoluto de uno de los tres componentes (Boulengé, 2007).

3.3. Marco referencial

Los fideos después del pan son productos de gran demanda en nuestro medio y han sido motivo de estudio de investigación sobre su elaboración, sustituyendo la harina de trigo con variedades diversas de cereales y otras materias alimenticias.

En 1965, la Junta del Acuerdo de Cartagena consideró importante el estudio del uso de harinas compuestas como solución al problema de dependencia del trigo importado. Entre los años 1967 y 1978 se llevaron a cabo diversos ensayos con cereales, raíces, tubérculos y semillas de oleaginosas, demostrándose factible la sustitución de trigo, en la elaboración de pastas y en panadería (Cerrate, 1989).

Por otro lado; en el Perú la Universidad Nacional Agraria- La Molina y el Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial investigan desde 1970 el empleo de sucedáneos en panificación, fideería y galletería alcanzando niveles aceptables de sustitución con papa, camote, harina de maíz, quinua, cebada entre otros (Cerrate, 1989).

Otras investigaciones como Martínez (2011), Tesis sobre el estudio del Efecto de la sustitución Parcial de harina de trigo, por dos tipos de zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), sustituyó parcialmente harina de zanahoria blanca con cáscara y sin cáscara, para mejorar el contenido proteico de las pastas alimenticias, indica que el mejor tratamiento se realizó al 15% de sustitución, lo cual permite mejorar los valores nutritivos de los fideos.

Por ello se juzga relevante pensar en otros recursos como sustitutos parcial de la harina de trigo, es así que nace la idea de elaborar Fideos con sustituciones parciales de harina de kiwicha conservando la calidad que lo caracteriza.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo de investigación

El presente trabajo ostenta una investigación tecnológica aplicada.

4.2. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en los siguientes ambientes:

- Laboratorios de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna.
- Laboratorios de química analítica y microbiología de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna.

4.3. Población y muestra

La población de estudio corresponde a una muestra no probabilística, conformada por la harina del pseudocereal kiwicha

(*Amaranthus caudatus*), de la variedad Oscar blanco, muestra proveniente de la provincia de La Unión, ciudad de Arequipa. Además, la experimentación estuvo conformada de harina de trigo comercial especial panadera (Alicorp), sémola (Nicolini), gluten vital de trigo, agua potable de la red pública y colorante tartrazina.

4.4. Técnicas aplicadas en la recolección de la información

Para la recolección de datos en la presente investigación, se recopilara directamente de los datos obtenidos en los experimentos aplicados.

4.4.1. Caracterización de la materia prima

La caracterización se realizó a las harinas de kiwicha, trigo y sémola.

4.4.1.1. Composición química proximal

a. Humedad. Mediante el método de estufa basado en la pérdida de peso por calentamiento de la muestra hasta peso constante, recomendado por NTP 205.037:1975.

b. Grasa. Por el método soxhlet utilizando hexano como solvente mediante el método recomendado por AOAC (1984).

- c. Proteína total.** Según el método kjeldahl, a fin de conocer la cantidad total de nitrógeno de la muestra, que multiplicada por el factor proteico (6,25 para la harina de kiwicha y 5,70 para la harina de trigo) da el porcentaje de proteína. mediante el método recomendado por AOAC (1984).
- d. Fibra.** Por hidrólisis ácida y alcalina en caliente, método recomendado por la AOAC (1984).
- e. Ceniza.** Por incineración del material orgánico a 600 °C en mufla, método recomendado por la AOAC (1984).
- f. Carbohidratos.** Se obtuvo por diferencia después de haber completado los análisis de humedad, proteína, grasa, fibra y ceniza.

4.4.1.2. Otros análisis químicos

- a. Acidez titulable.** Se determinó según el método indicado en NTP 205.039 – 1975, los resultados fueron expresados en % Ac. sulfúrico.
- b. pH.** Se determinó por lectura directa en el potenciómetro.
- c. Glúten.** Siguiendo el método sugerido por AOAC (1984).
- d. Almidón.** Siguiendo el método sugerido por AOAC (1984).

4.4.1.3. Análisis físicos

Se utilizó el método recomendado por especialistas del área de Control de Calidad de la empresa Corporación ADC S.A.C. (Anexo 1).

4.4.1.4. Análisis reológico

El análisis farinográfico realizado a las mezclas con sustitución de 0 %; 5 %; 10 % y 15%, se describe en el anexo 2.

4.4.2. Procedimiento para la elaboración de fideos con sustitución

En la figura 5, se muestra el diagrama de flujo experimental seguido para la elaboración de los fideos. A continuación se detallan las operaciones.

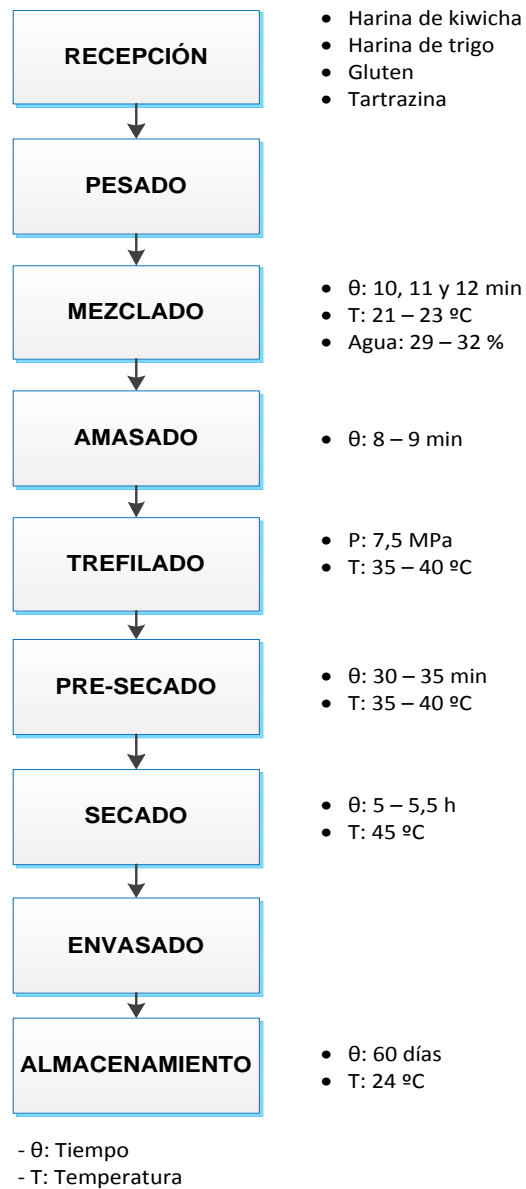


Figura 5. Flujo de operaciones para la elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha

Fuente: Elaboración propia (2012).

A. Recepción, evaluación y selección de materias primas

Las harinas usadas en la elaboración de fideos deberán estar exentas de cualquier impureza, llámese polvos, residuos orgánicos.

Estas harinas deben ser uniformes, con una granulometría de mallas semejantes. Las harinas deberán estar en buen estado, no presentar olor rancio, ácido o en general olor diferente al característico.

B. Pesado

Se procederá a pesar las materias primas e ingredientes de acuerdo a la formulación establecida para cada una de las sustituciones parciales.

C. Mezcla y amasado

Se alimenta la harina en la mezcladora-trefiladora, agregándose el agua a temperatura ambiente. La cantidad de agua a agregar para cada sustitución se determinará en función a la textura, reología y a la

presión de salida de los fideos del compresor. El agua debe dispensarse uniformemente en el material al iniciarse la alimentación.

El tiempo de mezcla se determinará de acuerdo a la sustitución; se toma valores de entre 10 – 12 min. La mezcla obtenida no deberá ser demasiado dura o blanda. Terminado el tiempo de mezcla se procede al amasado de aproximadamente 8 - 9 min más.

Las proporciones desarrolladas en la experimentación de sustitución parcial (trigo/kiwicha): 95/05; 80/10 y 85/15, fueron tomados en base a pruebas preliminares, a mayores porcentajes de sustitución afectan el aspecto y la calidad culinaria de la pasta elaborada.

D. Trefilado

En este proceso la masa en estado plástico es forzada a salir con la ayuda de un tornillo sin fin hacia el molde o matriz dándole a la pasta la forma cilíndrica de

tamaño mediano, tipo canuto liso sin punta (sedani lisce).

Durante el amasado de la masa en el tornillo debe ser suave, para conferirle al producto final una cierta resistencia a una cocción excesiva y para retener su deseable valor nutritivo. En el proceso se controla la temperatura y presión de la masa. Posterior al proceso de trefilado la pasta es recepcionada a una bandeja, provista de ventilación para evitar que la pasta recién moldeada se pegue entre sí.

E. Pre-secado

Aquí se sometió al fideo a un secado corto (25 min) para facilitar el secado y gelatinización del almidón. Se realizó en una cámara de fermentación (T: 35 – 40 °C; HR: 75 %).

F. Secado

Se realizó en una cabina de secado a 50 °C por un periodo de 5 – 5,5 horas.

G. Envasado

Los fideos fueron envasados en bolsas de polipropileno de capacidad de 200 g cada una, y posteriormente selladas térmicamente.

4.4.3. Caracterización del producto final

4.4.3.1. Composición química

- a. Humedad.** Mediante el método de estufa basado en la pérdida de peso por calentamiento de la muestra hasta peso constante, recomendado por NTP 205.037:1975.
- b. Grasa.** Por el método soxhlet utilizando hexano como solvente mediante el método recomendado por AOAC (1984).
- c. Proteína total.** Según el método kjeldahl, a fin de conocer la cantidad total de nitrógeno de la muestra, que multiplicada por el factor proteico (6,25 para la harina de kiwicha y 5,70 para la harina de trigo) da el porcentaje de proteína, método recomendado por AOAC (1984).
- d. Fibra.** Por hidrólisis ácida y alcalina en caliente, método recomendado por la AOAC (1984).

e. Ceniza. Por incineración del material orgánico a 600 °C en mufla, método recomendado por la AOAC (1984).

f. Carbohidratos. Por diferencia después de haber completado los análisis de humedad, proteína, grasa, fibra y ceniza.

4.4.3.2. Otros análisis químicos

a. Acidez titulable. La acidez de los fideos se determinó en base a la metodología recomendada por NTP 206.013 – 1981, expresando los resultados en porcentaje de ácido láctico.

b. pH. Se determinó por lectura directa en el potenciómetro.

c. Índice de peróxidos. Siguiendo el método de la AOAC (1984).

4.4.3.3. Análisis físicos

a. Prueba de cocción. Se desarrolló con tiempos de 10, 12 y 14 minutos a una temperatura de 98 °C. La determinación del tiempo óptimo de cocción para cada sustitución fue determinado a través de un análisis sensorial.

La prueba de cocción se realizó siguiendo el método desarrollado por especialistas del área de Control de Calidad de la empresa Corporación ADC S.A.C.; se vertió en una olla spaguettera 100 g de fideos en 1000 ml de agua, en tiempos predeterminados según análisis sensorial.

Al término de la cocción (Según formulación de los fideos) se determinó:

- Pérdida de sólidos totales. Se vierte a una probeta de 100 ml el volumen del líquido de la cocción, se deja sedimentar 10- 12 horas. Se lee el volumen total y el volumen de sedimento. Se expresa en porcentajes.
- Aumento de peso. Los fideos se dejan escurrir para luego tomar su peso final llevándolo a porcentaje con respecto al peso inicial.
- Incremento de volumen. El volumen inicial y final se mide por desplazamiento del agua en una probeta graduada. El resultado es expresado en porcentaje.

4.4.3.4. Análisis sensorial

Se realizó una evaluación sensorial con la finalidad de obtener el mejor fideo con sustitución preferido por los consumidores, de buenas características culinarias. El análisis sensorial de los fideos en estudio se efectuó de acuerdo a los métodos siguientes:

- **Prueba de ordenación**

Para determinar el mejor tiempo de cocción en base al análisis sensorial del fideo, para cada sustitución se realizó una prueba de ordenación, en función del atributo textura. Se utilizaron 10 panelistas semientrenados de ambos sexos, quienes evaluaron las muestras. La ficha de evaluación sensorial empleada se presenta en la anexo 3.

Los tratamientos evaluados para cada sustitución fueron 3:

98 °C / 10 min 98 °C / 12 min 98 °C / 14 min

- **Escala hedónica**

Para determinar el nivel óptimo de sustitución de la harina de trigo por harina de kiwicha, después de haber

obtenido los mejores tiempos de cocción para cada sustitución, se realizó el análisis sensorial utilizándose la escala hedónica de 9 puntos. Se utilizó 10 panelistas semientrenados, quienes recibieron las 3 muestras: fideos elaborados con 5 %; 10 % y 15 % de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha. Los atributos evaluados en cada sustitución fueron textura, sabor, color, aroma y aceptabilidad general. La ficha de evaluación sensorial escala hedónica se presenta en el anexo 4.

- **Análisis descriptivo cuantitativo (QDA)**

Para obtener una completa descripción de los atributos sensoriales para cada sustitución como los son el aroma, sabor, color, textura y aspecto general, se realizó un análisis descriptivo cuantitativo. Este método permite analizar según sus intensidades las diferencias significativas entre tratamientos así como de los modelos gráficos de dichas intensidades.

Se utilizó 7 panelistas entrenados quienes recibieron cuatro muestras: fideos elaborados con 0 %; 5 %; 10 % y

15 % de sustitución de la harina de trigo por la harina de kiwicha.

La ficha de evaluación sensorial para el perfil apariencia general, se muestra en el anexo 5.

- **Optimización de la formulación**

El porcentaje de sustitución óptimo se determinara de acuerdo al diseño experimental de mezclas, se analizaron los tratamientos con formulaciones de 5, 10 y 15 % de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha.

Para el procesamiento de los datos se unificó los criterios descriptores usados en el análisis sensorial - escala hedónica, donde la calidad total de los fideos corresponde a la sumatoria del valor promedio ponderado resultante de la escala hedónica, de acuerdo a la fórmula.

Calidad Total = 0,20 aceptabilidad general + 0,10 color +
0,10 aroma + 0,30 sabor+ 0,30 textura

4.4.3.5. Isotermas de adsorción

Se realizó a 25 °C siguiendo el método descrito por Labuza et al. (1985) y Scott et al. (1983). En el cuadro 12 se muestra las soluciones saturadas empleadas en el presente análisis.

Cuadro 12. Actividad de agua de soluciones saturadas

Soluciones saturadas	aw (25 °C)
Cloruro de litio (LiCl)	0,115
Acetato de potasio (CH ₃ COOK)	0,234
Cloruro de magnesio (MgCl ₂)	0,329
Carbonato de potasio (K ₂ CO ₃)	0,443
Nitrato de magnesio (Mg(NO ₃) ₂)	0,536
Cloruro de potasio (KCl)	0,846
Cloruro de bario (BaCl ₂)	0,902

Fuente: Labuza *et al.* (1985); Scott et al. (1983).

4.4.4. Estabilidad del producto final durante el almacenamiento

Se evaluó la estabilidad del fideo con la sustitución elegida, durante 60 días de almacenamiento. El almacenamiento se realizó durante los meses de noviembre y diciembre bajo condiciones ambientales de Tacna (Humedad relativa de 76 %) y temperatura promedio 24 °C

durante el almacenamiento se realizaron los siguientes análisis (Cuadro 13):

Cuadro 13. Análisis realizados durante el almacenamiento

Análisis	Almacenamiento		
	Día 0	C/15 días	Día 60
Humedad	X	X	X
pH	X	X	X
Ac. titulable	X	X	X
Índice de peróxidos	X		X
Prueba de cocción	X	X	X
Microbiológico	X		X

Fuente: Elaboración propia (2012).

4.4.4.1. Análisis fisicoquímicos

a. Humedad. Mediante el método de estufa, basado en la pérdida de peso por calentamiento de la muestra hasta peso constante, recomendado por NTP 205.037 - 1975.

b. Acidez titulable. La acidez de los fideos se determinó en base a la metodología recomendada por NTP 206.013 –

1981, expresando los resultados en porcentaje de ácido láctico.

c. pH. Se determinó por lectura directa en el potenciómetro.

d. Índice de peróxidos. Siguiendo el método de la AOAC (1984).

4.4.4.2. Análisis microbiológico

Se realizaron las siguientes pruebas microbiológicas al producto final elegido (Día 0 y día 60) según el método sugerido por las normas legales 615-2003-SA/DM, EL PERUANO, 2003 (Anexo 6):

- Recuento de hongos y levaduras.
- Numeración de *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo.
- Determinación del número más probable de coliformes totales.
- Detección de Salmonella.

4.5. Diseño de investigación

El diseño de investigación es de tipo experimental, en la cual se muestran las operaciones que se escogieron como variables

independientes y las variables respuesta, según se muestran en el flujograma básico de elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha, con sus variables de estudio (Figura 6).

