



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**



**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

---

**Estudio de la influencia de los tiempos de precocción al vapor de fideos elaborados con diferentes mezclas farináceas**

---

Proyecto de Trabajo de Investigación (Graduación), Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI) presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos otorgado por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Este trabajo de investigación es parte del proyecto: “Desarrollo de mezclas farináceas de cereales (maíz, quinua y cebada) y papas ecuatorianas como sustitutos parciales de trigo importado para la elaboración de pan y fideos”, elaborado en la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología en Alimentos, auspiciado por el Centro de Investigaciones CENI-UTA.

**Por: Ricardo Daniel Martínez Cáceres**

**Tutor: Ing. Gladys Navas Miño**

**AMBATO-ECUADOR**

**2011**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR DE TESIS**

Ing. Gladys Navas

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Investigación realizado bajo el tema: “ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LOS TIEMPOS DE PRECOCCIÓN AL VAPOR DE FIDEOS ELABORADOS CON DIFERENTES MEZCLAS FARINÁCEAS”, del egresado Ricardo Daniel Martínez Cáceres; considero que dicho trabajo investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Jurado Examinador designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

**Ambato, Mayo del 2011**

.....  
**Ing. Gladys Navas M.**

**TUTOR**

## **AUTORÍA DE LA TESIS**

Los criterios emitidos en el siguiente trabajo de investigación: “ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LOS TIEMPOS DE PRECOCCIÓN AL VAPOR DE FIDEOS ELABORADOS CON DIFERENTES MEZCLAS FARINÁCEAS”, así también como los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y recomendaciones, corresponden exclusivamente a Ricardo Daniel Martínez Cáceres; Ing. Gladys Navas M. , Tutora del Proyecto de Investigación.

**Ambato, Mayo del 2011**

.....  
**Ing. Gladys Navas**  
**TUTOR**

# **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.**

**Ambato, Mayo del 2011**

**Para constancia firman:**

.....  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

.....  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## *DEDICATORIA*

*El presente trabajo de investigación va dedicado a todas las personas que confiaron en mí, y que directa o indirectamente me apoyaron a lo largo de mi carrera universitaria.*

*En especial quiero dedicarlo a mis padres: Irene y Ricardo, por convertirse en los pilares fundamentales de mi vida, dedicándome su amor incondicional, el cual me ha permitido salir adelante y mantenerme firme en mis ideales.*

*A mi abuelita Amparito, por su cariño y amor infinito, a mi hermano Fernando por sus consejos y su maravillosa amistad, a mis sobrinos Ariel y Sebastián, quienes me recordaron que la felicidad se encuentra en las situaciones sencillas de la vida.*

*A todos mis profesores, que me han enseñado con honestidad, responsabilidad y abnegación a querer esta profesión, “siempre tendré en mi mente aquellos valiosos consejos”.*

*A mis amigos, aquellos que siempre se quedaron a mi lado y me ayudaron a buscar salidas y soluciones para aquellos problemas que en un momento dado se tornaron en situaciones dañinas para mi entorno. No quisiera nombrarlos por temor al olvido que arroje pensamientos de ingratitud, sin embargo los defino como a todas las personas que fueron leales, sinceras y respetuosas para conmigo y todos mis seres queridos.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A lo largo de mi vida, siempre he tratado de ser recíproco con las personas e instituciones que han participado de manera positiva en el enriquecimiento de mi mente y espíritu, es así que agradezco a las siguientes instituciones y personalidades:

A la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, por convertirse en mi segundo hogar, durante este maravilloso periodo de mi vida. A las autoridades, docentes, personal administrativo, compañeros y a todos aquellos que componen la hermosa familia FCIAL.

A la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos "UOITA", a sus distinguidos investigadores y trabajadores, en especial al Ing. Mario Álvarez y al Ing. Galo Sandoval por instruirme y permitirme hacer uso de la instalación para el desarrollo de la fase experimental; también quisiera mencionar a Ángel, Luís, Juan y Daisy, compañeros de laboratorio que me ayudaron a culminar mi investigación.

A la Ing. Gladys Navas directora de tesis, quien con una gran paciencia me ha sabido colaborar con sus valiosos conocimientos; mis más sinceros agradecimientos también a la Ing. Alexandra Lascano y al Ing. Mario Paredes, por las correcciones puntuales y oportunas realizadas al presente trabajo de investigación.

## INDICE

	Pág
Resumen .....	x
ejecutivo.....	v
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>EL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2.1</b>	<b>1</b>
Contextualización.....	
<b>Macro</b>	<b>5</b>
contextualización.....	
<b>Meso</b>	<b>6</b>
contextualización.....	
<b>Micro</b>	<b>9</b>
contextualización.....	
<b>1.2.2 Análisis</b>	<b>10</b>
<b>Crítico.....</b>	
<b>Relación causa-</b>	<b>11</b>
<b>efecto.....</b>	
<b>1.2.3</b>	<b>13</b>
<b>Prognosis.....</b>	
<b>1.2.4 Formulación del</b>	<b>14</b>
<b>problema.....</b>	
<b>1.2.5</b>	<b>14</b>
<b>Interrogantes.....</b>	
<b>1.2.6</b>	<b>15</b>
<b>Delimitación.....</b>	
<b>1.2.6.1 Delimitación</b>	<b>15</b>
<b>científica.....</b>	
<b>1.2.6.2 Delimitación tiempo</b>	<b>15</b>
<b>espacial.....</b>	
<b>1.3 JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>1.4 OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
<b>1.4.1 Objetivo</b>	<b>18</b>
<b>general.....</b>	
<b>1.4.2 Objetivos</b>	<b>18</b>
<b>específicos.....</b>	
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>20</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 ANTECEDENTES</b>	<b>20</b>
<b>INVESTIGATIVOS.....</b>	
<b>2.2 FUNDAMENTACIÓN</b>	<b>23</b>
<b>FILOSÓFICA.....</b>	
<b>2.3 FUNDAMENTACIÓN</b>	<b>23</b>
<b>LEGAL.....</b>	
<b>2.4 CATEGORÍAS</b>	<b>25</b>
<b>FUNDAMENTALES.....</b>	

2.4.1 Variable independiente.....	.....25
2.4.1.1 Materias primas nativas.....	.....25
Cebada.....	.....26
Maíz.....	.....28
Trigo nacional.....	.....28
Quinoa.....	.....30
Papa.....	.....31
2.4.1.2 Tecnología para la precocción de fideos.....	.....33
2.4.1.2.1 Vapor húmedo.....	.....33
2.4.1.2.2 Metodología necesaria para la obtención de fideos instantáneos.....	.....36
2.4.1.2.3 Descripción de las etapas del proceso que conlleva a la obtención de fideos instantáneos.....	.....37
2.4.1.3 Fideos precocidos.....	.....39
2.4.1.4 Tiempos de precocción.....	.....39
2.4.2 Variable independiente.....	.....41
2.4.2.1 Calidad e Inocuidad del alimento.....	.....41
2.4.2.2 Análisis de parámetros de calidad en fideos elaborados.....	.....42
2.4.2.2.1 Poder de hinchamiento.....	.....42
2.4.2.2.2 Índice de solubilidad de fideo en agua de cocción	.....42
2.4.2.3 Análisis de parámetros de calidad en fideos crudos.....	.....43
2.4.2.3.1 Humedad.....	.....43
2.4.2.3.2 Tiempo de cocción.....	.....44
2.4.2.3.3 Acidez.....	.....45
2.4.2.4 Parametros de calidad .....	.....45
2.5 HIPÓTESIS.....	.....47
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	.....47



<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>.....48</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>.....48</b>
<b>3.1 ENFOQUE.....</b>	<b>.....48</b>
<b>3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>.....48</b>
<b>3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>.....49</b>
<b>3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....</b>	<b>.....50</b>
<b>3.4.1 Diseño experimental.....</b>	<b>.....50</b>
<b>3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....</b>	<b>.....51</b>
<b>3.5.1 Operacionalización de la variable independiente.....</b>	<b>.....52</b>
<b>3.5.2 Operacionalización de la variable dependiente.....</b>	<b>.....53</b>
<b>3.6 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>.....54</b>
<b>3.7 PLAN DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>.....55</b>
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>.....57</b>
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>.....57</b>
<b>4.1 RESULTADOS.....</b>	<b>.....57</b>
<b>4.2 DISCUSIÓN.....</b>	<b>.....57</b>
<b>4.2.1 Tiempos de cocción.....</b>	<b>.....57</b>
<b>4.2.2 Humedad.....</b>	<b>.....66</b>
<b>4.2.3 Acidez.....</b>	<b>.....76</b>
<b>4.2.4 Poder de hinchamiento.....</b>	<b>.....81</b>
<b>4.2.5 Porcentaje de materia seca.....</b>	<b>.....90</b>
<b>4.3 ELECCIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO EN BASE AL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO.....</b>	<b>.....93</b>
<b>4.4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LAS PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES REALIZADAS AL MEJOR TRATAMIENTO.....</b>	<b>.....96</b>
<b>4.4.2 Análisis de los resultados microbiológicos.....</b>	<b>.....96</b>
<b>4.4.2.1 Bacterias.....</b>	<b>.....97</b>
<b>4.4.2.2 Mohos y levaduras.....</b>	<b>.....97</b>
<b>4.4.2.3 Coliformes.....</b>	<b>.....98</b>

4.4.1 Análisis de los resultados sensoriales.....	99
4.4.1.1 Olor.....	101
4.4.1.2 Color.....	103
4.4.1.3	106
Pegajosidad.....	
4.4.1.4	108
Sabor.....	
4.4.1.5	110
Aceptabilidad.....	
4.4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL ALIMENTO.....	112
4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	114
4.6 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	116
CAPÍTULO V.....	117
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	117
5.1 CONCLUSIONES.....	117
5.2	119
RECOMENDACIONES.....	
CAPÍTULO VI.....	123
PROPUESTA.....	123
6.1 DATOS INFORMATIVOS.....	123
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	124
6.3 JUSTIFICACIÓN.....	125
6.4 OBJETIVOS.....	128
6.4.1 Objetivo general.....	128
6.4.2 Objetivos específicos.....	128
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	128
6.6 FUNDAMENTACIÓN.....	131
6.7 METODOLOGÍA MODELO OPERATIVO.....	133
6.8 ADMINISTRACIÓN.....	138
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	138
MATERIALES DE REFERENCIA.....	139
ANEXO A.....	146
PRUEBAS PRELIMINARES.....	146
ANEXO B.....	149
PRUEBAS FISICOQUÍMICAS.....	149
ANEXO C.....	167

<b>PRUEBAS SENSORIALES.....</b>	<b>.....167</b>
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....</b>	<b>.....172</b>
<b>ANEXO D.....</b>	<b>.....176</b>
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO.....</b>	<b>.....176</b>
<b>ANEXO E.....</b>	<b>.....179</b>
<b>PROPUESTA.....</b>	<b>.....179</b>
<b>ANEXO F.....</b>	<b>.....182</b>
<b>FIDEOS INSTANTÁNEOS Y COMERCIALIZADOS EN EL PAÍS.....</b>	<b>.....182</b>
<b>ANEXO H.....</b>	<b>.....188</b>
<b>FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO.....</b>	<b>.....188</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>.....189</b>
<b>COMPOSICIÓN DE FIDEOS.....</b>	<b>.....190</b>
<b>HOJAS DE CATA.....</b>	<b>.....191</b>
<b>NORMAS PARA FIDEOS INSTANTÁNEOS.....</b>	<b>.....196</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1. Consumo per cápita anual de fideos instantáneos en países asiáticos.....</b>	<b>.....5</b>
3.5.1 Operacionalización de la variable independiente: Tiempos de precocción de fideos, utilizando vapor húmedo.....	.....52
3.5.2 Operacionalización de la variable dependiente: Parámetros de calidad en fideos instantáneos obtenidos de mezclas farináceas.....	.....53
TABLA A1. Datos preliminares de tiempos de cocción, porcentaje de hinchamiento, y porcentaje de materia seca observado en fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas.....	.....146
TABLA B1. Tiempos de precocción en fideos precocidos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas.....	.....149
TABLA B2. Análisis de varianza (ANOVA) para tiempos de cocción en fideos obtenidos a partir de mezclas precocidas, tomando como tratamiento patrón $a_0$ .....	.....150
TABLA B3. Prueba de Tukey realizada a las 6 mezclas farináceas (Factor A), para los datos de tiempo de cocción a un 0,05% de significancia.....	.....150
TABLA B4. Prueba de Tukey realizada a los 3 tiempos de precocción (Factor B), para los datos de tiempo de cocción a un 0,05% de significancia.....	.....151
TABLA B5. Prueba de Tukey realizada a la interacción de los factores mezcla a la que pertenece el fideo y el tiempo de precocido (A*B), para los datos de tiempo de cocción a un 0,05% de significancia.....	.....151
TABLA B6. Porcentajes de humedad observados en fideos precocidos obtenidos a partir de diferentes mezclas	