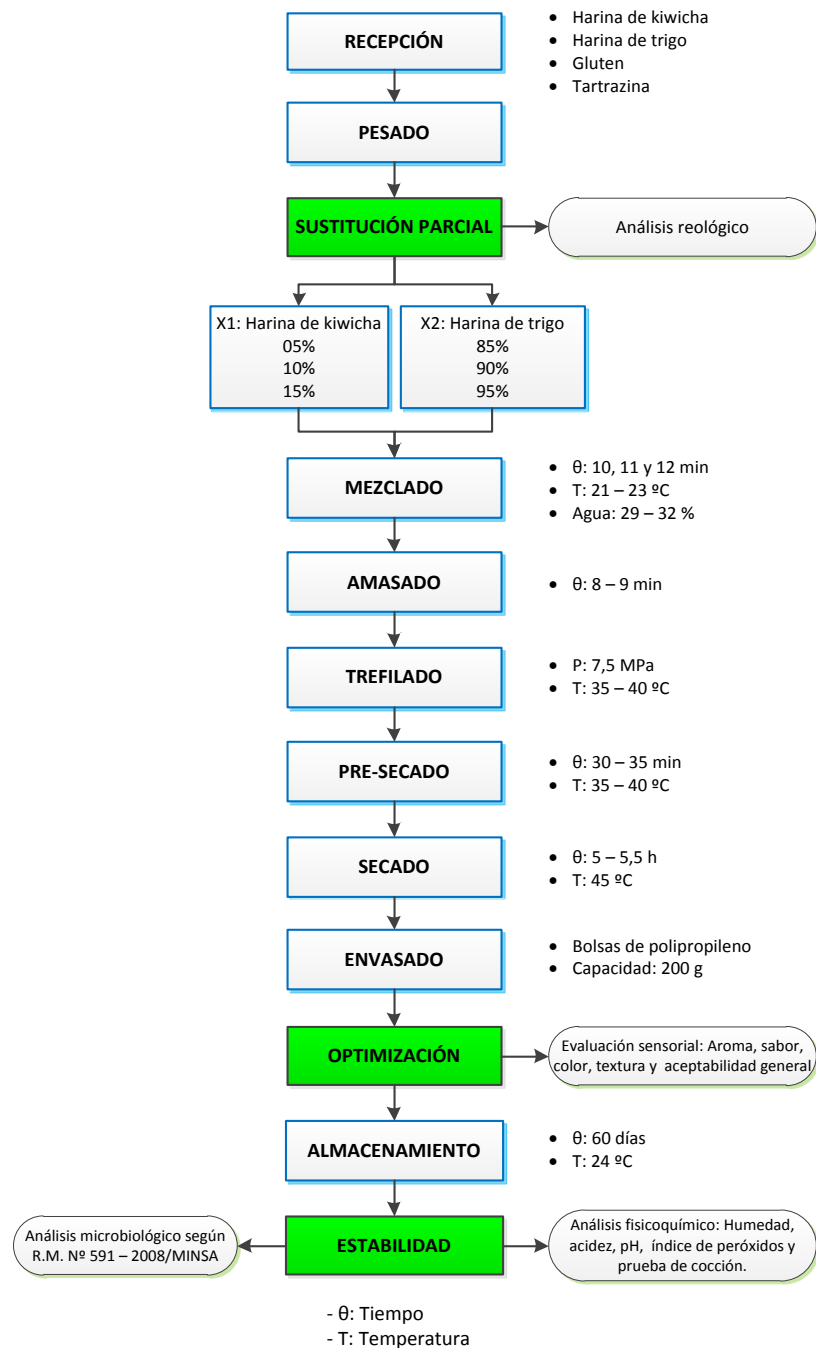


Figura 6. Diseño experimental para la elaboración de fideos con sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de kiwicha.

Fuente: Elaboración propia (2012).

4.6. Instrumentos de medición

4.6.1. Materiales y equipos

- Balanza Analítica marca METTLER.
- Balanza SARTORIUS, de un platillo, capacidad máxima 310 g.
- Balanza de 7 kg.
- Estufa marca MEMMERT, con termostato regulable de 0 °C - 220 °C.
- Mufla marca THERMOLYNE SYBRON, con termostato regulable de 100 - 1200 °C.
- Incubadora MEMMERT, con termostato regulable de 0 °C – 60 °C.
- Cocinilla eléctrica.
- Baño maría marca SELECTA, con termostato regulable de 0 °C – 100 °C.
- pH metro marca ALLIED FISHER.
- Mezclador - trefilador capacidad 5 kg.
- Secador de bandeja.
- Selladora manual de bolsas marca SF.
- Autoclave.
- Farinografo BRABENDER, modelo 8600, Germany.

- Equipo para análisis granulométrico.
- Equipo kjehdal, para determinar proteínas.
- Equipo Soxhlet, para determinar grasa total.
- Equipo de reflujo, para determinación de fibra.
- Desecadores con soluciones saturadas, para determinación de isothermas de adsorción.
- Mechero bunsen.
- Material necesario para las pruebas de análisis sensorial, como formatos de encuestas, platos, vasos, lapiceros, borradores.
- Otros, según lo indicado en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados.

4.6.2. Reactivos y medios de cultivo

4.6.2.1. Reactivos

- Hexano
- Ac. sulfúrico concentrado
- Sulfato de potasio
- Sulfato de cobre
- Rojo de metilo
- Ac. Bórico

- Hidróxido de sodio al 50 %
- Ac. Clorhídrico al 30 % ó 28 %
- Ioduro potásico p.a.
- Ácido Acético glacial
- Cloroformo
- Tiosulfato sódico 0,002 N
- Almidón al 1 %
- Hidróxido de sodio 0,01 N; 0,1 N y 1 N
- Agua destilada
- Fenolftaleína
- Ac. Sulfúrico al 1,25 %
- Agua peptonada tamponada
- Ácido Clorhídrico 25 %
- Sulfato cúprico
- Tartrato de potasio
- Tartrato de sodio
- Azul de metileno

4.6.2.2. Medios de cultivo

- Agar Sabouraud
- Caldo Brilla

- Agar Baird Parker
- Agar BPLS
- Agar SS
- Caldo Tetrionato

4.7. Métodos estadísticos utilizados

4.7.1. Diseño estadístico

Para la evaluación sensorial de los fideos cocidos, realizada para determinar el mejor tiempo de cocción para cada sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha, se utilizó un diseño de bloques completos al azar. Los datos fueron procesados por una prueba de Tukey a un nivel de probabilidad de 5 %.

Para analizar y determinar el mejor porcentaje de sustitución se aplicó un diseño experimental de mezclas en proporciones de 5 %, 10 % y 15 % de sustitución de la harina de trigo por la harina de kiwicha (Cuadro 14), tratamientos que fueron corridos por duplicado, cada tratamiento fue evaluado mediante el método de escala hedónica en base a cinco atributos sensoriales. Para el

procesamiento estadístico de los datos, se creó un diseño simplex lattice, desarrollado mediante el software Statgraphics Centurión 16.1.15.

Cuadro 14. Niveles codificados de las variables y sus valores reales

Variables	Niveles de las variables		
	-1	0	1
X1: Porcentaje de sustitución – Harina de kiwicha	4,924	9,847	14,770
X2: Porcentaje de sustitución – Harina de Trigo	83,700	88,573	93,546

Fuente: Elaboración propia (2012).

Posteriormente se procedió a establecer el perfil sensorial de los tratamientos y producto final, para ello se utilizó cinco atributos: color, aroma, sabor, textura y aspecto general, donde se realizó una prueba de comparaciones múltiples para analizar y detectar diferencias significativas en los atributos sensoriales.

CAPÍTULO V

TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1. Caracterización de las harinas de trigo y kiwicha

5.1.1. Análisis químico proximal

En el cuadro 15 se presentan los resultados de la determinación de la composición química de la harina de trigo y de la harina de kiwicha.

Como se observa en el cuadro 15, el porcentaje de ceniza de 0,63 (b.s), confirma que la harina es de tipo especial según la siguiente clasificación NTP (1986): especial (0,64 %), extra (0,65- 1,00 %), popular (1,01 - 1,40 %), y según la clasificación desarrollada por Granotec (1995) (Anexo 7), que presenta un porcentaje de ceniza de 0,50 – 0,60 % (base 14 % de humedad) para harina especial estándar.

La harina de kiwicha presentó un porcentaje de ceniza de 2,54 % (b.s.) y, según la norma NTP (1976) - Harinas sucedáneas de las harinas de trigo, se encuentra dentro del

rango (5 % como máximo). El porcentaje de ceniza se encuentra dentro de los valores reportados por Boucher y Muchnik (1995), donde presenta valores de ceniza entre 2,4 - 3,8 %.

Cuadro 15. Composición química de la harina de trigo y harina de kiwicha

Composición	Harina de trigo		Harina de kiwicha	
	Base húmeda (%)	Base seca (%)	Base húmeda (%)	Base seca (%)
Humedad	11,80		10,20	
Ceniza	0,56	0,63	2,28	2,54
Proteínas	11,00	12,47	13,70	15,26
Grasa	0,95	1,08	6,52	7,26
Fibra	1,49	1,69	4,06	4,52
Carbohidratos	74,20	84,13	63,24	70,42
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: Elaboración propia (2012).

Con respecto al contenido proteico de 12,47 % (b.s.) de la harina de trigo corresponde a un trigo de contenido proteico medio en comparación con un trigo fideero, debido a que la respectiva harina está compuesta de trigos que tienen como destino la producción de productos de panificación.

El contenido de proteína de la harina de kiwicha de 15,26% (b.s.), se encuentra dentro de los valores de proteína reportados por Boucher y Muchnik (1995), donde presenta valores de proteína entre 14,0 – 16,0 %.

Los valores de grasa encontrados para la harina de kiwicha de 7,26 % en balance con los valores reportados por Boucher y Muchnik (1995) de 9,4 -10,2 % son menores, debido a las diferentes condiciones ambientales y de manejo agronómico que se presenta al cultivo de kiwicha.

En cuanto al contenido de fibra, la harina de kiwicha presenta un valor de 4,52 % (b.s.), en balance con los valores reportados por Boucher y Muchnik (1995) de 7,6 - 16,4 %, la presente muestra expone valores menores. La fibra es importante en la dieta por su demostrada acción benéfica en la prevención de enfermedades gastrointestinales y cardiovasculares, motivos que confieren al producto final mejores características nutricionales. El contenido de fibra presente en la harina de trigo es de 1,69 % (b.s.), en semejanza con los valores reportados en Tablas Peruanas de

Composición de Alimentos (1996) que presenta un valor de 1,5 % (b.h.) ó 1,68 % (b.s.), valores próximos a los indicados en la presente muestra.

El contenido de carbohidratos para la harina de kiwicha es de 70,42 % (b.s.), cifra próxima al valor indicado por Boucher y Muchnik (1995) de 68,4 % (b.s.). Debido al alto porcentaje de proteínas y grasas, el porcentaje de carbohidratos es bajo.

En lo referente al contenido de carbohidratos, la harina de trigo presenta 84,13 % (b.s.), valor semejante a los valores reportados en Tablas Peruanas de Composición de Alimentos (1996), que muestra un valor de 74,8 % (b.h.) o 83,85 % (b.s.). Conforme aumenta el grado de extracción, las harinas contienen menos hidratos de carbono.

En semejanza de la harina de trigo con la harina de kiwicha respecto al contenido de ceniza, proteína, grasa y fibra, presentan una considerable disimilitud, donde se presenta a la harina de kiwicha como una materia prima de prominente aporte nutritivo, estudio importante en el momento

de estimar como producto final un alimento de calidad nutritiva a partir de las correspondientes materias primas mencionadas.

5.1.2. Otros análisis químicos

En el cuadro 16, se puede examinar el pH de la harina de trigo es de 6,00 y el de la harina de kiwicha de 6,51, este último valor es mayor que el reportado por Pascual y Zapata (2010), que presentan un valor de 6,0. La acidez titulable de la harina de trigo es de 0,112 % valor que se encuentra dentro del rango permitido por la Norma Técnica Peruana de máximo 0,22 %. La acidez de la harina de kiwicha es de 0,165 %, valor que se ubica dentro del rango admitido por la NTP 205.040-1976 que delimita una tolerancia de hasta 10 %.

Cuadro 16. Otros análisis químicos realizados a la harina de trigo y harina de kiwicha

Harina	pH	Ac. titulable	Almidón	Gluten húmedo
Harina de trigo	6,00	0,112	72,00	31,18
Harina de kiwicha	6,51	0,165	61,03	-

Fuente: Elaboración propia (2012).

El contenido de almidón de la harina de kiwicha es de 61,03 %, se ubica dentro de los valores reportados por Boucher y Muchnik (1995), donde se exponen cifras de entre 51,5 - 65,8 %.

El porcentaje de gluten analizado es de 31,18 %, valor que se encuentra dentro de lo reportado por Laboratorios Granotec (1995) (Anexo 7), para una harina especial.

5.1.3. Análisis físicos

– Análisis granulométrico

Los resultados del análisis granulométrico de la harina de trigo y harina de kiwicha se muestran en el cuadro 17.

Para la harina de trigo el mayor porcentaje de muestra queda retenida en la malla $\emptyset = <160 \mu\text{m}$, con un porcentaje de 77,337 % y, el menor valor corresponde a la malla $\emptyset = 200 \mu\text{m}$, con un valor de 2,841 %. La correspondiente harina especial Nicolini presenta valores que se ubican dentro de los estándares granulométricos indicados por Granotec (1995).

Referido a la harina de trigo especial, como toda harina panadera, presenta niveles bajos de granulometría, por preferirse que la harina sea más fina, para su mejor manejo en la elaboración de productos panificables.

Cuadro 17. Resultado de análisis granulométrico de la harina de kiwicha

Muestra	Malla	Granos	%
Harina de trigo	200	2,841	2,841
	180	9,683	9,683
	160	10,139	10,139
	<160	77,337	77,337
	Total	100,000	100,000
Harina de kiwicha	250	8,857	8,857
	200	13,849	13,849
	180	20,814	20,814
	160	13,378	13,378
	< 160	43,102	43,102
Total	100,000	100,000	

Fuente: Elaboración propia (2012).

La granulometría analizada para la harina de kiwicha, presenta un mayor porcentaje de harina retenida en la

malla $\varnothing < 160 \mu\text{m}$, con un porcentaje de 43,102 %, y un menor porcentaje presente en la malla $\varnothing = 250 \mu\text{m}$, con un valor de 8,857 %.

Tomando en consideración los requerimientos establecidos por el CODEX STAN 178-1991 para sémolas y harinas de trigo duro, establece que el 80 % de la muestra deberá pasar por una malla de $315 \mu\text{m}$, se examina que la harina de trigo y la harina de kiwicha obtenida presentan una granulometría adecuada.

Según Baltensperger (1997), refiere el grado de finura en sémolas de trigo duro desde el punto de vista del productor de pastas, que con sémolas más finas, se tiene una mejor y más rápida absorción de agua y en consecuencia, para obtener una masa homogénea, se requiere un menor tiempo de mezcla en la elaboración de pastas, donde muestra que se puede trabajar sin problemas con granulaciones finas, logrando un producto final homogéneo y transparente, sin requerir granulaciones más gruesas.

A pesar que las Normas Técnicas Peruanas para harinas de consumo doméstico y uso industrial, no presentan rangos de tolerancia o, no especifican la granulometría de las harinas, la obtención de productos finos, contribuye con la presentación y calidad de los productos procesados.

5.2. Caracterización de otros insumos

5.2.1. Análisis químico proximal

Los resultados promedio del análisis proximal de la sémola de trigo, se muestran en el cuadro 18.

El valor obtenido de ceniza analizado es de 0,58 % (b.s.), valor que se ubica dentro de los parámetros de calidad establecidos por la NTP 205.032:1974 - Sémola de cereales para consumo doméstico y uso industrial, que establece un límite máximo de 1,3 % para sémola de trigo.

El contenido de proteína es de 11,24 % (b.s.), valor dentro de lo recomendado por la NTP 205.032:1974, que establece un mínimo de 10,5 % para sémolas de cereales.

Cuadro 18. Resultados promedio del análisis proximal para la sémola de trigo (por 100 g de muestra)

Componente	Sémola de trigo	
	Base húmeda (%)	Base seca (%)
Humedad	11,00	
Ceniza	0,52	0,58
Proteínas	10,00	11,24
Grasa	0,90	1,01
Fibra	0,87	0,98
Carbohidratos	76,71	86,19
Total	100,000	100,000

Fuente: Elaboración propia (2012).

5.2.2. Otros análisis químicos

En el cuadro 19, se expone un pH de 6,12 para la sémola de trigo, que conjuntamente con la acidez, indican el estado de conservación del producto. La acidez titulable de la sémola de 0,0734 %, se ubica dentro del valor máximo admitido según la NTP 205.032:1974, que indica un valor máximo de 0,080 % (expresado en ácido sulfúrico).

El contenido de almidón de la sémola de trigo es de 76,66 %, valor próximo al reportado por Moreiras (2006), donde se expone un valor de 73,3 %.

Cuadro 19. Otros análisis químicos realizados a la sémola de trigo

Harina	pH	Ac. titulable	Almidón
Sémola de trigo	6,12	0,0734	76,66

Fuente: Elaboración propia (2012).

5.2.3. Análisis físicos

– Análisis granulométrico

Por presentar una granulometría elevada (>200 μm), se procedió a una molienda previa, hasta la formación de una harina ligeramente fina. Los resultados del análisis granulométrico se muestran en el cuadro 20.

Se observa que el mayor número de partículas retenidas (65,75 %) se encuentra en la malla $\varnothing = <160 \mu\text{m}$, donde se presenta como producto resultante de la molienda a una harina ligeramente fina (Granotec, 1995), que conjuntamente con la harina de trigo especial, forman una mezcla de harina uniforme, importante en el proceso de elaboración de fideos.

Cuadro 20. Resultado de análisis granulométrico de la harina de kiwicha

Muestra	Malla	Granos	%
Sémola de trigo	200	4,721	4,721
	180	16,979	16,979
	160	12,549	12,549
	<160	65,751	65,751
	Total	100,000	100,000

Fuente: Elaboración propia (2012).

5.3. Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de kiwicha

5.3.1. Formulación de fideos con sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de kiwicha

Este experimento se realizó con la finalidad de determinar el mejor porcentaje de sustitución de la harina de trigo por la harina de kiwicha en la elaboración de fideos y ver la estabilidad del producto final.

5.3.2. Resultados del análisis reológico

Los resultados del análisis farinográfico para los diferentes porcentajes se encuentran en cuadro 21, y en los anexos 8 y 9, se presentan los farinogramas donde se puede observar el comportamiento de cada mezcla.

La mezcla de 0 % de sustitución tuvo un porcentaje de absorción de 64 %. Según Pepe (2012), establece que los valores de absorción que comprende una buena harina destinada para pastas son de 58 a 67 %.

En la elaboración de los fideos la absorción de agua de una harina es un parámetro indispensable dependiendo de los ingredientes de la fórmula, de los equipos del proceso, variables de procesamiento y de las características deseadas en el producto final (Matz, 1959).

Cuadro 21. Resultados de los farinogramas realizados a las mezclas con 0; 5; 10 y 15 % de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha

Farinogramas	HT	HT/HK	HT/HK	HT/HK
	100	95/05	90/10	85/15
Absorción (%)	64,00	65,00	63,50	63,00
Tiempo de hidratación (min)	1,30	1,70	2,00	2,50
Tiempo de desarrollo (min)	6,70	7,00	7,00	6,90
Estabilidad (min)	13,70	13,30	13,00	12,60

Fuente: Elaboración propia (2012).