farináceas.....	.....152
TABLA B7. Análisis de varianza (ANOVA) para porcentajes de humedad en fideos obtenidos a partir de mezclas precocidas, tomando como tratamiento patrón.....	.....153
TABLA B8. Prueba de Tukey realizada a las 6 mezclas farináceas (Factor A), para los datos de porcentaje de humedad a un 0,05% de significancia.....	.....153
TABLA B9. Prueba de Tukey realizada a los 3 tiempos de precocción (Factor B), para los datos de porcentaje de humedad a un 0,05% de significancia.....	.....154
TABLA B10. Prueba de Tukey realizada a la interacción de los factores mezcla a la que pertenece el fideo y el tiempo de precocido (A*B), para los datos de porcentaje de humedad a un 0,05% de significancia.....	.....154
TABLA B11. mg de Hidróxido de sodio necesario para neutralizar la acidez presente en fideos precocidos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas.....	.....155
TABLA B12. Porcentaje de ácido láctico medido en fideos precocidos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas.....	.....156
TABLA B13. Análisis de varianza (ANOVA) para mg de NaOH necesarios para neutralizar la acidez presente en fideos precocidos, obtenidos a partir de 6 diferentes mezclas, tomando como tratamiento patrón.....	.....157
TABLA B14. Prueba de Tukey realizada a las 6 mezclas farináceas (Factor A), para los datos obtenidos de mg de NaOH, necesarios para neutralizar la acidez en fideo, a un 0,05% de significancia.....	.....157
TABLA B15. Prueba de Tukey realizada a los 3 tiempos de precocción (Factor B), para los datos de mg de NaOH, necesarios para neutralizar la acidez en fideo a un 0,05% de significancia.....	.....158
TABLA B16. Prueba de Tukey realizada a la interacción de los factores mezcla a la que pertenece el fideo y el tiempo de precocido (A*B), para los datos de mg de NaOH, necesarios para neutralizar la acidez en fideo a un 0,05% de significancia.....	.....158
TABLA B17. Porcentaje de hinchamiento medido en fideos precocidos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas.....	.....159
TABLA B18. Análisis de varianza (ANOVA) para porcentajes de poder de hinchamiento, en fideos obtenidos a partir de mezclas precocidas, tomando como tratamiento patrón.....	.....160
TABLA B19. Prueba de Tukey realizada a las 6 mezclas farináceas (Factor A), para los datos obtenidos de porcentaje de hinchamiento de fideo, a un 0,05% de significancia.....	.....160
TABLA B20. Prueba de Tukey realizada a los 3 tiempos de precocción (Factor B), para los datos de porcentaje de	

hinchamiento en fideos a un 0,05% de significancia.....	.....161
TABLA B21. Prueba de Tukey realizada a la interacción de los factores mezcla a la que pertenece el fideo y el tiempo de precocido (A*B), para los datos de porcentaje de hinchamiento en fideos a un 0,05% de significancia.....	.....161
TABLA B22. Porcentaje de materia seca medida en fideos precocidos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas.....	.....162
TABLA B23. Análisis de varianza (ANOVA) para porcentajes de materia seca, en fideos obtenidos a partir de mezclas precocidas, tomando como tratamiento patrón.....	.....163
TABLA B24. Prueba de Tukey realizada a las 6 mezclas farináceas (Factor A), para los datos obtenidos de porcentajes de materia seca en fideos, a un 0,05% de significancia.....	.....163
TABLA B25. Prueba de Tukey realizada a los 3 tiempos de precoción (Factor B), para los datos de porcentajes de materia seca en fideos a un 0,05% de significancia.....	.....164
TABLA C1. Análisis microbiológico.....	.....167
TABLA C2. Respuestas de 10 panelistas consultados que califican el parámetro olor, de 4 diferentes muestras, pertenecientes a fideos precocidos.....	.....168
TABLA C3. Análisis de varianza (ANOVA), A UN 0,05% de significancia, tomando en cuenta las calificaciones reportadas por 10 panelistas consultados, sobre el olor que presentan 4 diferentes fideos precocidos.....	.....168
TABLA C4. Respuestas de 10 panelistas consultados que califican el parámetro color, de 4 diferentes muestras, pertenecientes a fideos precocidos.....	.....169
TABLA C5. Análisis de varianza (ANOVA), a un 0,05% de significancia, tomando en cuenta las calificaciones reportadas por 10 panelistas consultados, sobre el color que presentan 4 diferentes fideos precocidos.....	.....169
TABLA C6. Respuestas de 10 panelistas consultados que califican el parámetro pegajosidad, de 4 diferentes muestras, pertenecientes a fideos precocidos.....	.....170
TABLA C7. Análisis de varianza (ANOVA), a un 0,05% de significancia, tomando en cuenta las calificaciones reportadas por 10 panelistas consultados, sobre la pegajosidad que presentan 4 diferentes fideos precocidos.....	.....170
TABLA C8. Respuestas de 10 panelistas consultados que califican el parámetro sabor, de 4 diferentes muestras, pertenecientes a fideos precocidos.....	.....171
TABLA C9. Análisis de varianza (ANOVA), a un 0,05% de significancia, tomando en cuenta las calificaciones reportadas por 10 panelistas consultados, sobre el sabor que presentan 4 diferentes fideos precocidos.....	.....171
TABLA C10. Respuestas de 10 panelistas consultados que califican el parámetro aceptabilidad, de 4 diferentes muestras, pertenecientes a fideos precocidos.....	.....172

TABLA C11. Análisis de varianza (ANOVA), a un 0,05% de significancia, tomando en cuenta las calificaciones reportadas por 10 panelistas consultados, sobre la aceptabilidad que presentan 4 diferentes fideos precocidos.....	172
TABLA C12. Verificación de la hipótesis.....	175
TABLA D1. Materiales directos e indirectos.....	176
TABLA D2. Equipos y Utensilios.....	176
TABLA D3. Suministros.....	176
TABLA D4. Personal.....	177
TABLA D5. Cargas sociales.....	177
TABLA D6. Costo de producción.....	177
TABLA D7. Costo unitario.....	177
TABLA D8. Total de costos indirectos.....	178
TABLA D9. Gastos de periodo.....	178
TABLA D10. Costos variables.....	178
TABLA D11. Costos Fijos.....	178
Punto de equilibrio.....	178
TABLA E1. Metodología y Modelo operativo.....	179
TABLA E2. Administración de la propuesta.....	180
TABLA E3. Previsión de la evaluación.....	181
TABLA F1. Información nutricional para fideos instantáneos “Maruchan”.....	184
TABLA F2. Información nutricional para fideos instantáneos “Rapidito Oriental”.....	185
<b>TABLA F3. Información nutricional para fideos instantáneos “Snoodle Shanghai”.....</b>	<b>185</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>GRÁFICA 1. Árbol de problema.....</b>	<b>10</b>
GRÁFICA 2. Red de inclusión.....	25
GRÁFICA 3. Estructura de un grano de cebada.....	27
GRÁFICA 4. Granos de maíz.....	28
GRÁFICA 5. Corte transversal de un grano de trigo.....	29
GRÁFICA 6. Sección longitudinal media del grano de quinua.....	31
GRÁFICA 7. Distribución y rangos de principales componentes de la papa.....	32
GRÁFICA 8. Zona de vapor húmedo.....	34
GRÁFICA 9. Diagrama de flujo para la obtención de fideos instantáneos.....	36
Gráfica10. Diagrama de flujo para la obtención de fideos instantáneos con el uso de un extrusor.....	137
GRÁFICA A1. Tiempos de cocción en fideos comerciales.....	147
GRÁFICA A2. % de hinchamiento de fideos comerciales.....	147

GRÁFICA A3. % de materia seca en fideos comerciales.....	.....148
GRÁFICA B1. Fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas vs. Tiempos de cocción, a tres diferentes tiempos de precocido.....	.....164
GRÁFICA B2. Fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas vs. Porcentaje de humedad, a tres diferentes tiempos de precocido.....	.....165
GRÁFICA B3. Fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas vs. mg de NaOH, necesarios para neutralizar la acidez en fideo, a tres diferentes tiempos de precocido.....	.....165
GRÁFICA B4. Fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas vs. Porcentaje de hinchamiento, a tres diferentes tiempos de precocido.....	.....166
Gráfica B5. Fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas vs. Porcentaje de materia seca, a tres diferentes tiempos de precocido.....	.....166
GRÁFICA F1. MARUCHAN “INSTANT LUNCH” empaque.....	.....186
GRÁFICA F2. RAPIDITO ORIENTAL.....	.....186
<b>GRÁFICA H1. Elaboración de fideos precocidos.....</b>	<b>.....178</b>

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La presente investigación evaluó los cambios de tipo fisicoquímico que ocurren en fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas, considerando para esto, una mezcla al 80% de harina de trigo importado con un 20% proveniente de 5 diferentes harinas, elaboradas a partir de productos nativos, como la cebada, el maíz, la quinua, el trigo nacional y la papa.

El trabajo realizado es consecuencia de una problemática regional, que ha planteado subsidios a la harina de trigo importado, con la cual se elabora diferentes productos como fideos y pan; también este proyecto es resultado de las exigencias de los consumidores ecuatorianos, que solicitan alimentos sanos nutritivos e inocuos, que posean un elevado índice de digestibilidad, y por último que sean de rápida preparación.

El vapor es una fuente de energía utilizada hace muchos años en la industria alimentaria, y es en los países orientales donde se utilizó por primera vez este agente para la precocción de productos subharineros como los fideos. El vapor ingresa a través de los poros del fideo, formados a partir del



procedimiento mecánico que conlleva a la obtención de estos y de la composición propia de cada harina.

Lo que se observó en las diferentes pastas es que el vapor realizaba una gelatinización parcial del almidón, lo que conlleva directamente a una disminución de los tiempos de cocción, también se generó la degradación de proteínas que incide en una disminución del porcentaje de absorción de agua.

Los tiempos de precocción están relacionados de forma directa con el porcentaje de humedad, así como también con pequeños ascensos de acidez y por último el hecho de una reducción del tiempo de exposición del producto en agua hirviendo (tiempos de cocción) conllevó a una disminución de los porcentajes de disgregación de la masa del fideo en el agua de cocido.

Observando los 5 análisis mencionados, se llegó a la conclusión de que el fideo obtenido a partir de un 20% de harina de cebada con el 80% de trigo importado, alcanzaba las mejores condiciones de factibilidad para su elaboración y los mejores parámetros fisicoquímicos en comparación con las otras mezclas planteadas, es así que la interacción  $a_1b_1$  alcanza valores de 3 minutos y 57 segundos de tiempo de cocción, 10,17% de humedad, 0,13 mg de NaOH necesarios para neutralizar la acidez presente en el fideo, 112% de poder de hinchamiento y un 8,43% de materia seca depositada en el agua de cocción

El fideo obtenido se diferencia en su calidad sensorial con productos obtenidos a partir del mismo procedimiento pero con una diferente composición, factores como el aroma, el color y el sabor del producto son considerados por algunos catadores como valores agregados del alimento.

El análisis microbiológico demostró la asepsia del procedimiento al obtener valores que demuestran una baja proliferación microbiana, con datos de  $3,15 \cdot 10^2$  ufc/g para medio PDA,  $1,21 \cdot 10^2$  para medio PCA y 9 ufc para coliformes; a través de la composición porcentual del producto, se aprecia un elevado contenido de proteínas, la cual corrobora lo versatilidad de la mezcla

para elaborar fideos, así como también que el fideo obtenido posee un elevado valor nutritivo.

En la propuesta se plantea el uso de la mezcla al 20% de harina de cebada con un 80% de harina de trigo importado, pero con un cambio de tecnología, por los gastos energéticos y de suministros que ésta implica.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN**

**Estudio de la influencia de los tiempos de precocción al vapor de fideos elaborados con diferentes mezclas farináceas**

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

#### **1.2.1 Contextualización**

El Ecuador constituye uno de los países más diversos del mundo para el desarrollo de la agricultura, debido a dos factores importantes que son: la riqueza de sus suelos y la variabilidad de su clima, lo cual ha permitido el apareamiento de una industria agrícola subdesarrollada, marcada especialmente por un inadecuado uso de los recursos presentes en el país, falta de visión en los habitantes y la ausencia de recursos económicos que provienen de las autoridades. [Astudillo F., 1999]

La industria agrícola se encuentra ligada íntimamente con el desarrollo de un país, ya que por medio de ésta se alimenta a la población así como también permite el ingreso de divisas pertenecientes a las exportaciones, mismas que van destinadas al desarrollo de otros campos

como pueden ser la educación y la salud; sin embargo hay que tener en cuenta dos preguntas fundamentales: ¿que es lo que se puede producir? y ¿que es lo que se debe producir?. Interrogantes que no han sido respondidas de una forma adecuada y que provocan pérdidas de recursos naturales, así como de recursos económicos. [Astudillo F., 1999]

El área alimenticia depende en gran parte del área agrícola, ya que la primera se nutre de los productos que ésta le oferta y a pesar de que se habla de transformaciones dentro de una industria alimentaría, hay que tener claro que si el producto no posee las condiciones adecuadas en el momento de su cosecha, el resultado final será un alimento de baja calidad nutritiva, sensorial, microbiana o cualquier falencia que irremediamente es acarreada desde un inicio hasta el final del proceso. [Miranda Z., 2001]

En consecuencia se requiere crear un conjunto de alternativas de lo que se puede producir, y luego indagar en los consumidores finales dentro del país para saber que se necesita producir, satisfaciendo en primer lugar las necesidades internas de la población

Hay que tener en cuenta también que el consumidor debe ser guiado por personas o profesionales que estén involucrados en la problemática de la producción de alimentos, los cuales deben observar la calidad de sus materias primas tanto en el aspecto nutricional, higiénico y sensorial, para de esta manera ofertar productos alimenticios inocuos y nutritivos.

Las pastas, fideos, pan, entre otros alimentos, son subproductos de la harina de trigo, también constituyen elementos fundamentales de las canastas familiares del país, debido principalmente a su bajo costo, así como a sus características nutritivas y organolépticas. [FAO, 2000]

Los fideos y pastas a diferencia del pan son productos que requieren de una cocción previa antes de ser consumidos, los tiempos de esta cocción varían debido a las formas, tamaños, espesores, composición de los productos y métodos de procesamiento; hoy este factor ha planteado el apareamiento de fideos y pastas precocidas, tecnología que es ofertada por muchas industrias a nivel mundial impulsada por innovaciones, técnicas y también por exigencias en los consumidores. [FAO, 2000]

En base a todo lo mencionado, se plantea crear un fideo precocido que cumpla con los parámetros planteados en diferentes normas alimentarias, así como también, responda a los requerimientos exigidos por parte de los consumidores.

El fideo debe ser un subproducto proveniente de harinas mejoradas que reemplacen parcial o completamente a la harina de trigo (Canada Western Red Spring # 1), con la finalidad de mejoras nutricionales y fundamentalmente con el afán de que las mezclas planteadas generen respuestas a la problemática de la importación de harina de trigo; misma que es subsidiada todos los años por las autoridades gubernamentales provocando grandes pérdidas en la economía del país, dineros que podrían estar destinados a otros fines. [Sandoval G., 2010]

El incremento de la producción mundial de trigo a partir de la revolución verde y la reducción de su precio en términos reales, ha fortalecido su consumo en muchos países tropicales donde el clima no permite el cultivo de variedades de buena calidad harinera. Durante un cierto tiempo, dichos países han dependido del trigo importado o de la harina de trigo recibida como ayuda alimentaria de los excedentes de los países productores; muchos de estos países tienen ahora necesidad de divisas y por lo tanto, están limitando las importaciones de trigo o de harina de trigo. [Sandoval G., 2010]

Dentro de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA), se está investigando acerca de las propiedades que presentan diferentes tipos de harinas, también se han realizado estudios acerca de los mejores porcentajes en mezclas que reemplazan a la harina de trigo por harinas pertenecientes a un tubérculo como la papa y a diferentes cereales nacionales, lo cual ha direccionado al proyecto a obtener fideos con características similares a las de una pasta obtenida con un 100% de harina de trigo importado. [Sandoval G., 2010]

Partiendo de las pastas alimenticias conseguidas por mezclas de harinas obtenidas de productos agrícolas nacionales con la harina de trigo importado, se pretende observar las mejoras que el producto puede llegar a tener, luego de ser sometido a la precocción, con el uso de vapor, utilizando como principio básico la tecnología usada para la obtención de los fideos instantáneos o también llamados fideos chinos. [Virtucio L., 2001]

Lo que se pretende es observar el comportamiento de las harinas frente a la precocción con el uso de vapor, para que de esta forma el producto final este acorde a las exigencias planteadas, hoy en día por el consumidor.

Los fideos instantáneos tienen un sabor y textura debido a un tratamiento único de vapor y al aceite residual presente en los fideos debido a una fritura. [Rho, 1986, citado por: Melse-Boonstra A., 2000]

Los fideos instantáneos deben tener una estructura esponjosa porosa de por medio, y es a través de ésta por donde ingresa el vapor, pregelatinizando el almidón. [Wu, 1998, citado por: Melse-Boonstra A., 2000]

## Macro contextualización.

La fabricación de fideos se remonta hace aproximadamente 1200 años y todavía continúa siendo objeto de debate si los chinos o los italianos lo inventaron primero. Hoy en día, los diferentes tipos de fideos se pueden encontrar en casi todas las partes del mundo. Los fideos instantáneos aparecen por primera vez en Japón en 1950. Actualmente este producto es fabricado en 80 países alrededor del mundo. [Virtucio L., 2001]

En el 2001, 1,000,000 TM de fideos instantáneos fueron producidos en China, sobre las 700,000 TM en Japón e Indonesia, en Korea del Sur 200,000 TM, Vietnam se incluye en este grupo con 80,000TM, Tailandia y Taiwan alcanzaron las 50,000TM y por último Filipinas produjo 40,000 TM; la conveniencia y la asequibilidad son factores importantes que contribuyen a la creciente popularidad de los fideos instantáneos. [Melse-Boonstra A., 2000]

Como se observa en la Tabla 1, el consumo de fideos instantáneos ha aumentado de forma constante desde 1995 en varios países asiáticos, excepto en Japón, donde se ha mantenido estable. En 2001 el consumo per cápita anual de fideos instantáneos oscilaba entre 5,5 kilogramos en Corea del Sur y Japón a 0,57 kilogramos en las Filipinas. [Melse-Boonstra A., 2000]

**Tabla 1. Consumo per cápita anual (kilogramos por persona por año) de fideos instantáneos en países asiáticos.**

Country	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
South Korea	4.016	4.137	4.266	4.965	5.213	5.385	5.537
Japan	5.649	5.681	5.610	5.507	5.496	5.507	5.586
Indonesia	2.543	2.823	3.078	2.901	3.095	3.219	3.363
Vietnam	0.956	1.043	1.187	1.394	1.690	2.074	2.550
Taiwan	1.880	1.942	2.004	2.004	2.040	2.004	2.058
Thailand	0.758	0.849	0.994	1.042	1.138	1.244	1.362
China	0.512	0.534	0.577	0.692	0.822	0.898	0.988
Philippines	0.278	0.316	0.358	0.403	0.452	0.506	0.570

**Elaborado por: Euro Monitor Report, May 2002.**

**Fuente: Instantt Noodles A potential fortification**

El creciente consumo de pasta ha llevado a los esfuerzos conjuntos para explorar la viabilidad de utilizar fideos instantáneos como un vehículo para la fortificación de micronutrientes. [Melse-Boonstra A., 2000]

Hoy se ha conseguido ampliar el mercado en donde se comercializa los fideos instantáneos. Una de las razones principales para aquello se ha producido por los cambios demográficos, mismos que se pueden atribuir al hecho de que el mundo es cada vez más pequeño debido a los grandes avances en el transporte y las telecomunicaciones. [Virtucio L., 2001]

Más gente hoy en día ha estado expuesta a la cultura asiática ya sea por visitas hacia estos países por diferentes cuestiones o también puede ser por la inmigración de asiáticos a occidente, lo cual implica la influencia de su cultura en dichos países.

La economía juega también un papel muy importante debido a que alimentos como los fideos son concebidos por la gente de bajos ingresos; por otra parte un recipiente lleno de fideos orientales puede ser una comida completa y nutritiva. Según otros datos, la producción mundial de pasta ronda las 9 millones de toneladas. Italia produce 2,9 millones de toneladas por sí sola, seguida muy de lejos en segundo lugar por EE.UU. con 1,15 millones. En tercer lugar se encuentra Brasil con 1 millón de toneladas. [Virtucio L., 2001]

### **Meso contextualización**

En Sudamérica los fideos constituyen un plato muy apetecido dentro de la cultura de muchos países, debido principalmente a su valor económico y también a su aporte energético. En estos países la producción de fideos sufre cambios en la composición, ocasionado por la calidad y el tipo de materias primas, así como por la influencia cultural en cada región. [Arcentales R.,2003]



Dentro de Latinoamérica, el mayor productor de pastas es Brasil (10% mundial), seguido por México (4%), Venezuela (3,5%) y Argentina (3%). [Virtucio L., 2001]

El trigo es un cereal utilizado como materia principal para la elaboración de fideos, sin embargo en Sudamérica se producen otros productos de los cuales se obtienen harinas, mismas que pueden sustituir de forma parcial e incluso total a la harina de trigo. [Sandoval G., 2010]

Los cultivos andinos en la actualidad cubren aproximadamente 150.000 hectáreas en los Andes, lo que no es una gran extensión; sin embargo se considera que no menos de 500.000 familias campesinas tienen parcelas de diversos tamaños con uno o más de estos cultivos, cuyos productos emplean para su alimentación y los ocasionales excedentes son comercializados. [FAO, 1990]

La producción y el consumo de los cultivos andinos subexplotados en estos países tienen muchos rasgos comunes. De ser especies domesticadas y consumidas intensamente en la época prehispánica, han pasado a figurar al final de las listas de alimentos que integran las canastas alimentarias. [FAO, 1990]

Para el caso de la harina de quinua se ha experimentado con casi todos los productos de la industria harinera. Diferentes pruebas en la Zona Andina, y fuera de ella, han mostrado la factibilidad de adicionar 10, 15, 20 y hasta 40% de harina de quinua en pan, hasta 40% en pasta, hasta 60% en bizcochos y hasta 70% en galletas. [Nieto y Madera, 1982, citado por: FAO, 2000]

El rendimiento harinero de la quinua varió de 62% para grano sin desaponificar hasta 83% para quinua lavada, considerando harina integral [Briceño y Scarpati., 1982]. Pero el rendimiento harinero, para harina flor, fue solamente de 33 a 46%, según la variedad. [Nieto y Madera, 1982, citado por: FAO, 2000]

A pesar de estas aparentes limitaciones en el poder de extracción de harina, la principal ventaja de la quinua como suplemento en la industria harinera, parecería estar en la satisfacción de una demanda creciente en el ámbito internacional de productos libres de gluten. [Jacobsen, 1993, citado por: FAO, 2000]

La papa que es un producto producido ampliamente en la zona andina, se aleja completamente del grupo de cereales, y ha sido utilizada junto con otros tubérculos para la obtención de diferentes harinas. La cuna de la papa está en América del Sur, pero esta región tiene el nivel más bajo de producción de papa, de menos de 16 millones de toneladas en 2007. [FAO, 2008]

Para la mayoría de los pequeños campesinos de la región andina la papa sigue siendo un cultivo tradicional, y se cultiva con otras especies de papa desconocidas en el resto del mundo. En otros países, como Argentina, Brasil, Colombia y México, está aumentando la producción comercial a gran escala de *Solanum tuberosum*. [FAO, 2008]

Uno de los productos típicos y ancestrales de la región andina es sin duda el maíz, cuyo consumo es generalizado a lo largo de la región aproximadamente la mitad del maíz es producido en los trópicos se consume directamente como alimento humano; cerca del 40% es usado como alimento animal y el resto está destinado a otros usos. El maíz es el alimento básico en muchos países sub-saharianos, en México y América Central, en el Caribe, en la región de los Andes y en parte del sur de Asia; en Brasil es usado sobre todo como alimento animal. [FAO, 2000]

Para el caso de cebada, los estudios en la obtención de productos farináceos son escasos, sin embargo la harina de este producto es utilizada en la elaboración de sopas, pastas, entre otros productos típicos en cada región, con características nutricionales elevadas. [Universidad de la República, 2010]

## **Micro contextualización**

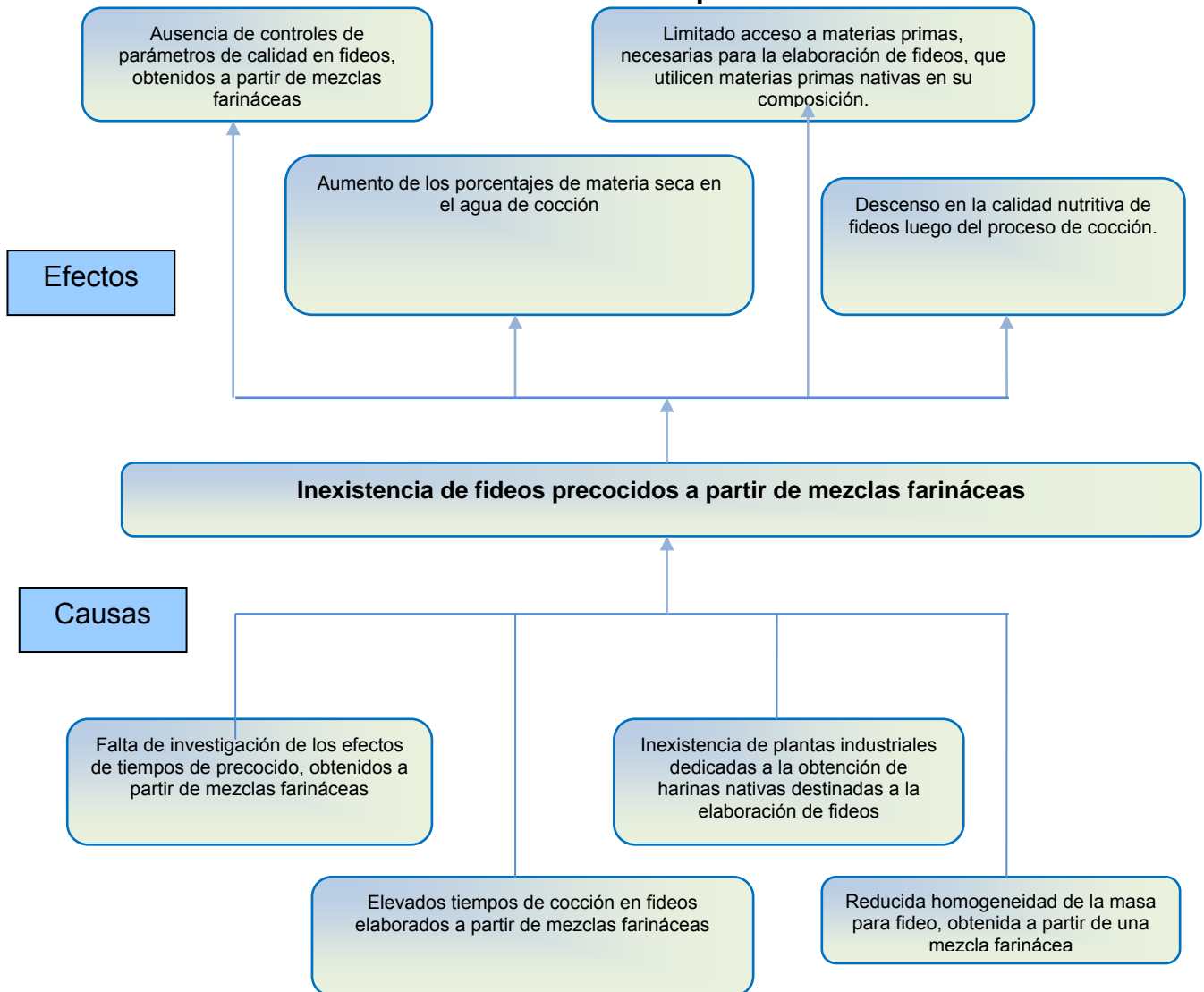
El trigo es uno de los cereales más importantes en la alimentación de la población ecuatoriana. Su consumo se ha incrementado a un ritmo acelerado como efecto de un rápido crecimiento de la población (1,2% anual), del 12 % en 1973 hasta llegar en 1997 a una dependencia del 96,5% de trigo importado, frente a un 3,5 % de trigo nacional. Mientras que el área cultivada se ha reducido de 100.000 ha en 1967 a 32.000 hectáreas en la actualidad. En estos últimos tiempos, se ha venido arrastrando tres factores extraterritoriales dentro del país en relación al convivir diario de consumidores ecuatorianos: [Sandoval G., 2010]

1. El encarecimiento de los productos de primera necesidad debido al descenso económico del dólar y la recesión de EE.UU. 2. El aumento de los precios de la energía proveniente de los hidrocarburos que ha sobrepasado el valor de los \$ 120 USA el barril; que ha encarecido las importaciones de alimentos, entre ellos los cereales que no se producen como el trigo, necesario para la fabricación del pan y fideos. 3. El giro que se está dando al uso de los cereales y otros productos para la fabricación del biocombustible. En Ecuador el consumo per capita por año de trigo es de alrededor de 30 Kg/persona/año. [Sandoval G., 2010]

En Ecuador el alza de costo del trigo esta afectando fuertemente a la industria molinera nacional porque el trigo representa el 70% del costo de la harina, insumo que es utilizado a su vez en la fabricación del pan y los fideos. La intensión de muchos gobiernos de países sudamericanos es impulsar algunas iniciativas que contribuyeran a disminuir la dependencia del trigo importado, debido a los altos costos del mismo, lo que ha cobrado mayor fuerza en los últimos meses del año 2008. [Sandoval G., 2010]

## 1.2.2. Análisis crítico.

**Gráfico 1. Árbol de problema.**



Elaborado por: Ricardo Martínez C.