Para las mezclas HT/HK (95/05, 90/10 y 85/15) la absorción disminuye en 65,00 %; 63,50 % y 63,00 %, este fenómeno se atribuye a diversos factores, como el contenido de proteínas presentes en las mezclas, factor que influye en la disminución de la absorción de agua, debido a una disminución de la porción de gluten en las mezclas; la capacidad de absorción de agua se debe también al contenido e integridad del almidón, factor que influye en la disminución de absorción por parte de las mezclas para cada aumento de sustitución de la harina de trigo por harina de kiwicha, el contenido de almidón disminuye.

El tiempo de hidratación conjuntamente con el tiempo de desarrollo va en aumento conforme aumenta el grado de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha, debido a que los ingredientes que componen la masa son más heterogéneos, se presenta una mayor competencia por el agua durante el mezclado.

Se observa que el tiempo de desarrollo se mantiene estable con una ligera baja en la sustitución del 15 % de

harina de trigo por harina de kiwicha, el comportamiento de las mezclas para el tiempo de desarrollo se relaciona directamente con la absorción respectiva de la mezcla, conforme aumenta el incremento de absorción de harina, aumenta el tiempo de desarrollo de la masa.

Con respecto a la estabilidad de las mezclas, se observa que conforme aumenta el porcentaje de sustitución, la estabilidad de la mezcla disminuye. La disminución de la estabilidad se atribuye a la disminución del gluten en las mezclas, lo que trae como consecuencia que la masa sea más débil y menos resistente al amasado.

El comportamiento reológico para cada mezcla con sustitución se ve afectado más pronunciadamente cuanto mayor es la sustitución, viéndose desestabilizada su calidad reológica, donde se presentan como mejores mezclas a las sustituciones con 0; 5 y 10 % y de menor calidad reológica a la sustitución con 15 % de sustitución, para ser destinadas a la producción de pastas cortas.

5.4. Elaboración de fideos

5.4.1. Descripción del flujo

A. Recepción de materia prima

Se utilizaron harina de trigo y harina de kiwicha de consistencia aceptable de un polvo fluido en toda su masa, exenta de cualquier impureza y posible deterioro. Resultados complementados por determinaciones analíticas recomendadas por la NTP 205.040:1976 - Harinas sucedáneas de las harinas de trigo. El agua empleada para el proceso proviene de la red pública de agua potable.

B. Sustitución

Se procedió a pesar las materias primas e ingredientes de acuerdo a la formulación establecida para cada una de las sustituciones parciales.

C. Mezcla y amasado

El tiempo de mezcla fue de 10, 11 y 12 minutos para la primera, segunda y tercera sustitución respectivamente, este tiempo se basó de acuerdo a la distribución de

tamaño, cuanto más estrecha es, más corto es el tiempo de mezcla, y conforme aumenta la sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha se requiere de mayor tiempo de hidratación para la obtención de una masa homogénea (Anexo 17) y así evitar la obtención de manchas blancas en el producto final.

Durante la preparación de la masa, la cantidad de agua necesaria a añadir fue determinada mediante pruebas preliminares.

Mediante las pruebas farinográficas se prevé que la absorción de agua es ligeramente menor conforme aumenta la sustitución. El nivel de absorción de agua de una harina se ve influenciada por diversos factores como la cantidad y calidad de proteína, contenido e integridad del almidón y del tamaño de partículas de la harina.

En el proceso de mezcla sólo se produce una masa desmigable, muy seca, en una cantidad de agua inferior a la mitad de la utilizada para una masa de panificación

(Hoseney, 1991). Según Kill y Turnbull (2004), sugieren conseguir una masa recién formada contenida con una media de 30 – 32 % de humedad, como base de éstos valores se determinó que las sustituciones de 5;10 y 15% (HT/HK) requirieron de una humedad de 39; 38 y 37,50%. El tiempo de amasado para cada sustitución, fue de aproximadamente 8 – 9 min.

D. Trefilado

Posterior al amasado, la masa es llevada y comprimida por un tornillo sin fin, a una presión de 7,5 MPa (75 Bar) en promedio, con una temperatura de la masa en el proceso de 35 - 40 grados Celsius. Parámetros próximos a los sugeridos por Kill y Turnbull (2004), que establecen como presión de moldeado generado en un extrusor de 80 y 120 bar y una temperatura de entre 40 a 42 °C. Con estas condiciones de trabajo se logra que la pasta fluya a través del molde.

El formato de la pasta corta tipo canuto liso sin punta, es cortado a un tamaño promedio de 2,5 cm.

El comportamiento de la pasta de la primera sustitución (HT/HK: 95/05), presentó mejor elasticidad en el proceso, la sustitución con 10 % (HT/HK: 90/10), presentó mejor apariencia.

E. Pre-secado

Se acondiciona primero el producto para los posteriores procesos de pre-secado y secado. Se somete a un secado ligero de la pasta al momento de la salida del trefilado o compresión para conservar la forma de la pasta, por un tiempo promedio de 3 minutos, aquí se elimina una pequeñísima porcentual de agua sobre la superficie, detiene la fermentación superficial. Posterior a este proceso se reposa el producto (15 a 20 min).

El pre-secado propiamente dicho, consistió en colocar la pasta corta en una cámara de fermentación a una temperatura de 35 - 40 °C, HR. 75 %, donde se simula las condiciones de un secador de fideos. Tiempo promedio del proceso 30 minutos. Posterior al secado se realizó el reposo respectivo de la pasta. La humedad final de las

pastas después del proceso para cada una de las sustituciones de 5 %, 10 % y 15 % fueron de 31,45 % (0,459 g agua/g m.s.); 31,27 % (0,455 g agua/g m.s.) y 30,94 % (0,448 g agua/g m.s.) respectivamente.

F. Secado

La pasta es llevada a un secador de bandejas durante un periodo aprox. 5 – 5,5 horas a una HR 35 %, con una temperatura de 45 °C, velocidad del aire 1,5 m/s.

La humedad final aproximada de las pastas con 5 %, 10 % y 15 % posterior al reposo fueron de 10,20 % (0,114 g agua/g m.s.); 10,12 % (0,112g agua/g m.s.) y 10,10 % (0,112 g agua/g m.s.).

5.4.2. Determinación del mejor tiempo de cocción

Los resultados de la evaluación sensorial del atributo textura, realizado con la finalidad de determinar el mejor tiempo de cocción de los fideos de las diferentes sustituciones es mostrado en los anexos 10 y 11.

En el cuadro 22 se presentan los puntajes totales obtenidos en esta prueba para cada sustitución.

Para la primera sustitución (HT/HK: 95 %/05 %) el puntaje que presenta el mejor tratamiento fue para el tiempo de 14 min.

Este tratamiento produjo un fideo de buenas características de firmeza, elasticidad y pegajosidad. Menores tiempos de cocción para esta sustitución presentan fideos poco elásticos, la resistencia a la primera mordedura es ligeramente alta.

Cuadro 22. Puntajes obtenidos en los tratamientos para la evaluación de la textura durante la determinación del mejor tiempo de cocción de los fideos

Tratamientos Tiempo (min)	Puntaje total		
	Fideos 95/05	:	HT/HK 85/15
10	28	29	30
12	18	16	14
14	14	15	16

Fuente: Elaboración propia (2012).

Estadísticamente no existió diferencia significativa entre los tratamientos 98 °C/12 min y 98 °C/14 min, éstos tratamientos presentaron los más bajos puntajes, y por lo tanto los de mayor aceptación por los panelistas, siendo el tratamiento 98 °C/14 min el que confirió una mejor textura al fideo con sustitución. A menores tiempos de cocción se presenta un fideo de características no satisfactorias, con adherencia del fideo en los dientes durante la masticación y falta de elasticidad.

Estadísticamente no existió diferencia entre los tratamientos y 98 °C/12 min y 98 °C/ 14 min, tratamientos que presentaron mayor aceptación por parte de los panelistas.

Los fideos con (HT/HK: 85 %/15 %) presentaron mayor firmeza para el tratamiento 98 °C/12 min, percibidos por los panelistas como el tratamiento que le confiere a los fideos mejor textura.

Tiempos mayores alteran la integridad de la calidad culinaria, aumenta la pegajosidad, presenta una consistencia

pastosa débil. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos 98 °C/ 12 min y 98 °C/ 14 min.

El tiempo de cocción de la pasta cocinada con definición de “buena” calidad se debe evaluar frente a tiempos de cocción específicos, para que sea idealmente comparable entre cada tiempo de cocción.

La cocción de la pasta es evaluado mediante el atributo textura, que está relacionado con el tiempo de cocción y su valoración. El tiempo de cocción es variable según la naturaleza química de los ingredientes que conforman el fideo, influye en la integridad física y culinaria de los fideos.

Conforme aumenta la sustitución se requiere de menor tiempo. Así como ejemplo con 15 % de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha requirió de un menor tiempo de cocción (12 min).

Según Voisey et al. (1978); Gonzales et al. (2000); Nobile et al. (2003), citado por Cota Gastelum (2004) menciona que

durante el proceso de cocción la microestructura de la superficie de la pasta presenta grandes cambios, donde la desnaturalización de la proteína ha ocasionado la destrucción de la matriz proteica, presentando una estructura completamente abierta con mucho espacio desocupado. Consecuencias que muestran que conforme aumenta la sustitución, no logra formarse una matriz continua perfecta, permitiendo que por medio de pequeños vacíos en la microestructura de los fideos escape un exudado durante la gelatinización del almidón.

Motivos que hacen que a una mayor sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha el tiempo de cocción sea moderadamente rápido.

5.5. Análisis de fideos con sustitución

5.5.1. Análisis químico proximal

En el cuadro 23 se observa la composición química proximal de los fideos. El contenido de humedad de las diferentes sustituciones fueron similares, 10,20 %; 10,12 % y 10,10 % para los fideos con 5 %, 10 % y 15 % de sustitución

de harina de trigo por harina de kiwicha respectivamente, valores inferiores al límite máximo fijado por el INDECOPI (1981) de 15,0 % para fideos secos.

Los fideos con sustitución elaborados presentan un mayor valor nutritivo que los fideos elaborados convencionalmente, dependiendo de la formulación usada.

Cuadro 23. Composición química proximal de los fideos con sustitución

Composición	Fideos con: Harina de trigo/harina de kiwicha					
	95/05		90/10		85/15	
	B.H. (%)	B.S. (%)	B.H. (%)	B.S. (%)	B.H. (%)	B.S. (%)
Humedad	10,20		10,12		10,10	
Ceniza	0,62	0,69	0,69	0,77	0,78	0,87
Proteínas	12,12	13,50	12,25	13,63	12,35	13,74
Grasa	1,18	1,31	1,45	1,61	1,73	1,92
Fibra	1,35	1,50	1,49	1,65	1,60	1,78
Carbohidratos	74,53	83,00	74,00	82,33	73,44	81,69
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: Elaboración propia (2012).

El contenido de grasa se incrementa conforme aumenta la sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha, valores que ascienden para cada una de las sustituciones de 5 %, 10% y 15 % de sustitución a 1,31 % (b.s.); 1,61 % (b.s.) y 1,92 % (b.s.) respectivamente. Según Succar (1977) citado por Berna (1995), reporta que contenidos elevados de grasa provocan la interposición de los ácidos grasos entre los grupos OH hidratados de las moléculas de almidón, provocando la debilitación de la estructura del fideo durante la cocción.

El contenido de fibra en los fideos comerciales de 0,45 % (Tabla de Composición de Alimentos Industrializados, 2002), es menor frente a los encontrados en los fideos elaborados con harina de kiwicha con 1,50 % (b.s.); 1,65 % (b.s.) y 1,78 % (b.s.), para las tres sustituciones respectivamente. Según los resultados se demuestra que los fideos con sustitución son alimentos saludables y pueden ser considerados como alimentos funcionales por su aporte en fibra y carbohidratos resistentes.

Los fideos presentaron porcentajes ligeramente elevados de ceniza entre 0,69 % (b.s.) y 0,87 % (b.s.), en balance con fideos comerciales 0,56 % (b.s.) según lo reportado por Tabla de Composición de Alimentos Industrializados (2002), resultado influenciado directamente por la materia prima utilizada y el grado de extracción.

El contenido de carbohidratos de las sustituciones se encontró en el rango de 83,0 % (b.s.) y 81,69 % (b.s.), los cuales indican el aporte calórico del producto final.

5.5.2. Otros análisis químicos

En el cuadro 24, se presentan los resultados de los otros análisis químicos realizados a los fideos. El pH de los fideos tiende a aumentar a mayor porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha, los valores oscilan entre 6,10 y 6,22, tiende a la neutralidad. Según Berna (1995) elaboró fideos con harina de trigo integral y harina de frijol ñuña, donde reportó valores de 6,05 y 6,20 respectivamente. En cuanto a la acidez, los valores de 0,098 %; 0,109 % y 0,116 % correspondientes a las sustituciones de 5 %, 10 % y 15 % de

harina de trigo por harina de kiwicha, se encuentran por debajo del máximo establecido por el INDECOPI (1981) - Bizcochos, galletas, pastas y fideos: Determinación de acidez, donde presenta un valor máximo de 0,45% de acidez en los fideos (expresado como ácido láctico).

Cuadro 24. Otros análisis químicos realizados a los fideos

Fideos HT/HK	pH	Acidez titulable (% Ac. láctico)	Índice de peróxido (m.e.q./ kg de grasa)
95/05	6,10	0,098	Trazas
90/10	6,18	0,109	Trazas
85/15	6,22	0,116	Trazas

Fuente: Elaboración propia (2012).

Respecto al índice de peróxido (m.e.q./kg de grasa), sólo se presentaron trazas. Según Schmidt- Hebbel (1981) citado por Berna (1995), valores de hasta 5 m.e.q./kg de grasa corresponden a una grasa fresca y la rancidez organoléptica se inicia con un índice de peróxido entre 10 y 20 m.e.q./kg de grasa.

5.5.3. Pruebas de cocción de los fideos

En el cuadro 25 se presentan los resultados de la prueba de cocción realizada a los fideos.

Dentro de las características más importantes que influyen en la calidad de la pasta se encuentra la apariencia y las características de cocimiento de la pasta, esta última depende de varios factores entre estos se encuentran la integridad de la pasta en su cocimiento, cantidad de agua absorbida, pérdida de sólidos en el agua de cocimiento y su correspondiente aumento de volumen.

La mayor pérdida de sólidos en el agua de cocción (9,51 %) se presentó en la sustitución con 15 % de harina de kiwicha.

Según Matsuo (1988); Ferlet y Dexter (1996), citado por Cota (2004), la relativa turbidez del agua de cocimiento es un indicativo del grado de rompimiento de la pasta durante el cocimiento, el cual es referido como residuo en el agua de cocimiento. Conforme aumenta la sustitución de harina de

trigo por harina de kiwicha, la estructura de la pasta no es muy homogénea a nivel de la red fibrilar de proteína, al no formar óptimamente la matriz proteica no logra sostener perfectamente al almidón quedando zonas abiertas, que durante el proceso de cocción se expresa en la salida de los gránulos de almidón.

Cuadro 25. Resultados de la prueba de cocción realizada a los fideos con sustitución

Fideos	Pérdida de sólidos (%)	Incremento de peso (%)	Incremento de volumen (%)
95/05	9,05	254	274
90/10	9,12	267	282
85/15	9,51	264	279

Fuente: Elaboración propia (2012).

A menores sustituciones menor es la pérdida de sólidos, así se presenta que el menor porcentaje de pérdida es para la sustitución (95/05), seguida de la segunda sustitución (90/10).

Según Matsuo (1988); Ferllet y Dexter (1996), citado por Cota (2004), reportan que esta prueba prefiere la ganancia en

peso de la pasta durante el cocimiento, por efecto de la absorción de agua. Los resultados para los fideos 5 % de harina de kiwicha presentaron un incremento de peso de 257 %, donde se indica que los fideos con 10 % de harina de kiwicha presentaron mayor incremento de peso debido a la mayor absorción de agua en su estructura. Para los fideos con 15 % de sustitución (85/15: HT/HK) de harina de kiwicha, presentaron valores menores de incremento de peso con un 255 %.

Según Moreyra (1976), mencionado por Berna (1995), señala que si la absorción de agua es alta y no aumenta considerablemente el porcentaje de pérdida de sólidos, entonces la pasta es de muy buena calidad.

El incremento de volumen para el fideo con 5 % de harina de kiwicha, presentó un incremento de volumen promedio de 279 %, el mayor incremento de volumen lo presentó el fideo con 10 % de harina de kiwicha, y el menor resultado lo presenta el fideo con 15 % de harina de kiwicha. El mayor incremento de volumen con menor pérdida de sólidos,

representa una pasta de buena calidad, ya que la proteína homogénea bien distribuida llega a absorber el agua más rápidamente que el almidón, dando como resultado la formación de una red continua que engloba a los gránulos de almidón evitando el disgregamiento de la pasta.

Mediante la evaluación de la calidad de los fideos, se muestra como mejores tratamientos a las sustituciones con 5 % (95/05 – HT/HK) y 10 % (9/10 - HT/HK), por su alta absorción de agua y menor pérdida de sólidos.

5.5.4. Análisis sensorial

5.5.4.1. Análisis descriptivo cuantitativo (QDA)

Para establecer el perfil sensorial de los fideos con sustitución, se evaluaron cinco atributos organolépticos: aspecto general, color, aroma, sabor y textura. Los resultados de las evaluaciones sensoriales se muestran en el anexo 12.

5.5.4.2. Escala hedónica

El cuadro 26 muestra los puntajes promedios de las calificaciones de los fideos de 5 %, 10 % y 15 % de

sustitución. El análisis estadístico se encuentra desarrollado en el anexos 13; 14 y 15.

Del cuadro podemos observar que para el atributo sabor, la pasta con sustitución de 10%, presentó mejor aceptación por parte de los panelistas.

Cuadro 26. Calificaciones promedio de los fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha utilizando escala hedónica

Atributos	Niveles de sustitución (%)		
	5	10	15
Aroma	6,40	7,20	6,30
Sabor	6,50	7,30	6,10
Color	6,50	6,20	5,80
Textura	6,30	6,80	5,80
Aceptabilidad general	6,40	6,70	5,80

Fuente: Elaboración propia (2013).