**Efectos:** Aparición de fideos precocidos obtenidos en base a mezclas de diferentes harinas (trigo importado + trigo nacional; trigo importado + cebada; trigo importado + maíz; trigo importado + quinua; trigo importado + papa), que reemplazan parcialmente a la harina de trigo importado.

**Causas:** Ausencia de materias primas y tecnologías apropiadas, para la elaboración de fideos precocidos obtenidos a partir de mezclas farináceas.

## **Relación causa – efecto**

Los fideos instantáneos se han preparado durante muchos años en países asiáticos, utilizando como materias primas sémola de trigo, arroz, entre otros cereales. Estos productos se encuentran en una expansión global, debido a sus características nutritivas, así como sensoriales y en especial porque son de fácil y rápida preparación. [Virtucio L., 2001]

En algunos países entre los cuales están los asiáticos, estos productos se encuentran innovándose constantemente, ocasionado principalmente por las materias primas que no son las mismas en cada región, en consecuencia se provoca cambios en la tecnología, aunque el principio para su elaboración sea el mismo. [Vargas A., 2006]

Las pastas elaboradas con sustitutos de harina de trigo importado por harina de cereales y papa nacional presentan elevados tiempos de cocción, esto debido a factores como son: la forma y espesor del fideo también este parámetro se ve influenciado por la mezcla farinácea. En consecuencia el fideo al momento de la cocción desprende una elevada cantidad de material sólido, disminuyendo así su calidad nutritiva. [Sandoval G., 2010]

Los tiempos elevados de cocción influyen en la pérdida de calidad sensorial del producto que se manifiesta con la baja consistencia del fideo, debido a que el alimento se muestra excesivamente pastoso en la superficie, mientras que hacia el centro se perciben regiones en donde la cocción parece haber sido insuficiente. Se tiene claro que son dos las harinas que participan en la obtención del fideo, estas provienen de cereales con propiedades fisicoquímicas diferentes. [Sandoval G., 2010]

La cantidad de material sólido desprendido en el agua de cocción, afecta directamente en la pérdida del material nutritivo presente en las harinas nativas.

El vapor en un fideo precocido ingresa por los poros que debe presentar el mismo, permitiendo de esta forma la pregelatinización de almidones y degradación de otros componentes, esto trae como consecuencia beneficiosa la disminución de los tiempos de cocción, así como también la reducción del tiempo de contacto del producto con el agua, generando de esta forma la reducción de materia seca en el agua de cocción y la obtención de un producto sin pérdidas nutritivas. [Wu,1998, citado por: Melse-Boonstra A., 2000]

Para la elaboración de un fideo se tiene que tener en cuenta la composición de la harina, la cual debe tener un elevado contenido de gluten, proteína responsable de la elasticidad y flexibilidad de la masa. [Minesota P., 1994.]

En el país son muy pocas las industrias dedicadas a la elaboración de harinas nativas destinadas a la industria fideera, lo que trae consigo una inexistente presencia de productos subharineros nativos, y también limitados estudios sobre las tecnologías necesarias para la obtención de alimentos derivados de estas materias primas.

Analizar las ventajas de un fideo precocido elaborado a partir de una mezcla farinácea que reemplaza parcialmente a la harina de trigo importado, lleva a la implementación de tecnologías dentro de la industria fideera, generando mayores ingresos para la economía de las mismas y además se promueve el cultivo de productos nativos, los cuales por ser propios de la región no generan fuertes impactos ambientales y mas bien aportan a la preservación de la soberanía alimentaría dentro del país. [Astudillo F., 1999]

### **1.2.3. Prognosis**

Las diferentes industrias alimentarias se encuentran renovándose constantemente atendiendo a los cambios tecnológicos, así como a las exigencias de los consumidores.

La investigación por tanto debe obedecer a la adecuación de estos cambios observando el uso de productos nacionales, para atender un mercado interno que se encuentra influenciado por nuevos ritmos de vida, y la presencia de nuevas tendencias en la alimentación.

De no realizarse esta investigación, no se conseguiría mejorar las condiciones para la obtención de un fideo precocido con el uso de harinas nativas provenientes de: trigo nacional, cebada, maíz, quinua y papa. La agricultura nacional continuaría sin incentivos para el cultivo de productos propios de la región, los cuales no generan impactos ambientales graves, y por último no se fomentaría la aparición de industrias dedicadas a la obtención de harinas nacionales y productos precocidos derivados de éstas.

En consecuencia no se obtendrá una alternativa para producir fideos instantáneos, mismos que se continuarán elaborando con el uso de materias primas importadas, lo que crea pérdidas económicas todos los años como parte de la inversión de fondos del país en subsidios para la harina de trigo.

Además el hecho de no realizar esta investigación conlleva a que no se genere la aparición de nuevos productos de calidad nutritiva, higiénica y sensorial, tomando como materias primas productos agrícolas nacionales, con la adaptación de una tecnología que ha sido utilizada para la elaboración de fideos precocidos hace muchos años, en especial por países orientales, y que hoy con la creciente expansión de estas

culturas, estos alimentos han pasado a formar parte de la cotidianidad de los países occidentales.

#### **1.2.4. Formulación del problema.**

¿Ocurren cambios favorables en los parámetros de calidad de fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas, tales como: harina de cebada, harina de trigo nacional, harina de quinua, harina de maíz y harina de papa nativas, con trigo importado, cuando a estos se los somete a tres diferentes tiempos de precocido de 15, 20 y 25 minutos?

#### **1.2.5 Interrogantes**

- ¿Qué tipo de cambios ocurren en los fideos obtenidos a partir de mezclas farináceas, luego de que estos entran en contacto con vapor durante un determinado periodo de tiempo?
- ¿Qué diferencia presentan los fideos precocidos obtenidos a partir de mezclas farináceas, al compararlos con fideos instantáneos obtenidos con el uso de harina de trigo importado al 100%?
- ¿Existe una mezcla que presente las mejores condiciones para la obtención de fideos precocidos?
- ¿Existe alguna ventaja de tipo organoléptica, nutricional o higiénica, en el uso de harinas provenientes de cereales y un tubérculo para la obtención de fideos precocidos?



## **1.2.6. Delimitación**

### **1.2.6.1 Delimitación Científica**

**Área:** Investigación Tecnológica y Aplicada

**Sub-área:** Agrícola

**Sector:** Cereales y tubérculo

**Sub-sector:** Estudio de los tiempos de precocción en fideos precocidos elaborados a partir de mezclas farináceas.

### **1.2.6.2 Delimitación tiempo espacial**

El proyecto de investigación se lo llevará a cabo en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato, con el financiamiento del proyecto “Desarrollo de Mezclas Farináceas de Cereales (Maíz, Quinoa, Cebada y Trigo nacional) y Papas Ecuatorianas como Sustitutos Parciales de la harina de Trigo Importado, para la elaboración de Pan y Fideos PHPFF, en el período comprendido entre Mayo y Diciembre del 2010”

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El vapor se lo ha usado en la industria de alimentos desde el momento en que ésta apareció, el conocer las propiedades de este agente ha sentado principios en los procesos térmicos utilizados para el procesamiento de alimentos como son: la esterilización, secado, cocción, precocción de alimentos, funcionamiento de equipos, entre las más importantes. [Vargas A., 2006]

En el presente estudio se hace énfasis en observar las variaciones que afectan a un fideo proveniente de una mezcla farinácea, cuando a éste se lo somete a un tratamiento térmico.

Este proceso térmico ha sido probado en la obtención de diferentes alimentos precocidos, y hace algunas décadas se incursionó en la obtención de pastas instantáneas. Hoy existe una gran variedad de alimentos de fácil y rápida preparación, los cuales apuntan a consumidores cada vez más exigentes, centrados en conseguir un alimento nutritivo, inocuo y de elevada calidad sensorial.

Con el ritmo de vida acelerado de la mayor parte de la población los alimentos instantáneos se han insertado en el mercado de una manera expansiva y que continuará en crecimiento. [Virtucio L.,2001]

Actualmente los fideos precocidos o llamados también instantáneos forman parte de la canasta básica en muchos hogares ecuatorianos; sin embargo son muy pocos los trabajos que han observado la posibilidad de variar la formulación, en donde se utiliza como materia prima la harina de trigo. [Malca G., 2008]

Esto último no es justificable debido a que en muchas regiones del mundo las variaciones que han sufrido estos productos desde su aparición son múltiples, ocasionado principalmente a costumbres en el consumo de alimentos y a las materias primas propias de cada región, es así por ejemplo el apareamiento de fideos de arroz en China o los fideos de Amaranto planteados en Perú.

Hay que tener en cuenta que la harina de trigo cuenta con proteínas singulares por su capacidad de formar una masa viscoelástica. Cuando una mezcla de harina y agua (en relación aproximada 3:1) es elaborada se forma una masa con propiedades viscoelásticas, se dice

que es apropiada para la fabricación de subproductos de la harina. Las características singulares de la masa son atribuibles fundamentalmente a las proteínas de la harina de trigo. [Mundi-prensa Libros SA., 1996]

Hay que tener en cuenta entonces, que plantear la sustitución total de la harina de trigo importado por harinas nacionales obtenidas de productos agrícolas nativos, sería algo demasiado ideal, en donde no se tomarían parámetros como la necesidad de nuevas tecnologías o el uso de enzimas y reactivos que darían como resultado un producto mucho más costoso que el comercializado en este momento.

La justificación entonces de este proyecto radica en obtener fideos con diferentes formulaciones, que aporten a la disminución del uso de harina de trigo importado, contribuyendo también a otorgarle al producto un valor agregado que tomando en cuenta las composiciones de los diferentes cereales, se centraría en mejoras nutricionales, además se debe tener en cuenta también que el producto a obtenerse obedece a las exigencias planteadas por los consumidores alrededor del mundo; lo cual quiere decir elaborar un alimento nutritivo, higiénico y de muy buenos atributos sensoriales que sea de fácil y rápida preparación.

Otro factor a ser tomado en cuenta es que la agricultura en el país se ha concentrado en otras áreas, como por ejemplo el cultivo de flores, que si por un lado crea beneficios económicos para la nación, por otro esta ocasionando la pérdida de grandes cantidades de terrenos, ya que el cultivo de este tipo de productos ocasiona impactos ambientales que muchas veces son irremediables, no solo en el sitio donde se cultivan dichos productos, sino también en sectores aledaños. [Astudillo F., 1999]

Por otro lado el país subsidia productos agrícolas que son utilizados como materias primas para la fabricación de alimentos procesados como es el caso de los fideos, por lo tanto se hace necesario

incentivar el fortalecimiento del cultivo de productos nativos que se utilicen en la obtención de harinas y subproductos derivados de las mismas.

Lo mencionado beneficia a la agricultura nacional ya que refortalece el cultivo de productos propios de la región, amables con el ambiente, también se apoya a la generación de divisas internas para los agricultores, y se abre la puerta a la aparición de pequeñas y grandes empresas que se dediquen a la fabricación de harinas de productos nativos y sus derivados.

En vista de todo lo expuesto se plantea elaborar un fideo precocido, partiendo de tecnologías ya usadas por muchos países orientales, con el uso de principios térmicos e incorporando en la formulación de los fideos, harinas provenientes de cereales nativos, que reemplazan parcialmente a la harina de trigo importado. Creando de esta forma una alternativa para la siembra y procesamiento de productos andinos, así como también reduciendo el gasto de recursos económicos.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Estudiar la influencia de los tiempos de precocción con vapor en fideos elaborados con diferentes mezclas farináceas (trigo importado-trigo nacional; trigo importado-cebada; trigo importado-maíz; trigo importado-quinua; trigo importado-papa).

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Elaborar fideos precocidos obtenidos a partir de mezclas farináceas como son: trigo importado-trigo nacional; trigo importado-cebada; trigo importado-maíz; trigo importado-quinua;

trigo importado-papa; utilizando vapor húmedo a tres diferentes tiempos: 15, 20 y 25 minutos.

- Analizar de forma cualitativa y cuantitativa las variaciones fisicoquímicas que ocurren en fideos elaborados a partir de mezclas farináceas, cuando son sometidos a vapor durante un tiempo determinado.
- Determinar la mezcla con mejores propiedades fisicoquímicas.
- Realizar análisis microbiológicos, sensoriales, porcentaje de minerales y análisis económico del mejor tratamiento obtenido.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Food and Nutrition Borrada of the National Research Council, 2010, en un estudio acerca del consumo de alimentos, concluye que con el aumento del consumo de productos manufacturados y endulzados, ha aumentado la cantidad de azúcares en la dieta, mientras que se ha disminuido el consumo de almidones y de fibra. Las dietas que reducen la ingesta de hidratos de carbono de manera muy radical, preocupan de alguna manera a los dietistas y especialistas en nutrición, los cuales opinan que para disfrutar de una nutrición y salud satisfactorias, se necesitan cantidades importantes de hidratos de carbono, tanto de los aprovechables como de los no aprovechables.

Virtucio L., 2001, le otorga una solución a la problemática del consumo de alimentos ricos en hidratos de carbono, concluyendo en su estudio sobre la producción de tallarines orientales que actualmente los productos precocidos se han convertido en alimentos muy apetecidos alrededor del mundo, debido a los ritmos acelerados de vida los cuales han provocado que las personas adquieran una preferencia hacia productos de fácil y rápida preparación, estos alimentos podrían compensar la ausencia de hidratos de carbono en las dietas alrededor del planeta.

Zapata, 1979, menciona que la precocción es un tratamiento térmico, en algunos casos termomecánico que se lo utiliza para obtener entre otras cosas la gelatinización de almidones, inactivación de enzimas y microbios, disminución del tiempo de cocción necesario para la preparación de los alimentos y facilidad de almacenamiento. [citado por Minesota P., 2005]

La FAO en el 2000 menciona que la precocción es un tratamiento hidrotérmico cuyo objetivo es provocar la gelatinización parcial de los gránulos de almidón. Esta gelatinización parcial del almidón es un paso muy importante y debe hacerse bajo condiciones controladas.

La Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos, propone que para contrarrestar la subida del costo de la harina de trigo, se estudien mezclas de harina de trigo importado con harinas provenientes de otros cereales como el maíz, la cebada, la quinua, el trigo nacional y el uso de tubérculos como la papa para la fabricación de pan y fideos, que podrían resultar de menor costo. [Sandoval G., 2010]

En este estudio también se menciona que cuando se obtiene un fideo a partir de una mezcla de harina de trigo, con una harina derivada de un producto distinto a este cereal, se dice que existen problemas en la cocción, debido a la homogeneidad de la pasta, y al elevado tiempo de contacto entre la pasta y el agua de cocción, existiendo secciones donde el alimento se presenta sumamente blando y zonas donde el tiempo de cocción parece haber sido insuficiente. [Sandoval G., 2010]

En la caracterización del comportamiento reológico de las mezclas de harinas mediante el uso del Mixolab Chopin, donde mezclas con cebada y trigo nacional y harina de trigo importado poseen un buen potencial de hidratación de agua; asimismo, estas mezclas son resistentes al amasado. [Lascano A., 2010]

En la caracterización reológica también se demostró que la fuerza del gluten se manifiesta en las mezclas de cebada con índices entre 7 y 8 tienen mejor calidad proteica que la mezcla con trigo nacional; la viscosidad en mezclas de cebada nacional y trigo con índices entre 4–6 no afecta las propiedades viscoelásticas, a su vez la actividad amilásica es menos fuerte con valores de 7; finalmente la retrogradación con índices entre 5 a 7 en mezclas de harinas indica que el producto final tendrá una apropiada conservación en el tiempo, por tanto estas mezclas son útiles para la elaboración de pan y fideos. [Lascano A., 2010]

En el análisis de las propiedades bromatológicas de las harinas de de maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), quinua (*Chenopodium quinoa*), papa (*Solanum tuberosum*), trigo (*Triticum aestivum*), se concluye que se encuentran dentro de los parámetros necesarios para ser utilizados en la elaboración de pan y pastas, debiendo tener cuidado con las condiciones de almacenamiento de las harinas de quinua y maíz debido al contenido de grasa. [Cerde L., 2010]

Arcentales R., 2003, en el Diseño de un Equipo Extrusor destinado a la elaboración de snacks, concluye que en una mezcla farinácea, a pesar de que no se habla de una reacción propiamente dicha, provoca que las harinas originales que intervienen en ésta, adquieran propiedades diferentes, que en algunos casos son impredecibles, a pesar de conocer el comportamiento y propiedades de las harinas originales, motivo por el cual es necesario el escogitamiento de la utilidad del producto final, para en base a eso observar las proporciones de la mezcla y si es o no necesario el uso de un mejorador de cualquier tipo.

Melse-Boonstra A., 2000, en su trabajo Instant Noodles a Potential Fortification, menciona que la precocción al vapor de fideos conlleva a la pregelatinización del almidón, se la realiza ya sea por lotes, en locales cerrados o en cámaras de atmósfera continua durante un tiempo de 20 a



60 minutos. Después de este tratamiento hidrotérmico, los hilos se dejan enfriar lentamente a temperatura ambiente, los gránulos de almidón hinchado se reorganizan entre sí a través del proceso de retrogradación.

Virtucio L., 2001, en su Programa de Desarrollo acerca de Tallarines Orientales, concluye que los tallarines son alimentos tradicionales, las innovaciones tecnológicas están en continúa evolución para adaptarse a los consumidores globales de todas las edades; formulaciones, equipos de producción, condiciones para la producción, transporte, almacenamiento y envases son modificadas y se ajustan constantemente para satisfacer a nuevos clientes alrededor del mundo.

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

La presente investigación se basa en el paradigma positivista que según Reichart y Cook (1986), este paradigma tiene como escenario de investigación el laboratorio a través de un diseño preestructurado y esquematizado, su lógica de análisis está orientada a lo confirmatorio, reduccionista, verificación, interferencial e hipotético deductivo mediante el respectivo análisis de resultados. Además la realidad es única y fragmentable en partes que se pueden manipular independiente. Para este enfoque la realidad es algo exterior, ajeno, objetivo y puede y debe ser estudiada y por tanto conocida. [citado por: Ricoy C., 2006]

## **2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

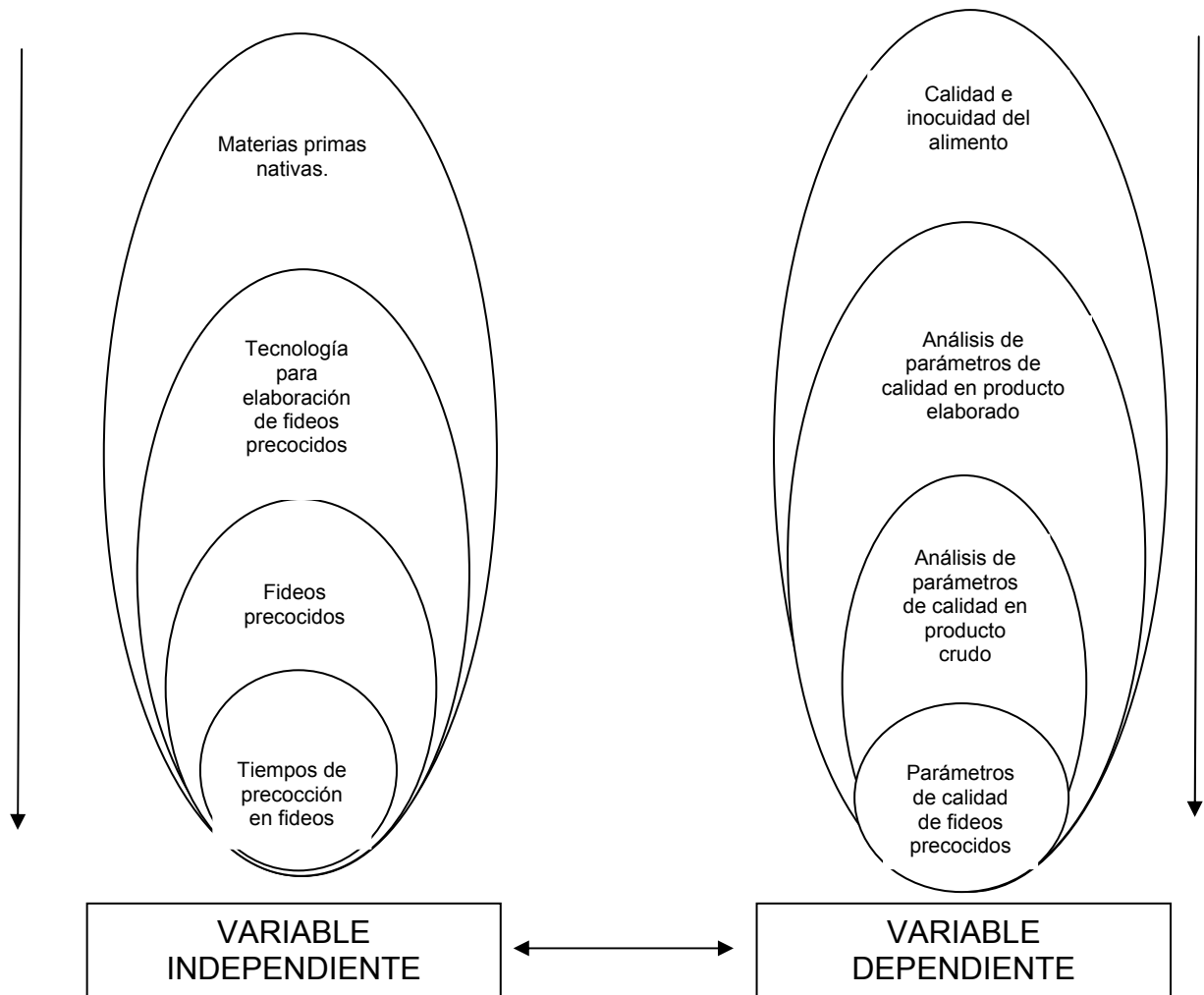
Partiendo de una revisión previa de las mezclas farináceas las cuales son utilizadas en la obtención de fideos precocidos; se debe realizar adicionalmente un análisis de tipo fisicoquímico, mismo que garantiza la calidad e inocuidad del alimento.

Para lo cual se han tomado en cuenta las siguientes normas y protocolos que se mencionan a continuación:

- Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN 2 318:2008) para Fideos Instantáneos.
- Norma Codex para Fideos Instantáneos; STAN 249-2006.
- Determinación de humedad según el Método 930,15 A.O.A.C. 1996.
- Determinación de tiempo de cocción propuesto por: Arqueros, V. 2009; GRANOTEC Argentina.
- Porcentaje de hinchamiento propuesto por: Arqueros, V. 2009; GRANOTEC Argentina.
- Determinación de materia orgánica total o extracto seco propuesto por Arqueros, V. 2009; GRANOTEC Argentina.
- Determinación de acidez titulable; Norma Técnica Peruana NTP 206.013.-1981
- Determinación de recuento total de Aerobios mesófilos. INEN 1529-5: 2008.
- Determinación de recuento de mohos y levaduras INEN 1529-10.
- Determinación de coliformes totales INEN 1529-7.

## 2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

Gráfico 2. Red de Inclusiones



### 2.4.1 Variable independiente

#### 2.4.1.1 Materias primas nativas.

El fideo es un alimento que ha pasado a formar parte de una tradición en diferentes platos alrededor del mundo, debido a distintos factores entre los cuales están la versatilidad que pueden presentar, su aporte energético, sus condiciones organolépticas, su costo, entre las más importantes. [Melse-Boonstra A., 2000]

Este producto ha variado su composición en cada región principalmente por la variabilidad del proceso, es así que desde que apareció el fideo como un subproducto de la harina de trigo, en China y Japón surgió los fideos precocidos de arroz, en Argentina los fideos obtenidos a partir de una variedad de trigo como el Candeal, en Perú el fideo de Amaranto y en Ecuador se ha incursionado en la obtención de fideos obtenidos a partir de harina de quinua.

El país cuenta con una variedad de suelos y climas aptos para la agricultura, donde se cultivan productos autóctonos, hoy la mirada de muchas personas se centra en estos cultivos, debido a su valor nutricional. [Astudillo F., 1999]

Es así que a continuación se presentan las características y propiedades que poseen cereales como el maíz, cebada, quinua y un tubérculo como la papa.

La elaboración de productos alimenticios a base de una mezcla de distintos cereales es de mucha importancia en el mercado actual, ya que hay que tomar en cuenta el incremento en las propiedades tanto nutricionales y organolépticas, que proporcionan las mezclas de harinas, lo que contribuye a una buena nutrición [Pazmiño J., 1982].

### **Cebada. (*Hordeum vulgare*)**

La cebada es el cereal más antiguo que ha cultivado el hombre. Es originario de Medio Oriente y el Norte de África. En China se origina en el año 2800 A.C. utilizándose tanto para el consumo de la población como para el de animales. [FAO, 1990]

La cebada es un cereal de la familia de las gramíneas con características morfológicas muy similares al grano de trigo. La cebada esta compuesta por un 9 a 14% de proteína, el porcentaje de almidón

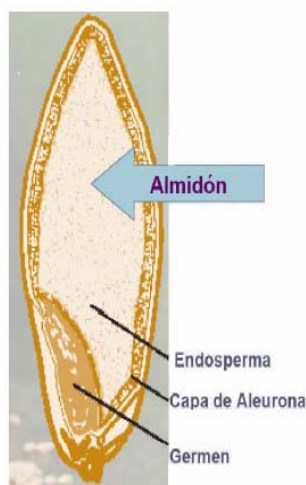
(componente mayoritario en la cebada) fluctúa entre el 58 y 64%; de este contenido el 20-30% es amilasa y el 70-80% amilopectina. [Acosta K., 2005]

La cebada por su elevado porcentaje de carbohidratos ha sido utilizada para la elaboración de bebidas fermentables, la más conocida la cerveza, además por su alto contenido energético y proteico participa como materia prima en la elaboración de harinas fortificadas, balanceados animales, y actualmente ha entrado a formar parte de muchos medicamentos que se expenden en locales naturistas. [Acosta K., 2005]

Por otro lado en el Ecuador la cebada ocupa el cuarto lugar en importancia entre los cereales, después del trigo, maíz y arroz. La razón de su importancia se debe a su amplia adaptación ecológica y a su diversidad de aplicaciones. [Cerde L., 2010]

En la gráfica 3 se aprecia el corte longitudinal de un grano de cebada, en este diagrama se aprecia claramente las zonas que componen a este cereal. El endospermo propiamente dicho está constituido por células de parénquima repletas de gránulos de almidón.