Los resultados del análisis de varianza indican que el efecto de los tratamientos influye en forma significativa en el sabor de las pastas, a un nivel de significancia de $\alpha \leq 0,05$. Mediante la prueba de Tukey se observa que existen

diferencias significativas entre los tratamientos 10 % (90/10 - HT/HK) y 15 % (85/15 - HT/HK) y, que los mejores tratamientos con respecto al sabor, son 5 % (95/05 - HT/HK) y 10 % de sustitución, con valores promedios que van desde 6,5 (gusto ligeramente) y 7,3 (gusto moderadamente), el tratamiento con menor aceptación en el sabor es para la sustitución con 15 % (6,1).

Para el caso del atributo aroma, se observa que el promedio de los valores asignados por los panelistas se encuentran dentro de los valores 6,1 a 6,8, que se reportan como que gustaron ligeramente y gustaron moderadamente respectivamente para cada valor. El análisis estadístico nos indica que no existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos con respecto al atributo aroma, lo que define que todos los tratamientos son similares estadísticamente de acuerdo a este atributo.

Con respecto al atributo color, se comprueba mediante el análisis estadístico (Anexo 14), que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con respecto al color dado

que el $F_c = 3,23$ es menor que el $F_t = 3,55$. Se concluye que los porcentajes de sustitución utilizados, no tienen influencia significativa en el color.

Según el análisis de varianza del atributo textura, se denota que existe diferencia significativa entre los tratamientos. Mediante la prueba de Tukey, se demostró que existe una diferencia significativa entre los tratamientos 15 % y 10 % de sustitución y, que el tratamiento con 10 % de sustitución es el que mejor textura presentó indicado por los panelistas.

De acuerdo al análisis de varianza respecto a la aceptabilidad general indica que hay diferencias significativas entre los tratamientos (nivel de significancia de $\alpha \leq 0,05$), por lo que para establecer diferencias y semejanzas se realizó la prueba de Tukey, valores que describen que los mejores tratamientos son 5 % (6,4) y 10 % (6,7). Se observa, que tanto los tratamientos del 5 % y 10 % de sustitución son estadísticamente similares. El tratamiento con 15 % de sustitución, presentó menor aceptación (5,8) por los

panelistas, donde también presentó diferencias significativas con el tratamiento de 10 % de sustitución.

5.5.5. Determinación del tratamiento óptimo

Concluido con el análisis parcial para elección del mejor porcentaje de sustitución, se procede a buscar el tratamiento que reúna las condiciones descriptivas de los atributos sensoriales más deseados, resultados obtenidos mediante la aplicación de un diseño de mezclas, que permite analizar globalmente al producto, y en este caso los cinco atributos sensoriales evaluados aroma, sabor, color, textura y aceptabilidad general.

Cuadro 27. Visualización de resultados para maximizar calidad total en los fideos cortos

Tratamientos	Harina de kiwicha %	Harina de trigo %	Calidad total
1	14,770	83,700	5,36
2	9,847	88,623	6,24
3	4,924	93,546	5,77
4	14,770	83,700	5,35

Fuente: Elaboración propia (2013)

Los rangos establecidos para los componentes de las mezclas (codificación en composición), según el rango alto o bajo, se fijaron en cantidades como (Harina de kiwicha): 4,924 – 14,77 y (Harina de trigo) 83,700 – 93,546.

Con base en las diferentes corridas experimentales realizadas, la calidad total corresponde a la que proporciona una sumatoria del valor promedio ponderado de los cinco atributos (mencionado en la sección 4.4.3.4.) más alta, en el cuadro 27 se observa los resultados de la sumatoria del valor promedio ponderado para calidad total.

El cuadro 28, muestra la combinación de los niveles de los factores, que simultáneamente maximizan calidad total sobre la región indicada.

En la figura 7, se denota la importancia relativa del efecto de los componentes de estudio (sustituciones de la harina de trigo por la harina de kiwicha) sobre calidad total, donde denota según el grado de pendiente el componente más influyente en la afectación de la calidad total.

Cuadro 28. Resultados optimizados para la elaboración de fideos cortos

Factor	Bajo	Alto	Óptimo *
Harina de kiwicha	14,770	4,924	9,090
Harina de trigo	93,546	83,700	89,379

* Calidad total maximizada, valor óptimo: 6,256

Fuente: Elaboración propia (2013)

En la figura 8 muestra la superficie de respuesta estimada a través del modelo ajustado (Anexo 16).

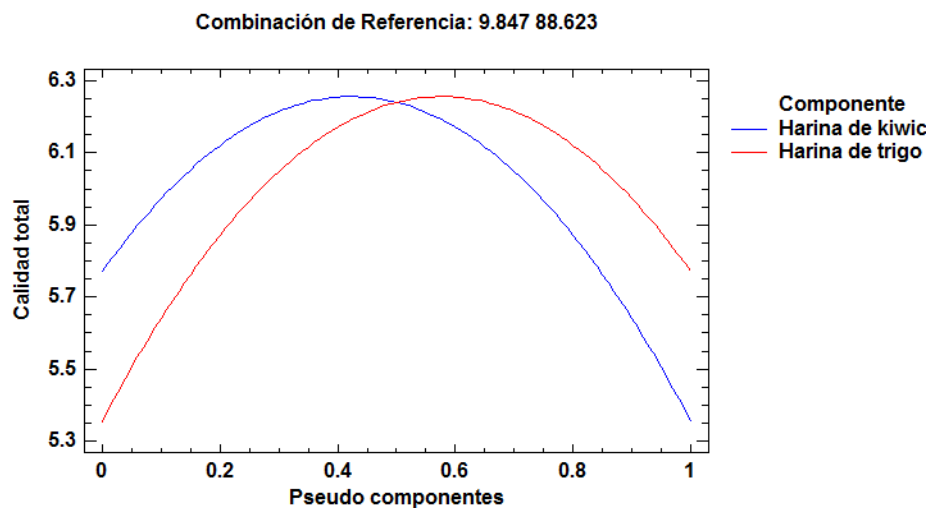


Figura 7. Gráfico de trazas para calidad total

Fuente: Elaboración propia (2013).

La grafica muestra los contornos para calidad total en función de la harina de kiwicha y harina de trigo. Cada línea de contorno representa combinaciones de harina de trigo y harina de kiwicha que da un valor seleccionado para Calidad total, para el presente estudio se maximiza en función a la calidad total, que optimiza la mezcla de pasta corta con sustitución.

Los valores óptimos corresponden a una mezcla indicada con 89,379 % de harina de trigo y 9,090 % de harina de kiwicha (Cuadro 28).

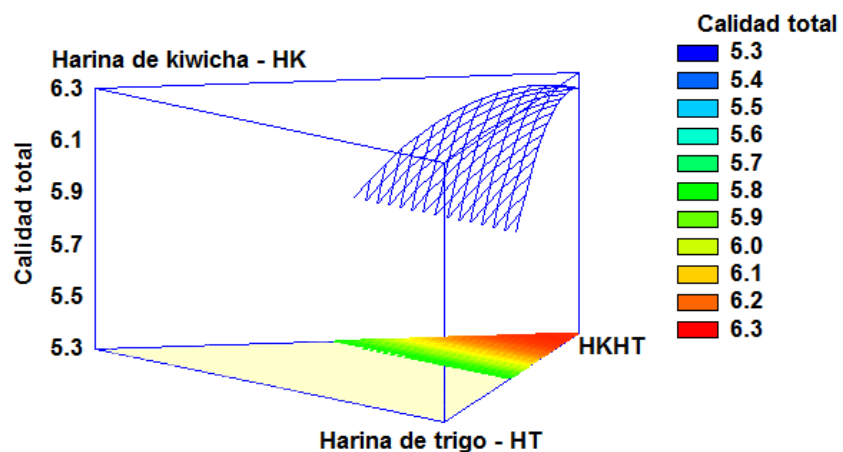


Figura 8. Superficie de respuesta estimada, calidad total
Fuente: Elaboración propia (2013).

5.6. Análisis del producto final

5.6.1. Análisis químico proximal

Los resultados del análisis químico proximal de los fideos con sustitución optimizados, se presentan en el cuadro 29.

Cuadro 29. Composición química de los fideos cortos optimizados

Composición	Fideo crudo			
	Fideo con sustitución		Fideo comercial *	
	B.H. (%)	B.S. (%)	B.H. (%)	B.S. (%)
Humedad	10,26		11,0	
Ceniza	0,67	0,75	0,50	0,56
Proteínas	12,19	13,58	10,90	12,25
Grasa	1,39	1,55	0,50	0,56
Fibra	1,46	1,63	0,40	0,45
Carbohidratos	74,03	82,49	76,70	86,18
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

* Los valores para los fideos secos comerciales fueron tomados de Tabla de Composición de Alimentos Industrializados.

Fuente: Elaboración propia (2013)

El contenido de humedad, tanto para el fideo con sustitución como para el fideo comercial, presentan humedades que se encuentran dentro de los niveles

aceptables por la NTP – 206.010:1981, valores que refuerzan su estabilidad fisicoquímica y microbiológica.

Se analiza que el fideo con sustitución optimizado presenta una cantidad de proteínas de 13,58 % (b.s.), y un contenido de fibra de 1,63 % (b.s.), valores superiores en balance con un fideo comercial.

5.6.2. Isoterma de adsorción

En la figura 9 se presenta la isoterma de adsorción del producto final elegido a 25 °C.

Cuadro 30. Valores de actividad de agua (a_w) y humedad de equilibrio (M) a temperatura de 25 °C

Actividad de agua	Contenido de agua M (g H ₂ O/g m.s.)
0,115	0,026
0,234	0,048
0,329	0,053
0,443	0,063
0,536	0,088
0,846	0,251
0,902	0,315

Fuente: Elaboración propia (2013).

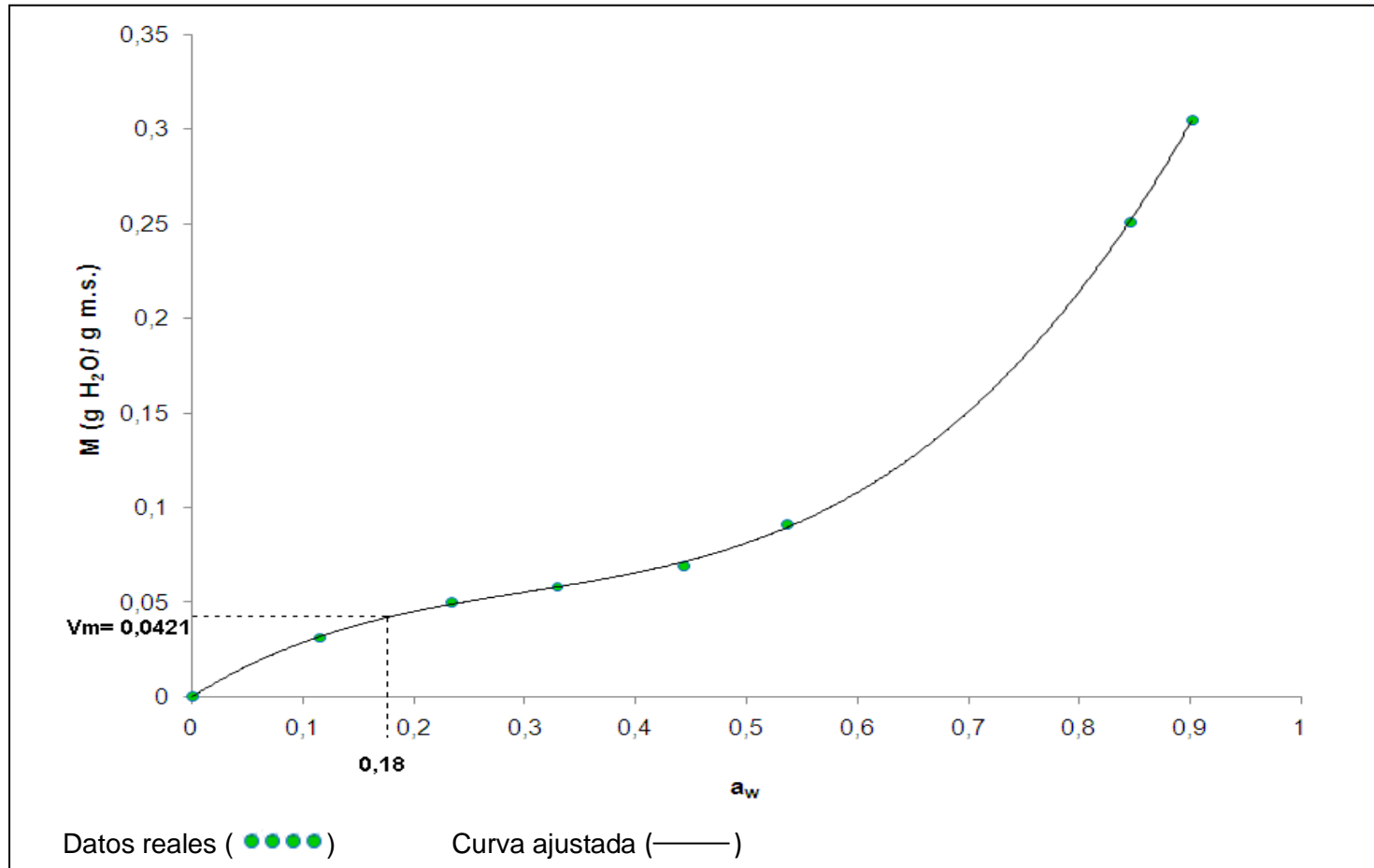


Figura 9. Isotherma de adsorción del fideo con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha
Fuente: Elaboración propia (2013).

Con los datos obtenidos de humedad de equilibrio y actividad de agua, que se presenta en el cuadro 30 se procedió a graficar la isoterma de adsorción (Figura 9).

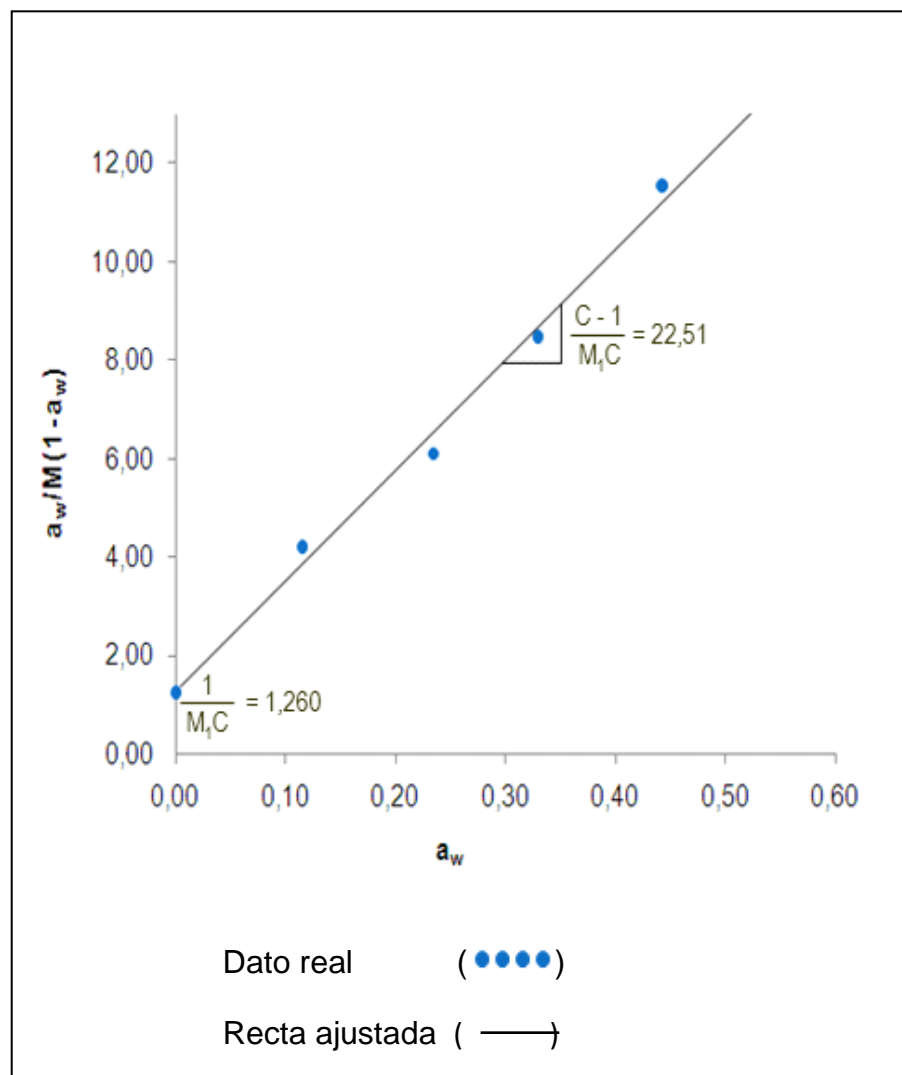


Figura 10. Gráfica de la ecuación del B.E.T.
Fuente: Elaboración propia (2013).

Los datos experimentales fueron ajustados a la ecuación de B.E.T. utilizando mínimos cuadrados, determinándose así el valor de la monocapa (Figura 10).

El valor de la monocapa para los fideos con sustitución elegido fue de 3,91 g H₂O/100 g m.s., valor que corresponde a una actividad de agua aproximada de 0,18 (HR de 18 %). Según Martínez (1998), menciona que uno de los factores que influye en la forma y características de las isothermas de sorción de agua y por tanto del valor monomolecular en los alimentos es la composición del producto, donde ubica a un producto de elevado contenido en proteínas, como segundo mayor capaz de retener agua, motivo que hace que el valor monomolecular del fideo corto con sustitución sea ligeramente alto.

5.6.3. Análisis descriptivo cuantitativo (QDA)

Se estableció el perfil sensorial para el fideo con sustitución optimizado y un fideo comercial, se evaluaron 5 atributos: aspecto general, color, aroma, sabor y textura. Los

perfiles para el fideo corto con sustitución y fideo corto comercial se presentan en la figura 11.

Los resultados de la evaluación sensorial se reportan en el cuadro 31. En referencia al aspecto general, se denota que el fideo corto comercial en balance con el fideo corto con sustitución optimizado, presenta un mejor aspecto general, estadísticamente no hubo diferencia entre los dos tratamientos.

Cuadro 31. Promedios de evaluaciones sensoriales realizadas al fideo corto optimizado y fideo corto comercial.

Atributo	Fideo optimizado	Fideo comercial
Aspecto general	6,69	7,03
Color	6,38	6,89
Aroma	7,28	6,13
Sabor	7,38	6,71
Textura	6,81	6,79

Fuente: Elaboración propia (2013).

Respecto al color, se compara que el fideo con sustitución optimizado presenta un color ligeramente oscuro en símil con el fideo comercial, donde se presenta además que el fideo corto comercial presenta un color ámbar – amarillo ligeramente mayor en balance al fideo con sustitución optimizado. Estadísticamente existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Para el perfil sensorial del atributo sabor, refleja que el fideo con sustitución optimizado cuantificado con un valor de 7,38 en comparación con el fideo comercial de valor 6,71, son estadísticamente diferentes, donde se presenta al fideo con sustitución optimizado con un sabor característico típico y equilibrado de mayor aceptación que un fideo comercial.

Para el caso del atributo textura, se detalla que el fideo con sustitución optimizado presento una buena firmeza y masticabilidad optima que en balance con un fideo comercial se presentan ligeras diferencias. Se muestra que tanto el fideo con sustitución optimizado y el fideo comercial son en promedio casi similares, como se muestra en la figura 11.

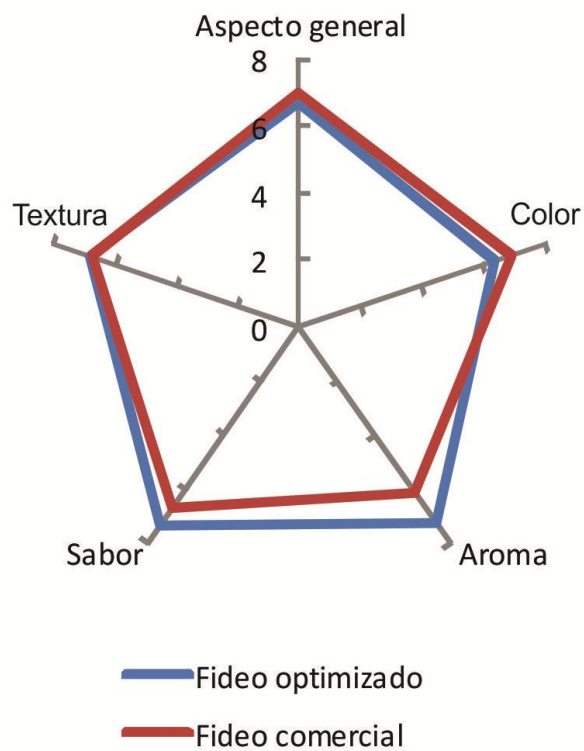


Figura 11. Perfiles color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad general para el fideo optimizado y fideo comercial.

Fuente: Elaboración propia (2013).

5.7. Variación de las características del producto final durante el almacenamiento

5.7.1. Características fisicoquímicas

5.7.1.1. Humedad

Para el fideo con sustitución elegido se observa que el contenido de humedad varía ligeramente, entre el inicio y final

del periodo de almacenamiento (60 días), donde llegó a un valor máximo de 10,37 % de humedad (Figura 12). Contenido de humedad inferior al límite máximo de 15 % permitido por INDECOPI (1981).

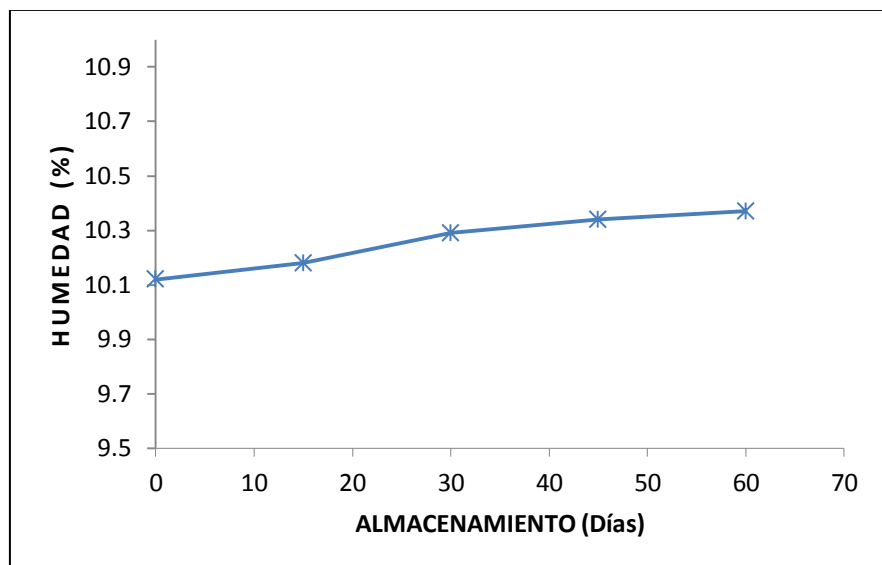


Figura 12. Variación de la humedad del producto final durante el almacenamiento (76 % H.R., 24 °C)

Fuente: Elaboración propia (2013).

Según Kill y Turnbull (2004), menciona que el criterio clave para la seguridad en la pasta seca es el contenido de humedad. Si existe un fallo y no se logra reducir la humedad al 12,5 % el producto será susceptible a la alteración microbiana.

El presente producto expone valores menores al reportado por Kill y Turnbull (2004), lo que asegura al producto mayor estabilidad microbiológica.

5.7.1.2. pH

Los valores de pH para la sustitución elegida, disminuye en el transcurso del almacenamiento (60 días), se observa que el menor valor de pH es de 6,10 (Figura 13).

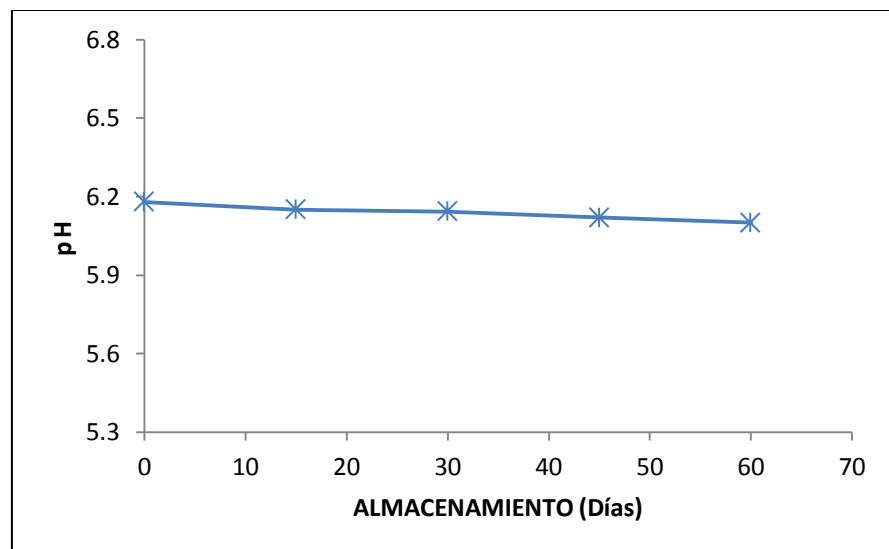


Figura 13. Variación del pH del producto final durante el almacenamiento (76 % H.R., 24 °C)

Fuente: Elaboración propia (2013).

En balance con los datos previos citados, las variaciones de pH son menores. Para mayores cambios en el

almacenamiento de esta sustitución podría presentar pequeños cambios perceptibles en el sabor de los fideos.

5.7.1.3. Acidez

En la figura 14 se presenta la variación de acidez titulable (Ac. láctico) del fideo con sustitución elegido durante el almacenamiento. Se observa un incremento de acidez de hasta 0,129 %, porcentaje final inferior al máximo permitido por INDECOPI (1981) (0,45 %).

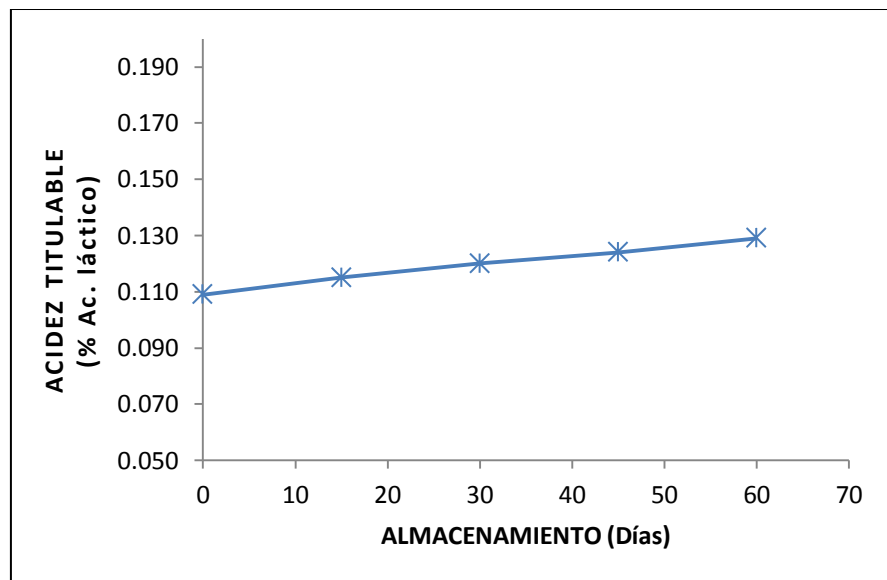


Figura 14. Variación de la acidez titulable del producto final durante el almacenamiento (76 % H.R., 24 °C)

Fuente: Elaboración propia (2013).

5.7.1.4. Índice de peróxidos

Los resultados de la determinación del índice de peróxidos al inicio y final se presentan en el cuadro 32 (en m.e.q./kg de grasa).

Los valores del índice de peróxidos iniciales (trazas) se incrementaron conforme transcurrió el tiempo de almacenamiento para la muestra (0,630 m.e.q./kg de grasa).

Cuadro 32. Variación del índice de peróxidos del producto final durante el almacenamiento

Tratamiento HT/HK	Índice de peróxidos	
	Día 0	Día 60
89,379/9,090	Trazas	0,630

Fuente: Elaboración propia (2013).

No existe una norma que establezca el máximo contenido de peróxido permitido en los fideos, sin embargo es un parámetro que se debe controlar, ya que daña atributos como el sabor y olor a la pasta producida. Succar (1997) mencionado por Berna (1995) elaboró fideos con harina de

ñelen + 20 % de soya, donde obtuvo un contenido graso de 4,04 % y un índice de peróxidos al inicio de 1,26 m.e.q./kg de grasa, el que lo considera elevado.

Según Cheftel (1976), menciona que las reacciones de oxidación de los lípidos residen en la formación de compuestos volátiles de olor desagradable, lo que puede limitar el tiempo de conservación de numerosos alimentos, aunque tengan tan sólo menos de un 1 % de lípidos. Para limitar el deterioro de aquellos productos de contenido moderado de grasa, menciona Cheftel (1976) el uso de antioxidantes.

5.7.1.5. Prueba de cocción: pérdidas de sólidos totales e incrementos de peso y volumen

Durante el periodo de almacenamiento (60 días), la pérdida de sólidos totales en el agua de cocción se presenta en la figura 15.

Se analiza que el porcentaje de pérdida de sólidos aumenta conforme transcurre el tiempo de almacenamiento,

donde presenta un valor máximo de 9,58 % de pérdida, valores menores en balance con los reportados por Berna (1995), que estima valores de 12,01 % a 12,78 % de pérdida de sólidos totales (0 - 60 días).

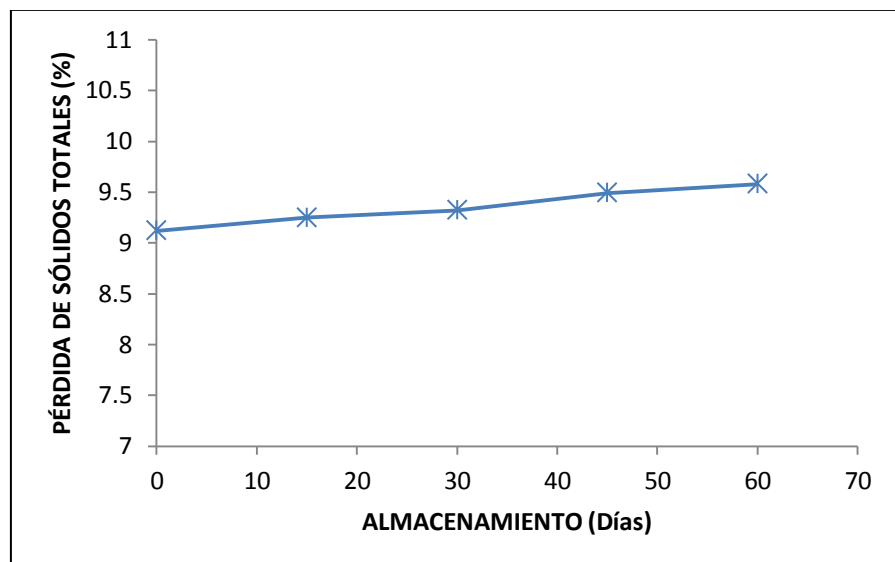


Figura 15. Variación de la pérdida de sólidos totales en el agua de cocción del producto final durante el almacenamiento (76 % H.R., 24 °C)

Fuente: Elaboración propia (2013).

Respecto al incremento de peso, en la figura 16 se muestra los cambios presentados en el producto final. Se expone valores que descienden conforme aumenta el tiempo de almacenamiento (60 días), donde se presenta como

porcentaje máximo de pérdida un valor 260 % en incremento de peso en la pasta producida. En semejanza con los datos reportados por Berna (1995), que atribuye valores de 274 a 265 % para el incremento de peso, presenta mayor variación en la presente prueba.

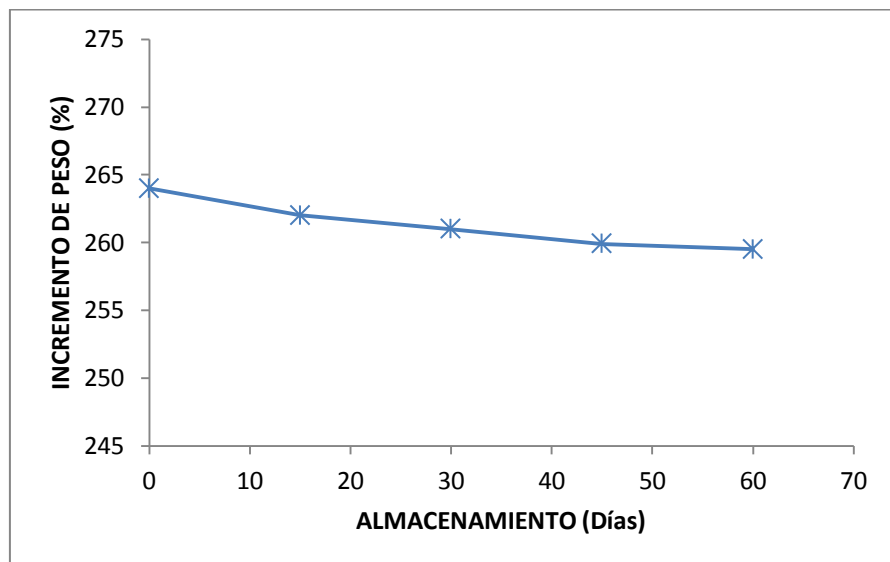


Figura 16. Variación del incremento del peso en el producto final durante el almacenamiento (76 % H.R., 24 °C)

Fuente: Elaboración propia (2013).

En la figura 17, se expone las variaciones del incremento de volumen de los fideos, para un almacenamiento de 60 días, donde se presenta que los valores decrecen conforme

transcurre el tiempo de almacenamiento, hasta mostrar un valor de 279 %, valores próximos a los reportados por Berna (1995), donde expone valores de pérdida de volumen de 305 - 300 %.

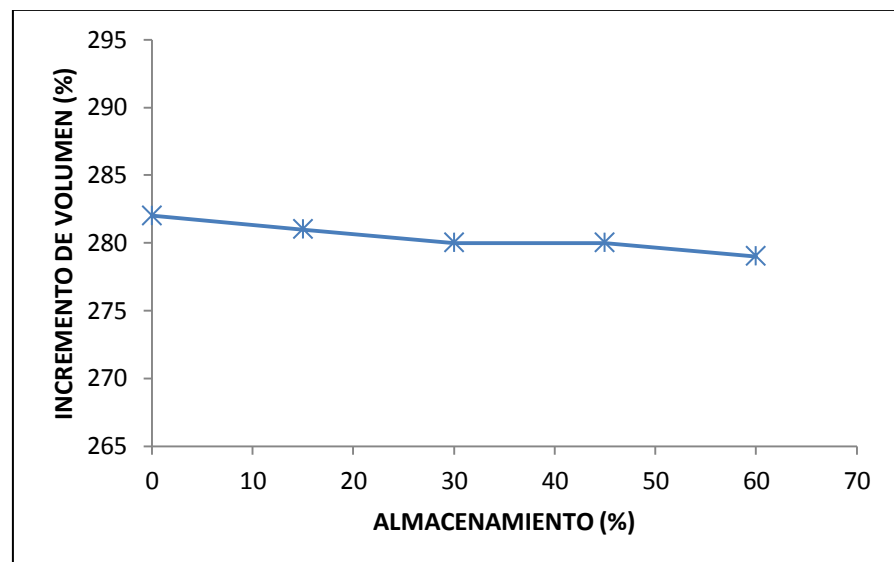


Figura 17. Variación del incremento de volumen del producto final, durante el almacenamiento (76 % H.R., 24 °C)

Fuente: Elaboración propia (2013).

5.7.2. Contenido microbiano

En el cuadro 33 se presentan los resultados de los análisis microbiológicos realizados a los fideos elegidos a los 0 y 60 días.

Los resultados presentes para los análisis de recuento de hongos y levaduras, numeración de *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo, determinación del número más probable de coliformes totales y detección de *Salmonella*, exponen valores dentro de los límites establecidos en las normas legales 615-2003-SA/DM, EL PERUANO (2003), lo que dice que el producto cuenta con buenas condiciones microbiológicas y su consumo no presenta riesgo microbiológico para la salud humana.