### Gráfica 3. Estructura de un grano de cebada



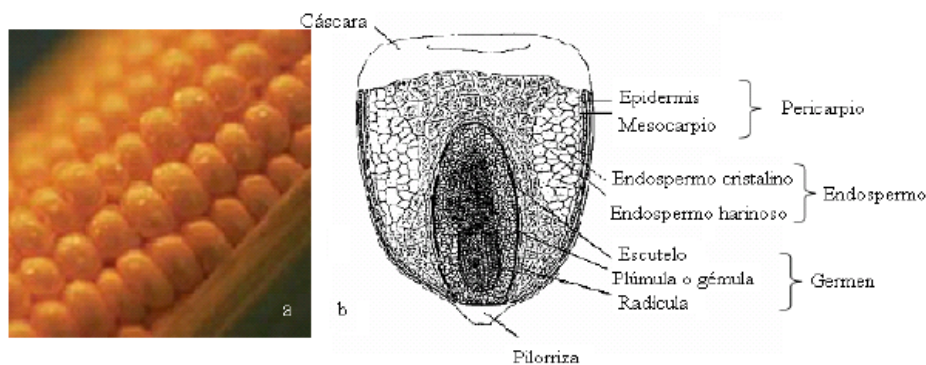
Fuente: Cultivo de invierno “CEBADA” en Uruguay pág. 26

## Maíz (*Zea mays*).

El maíz se utiliza para la fabricación de harina, pero algunas variedades se consumen directamente, como una hortaliza. Es una de las plantas más variables, algunas variedades maduran en poco más de dos meses, mientras que otras necesitan más de un año, el color del grano puede ser rojizo, blanco o amarillo. [Combariza A., 2006]

A continuación en la Gráfica 4 se aprecia los granos de maíz en estado natural y su respectivo corte transversal en donde se señalan sus principales partes.

**Gráfica 4. Granos de maíz (a) Corte Transversal (b)**



**Fuente: COMBARIZA A, SANCHEZ D. Estudio de la obtención de un alimento precocido a partir de cultivos biofortificados. Pag 5 2006 (3i)**

La composición del grano de maíz es variable y compleja; suele contener un 60 al 70% de almidón y azúcares, un 10% de sustancias nitrogenadas y un 4 a 8% de materias grasas, estas últimas dentro del pequeño embrión. [FAO, 2000]

## Trigo nacional (*Triticum aestivum*)

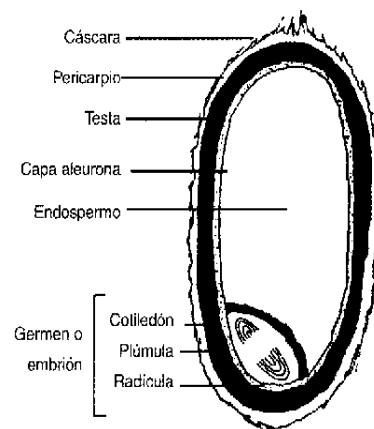
Es un cereal de la familia de las gramíneas, una familia a la que pertenecen otros cereales tan importantes como el arroz, el maíz, la avena, el sorgo, etc. [FAO, 2000]

Cada grano de trigo consta de las siguientes partes:

- La capa protectora o gluma: Es la que protege al grano. Se conoce vulgarmente como salvado. Está formado principalmente por fibra, se elimina completamente cuando el trigo se muele y se refina la harina.
- Las envolturas externas: La capa exterior se llama *pericarpio*, la capa central, *mesocarpio* o tegumento interno y la capa interior, *epicarpio*. Estas capas están formadas principalmente por minerales, proteínas y vitaminas, que son asimiladas por el organismo cuando se ingiere el trigo integral pero que resultan eliminados en el proceso de refinado para obtener harina blanca. [FAO, 1990]

En la Gráfica 5 se aprecia las partes del grano de trigo, mismo que se caracteriza por poseer diferentes capas, en donde se encuentran localizados componentes como las proteínas, vitaminas, agua, sales minerales. Lo más relevante en esta grafica es la zona central o endospermo donde se ubica el almidón, componente mayoritario de este cereal.

**Gráfica 5. Corte transversal de un grano de trigo**



**Fuente: FAO.,2000**

Las capas internas son: La *testa o tegmen*, una capa intermedia entre las envolturas externas y el endospermo o albumen. Consta fundamentalmente de aceites y colorantes. El endospermo o albumen: Es la capa interna del grano de trigo y la que representa el mayor porcentaje del mismo (entre el 80 y el 90 % del peso total). El albumen está formado por hidratos de carbono en forma de almidón. La función de esta parte es proporcionar las sustancias de reserva para el crecimiento de la nueva planta. [Bruno R., 2005]

El germen: ocupa la parte inferior del endospermo, formado fundamentalmente por proteínas, aceite, enzimas y vitaminas del grupo B, consta de la radícula (raíz embrionaria) y de la plúmula (hoja embrionaria). A partir de esta parte del grano se origina el crecimiento de una nueva planta [Botanical, 1999].

### **Quinoa (*Chenopodium quinoa*)**

Es una planta de 1 a 2m de alto, sus semillas son secas, de color amarillo pálido y miden 2mm de diámetro. Se cultiva desde hace más de 3000 años, en los países andinos: Perú, Bolivia y Ecuador, a más de 3500 m sobre el nivel del mar, donde los cultivos tradicionales no pueden subsistir. La quinoa es considerada por la FAO y la OMS como un alimento único por su altísimo valor nutricional. [Kent N., 2001]

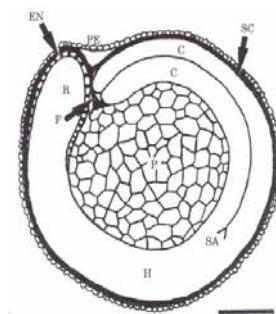
Es un producto libre de gluten, que mantiene sus cualidades nutritivas en procesos industriales, y es capaz de sustituir a las proteínas de origen animal. La harina de quinoa pre-tostada es utilizada para enriquecer harinas de panificación en la elaboración de: galletas, barritas, tartas, batidos, pasteles, spaghettis, etc. aportando un alto valor nutritivo. Se utiliza igualmente en la elaboración de salsas y alimentos rebozados, enriqueciéndolos conservando su humedad y aportando un sabor muy agradable así como una textura fina y especial. [FAO, 2000]



Contiene los 10 aminoácidos esenciales: Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Triptofano, Valina y Arginina. Proporciona también proteínas, minerales, oligoelementos y vitaminas naturales: A, C, D, B1, B2, B6, Acido fólico, Niacina, Calcio, Hierro y Fósforo en porcentajes elevados. [Kent N., 2001]

En la Gráfica 6 se aprecia de forma detallada las partes de un grano de quinua, observados a través de un corte longitudinal.

### **Gráfica 6. Sección longitudinal media del grano de quinua**



PE: Pericarpio, SC: Cubierta de la semilla, EN: Endosperma; C: Cotiledones, H: Hipocotilo; SA: Ápice del meristemo; R: Radícula, P: Perisperma; F: Funículo.

**Fuente: FAO., 2003**

Algunos métodos de procesamiento industrial de la quinua tienen su influencia en la calidad nutritiva y la digestibilidad de los productos finales. Por ejemplo, la remoción de saponinas de la quinua incrementa en 7% la digestibilidad de la proteína. El proceso de calor, y el proceso de extruido incrementan tanto la hidrólisis del almidón como la digestibilidad *in vitro* de la proteína de la quinua; mientras que el cocido, disminuye ligeramente la digestibilidad, en comparación con la digestibilidad de la quinua cruda. [Ruales y Fair, 1992, citado por FAO, 2000]

### **Papa (*Solanum tuberosum*)**

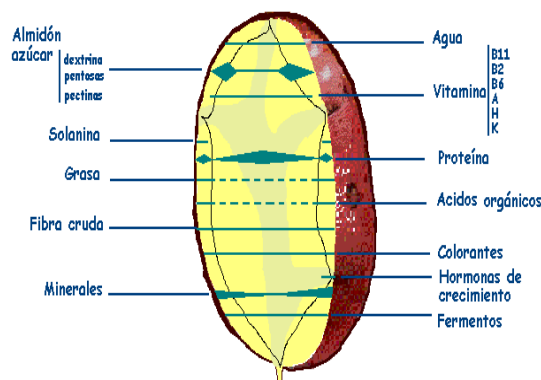
La papa ya forma parte importante del sistema alimentario mundial, es el producto no cerealero número 1 y la producción alcanzó la cifra sin

precedentes de 320 millones de toneladas en 2007. El consumo de papa se extiende vigorosamente en el mundo en desarrollo, que hoy produce más de la mitad de la cosecha mundial, y donde la facilidad de cultivo y el gran contenido de energía de la papa la han convertido en un valioso producto comercial para millones de agricultores. [Arcentales R., 2003]

En Perú, donde surgió en el altiplano hace más de 8.000 años, los altos precios de los alimentos han estimulado al Gobierno a reducir las costosas importaciones de trigo y alentar a la población a consumir pan con harina de papa. En China, primer productor mundial de patatas (72 millones de toneladas en 2007), expertos agrónomos han propuesto que este producto se convierta en el principal cultivo alimentario de gran parte de las tierras agrícolas del país. [Arcentales R., 2003]

En la Gráfica 7 se aprecia los componentes del tubérculo “papa”. Dentro de estos, se encuentra en mayoría el agua que constituye entorno al 80% del total. Le siguen los carbohidratos que constituyen el 16-20% entre los que hay que destacar el grupo de los almidones que son polisacáridos complejos que se absorben como glucosa previa hidrólisis enzimática. La fibra alimentaría representa 1-2% del total de la papa y se encuentra preferentemente en la piel. [Portal de alimentación sana, 2000]

**Gráfica 7. Distribución y rangos de principales componentes de la papa**



Fuente: Portal de alimentación sana., 2000

El Código Alimentario en su artículo 685, define a la Harina de Papa como: “el producto obtenido moliendo finamente los tubérculos desecados del *Solanum Tuberosum* la que presentará como máximo un contenido en agua del 12% a 100 - 105°C”. [Bruno R., 2005]

La precocción de la papa se fundamenta en la transformación de los almidones contenidos, los mismos que, cuando se exponen al calor y la humedad, simultáneamente, entre 55 y 70°C, se produce una gelatinización. Los gránulos se hinchan, debido a una adsorción de agua por los grupos polares hidroxilo, adsorción que puede llegar a multiplicar considerablemente el peso inicial del almidón. [Dana O., 1987]

En ese momento la viscosidad de la suspensión de almidón aumenta considerablemente, porque los gránulos hinchados se adhieren los unos a los otros. Asimismo, si se prolonga el tratamiento hidrotérmico, puede surgir una ruptura de los gránulos, produciendo la hidrólisis parcial y disolución más o menos completa de las moléculas constituyentes, lo que origina el descenso de la viscosidad. [Dana O., 1987]

#### **2.4.1.2 Tecnología para la elaboración de fideos precocidos**

##### **2.4.1.2.1 Vapor húmedo**

La zona de vapor húmedo (también conocida como la zona de dos fases) representa todos los valores del vapor en su condición de húmedo, sus lindes son la línea de agua saturada y la línea del vapor saturado, cuando se añade calor al vapor en cualquier punto de la zona de vapor húmedo hace que se seque el vapor, pero siempre a la misma temperatura. Cuanto más seco el vapor, más cercano estará a la línea de vapor seco saturado. [Muñoz J., 2007]

El vapor es más eficaz para la transferencia de calor cuando se condensa en una superficie a una temperatura más baja. El calor latente

de vaporización es entregado por el vapor que se condensa. La transferencia máxima de calor se produce cuando el vapor se le permite pasar sin restricción u obstrucción a una superficie de transferencia, aunque hablar de esto es muy ideal, debido a la presencia de películas presentes en las operaciones de procesamiento de un alimento. [Muñoz J., 2007]

Algunos de los ejemplos más comunes de estas películas en las operaciones de procesamiento son: las capas de estancamiento, el moho, el agua (condensación), capas de organismos unicelulares, y el aire, estas películas deben ser eliminadas o reducidas apuntando a optimizar la transferencia de calor. [Muñoz J., 2007]

En la Gráfica 8 se encuentra detallado la relación entre la Entalpía y la Temperatura del agua, distinguiéndose de esta forma al vapor húmedo, el cual es un estado intermedio entre el agua saturada y el vapor saturado seco.