Adicionalmente, estos resultados indican que las condiciones durante la producción fueron adecuadas para el aseguramiento de una buena calidad microbiológica y para la preservación del producto. Si se observan los valores de humedad del producto final de la figura 11 se muestra que los fideos se encontraron en un rango entre 10,12 %(0 días) – 10,37 % (60 días), valores que son menores al establecido como máximo de 15 % por la NTP (1981), es posible decir que esto haya contribuido a una baja actividad de agua en las pastas y, por lo tanto, a una menor proliferación de microorganismos, con lo que el bajo contenido de humedad

se convierte en un fuerte obstáculo para su crecimiento y mejora para la estabilidad durante el almacenamiento de la pasta.

Cuadro 33. Análisis microbiológico del fideo seleccionado, a las 24 hr y 60 días de almacenamiento

Sustitución HT/HK	Análisis	Almacenamiento	
		0	60
	Hongos y levaduras	<10 ufc/g	80 ufc/g
	<i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa (+)	<10 ufc/g	<10 ufc/g
89,379/9,090	Coliformes totales	< 3/g	< 3/g
	Detección de Salmonella	Ausencia/25 g	Ausencia/25 g

Fuente: Elaboración propia (2013).

5.7.3. Balance de masa y rendimiento

El balance de masa para el proceso de obtención de fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha se muestra en la figura 18.

Como se observa en la figura, el cálculo está basado en una preparación de 5 kg, y está desarrollado para el producto

final elegido (89,379/9,090 - HT/HK). El proceso de obtención de fideos se inicia con la recepción de las materias primas y su pesado, de acuerdo a la formulación establecida para la respectiva sustitución.

Posteriormente se procedió a la operación de mezclado, donde se incorporaron todos los ingredientes de la formulación. Para éste punto se obtiene una pérdida de 0,28 % , producto de pequeñas partículas que quedan adheridas a la superficie de la mezcladora. En la etapa de amasado, se registran pérdidas debido al transporte manual de la masa a la amasadora, y de pequeñas cantidades de masa que quedan adheridas a la amasadora.

En el proceso de trefilado, se presentan pérdidas (3,26 %) debidas a los primeros fideos evacuados y, la masa remanente ubicada dentro del mismo.

Posteriormente en la etapa de pre-secado y secado se tiene una pérdida global de 29,63 %, producto del agua removida durante esta operación.

En la etapa de envasado, se registra una pérdida de 0,78 %, producto de fideos dañados durante el proceso de secado.

Se obtuvo 4,225 kg de producto, con una humedad promedio de 10,12 %, con un rendimiento de 84,50 %.

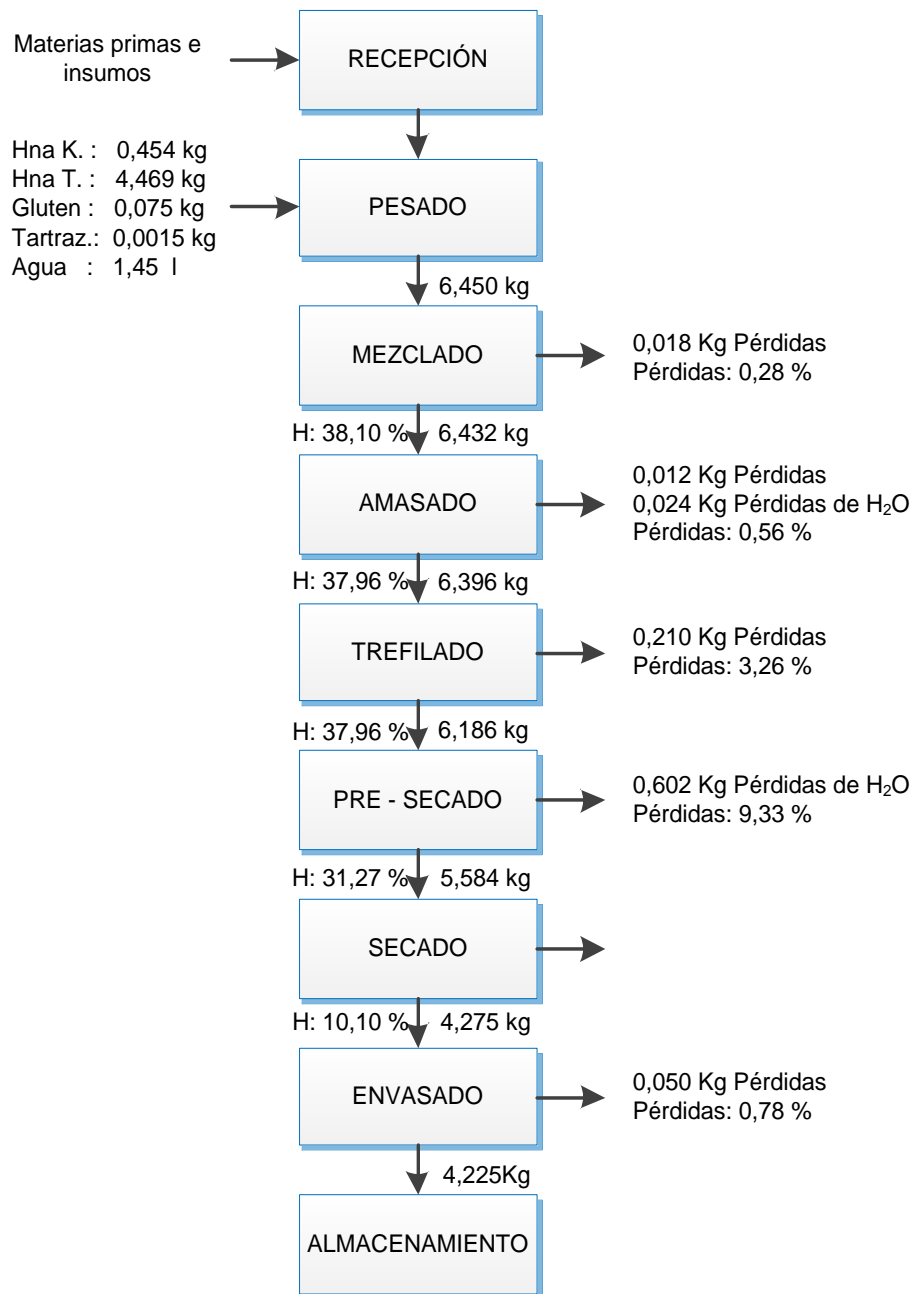


Figura 18. Balance de masa para la elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha

Fuente: Elaboración propia (2013).



Figura 19. Flujo definitivo de procesamiento para la elaboración de fideos

Fuente: Elaboración propia (2013).

CONCLUSIONES

1. En el proceso tecnológico conforme aumenta la sustitución (HT/HK), varía la formulación de la pasta, aumenta los tiempos de mezcla y amasado, demostrado por el análisis reológico, que muestra que a mayores sustituciones, la absorción de agua disminuye ligeramente en un 1 %, aumenta el tiempo de hidratación de hasta 1,2 min y disminuye la estabilidad de la masa en 1,10 min.
2. Las características fisicoquímicas en los fideos con sustitución denotan estabilidad en el porcentaje de acidez (0,098 – 0,116 % ac. láctico) y humedad (10,10 - 10,20 %), y una calidad culinaria afectada a mayores porcentajes de sustitución, con la desestabilización del volumen, y mayor pérdida de sólidos.
3. Se determinó la mezcla óptima para la elaboración de fideos cortos con sustitución, según sus características sensoriales, que corresponde a aquella mezcla con 9,09 % (harina de kiwicha) y 89,379 % de (harina de trigo).

4. El análisis sensorial para el fideo optimizado mostro valores aceptables de aspecto general = 6,69; color = 6,38; aroma = 7,28; sabor = 7,38 y textura = 6,81.

5. La estabilidad fisicoquímica del fideo con sustitución óptimo presento una variación de 0,25 % para la humedad, y un incremento de acidez de 0,023 %. Respecto a la estabilidad microbiológica del producto final presentó valores dentro de los límites máximos permisibles permitidos por la Norma Técnica Peruana y Normas legales para su consumo por un tiempo de 60 días.

RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos con el uso de aditivos mejoradores de harina destinada a la producción de fideos, para el manejo diverso de materia prima.
2. Evaluar el efecto fisicoquímico y tecnológico del uso de sémolas procedentes de distintos trigos duros y *durum* en la elaboración de fideos.
3. Elaborar pastas compuestas enriquecidas con pigmentos (tomate, espinaca, curcumina), dando con ello innovaciones en la presentación visual de las mismas.
4. Estudiar y evaluar el efecto de las condiciones de secado de la pasta controlando variables como humedad relativa, configuración de la cámara de secado, disposición de la pasta dentro de ésta, así como el tiempo y la temperatura de permanencia y enfriamiento.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

AOAC.1984. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. 13a edición. Washington, EEUU.

BOUCHER, François y José MUCHNIK. 1995. *Agroindustria rural "Recursos Técnicos y alimentación"*. Ed. IICA. San José, Costa Rica.

BOULENGÉ, Éric. 2007. *Diseños experimentales para problemas de mezcla*. Institut de Statistique. Université catholique de Louvain.

CENTRO NACIONAL DE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN. 1996. *Tablas peruanas de composición de alimentos*. 8va Edición. Editorial Fimart. Lima, Perú.

CHEFTEL, Jean y Henry CHEFTEL. 1976. *Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

COMBELLI, R. 1952. *Fabricación de Fideos y otras Pastas Alimenticias*. Editorial Clarasó. Barcelona, España.

EARLY, K. D. 1986. *Cultivo y usos del Amaranthus caudatus en los centros de domesticación: México y Perú*. V Congreso Internacional de Sistema Agropecuarios Andinos. Puno, Perú.

HOSENEY, Carl. 1991. *Principios de ciencia y tecnología de los cereales*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

INDECOPI. 1986. *Harina de trigo - Requisitos*. NTP -205.027: 1986. Lima, Perú. 1 - 5p.

INDECOPI. 1976. *Harinas sucedáneas de las harinas de trigo - Generalidades*. NTP - 205.040. Lima, Perú. 1 - 4p.

INDECOPI. 1974. *Sémola de cereales para consumo doméstico y uso industrial*. NTP - 205.032:1974. Lima, Perú. 1 -10p.

INDECOPI. 1975. *Harinas -Determinación del contenido de humedad*. NTP – 205.037: 1975. Lima, Perú. 1-5p.

INDECOPI. 1975. *Harinas, determinación de la acidez titulable*. NTP - 205.039. Lima, Perú. 1-2p.

INDECOPI. 1981b. *Pastas y fideos para consumo humano – Requisitos*. NTP – 206.010:1981. Lima, Perú. 1-5p.

INDECOPI.1981. *Bizcochos, galletas, pastas y fideos - Determinación de humedad*. NTP –206.011:1981. Lima, Perú. 1-5p.

INDECOPI. 1981. *Bizcochos, galletas, pastas y fideos – Determinación de acidez*. NTP – 206.013: 1981. Lima, Perú. 1-4p.

KILL, Ron y Keith TURNBULL. 2004. *Tecnología de la elaboración de pasta y sémola*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

LABUZA, T; KANANE, A. & CHEN, J. 1985. *Effect of Temperature on the Moisture Sorption Isotherms and Water Activity Shift of Two Dehydrated Foods*, J. Food. Sci, 51, 385.

MATZ, Samuel. 1991. *The Chemistry and Technology of cereals as food and feed*. 2da Edición. Editorial Van Nostrand Reinhold. New York, USA.

Ministerio de Agricultura. 2012. *Perú compendio estadístico 2012*. Sistema Estadístico Nacional. Tomo 2. Lima, Perú.

MOHAN, Man y Daniel MARTINO. 1997. *Explorando altos rendimientos de trigo*. Ed. Agropecuaria Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay.

BEJARANO, E y Otros, 2002. *Tablas de Composición de Alimentos Industrializados*. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Lima, Perú.

NIETO, Carlos. 1989. *El cultivo de Amarantho (Amaranthus spp) una alternativa agronómica para Ecuador*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 52va edición. Quito, Ecuador.

NOGARA, Silvio. 1964. *Elaboración de pastas alimenticias*. Editorial Sintet. Barcelona, España.

QUAGLIA, Giovanni. 1991. *Ciencia y Tecnología de la panificación*. 2da Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

QUIÑONEZ, A. 1999. *Evaluación de veinticinco entradas de grano negro de kiwicha (Amaranthus sp.)*. Cuzco, Perú.

REYNA, Teresa. 1988. *Investigaciones recientes sobre amaranto*. 1ra edición. Ed. D.G. publicaciones. México D.F., México.

REPO-CARRASCO, R. 1992. *Cultivos andinos y la alimentación infantil*. Comisión de Coordinación de tecnología Andina. CCTA. Lima, Perú.

SALAS, Sonia. 1999. *Promoviendo cultivos andinos*. Lima, Perú.

SÁNCHEZ, A. 1983. *Dos cultivos olvidados de importancia agro-industrial: Amaranto y la quinua*. Archivos latinoamericanos de nutrición. Vol. 33.

TESIS

BERNA, Amalia. *Sustitución parcial de la harina de trigo integral (*Triticum aestivum*) por harina de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) para la elaboración de fideos*. Tesis (Título de Ingeniero). Universidad Nacional Agraria la Molina.

CCOPA, Juan. *Determinación del nivel óptimo de sustitución de harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en la elaboración de galletas*. Tesis (Título de Ingeniero). Universidad Jorge Basadre Grohmann.

CERRATE, Emily. *Efecto de sustitución del trigo por tres variedades de cebada en la elaboración de fideos*. Tesis (Título de Ingeniero). Universidad Nacional Agraria la Molina.

COTA, Alma. *Utilización del Método de Compresión Uniaxial con lubricación para evaluar la viscosidad en pasta cocida*. Tesis (Grado de Maestro). Universidad de Sonora. Sonora, México.

DELGADO, Katia. *Implantación del Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control para la producción de fideos*. Tesis (Título de Ingeniero). Universidad Nacional del Callao. Callao, Perú.

GAMBAROTTA, Lucas. *Caracterización de las Fracciones de Harina de trigo pan. Análisis de las propiedades físico-químicas y reológicas de las fracciones de harina de trigo pan obtenidas en el molino experimental BUHLER MLU - 202*. Tesinas de investigación. Universidad de Belgrano.

FLORES, E. *Construcción de Sistemas Nanoestructurados y su aplicación en estudios sobre la estabilidad de alimentos*. Tesis (Título de Doctor). Instituto Politécnico Nacional, México D.F.

MARTÍNEZ, V. *Efecto de la sustitución Parcial de harina de trigo, por dos tipos de zanahoria Blanca (Arracacia xanthorrhiza)*. Tesis (Título de Ingeniero en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato.

PEPE, Fernanda. *Comparación de las mezclas de trigo (Triticum spp.) y chocho (Lupinus mutabilis) en la evaluación sensorial de pastas*. Informe (Trabajo de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero de Alimentos). Universidad técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.

TORRES, Fernando. *Estudio de pre-factibilidad para la elaboración de cápsulas vitamínicas en base a cereales andinos*. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Pontificia Universidad Católica del Perú.

REVISTAS

BALTENSPERGER, Werner. "Granulación de sémolas en la producción de pastas alimenticias". En: *Association of Operative Miller*. USA. Marzo 1997. Vol.3. 80p.

CALVO, Angiolina y Otros. 2001. "*Seminario de Agro Negocios - Fideos imperial enriquecidos con kiwicha*". Universidad del Pacífico. Lima, Perú. 7 y 8p.

EL PERUANO. 2003. "Normas legales: Criterios microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y Bebidas de Consumo Humano" En: *El Peruano*. Lima. Sábado 28 de junio del 2003. Normas legales.

GRANOTEC. 1995. *Harinas Industriales: Calidad de harinas según usos industriales*. Lima, Perú.

MÁLAGA, I. y Otros. 1986. *Evaluación de la calidad proteica del Amaranthus caudatus (kiwicha)*. En: V Congreso internacional de sistemas agropecuarios andinos, INIPA. Puno, Perú. 1 – 4p.

PAVAN. 1986. *Tecnología de las pastas*. Report of Officine Meccaniche Pavan. Galliera Veneta, Italia. 17p.

PASCUAL, Gloria y Joaquín ZAPATA. 2010. "Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan". En: *Revista de la Sociedad Química del Perú*. Lima. 2010. Vol.76. Página 381.

QUINDE, Zory y Otros. “Efecto del malteo en la composición química de la kiwicha (*A. caudatus*)”. En: *Revista Científica UNALM*. Lima. Facultad de Industrias alimentarias - UNALM. 1998. v. 37. 255p.

SALAMANCA, Guillermo y Otros. “Elaboración de una bebida funcional de alto valor biológico a base de borojo (*Borojoa patinoi Cuatrec*)” En: *Revista Chilena de Nutrición* .Universidad del Tolima. Tolima, Colombia. 2010.

VIVANCO, D. Planeamiento de Experimentos y Optimización de Procesos en la Industria de Alimentos. Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos – Universidad Nacional del Callao. 2011.

TEXTOS ELECTRÓNICOS

AYALA, Guido. “Consumo de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*) y estrategias para promover su consumo”. 2000. EN: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro07/>.

CODEX ALIMENTARIUS. *Norma del Codex para la Sémola y la Harina de Trigo duro*. Codex Stan 178 -1991. 1991. EN: <http://www.codexalimentarius.org/>

KOO, Wilfredo. "Importaciones de Trigo los demás y trigo duro". 2013. EN: <http://www.agrodataperu.com/importaciones>.

MUJICA, Ángel. "Producción, mejoramiento genético y utilización del amaranto". 1997. EN: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro01/home1.htm>

OLIVOS, Lorena. "Marca Perú: Cereales andinos". 2012. EN: <http://blogs.peru.com/infonutricion/2012/08/marca-peru-cerealesandinos.html>.

Quinoa.pe. "Granos andinos: kiwicha". 2013. EN: <http://quinoa.pe/el-sector/#>.

SCOTIABANK. "Industria Farinácea". 2009. EN: http://www.scotiabank.com.pe/i_financiera/pdf/sectorial/20100715_sec_es_Farinceos.pdf.

ANEXOS

Anexo 1. Granulometría

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE HARINAS

1.1. Descripción

El equipo para la granulometría está compuesto por un juego de tamices con soporte metálico, y mallas de metal y poliéster conformado por cinco tamices de abertura 200, 180, 160, 150 (micrones) y fondo.

Las aberturas de malla están de acuerdo con las normas internacionales AFNOR NFX 11504 – ISO R565 ASTM1170.

1.2. Fundamento

Se basa en la caída de los gránulos de almidón por acción de la gravedad y la agitación los cuales pasan por una serie de mallas de diferentes aberturas.

1.3. Importancia

La granulometría es muy importante para la elaboración de pastas alimenticias (por el tiempo de mezcla de la sémola), en síntesis la granulometría nos indicará la efectividad de la maquinaria y el rendimiento para la producción de harina fideera y panadera.

1.4. Determinación que se realiza y sus unidades

La determinación de las partículas de harina de trigo, se da principalmente para la elaboración de fideos.

Para la evaluación de la materia prima (harina) en la elaboración de pastas se debe poner énfasis en los resultados de los tres primeros tamices.

Para una muestra de Harina fideera:

- Se pesan 100 gramos de muestra (harina de trigo).
- Se vierte en el tamiz la muestra.
- Tamizar por periodo de 15 minutos.

- Luego pesar el contenido de harina en cada uno de los tamices.
- Cuantificar el peso de los tamices. Sacar porcentaje (3 primeros tamices).

Anexo 2. Método farinográfico

ANÁLISIS FARINOGRÁFICO DE HARINAS

1. Alcance

Es aplicable a todos los tipos de harinas.

2. Responsabilidad

El responsable de la correcta aplicación de la instrucción es el Jefe de Calidad.

3. Referencias

Método Oficial de la AACCC 54.21. 8va. Edición 1983.

4. Definiciones

a. Farinografía

Es un método de análisis utilizado para evaluar las características de una masa.

El objetivo de este método es en lo posible medir científicamente las características físicas o cualidades de la masa mediante un equipo no influido por la habilidad o criterio del operador.

b. Farinógrafo Brabender

Es un equipo utilizado para el ensayo de masas.

El equipo consta de dos partes principales, la unidad farinográfica y un tanque regulado termostáticamente desde el cual se impele el agua al mezclador de doble pared y al amortiguador para mantenerlos a 30 °C, temperatura a la que normalmente se opera en los ensayos.

El equipo va montado sobre una sólida base de fundición con cuatro roscas para nivelarlo. Consta de un mezclador desconectable accionado por un motor; u de un dispositivo de

registro, cuya pluma se mueve mediante un sistema de palancas gracias a la reacción del impulso rotativo del motor.

Esquemáticamente este equipo registra en forma de banda ancha la fuerza que se requiera para accionar la palas de un mezclador que giran a velocidad constante a través de una masa de consistencia inicial fija. En el curso del ensayo dicha fuerza varía según la naturaleza de la harina, produciéndose por consiguiente bandas o gráficas de distinta forma que reciben el nombre de farinogramas.

5. Principio del método

El método se basa en amasar una determinada cantidad de harina con agua con el objetivo de medir las características físicas o cualidades de la masa. La harina se coloca en el dispositivo amasador, el mismo que se encuentra temperado a 30 °C y consta de dos paletas amasadoras que son accionadas por un motor. Las dos paletas giran a distinta velocidad. Se agrega una determinada cantidad de agua hasta lograr centrar el gráfico; los gráficos se centran cuando se logra que la masa adquiera una determinada consistencia.

Obviamente, para lograr que las harinas adquieran esa consistencia, deberán utilizarse necesariamente variables cantidades de agua, dependientes de las características propias de cada harina en estudio.

La resistencia que ejerce la masa, que se forma en el recipiente mezclador, sobre las paletas es transformada en fuerza electromagnética, la misma que es registrada por un dispositivo de balanza graficado, en forma de una curva sobre la cual se evalúan las características físicas de la masa en estudio.

Durante el ensayo la pluma del registro traza una banda cuya posición sobre la escala varía según la consistencia de la masa. Esta banda asciende hasta un máximo cuando durante la mezcla la masa adquiere su mayor consistencia, descendiendo más o menos rápidamente al degradarse el gluten por efecto del amasado.

De esta forma se obtienen varias curvas características que reflejan el comportamiento de los distintos tipos de harina durante la mezcla.

Durante el ensayo todas las harinas pierden consistencia, es decir, llega un momento en que la curva comienza a descender y, en general, al propio tiempo la anchura de la banda disminuye. Se estima que el tiempo que transcurre antes de que la curva descienda constituye una medida de la estabilidad, siendo en lo posible tener una idea de la debilitación de las masas.

Es necesario aclarar que no siempre los resultados que se obtienen con este equipo guardan relación con los que derivan de experiencia panadera; sin embargo, la opinión general es que resultan muy útiles para diagnosticar la fuerza y demás características de la harina.

6. Símbolos Y Abreviaturas

UB: Unidades de Brabender

7. Condiciones Básicas

7.1. Disponer del material necesario para la determinación.

- Farinógrafo Brabender
- Balanza
- Harina
- Agua

7.2. Calentar previamente el agua a 30 °C en el tanque termostático del equipo.

7.3. Asegurar la identificación de la muestra a inspeccionar para evitar la mezcla con otros materiales.

7.4. Verificar y asegurar la limpieza, conformidad y buen estado de los materiales a utilizar en el ensayo.

8. Disposiciones específicas

No es necesario

9. Descripción de la instrucción

Pesar exactamente 300 g de la muestra de harina y mezclar durante 1 minuto aproximadamente para homogenizar la muestra.

Agregar un % de agua aproximado que se lee en la escala de % de la bureta (La cantidad de agua a añadir es calculada por experiencias anteriores, siendo una prueba de aproximación).

Con la ayuda de una espátula regresar las partículas de la harina y masa proyectadas por efecto mecánico, tratando de evitar el trabe de la espátula en las aspas del amasador. Tapar con un cobertor transparente. Dejar mezclar hasta que la gráfica se estabilice (horizontalidad de la barra).

Observar si la línea media de la zona de estabilidad coincide con 500 UB. Si esto ocurre éste será el % de absorción de la harina. Si está por debajo de 500 UB, se le habrá agregado más agua de la necesaria y deberá restarse el % de agua agregado 0,5 ml por cada 20 UB (un cuadrado pequeño en la gráfica) que falte para llegar a 500 UB. Si por el contrario la zona de estabilidad se ubica por encima de 500 UB, se habrá agregado menos agua de la necesaria y se deberá sumar 0,5 ml por cada 20 UB, que sobre a 500 UB.

Apagar el motor y limpiar escrupulosamente la cámara de amasado. Al limpiar la cámara y las paletas evitar todo tipo de abrasión o sustancia corrosiva, pues el desgaste en esta parte del instrumento es crítico.

Pesar la misma cantidad de muestra y ponerla en la cámara de amasado, encender el motor y mezclar durante 1 minuto aproximadamente.

Agregar el % de agua calculando con las correcciones dadas en el punto 9.4.

Dejar funcionar el motor. Con la ayuda de una espátula regresar las partículas de harina y masa proyectadas por efecto mecánico, tratando de evitar que se traben las espátulas en las espigas del amasador. Tapar con un cobertor transparente.

Observar la curva; aumentará al principio, se mantendrá por un tiempo a más o menos 500UB, luego disminuirá, al momento que la curva cruza la línea media de la gráfica, apagar el motor. Si la curva no se mantiene alrededor de 500 UB realizar las correcciones como se explica en el punto 9.4 y efectuar el ensayo nuevamente.

Limpiar la cámara de amasado escrupulosamente y retirar el farinograma.

Medir, calcular y reportar.

a. Tiempo de desarrollo de la curva

Tiempo en minutos, que mide entre la iniciación del farinograma y el punto máximo.

b. Estabilidad

Tiempo en minutos que mide entre el momento en que el borde superior de la curva interseca la línea de 500UB y el momento en que se separa de ella.

c. Índice de Tolerancia

Diferencia de consistencia de la masa que se reporta en UB entre el punto máximo y 5 minutos después.

Anexo 3. Ficha para la evaluación sensorial de los fideos cocidos – Prueba de Ordenación

PRUEBA DE ORDENACIÓN

Nombre:

Fecha:

Instrucciones: Por favor, pruebe las 3 muestras en el orden indicado y ordénelas de acuerdo a su TEXTURA, siendo el 1er lugar para la mejor muestra y el 3er lugar para la peor muestra.

Código de muestra

Orden

Comentarios: _____

Anexo 4. Ficha para la evaluación sensorial de los fideos elaborados con sustitución – Escala Hedónica

PRUEBA DE ESCALA HEDÓNICA

NOMBRE:

FECHA:

INSTRUCCIONES: CALIFIQUE EL COLOR, AROMA, SABOR Y TEXTURA DE LAS MUESTRAS USANDO LAS SIGUIENTES ESCALAS:

ME GUSTO EXTREMADAMENTE	9
GUSTO MUCHO	8
GUSTO MODERADAMENTE	7
GUSTO LIGERAMENTE	6
NO GUSTO, NI DISGUSTO	5
DISGUSTO LIGERAMENTE	4
DISGUSTO MODERADAMENTE	3
DISGUSTO MUCHO	2
DISGUSTO EXTREMADAMENTE	1

MUESTRA	ACEPTACIÓN GENERAL	COLOR	AROMA	SABOR	TEXTURA

OBSERVACIONES:

Anexo 5. Formato del análisis sensorial por Análisis Descriptivo Cuantitativo Q.D.A.

NOMBRE:

FECHA:

Instrucciones

Usted está recibiendo una serie de muestras de fideos, que corresponden a diferentes sustituciones de harina de kiwicha y harina de trigo. Evalúe cuidadosamente cada una de ellas referida a la característica descrita e indique con una cruz sobre las líneas de las escalas, la intensidad de dicha característica.

ASPECTO GENERAL

MUESTRA	MUY DESAGRADABLE	AFFECTIVIDAD POR LA APARIENCIA	MUY AGRADABLE
<input type="text"/>	◆	—————	◆
<input type="text"/>	◆	—————	◆
<input type="text"/>	◆	—————	◆
<input type="text"/>	◆	—————	◆

COLOR

MUESTRA	MUY OSCURO	INTENSIDAD DEL COLOR	MUY CLARO
<input type="text"/>	◆	—————	◆
<input type="text"/>	◆	—————	◆
<input type="text"/>	◆	—————	◆
<input type="text"/>	◆	—————	◆

Anexo 6. Normas legales - El peruano: fideos

5.6 Fideos o Pastas Desecadas con o sin relleno (Incluye fideos a base de verduras, al huevo, otros)

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	5	3	5	2	10 ²	10 ³
Coliformes	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Clostridium perfringens</i> (*)	6	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---

(*) Solo para pastas con relleno de carne

5.7 Productos instantáneos extruidos o expandidos proteinizados o no y hojuelas a base de granos (gramíneas, quenopodáceas y leguminosas) que no requieren cocción.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos	3	3	5	1	10 ⁴	10 ⁵
Mohos	5	3	5	2	10 ²	10 ³
Coliformes	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i>	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---

5.8 Hojuelas a base de granos (gramíneas, quenopodáceas y leguminosas) que requieren cocción.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 ⁴	10 ⁶
Mohos	5	3	5	2	10 ³	10 ⁴
Coliformes	5	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Bacillus cereus</i>	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---

6. AZÚCARES, MIELES, Y PRODUCTOS SIMILARES.

6.1 Azúcares (blanca, rubia, refinada, blanco directo, en polvo, blanda u otros) u otros edulcorantes sólidos (dextrosa, fructosa u otros)

Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	10 ²	10 ³
Mohos	2	3	5	3	<10	10
Levaduras	2	3	5	2	<50	50

6.2 Jarabes (de maple, de maíz, y otros como la algarrobina), otros edulcorantes líquidos (sacarosa, glucosa, fructosa, azúcar invertido, azúcar líquido, otros)

Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g. ó mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	10 ²	10 ³
Enterobacteriaceas (*)	5	3	5	2	<1	10
Mohos	2	3	5	2	10	10 ²
Levaduras osmófilas	2	3	5	2	10	10 ²

(*) Para los de consumo directo. Para los que requieren dilución para su análisis m=<10

6.3 Miel, Jalea Real y similares

Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	10 ³	10 ⁴
Anaerobios sulfito reductores	5	3	5	2	10 ²	10 ³
Mohos	2	3	5	2	10	10 ²

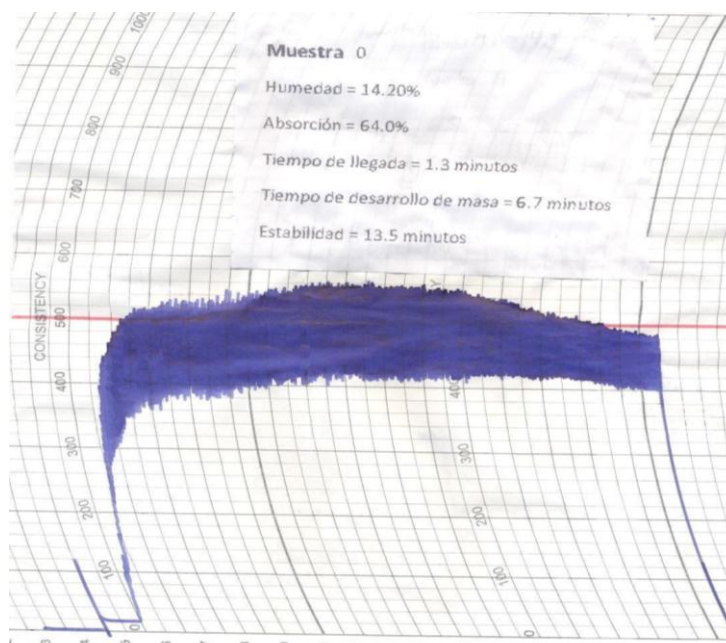
Anexo 7. Calidad de harinas según usos industriales

CALIDAD DE HARINAS SEGUN USOS INDUSTRIALES

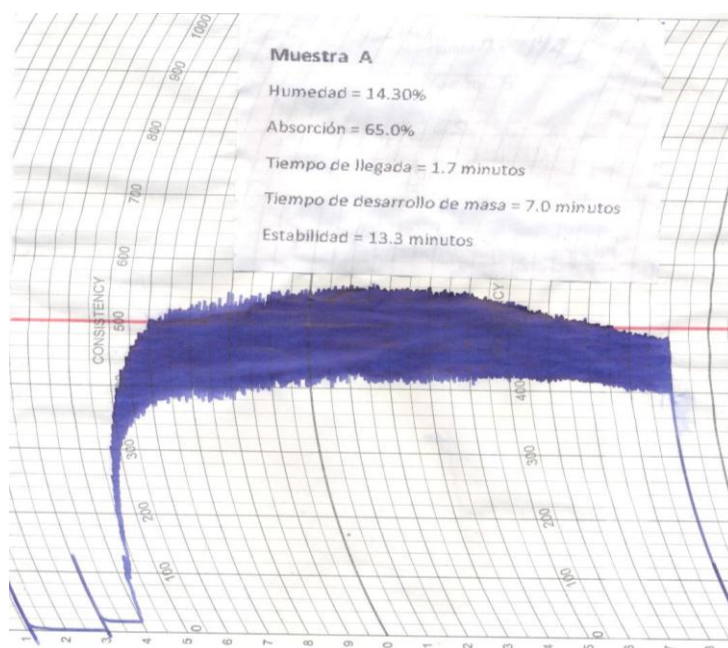
TIPOS DE HARINAS	ESPECIAL EXTRA	ESPECIAL ESTANDAR	HARINA CORRIENTE	GALLETERA	BIZCOCHERA	SEMOLA O GRANITO
USOS INDUSTRIALES	Panes Alto Volumen Tipo: - Moides - Hamburguesa - Hot-dog	Pan Frances Pan Especial - Marraqueta - Baguettes - Integrales	Panes Bajo Volumen - Hallulla - Pan Corriente	- Galletas - Productos Pasteleros	- Queques - Bizcochuelos Snacks	- Pastas Frescas - Fideos
% HUMEDAD COLOR	Máx. 15 Máx. 15	Máx. 15 Máx. 15	Máx. 15 2 - 2.5	Máx. 15 Máx. 1.5	Máx. 15 Máx. 1.5	Máx. 15 3.0 - 5.0
% GLUTEN HUMEDO	> de 30	26 - 30	22 - 26	21 - 24	21 - 24 Ph 4.8 - 5.2	28 - 34
% GLUTEN SECO Protéina	> de 10	10 - 8.5	7 - 8.5	7 - 8	7 - 8	9 - 11
FUERZA PANADERA (W)	> de 250	230 - 190	Mín. 150	100 - 130	120 - 180	140 - 180
% DE CENIZA Base 14% de Humedad	Máx. 0.50	0.50 - 0.60	Máx. 0.65	0.40 - 4.50	0.40 - 0.50	0.50 - 0.65
GRANULOMETRIA	0 - 5 5 - 25 10 - 25 60 - 70	0 - 5 10 - 25 10 - 20 55 - 65	0 - 5 20 - 30 15 - 20 50 - 60	200 m 0 - 5 140 m 0 - 15 100 m 15 - 20 100 65 - 70	200 m 0 - 5 140 m 5 - 10 100 m 10 - 15 100 75 - 80	300 m. 7 - 12 200 m. 50 - 65 140 m 14 - 18 140 m 20 - 30

FUENTE : LABORATORIO GRANOTEC S.A.
1998

Anexo 8. Farinogramas de la sustitución 0 % (O) y de la sustitución de 5 % de harina de trigo por harina de kiwicha (A)

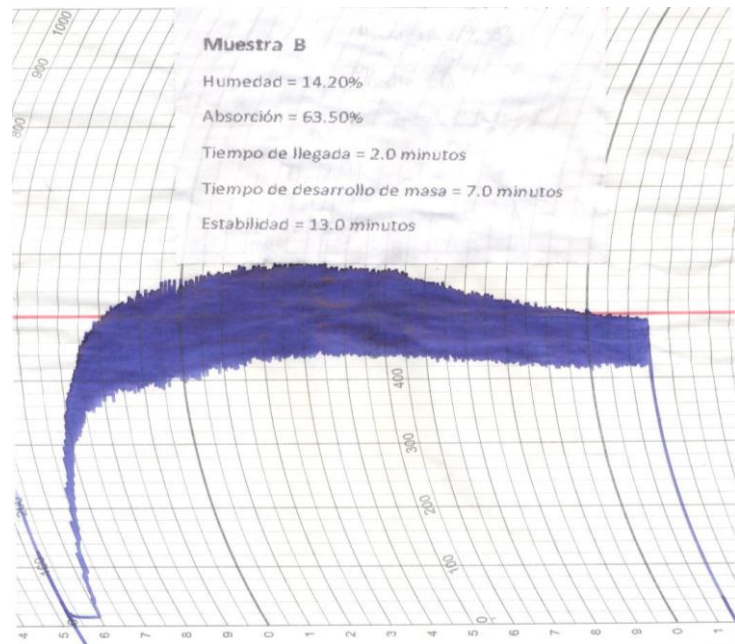


(O)