**Gráfica 8. Zona de vapor húmedo**



Elaborado por: Muñoz, J., 2007

Cuando se considera desde el punto de vista de ser un medio de transferencia de calor, el vapor tiene propiedades superiores que no

ofrecen otros medios de calor. Entre estas propiedades, la dos siguientes son las más destacadas:

- Proporciona calentamiento uniforme
- Proporciona calentamiento rápido

Los valores aproximados de la relación de transferencia de calor del agua caliente y del vapor son los siguientes:

- La relación a la cual se transfiere el calor a la superficie de transferencia de calor, utilizando agua caliente como fuente de calentamiento, es: 1000 — 6000 [W/m<sup>2</sup> K]
- Por otro lado, la relación a la cual se transfiere el calor a la superficie de transferencia de calor, utilizando vapor como fuente de calentamiento, es: 6000 — 15000 [W/m<sup>2</sup> K]

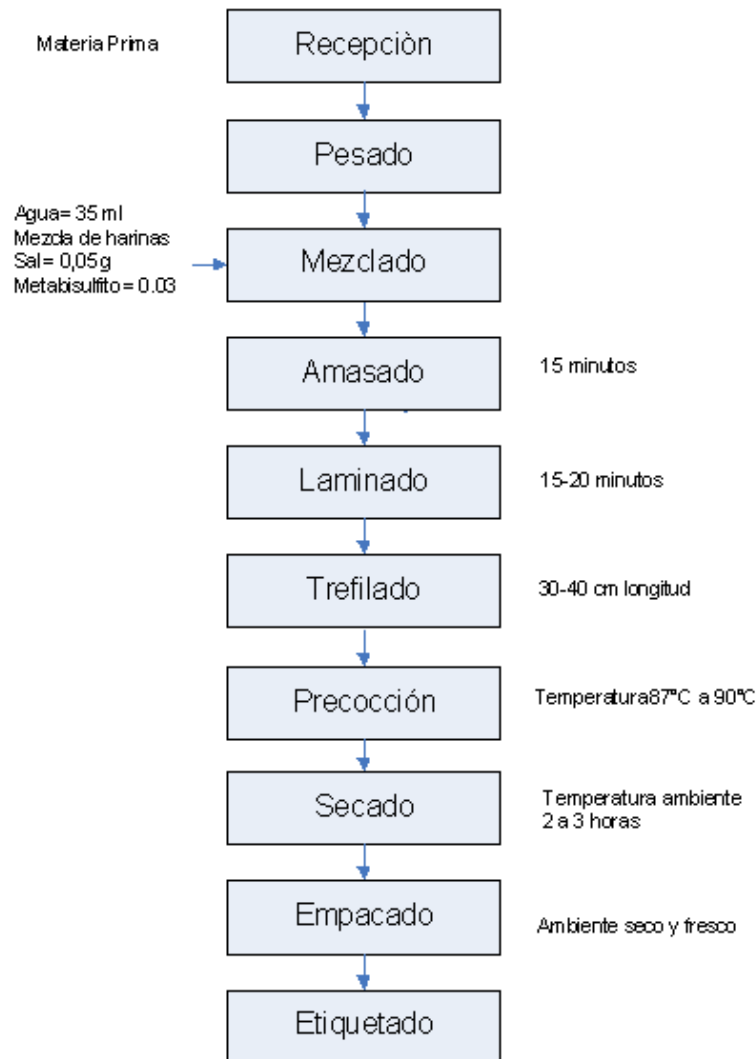
Esta explicación se encuentra enfocada en la transferencia de calor provocada por el proceso de condensación. El calor latente contenido en el vapor se libera en el instante en que el vapor se condensa hacia la fase líquida. La cantidad de calor latente entregado es de 2 - 5 veces mayor que la cantidad de calor sensible contenido en el agua caliente (agua saturada) después de la condensación. [Anónimo,2003]

Los medios de calefacción más usuales son el agua caliente y el vapor de agua. Los calefactores que utilizan agua tienen el inconveniente de que se produce una mayor pérdida de nutrientes por lixiviación, además existe un mayor riesgo de contaminación por bacterias termófilas, un mayor gasto por el consumo de agua que además generará un gran volumen de efluentes de difícil desecho. Por el contrario, serán necesarias menores inversiones en los aparatos y habrá una mayor eficiencia energética, se perderá el 60% de energía consumida. [Bowser T., 2001]. En cambio, los calefactores de vapor húmedo provocarán menores pérdidas de componentes hidrosolubles, menor volumen de efluentes y

por tanto menor gasto por consumo de agua. Son fáciles de limpiar y de esterilizar. En el lado negativo, se puede decir que tienen una menor capacidad limpiadora y gastos de inversión mayores que en los calefactores de agua. Asimismo, habrá una menor eficiencia energética en el proceso, se perderá el 95% de la energía consumida. [Bowser T., 2001]

#### 2.4.1.2.2 Metodología necesaria para la obtención de fideos instantáneos

**Gráfica 9. Diagrama de flujo para la obtención de fideos instantáneos**



### **2.4.1.2.3 Descripción de las etapas del proceso que conlleva a la obtención de fideos instantáneos.**

**Recepción.-** La adquisición de materia prima de óptima calidad, evitando alguna alteración o contaminación, es importante para garantizar la inocuidad y la calidad del producto final.

**Pesado.-** Se toma en cuenta el peso de la materia prima con la finalidad de aplicar las diferentes formulaciones existentes para la elaboración de pastas, y al final determinar rendimientos.

**Mezclado.-** Esta operación consiste en mezclar una cantidad determinada de harina con una cantidad de agua, sal y metabisulfito de sodio (utilizada en proporciones de 30-50-200-1000ppm, se lo aplica para inhibir mohos principalmente) entre sí hasta formar una mezcla homogénea. Una buena mezcla facilita la subsiguiente operación de amasado, haciéndola más rápida.

**Amasado.-** Este proceso sirve para hacer más homogénea la incorporación entre sí de los gránulos de la harina, de esta manera se obtiene una buena mezcla, la cual se mantiene suave, elástica, lisa y sin asperezas, evitándose de esta forma que, al ser moldeada, presente estrías, resquebrajaduras e irregularidades.

Es evidente que del amasado dependerá principalmente el aspecto de la lámina para la elaboración de la pasta, su estructura uniforme y hasta el sabor. Esta operación dura alrededor de 15 minutos.

**Laminado.-** Consiste en pasar y enrollar varias veces la masa a través de dos cilindros lisos, que se acercan el uno al otro a cada pasada con una determinada medida. Se obtiene así, una lamina de color uniforme, pulida y perfectamente homogénea. El tiempo de laminado dependerá del tipo

de mezcla de harinas, así: para mezclas de harinas con el 20% de sustitución un tiempo de 15 minutos obteniendo una lámina uniforme y maleable.

**Trefilado.-** Esta operación consiste en dar forma a la pasta, introduciéndola en los cilindros cortadores hasta obtener láminas de pasta (tallarines) del mismo espesor y longitud. La pasta ya dada forma se coloca sobre bandejas de superficie perforada las cuales se ponen en un transportador para luego ser llevadas a la precocción.

**Precocción.-** Es un proceso termo-dinámico que consiste en utilizar vapor húmedo (temperatura entre 87-90°C) teniendo como objetivos la gelatinización de la fracción almidonosa para mejorar la digestibilidad del producto y disminuir los tiempos de cocción del mismo, además se consigue la inactivación térmica de inhibidores del crecimiento y factores que alteran la digestibilidad o el gusto.

**Secado.-** El objetivo del secado es disminuir el contenido de humedad del producto a 12 o 13% de manera que los fideos tengan un tiempo largo de vida útil, mantengan su forma y se almacenen sin deteriorarse, por lo que esta operación es muy delicada ya que la pasta es higroscópica y un inadecuado secado conllevaría a una fermentación de la pasta si éste fuera muy lento, o de lo contrario si fuera muy rápido se tuviera la formación de microfisuras las cuales conllevarían a la rotura de la pasta.

Luego de observar varios métodos, se llegó a la conclusión de que el más eficaz era el secado al ambiente (por 3 horas), con el cual se obtuvo resultados satisfactorios.

**Empacado.-** El producto se coloca en fundas de polipropileno 08H85DB con un contenido de 100 g, luego se sellan para asegurar su buena



conservación e higiene durante su almacenamiento, transporte y expendio.

**Almacenado.**- El producto se almacena en lugares secos, bien ventilados y sobre lugares que garanticen una buena circulación de aire. **[Proyecto PHPPF, 2009]**

### **2.4.1.3 Fideos precocidos.**

Moss, Nagao, 1992 postularon que los fideos precocidos se han convertido en los alimentos de conveniencia más popular no sólo en Asia sino en todo el mundo, requieren de vapor y en algunos casos el freído con aceite para lograr una calidad única, para ser servidos luego de 2 a 3 minutos de cocción en agua hirviendo para rehidratar el producto. [Citado por: Guoquan H., 1998]

Wang y Sieb, 1996 postularon que en las superficies de fideos precocidos alcalinos, la captura de pequeños gránulos de almidón mediante el gluten de la matriz depende principalmente de la densidad de la matriz. El gel elástico duro y fuerte como resultado de los almidones restringe la hinchazón en el interior, lo que esta relacionado con la textura masticable de los fideos. Se dice que tanto la superficie y el interior de fideos con sal dependía en gran medida de la intangibilidad de gránulos de almidón. [Citado por: Guoquan H., 1998]

Los fideos instantáneos se hacen con harina de trigo, almidón, agua, sal o sui kan (una mezcla de sales alcalinas de carbonato de sodio, carbonato de potasio y fosfato de sodio), y otros ingredientes que mejoran la textura y el sabor de los fideos. Otras harinas se pueden mezclar con la harina de trigo para hacer determinados tipos de fideos instantáneos, por ejemplo, la harina de trigo se añade al 10-40% en la producción de fideos de trigo sarraceno o soba. [Virtucio L., 2001]

El primer paso en la fabricación de fideos implica la disolución de la sal o sui kan, almidón, aromas y otros ingredientes (excepto la harina) en agua. Esta mezcla se agrega a la harina y la masa grumosa se la homogeniza para distribuir uniformemente los ingredientes e hidratar todas las partículas, entonces se pasa a través de dos rodillos giratorios para producir una masa en forma de hoja. [Virtucio L., 2001]

La hoja se dobla varias veces y se la pasa a través de los rodillos para facilitar el desarrollo de gluten, que da a la pasta una textura fibrosa y masticable. La brecha entre los rodillos de acabado se ajusta para producir el espesor deseado, para luego realizar el corte. Los fideos a continuación son expuestos a vapor a una temperatura aproximada de 100°C durante 1 a 5 minutos, que gelatiniza el almidón y mejora la textura de los fideos. El paso siguiente es el secado de la pasta, ya sea por la fritura en aceite (fideos instantáneos fritos) o el secado con aire caliente (fideos instantáneos al vapor). Freír los fideos en el aceite a 140-160°C durante 1 o 2 minutos disminuye el contenido de humedad de estos. [Virtucio L., 2001]

#### **2.4.1.4 Tiempos de precocción**

La precocción es un proceso térmico que se lo ha utilizado por muchos años para la elaboración y procesamiento de alimentos, tiene distintas finalidades, entre las más destacadas están:

- Inactivación de enzimas y microorganismos
- Degradación de componentes presentes en un alimento determinado
- Reducción de porcentajes de humedad presentes en un alimento.

## **2.4.2 Variable independiente**

### **2.4.2.1 Calidad e Inocuidad del alimento**

La calidad e inocuidad de los alimentos, cuando se consideran parte integrante del proceso encaminado al logro de la seguridad alimentaria, implican la correcta aplicación de la bromatología y las tecnologías correspondientes en todas las fases de la elaboración de un producto determinado. [FAO, 1999]

La definición de la forma en que el producto será elaborado se hace en función de establecer los factores de riesgos relacionados con el equipamiento y la tecnología. Es decir, independientemente de que los ingredientes que compongan el producto sean proclives al desarrollo de microorganismos patógenos, la forma en que se desarrollan los procesos desde el punto de vista tecnológico pueden constituir catalizadores en la aparición de microorganismos. Sobre este elemento es importante señalar que la descripción a realizar es sencilla, sólo se tienen en cuenta los elementos generales de la tecnología, que hacen hincapié en el control de la calidad del producto. [FAO, 1999]

Según la FAO/OMS, 2005, el procedimiento propuesto para la obtención de fideos debe buscar obtener un diagrama estándar de flujo del proceso. Estos diagramas constituyen la base para el análisis de los peligros, y por tanto debe contener información técnica, suficientemente detallada para controles y análisis pertinentes que garanticen la obtención de un producto inocuo (alimento que no atenta con la salud del consumidor). En su elaboración serán tomados en cuenta los siguientes datos: todos los detalles de las actividades del proceso de fabricación, los perfiles de tiempo y temperatura para cada etapa; los análisis que se realicen a las muestras deben garantizar un elevado índice de reproducibilidad, por tanto deben estar sustentados por normas nacionales o internacionales.

## **2.4.2.2 Análisis de parámetros de calidad en fideos elaborados.**

### **2.4.2.2.1 Poder de hinchamiento**

Durante la gelatinización, el gránulo de almidón se hincha, sufre ruptura y simultáneamente se libera al exterior la amilasa, que se encontraba dentro del gránulo, formando una red tridimensional. El hinchamiento del almidón es la propiedad relacionada con su contenido de amilopectina, actuando la amilosa como un inhibidor del hinchamiento. [Bou, 2006, citado por: Guoquan H., 1998]

El poder de hinchamiento se incrementa con el aumento de la temperatura, ya que a altas temperaturas se sucede una relajación progresiva de las fuerzas de enlace dentro del gránulo, y confirma mayor contenido en amilopectina. [Araujo, 2004, citado por: Guoquan H., 1998]

### **2.4.2.2.2 Índice de solubilidad de fideo en el agua de cocción.**

La solubilidad del fideo depende del almidón, se da a consecuencia del hinchamiento del gránulo y del incremento de la temperatura. Tanto el poder de hinchamiento como el índice de solubilidad indican el grado de asociación existente (enlaces intragranular) entre los polímeros del almidón (amilosa y amilopectina). [Araujo, 2004, citado por: Guoquan H., 1998] El incremento en la solubilidad se atribuye al contenido de amilosa, debido a que estas moléculas se solubilizan y salen al exterior del gránulo de almidón hinchado. [Bou, 2006, citado por: Guoquan H., 1998]

Los porcentajes de materia seca a expresarse, se obtuvieron utilizando la siguiente fórmula:

$$\%materia\ seca = \frac{(M_f - M_o) * (V_{ac} / V_m)}{M_m} * 100$$

Donde:

$M_f$ = masa final medida en la caja petri luego de ser sometida al secado durante 2 horas a una temperatura de 180°C

$M_o$ = masa de la caja petri completamente seca (180°C por 2 horas).

$V_{ac}$ = volumen de agua necesaria para la cocción de una muestra de fideo, relación 1/10

$V_m$ = volumen de la muestra medido en una probeta y equivalente a 20ml

$M_m$ = masa de fideo llevada a cocción. [Arqueros V., 2009.]

## **2.4.2.2 Análisis de parámetros de calidad en fideos crudos.**

### **2.4.2.2.1 Humedad.**

El agua es un componente esencial en la elaboración de un fideo, para el caso de las pastas precocidas el agua ingresa al producto en dos instancias del proceso, que son: el amasado y en el proceso de pregelatinizado. [Bowser T., 2001]

**Amasado (formación de la masa).**- Desde el punto de vista físico-estructural la masa es un sistema multifase, con el agua y la proteína como la fase continua y agregados como los gránulos de almidón, células de aire son la fase dispersa, por lo que la matriz acuosa de proteína “gluten” es considerada como la fase continua. [Eliasson, 1983 citado por: Bowser T., 2001].