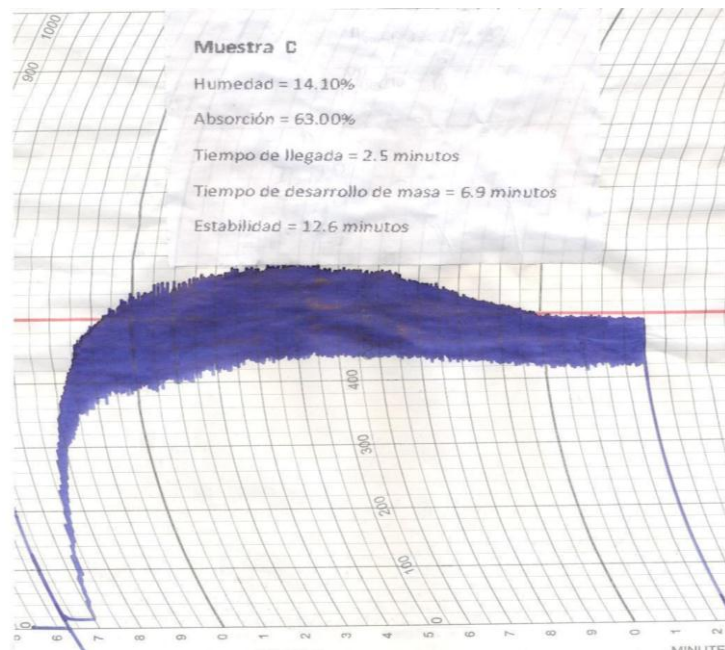


(A)

Anexo 9. Farinogramas de la sustitución 10%(B) y de la sustitución de 15 % de harina de trigo por harina de kiwicha (C)



(B)



(C)

Anexo 10. Evaluación sensorial del atributo textura para la determinación del mejor tiempo de cocción en los fideos con sustitución de 5 %, 10 % y 15 %

Panelistas	5 %			10 %			15 %		
	(HT/HK : 95/05)			(HT/HK : 90/10)			(HT/HK : 85/15)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	3	2	1	3	2	1	3	1	2
2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
3	3	1	2	3	2	1	3	2	1
4	3	2	1	3	2	1	3	1	2
5	3	2	1	3	2	1	3	1	2
6	3	1	2	3	2	1	3	2	1
7	1	3	2	3	1	2	3	2	1
8	3	2	1	2	1	3	3	1	2
9	3	2	1	3	2	1	3	2	1
10	3	2	1	3	1	2	3	1	2

Tratamientos:

- A. 10 min de cocción
- B. 12 min de cocción
- C. 14 min de cocción

Anexo 11. Representación gráfica de la prueba de Tukey para la determinación del mejor tiempo de cocción en los fideos con sustitución de 5 %, 10 % y 15 %

FIDEOS CON SUSTITUCIÓN (HT/HK)	TRATAMIENTOS		
95/05	T ₃	T ₂	T ₁

90/10	T ₃	T ₂	T ₁

85/15	T ₂	T ₃	T ₁

Donde: T₁: 10 min de cocción
T₂: 12 min de cocción
T₃: 14 min de cocción

Anexo 12. Análisis sensorial por Q.D.A. para los fideos con sustitución

Análisis de color

La coloración es un atributo de calidad, referente al aspecto visual que presenta la pasta.

Cuadro 34. Calificaciones promedio de los fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha por el método del Q.D.A.

Atributo	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Aspecto general	7,23	7,08	6,88	6,59
Color	7,06	6,93	6,71	6,36
Aroma	6,54	6,69	7,00	5,85
Sabor	6,28	6,54	7,36	6,08
Textura	7,23	6,98	7,08	6,24

Muestra 1 = Fideos con 0 % de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha.

Muestra 2 = Fideos con 5 % de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha.

Muestra 3 = Fideos con 10 % de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha.

Muestra 4 = Fideos con 15 % de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha.

Fuente. Elaboración propia (2013).

Los resultados del análisis de varianza indican que el efecto de los tratamientos influye en forma significativa en la coloración de la pasta a un nivel de significancia de $\alpha \leq 0,05$.

Mediante la prueba de Duncan, se expone que los fideos con mejor color, se presentan para los tratamientos con 0 % (100/0 – HT/HK) y 5 % (95/05 - HT/HK) de sustitución, éstos tratamientos son significativamente mayores que el tratamiento con 15 % (85/15 - HT/HK) de sustitución.

El bajo porcentaje del perfil color (Ver cuadro 34 y 35), se debe a que las pastas con mayor sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha son ligeramente oscuras y, el color amarillo- ámbar se ve atenuado.

Análisis del aroma

Los fideos que presentan mejor aroma son de los tratamientos 5 % (95/05 - HT/HK) y 10 % (90/10 - HT/HK), estos tratamientos indicaron mejor aroma que, los tratamientos con 0 % (100/0 – HT/HK) y 15 % (85/15 - HT/HK) de sustitución y (Ver cuadro 34), que el tratamiento con 0 % de sustitución es significativamente mejor en el atributo aroma que el tratamiento con 15 % (85/15 - HT/HK) de sustitución.

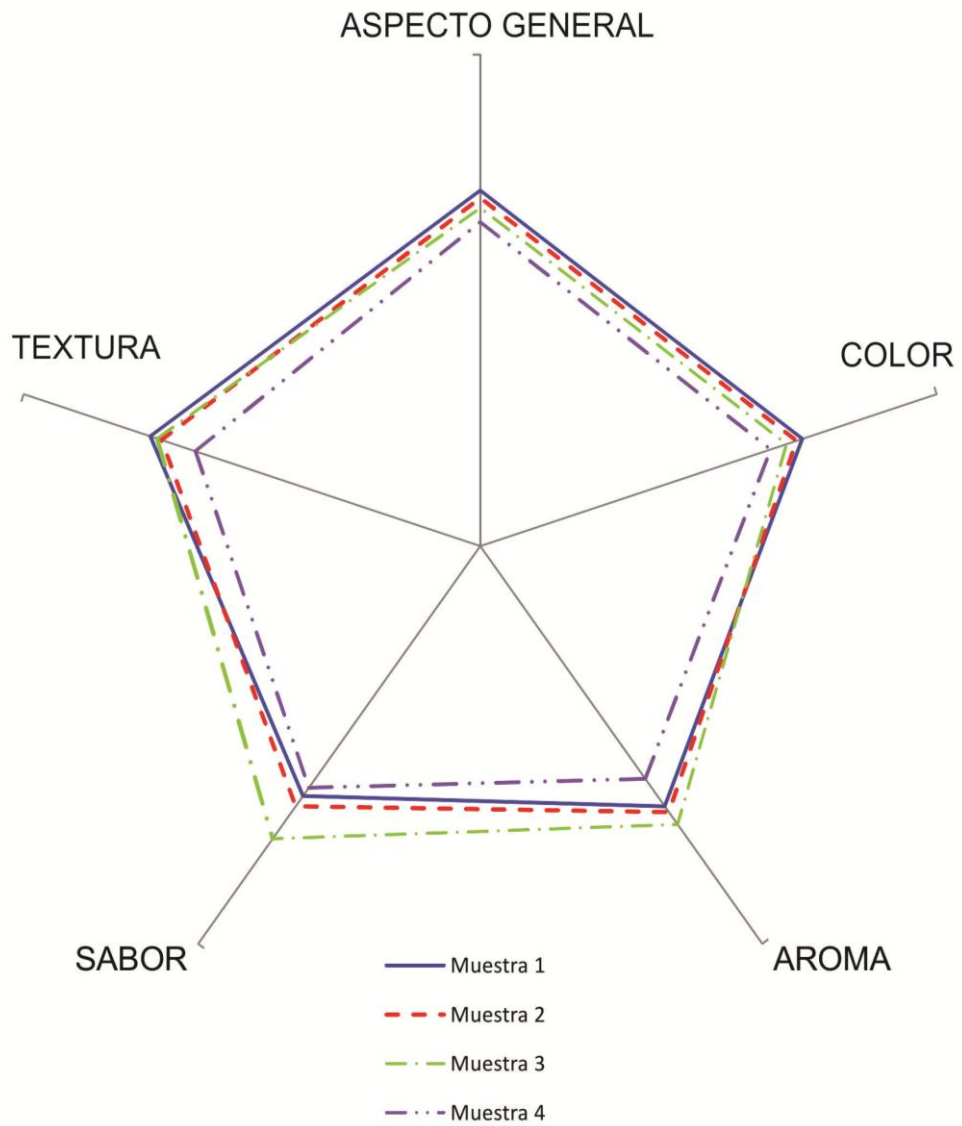


Figura 20. Perfiles color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad general

Fuente. Elaboración propia (2013).

Cuadro 35. Resultados del análisis sensorial de los fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha por el método del Q.D.A.

Atributos	Panelistas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Fideos con 0% de sustitución de H.T./H. K.								
Aspecto general	7,4	7,5	7,6	6,6	7,7	6,9	7,2	6,9
Color	5,6	7,3	7,0	7,2	7,4	7,2	7,5	7,3
Aroma	5,5	6,6	6,6	6,9	6,5	6,5	6,7	7,0
Sabor	6,0	7,5	5,0	6,5	5,9	6,1	6,5	6,7
Textura	7,0	7,0	7,4	7,5	7,4	7,1	7,6	6,8
Fideos con 5% de sustitución de H.T./H. K.								
Aspecto general	6,9	7,0	7,4	6,9	6,1	7,5	7,5	7,3
Color	6,5	7,6	6,0	7,0	7,0	7,0	7,2	7,1
Aroma	5,6	6,5	6,8	7,0	7,0	6,5	7,0	7,1
Sabor	6,1	6,2	6,1	6,3	6,1	7,6	7,4	6,5
Textura	5,4	7,9	7,0	7,0	6,9	6,9	7,7	7,0
Fideos con 10% de sustitución de H.T./H. K.								
Aspecto general	6,5	6,5	6,7	7,4	7,4	7,1	6,9	6,5
Color	6,3	7,0	5,5	6,8	6,7	7,4	7,2	6,8
Aroma	6,0	7,0	7,0	7,4	7,5	6,1	7,4	7,6
Sabor	7,4	8,0	6,5	7,9	7,4	7,5	7,0	7,2
Textura	6,6	6,5	7,8	6,7	7,0	7,6	7,0	7,4
Fideos con 15% de sustitución de H.T./H. K.								
Aspecto general	5,5	6,7	7,1	7,0	6,7	6,7	6,6	6,4
Color	5,1	6,9	4,6	6,8	6,3	7,1	7,1	7,0
Aroma	5,2	6,2	6,1	6,0	5,5	4,5	6,6	6,7
Sabor	5,7	6,1	5,9	6,8	5,4	6,7	6,0	6,0
Textura	5,0	6,3	6,9	6,5	6,9	6,1	6,0	6,2

H.T. = Harina de trigo.

H.K. = Harina de kiwicha.

Fuente. Elaboración propia (2013).

Análisis del sabor

De acuerdo al análisis de varianza para el perfil sabor, se expone que hay diferencias significativas entre los tratamientos. La prueba de Duncan detalla que el tratamiento con 10 % de sustitución presenta mejor sabor y, que ésta sustitución (10 %) es mejor significativamente que la sustitución con 5 % (Cuadro 36). El tratamiento con 10 % de sustitución muestra un mejor perfil del sabor que los tratamientos con 0 % (100/0 – HT/HK) y 15 % (85/15 - HT/HK) de sustitución.

Análisis de textura

Para la textura de los diferentes fideos con sustitución, se observa que hay diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 36). Según la prueba de Duncan demuestra que los mejores tratamientos para una pasta de buena textura son las sustituciones con 10 % y 5 %, tratamientos significativamente mayores que el tratamiento con 15 % de sustitución. Se presenta además que el tratamiento con 5 % de sustitución es significativamente mejor en el perfil de textura que el tratamiento con 15 % de sustitución.

Cuadro 36. Representación gráfica de la prueba de comparaciones múltiples para la determinación del mejor tiempo de cocción en los fideos con sustitución de 0%, 5%, 10% y 15%

Atributo	Tratamientos			
Aspecto general	N.S.			
Color	T ₄	T ₃	T ₂	T ₁
	_____	_____	_____	_____
Aroma	T ₄	T ₁	T ₂	T ₃
	_____	_____	_____	_____
Sabor	T ₄	T ₁	T ₂	T ₃
	_____	_____	_____	_____
Textura	T ₄	T ₂	T ₃	T ₁
	_____	_____	_____	_____

Donde: T₁: Fideos con 0% de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha.
T₂: Fideos con 5% de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha.
T₃: Fideos con 10% de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha.
T₄: Fideos con 15% de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha.
N.S.: No significativo

Fuente. Elaboración propia (2013).

Análisis de la apariencia general

Respecto al perfil apariencia general, en el análisis estadístico obtenido, se expone que no hay diferencias significativas entre los tratamientos ($\alpha \leq 0,05$), lo que indica que los fideos con sustituciones son estadísticamente similares, respecto al perfil de apariencia general (Cuadro 36).

Anexo 13. Calificación de los fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha en los diferentes niveles de sustitución

Panelistas	Aceptabilidad general			Color			Aroma			Sabor			Textura		
	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	6	7	5	6	6	5	7	8	6	7	7	6	6	7	5
2	7	7	6	7	6	5	5	7	6	6	8	6	6	7	6
3	6	6	7	6	6	7	6	6	7	7	7	8	6	7	6
4	7	7	6	6	7	6	7	7	6	7	7	5	6	7	6
5	6	6	5	7	6	7	7	8	7	6	7	6	5	6	7
6	7	7	6	6	6	5	6	7	7	5	8	7	6	7	5
7	6	7	6	7	6	5	6	7	6	6	7	6	7	7	6
8	7	6	5	7	6	6	7	8	6	7	7	5	7	7	6
9	6	7	6	6	7	6	6	7	6	7	8	6	7	6	5
10	6	7	6	7	6	6	7	7	6	7	7	6	7	7	6

Escala Hedónica:	ME GUSTO EXTREMADAMENTE	9
	GUSTO MUCHO	8
	GUSTO MODERADAMENTE	7
	GUSTO LIGERAMENTE	6
	NO GUSTO, NI DISGUSTO	5
	DISGUSTO LIGERAMENTE	4
	DISGUSTO MODERADAMENTE	3
	DISGUSTO MUCHO	2
	DISGUSTO EXTREMADAMENTE	1

Anexo 14. Análisis de varianza (ANVA) de la evaluación sensorial de los fideos con niveles de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha

Fuentes de variabil.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F_{0.05}
Aroma					
Tratamientos	2	4,87	2,43	7,55 ⁽²⁾	3,55
Jueces	9	4,30	0,48		
Error experimental	18	5,80	0,32		
Total	29	14,97			
Color					
Tratamientos	2	2,47	1,23	3,23	3,55 ⁽¹⁾
Jueces	9	2,83	0,31		
Error experimental	18	6,87	0,38		
Total	29	12,17			
Sabor					
Tratamientos	2	7,47	3,73	6,38 ⁽²⁾	3,55
Jueces	9	2,97	0,33		
Error experimental	18	10,53	0,59		
Total	29	20,97			
Textura					
Tratamientos	2	5,00	2,50	6,43 ⁽²⁾	3,55
Jueces	9	2,30	0,26		
Error experimental	18	7,00	0,39		
Total	29	14,30			
Aceptabilidad general					
Tratamientos	2	4,20	2,10	7,36 ⁽²⁾	3,55
Jueces	9	2,97	0,33		
Error experimental	18	5,13	0,29		
Total	29	12,30			

(1) No existen diferencias significativas entre los tratamientos.

(2) Si existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Anexo 15. Representación gráfica de la prueba de Tukey para la determinación del mejor tiempo de cocción en los fideos con sustitución de 5 %, 10 % y 15 %

Atributo	Tratamientos		
	T ₃	T ₂	T ₁
Aceptabilidad general	_____	_____	_____
Color	N.S.		
Aroma	N.S.		
Sabor	T ₃	T ₁	T ₂
	_____	_____	_____
Textura	T ₃	T ₁	T ₂
	_____	_____	_____

Donde: T₁: Fideos con 5% de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha.
T₂: Fideos con 10% de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha.
T₃: Fideos con 15% de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha.
N.S.: No significativo.

Anexo 16. Resultados de optimización para Calidad Total

a) Resultados Estimados para Calidad total

Fila	Observados Valores	Ajustados Valores	Inferior 95,0% para Media	Superior 95,0% para Media
1	5,36	5,355	5,29147	5,41853
2	6,24	6,240	6,15015	6,32985
3	5,77	5,770	5,68015	5,85985
4	5,35	5,355	5,29147	5,41853

Nota. Intervalos de confianza del 95,0 % para la respuesta media

b) ANOVA para Calidad total

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo Cuadrático	0,53295	2	0,266475	5329,50	0,0096
Error total	0,00005	1	0,00005		
Total (corr.)	0,533	3			

R-cuadrada = 99,9906 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 99,9719 por ciento

Error estándar del est. = 0,00707107

Error absoluto medio = 0,0025

Estadístico Durbin-Watson = 1,0 (P=0,1955)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,0

c) Cuadrático Resultados de Ajuste de Modelo para Calidad total

Parámetro	Estimado	Error Estándar	Estadístico T	Valor-P
A:Harina de kiwicha	5,355	0,005		
B:Harina de trigo	5,77	0,00707107		
AB	2,71	0,0331662	81,7096	0,0078

R-cuadrada = 99,9906 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 99,9719 por ciento

Error estándar del est. = 0,00707107

Error absoluto medio = 0,0025

Estadístico Durbin-Watson = 1,0 (P=0,1955)

Anexo 17. Proceso de elaboración de fideos con sustitucion parcial de la harina de trigo por la harina de kiwicha



a) Mezcla b) Amasado de ingredientes



c) Trefilado d) Secado e) Envasado de fideos