El agua en el proceso de formación de la masa es distribuida entre los componentes almidonados y no almidonados, esta distribución influencia las propiedades reológicas de la masa. [Eliasson, 1983 citado por: Bowser T., 2001]

**Pregelatinizado (utilizando vapor húmedo).**- La gelatinización es un proceso hidrotérmico (calentamiento en exceso de agua), mediante el cual el gránulo pierde la estructura cristalina y sufre un proceso de

hinchamiento irreversible. La pérdida de la estructura cristalina ocurre a una cierta temperatura llamada (temperatura gelatinización o TG), pero para que eso ocurra, el agua debe poder penetrar dentro del gránulo. [Guoquan H., 1998]

La humedad es un punto crítico que debe ser controlado en el fideo, antes de ser empacado para luego almacenarse. Con el objetivo de reducir el contenido de agua en el presente trabajo se ha utilizado la deshidratación o desecación al ambiente, método que ha sido estudiado para el tratamiento de varios alimentos entre ellos las pastas precocidas; por medio de la desecación por lo general se destruye todas las levaduras y la mayoría de bacterias, pero las esporas bacterianas y fungosas suelen sobrevivir. [Guoquan H., 1998]

La humedad es controlada en los alimentos para evitar el desarrollo de microorganismos. Las humedades del fideo precocido deben ser menores al 15% de esta manera se evita el crecimiento de levaduras (máximo 20%) y mohos (entre 13 al 16%).[Mundi-Prensa, 1996]

#### **2.4.2.2.2 Tiempo de cocción**

Es el parámetro más importante observado en el presente trabajo, mediante esto se determina el tiempo que un fideo necesita estar en contacto con agua en punto de ebullición , necesario para haberse cocido y estar listo para ser consumido por el ser humano.

Mediante la cocción con agua hirviendo (temperatura aproximada de 92°C) se desnaturaliza proteínas (pérdida de propiedades biológicas y no de propiedades alimenticias), así también ocurre la gelatinización completa del almidón (ingreso de moléculas de agua a los enlaces glucosídicos del almidón), este proceso es irreversible y necesario para que el alimento sea digerible para el ser humano, de esta manera el

carbohidrato puede pasar ha convertirse en paquetes energéticos para el consumidor. [Minnessota P., 1994]

El almidón puede sufrir diversas transformaciones, cuya intensidad depende de varios factores a saber: concentración, nivel de esfuerzos mecánicos durante el proceso de cocción, tiempo de tratamiento, temperatura alcanzada, velocidad de calentamiento, etc. Tales transformaciones pueden involucrar desde la pérdida de estructura cristalina sin ruptura del gránulo, hasta la dextrinización, es decir hidrólisis de los enlaces glicosídicos. [Minnessota P., 1994]

#### **2.4.2.2.3 Acidez**

La acidez presente en fideos precocidos obtenidos utilizando vapor húmedo, puede indicar el desarrollo de microorganismos o inicio de un proceso de fermentación. Hay que tener en cuenta que el proceso mediante el cual se obtiene este producto conlleva el aumento de la actividad de agua del fideo, además el proceso térmico cuando no es uniforme, puede ocasionar que cierta microfauna se desarrolle provocando un aumento de acidez, en especial con el aparecimiento de levaduras y mohos. [Virtucio L., 2001]

Los microorganismos que se pueden desarrollar en este producto son algunos tipos de bacterias como *Lactobacillus*, *Staphylococcus aureus* y levaduras, también puede existir un tipo de moho como es el *Aspergillus flavus*. [Infoagro, 2001]

A nivel de las industrias alimentarias, se consideran dos tipos de acidez, se tiene la acidez natural y la acidez desarrollada. La acidez natural se debe a la composición natural del alimento o sustancia. La acidez desarrollada se debe a la acidificación de la sustancia ya sea por procesos térmicos, enzimáticos o microbiológicos. La que posee importancia en las industrias dedicadas a la elaboración de alimentos es

la desarrollada, esta última suele determinar la sanidad o inocuidad de un producto determinado. [Nevero J., 2003]

Según la Norma técnica peruana (NTP 206.013) se menciona que: los ácidos contenidos en la muestra son extraídos por agua exenta de dióxido de carbono. El extracto filtrado se lleva a volumen conocido y el contenido de cenizas se valora con solución de hidróxido de sodio.

Se utilizo la siguiente ecuación, obtenida de la Norma Técnica Peruana NTP 206.013.-1981

$$mg(NaOH) = N * V * eq$$

Donde:

N= normalidad de la solución de NaOH utilizada para la titulación

V= volumen de NaOH necesarios para conseguir la neutralización del ácido presente en la muestra de fideo.

Eq= equivalente químico de la solución de NaOH (40mg/ml)

Los valores correspondientes a porcentaje de acidez en fideos precocidos se obtienen a partir de la utilización de la siguiente ecuación:

$$H = \frac{V * N * K}{m} * 100$$

Donde:

V= volumen de NaOH necesarios para conseguir la neutralización del ácido presente en la muestra de fideo.

N= normalidad de la solución de NaOH utilizada para la titulación.

K= constante para el ácido presente (ácido láctico)

m= Masa representativa de muestra presente en la alícuota tomada con la utilización de una relación 1/10 y que para el presente caso es de 1,3



### 2.4.2.3 Parámetros de calidad en fideos

Todo proceso que conlleve a la obtención de un producto alimenticio, requiere controles para asegurar la calidad del proceso, así como también la inocuidad del alimento. Para el caso de un fideo se debe realizar un diagrama detallado del procedimiento para de esta forma tomar decisiones que conlleven a la búsqueda de las mejores condiciones para la elaboración del producto, así como los controles adecuados para un seguimiento minucioso de la tecnología. [FAO, 1999]

## 2.5 HIPÓTESIS

### Hipótesis nula

Ho: Las mezclas de harinas expuestas a diferentes tiempos de precocción con el uso de vapor húmedo producen igual efecto en los parámetros de calidad de fideos instantáneos.

$$T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = \text{-----} T_X$$

### Hipótesis alternativa

H1: Por lo menos un tratamiento expuesto a diferentes tiempos de cocción produce un efecto distinto en los parámetros de calidad de fideos instantáneos.

$$T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4 \neq \text{-----} T_X$$

## 2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

**Variable independiente:** Tiempos de precocción de fideos, utilizando vapor húmedo.

**Variable dependiente:** Parámetros de calidad de fideos precocidos.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 ENFOQUE

La presente investigación tiene como objetivo evaluar cualitativa y cuantitativamente los cambios a nivel fisicoquímico, sensorial y microbiológico, que experimenta un fideo obtenido a partir de mezclas farináceas cuando se lo somete a un tratamiento térmico, por el cual dicho producto queda expuesto a vapor húmedo (Temperatura aproximada de 90°C) durante determinados periodos de tiempo.

#### 3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo investigativo planteado aquí se fundamenta en las siguientes modalidades.

**Investigación bibliográfica – documental:** Tiene el propósito de conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada, basándose en documentos, libros, revistas, periódicos y otras publicaciones. Es así que, para solucionar el problema propuesto se requiere la revisión documental de manera periódica para establecer adecuadamente los protocolos para la ejecución de la fase experimental, y también conocer la existencia de resultados obtenidos y

experiencias de investigaciones anteriores en pos de solucionar un problema igual o similar.

**Investigación experimental o de laboratorio:** Es el estudio en que se manipula ciertas variables independientes para observar los efectos en las respectivas variables dependientes, con el propósito de precisar la relación causa – efecto. Realiza un control riguroso de las variables sometidas a experimentación por medio de procedimientos estadísticos.

En base a lo mencionado se plantea utilizar un diseño experimental que relacione las variables dependiente e independiente, los datos necesarios para desarrollar el diseño serán obtenidos en el laboratorio de la UOITA, y a través de técnicas e instrumentos estadísticos se procederá a procesar los datos con el fin de obtener resultados interpretables.

### **3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Los tipos de investigación necesarios para realizar el proyecto, se los detalla a continuación:

**Investigación exploratoria:** Este tipo de investigación reconoce, registra o averigua con diligencia una cosa o un lugar. Permite observar el tratamiento que mejor se adapte a la tecnología planteada en la presente investigación, es decir, aquella mezcla que alcance los mejores parámetros de calidad luego de estar sometida a un tratamiento térmico con el uso de vapor húmedo.

**Investigación Explicativa:** Este tipo de investigación permite un análisis profundo de las causas del problema en donde se puede identificar las posibles soluciones e implementar las estrategias necesarias.

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.**

**Población.-** Para el proyecto investigativo se tiene como población el uso de harinas provenientes de cereales nacionales, un tubérculo como la papa y el trigo importado.

**Muestra.-** De la población de harinas nativas, se trabajó con:

Harina de Trigo importado:

Canada Western Red Spring # 1

Harinas de Cereales y Tubérculo nacional:

Maíz: variedad INIAP-122

Cebada: variedad Cañicapa

Quinua: variedad Tuncahuán

Trigo: variedad Cojitambo

Papa: Variedad Gabriela

#### **3.4.1 Diseño experimental**

De acuerdo al problema de Investigación, se establece una comparación entre los tratamientos provenientes de las mezclas entre harina de trigo importado más harina de cereales y un tubérculo nacional (trigo, cebada, maíz, quinua, papa) con la muestra patrón o testigo: harina de trigo importado CWRS#1, sometidas a la misma condición de temperatura pero tomando en cuenta tres diferentes tiempos de exposición de los fideos, por lo que se considera aplicar un Diseño de Dos Factores A\*B. [Saltos H., 1993]

El modelo matemático aplicable en este experimento es:

$$Y_{ijr} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (AB)_{ij} + R_l + E_{ijl}$$

Donde:

$\mu$  = efecto global (atribuible al experimento)

$\alpha_i$  = efecto del i-ésimo nivel del factor A;  $i=1, \dots, a$

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo nivel del factor B;  $j= 1, \dots, b$

$(AB)_{ij}$  = efecto de la interacción entre los factores A, B

$R_l$  = efecto de la replicación del experimento  $l= 1, \dots, r$

$E_{ijl}$  = residuo o error experimental

El diseño experimental que se utilizará es un factorial A \* B, con tres replicas. Los factores y niveles de estudio fueron:

Factores o Variables de estudio	Niveles
Muestra patrón:	$a_0$ = 100% trigo importado
A. Mezclas farináceas:	$a_1$ = 80% trigo importado +20% cebada
	$a_2$ = 80% trigo importado +20% trigo nacional
	$a_3$ = 80% trigo importado +20% maíz
	$a_4$ = 80% trigo importado +20% quinua
	$a_5$ = 80% trigo importado +20% papa
B. Tiempo de exposición de los tratamientos en vapor húmedo:	
	$b_0$ = 15min
	$b_1$ = 20min
	$b_2$ = 25min

### 3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Los datos que se obtengan de esta investigación harán posible obtener resultados confiables que permitan establecer los mejores tratamientos aptos para consumo y con características nutricionales adecuadas evaluadas y probadas.

### 3.5.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: Tiempos de precocción de fideos, utilizando vapor húmedo

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORIA	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>Tiempos de precocción de fideos</b></p> <p>Es la variable que interviene directamente en la modificación de los parámetros físico químicos y sensoriales de los fideos, obtenidos a partir de mezclas farináceas.</p>	<p>Tecnología térmica que permite la transferencia de calor, a partir del uso de vapor húmedo, tomando como principio básico la obtención de fideos precocidos chinos</p>	<p>Fideos obtenidos a partir de mezclas farináceas</p> <p>Tiempos de precocción, utilizando vapor húmedo</p>	<p>¿Cuál es el tiempo más adecuado para alcanzar los mejores parámetros de calidad?</p> <p>¿Qué mezcla es la ideal para el tratamiento térmico, aquí propuesto?</p> <p>¿Qué interacción alcanza los mejores resultados mejor interacción (mezcla de harina-tiempo de precocción)?</p>	<p>Diseño experimental que interaccione a los dos factores (mezclas y tiempo de precocción).</p> <p>Pruebas de aceptabilidad del producto en consumidores.</p>

Elaborado por: Ricardo Martínez Cáceres

### 3.5.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE: Parámetros de calidad en fideos instantáneos obtenidos de mezclas farináceas

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORIA	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>Parámetros de calidad en fideos</b></p> <p>Son todas aquellas variables que pueden ser medidas con el objetivo de observar la calidad de un tipo de fideo</p>	<p>Fideos obtenidos a partir de mezclas farináceas entre la harina proveniente del trigo importado con harinas provenientes de cereales y un tubérculo nacional</p>	<p>Determinación del porcentaje de humedad</p> <p>Medición del tiempo de cocción</p> <p>Análisis del porcentaje de materia seca disuelta en el agua de cocción</p> <p>Determinación del poder de hinchamiento</p> <p>Análisis de acidez</p> <p>Cuantificación de colonias microbianas</p>	<p>¿Cual es la variabilidad de los tiempos de cocción entre los distintos tipos de fideos lego de ser precocidos?</p> <p>¿Que cantidad de agua absorben los diferentes compuestos presentes en el fideo luego de la precocción?</p> <p>¿Es considerable la cantidad de materia seca que los fideos depositan en el agua de cocción?</p> <p>¿La precocción provoca el aparecimiento de microorganismos que alteran la composición inicial del fideo?</p>	<p>Determinación de humedad según el Método 930,15 A.O.A.C. 1996.</p> <p>Porcentaje de hinchamiento propuesto por: Arqueros, V. 2009; GRANOTEC Argentina.</p> <p>Determinación de materia orgánica total o extracto seco propuesto por Arqueros, V. 2009; GRANOTEC Argentina.</p> <p>Porcentaje de hinchamiento propuesto por: Arqueros, V. 2009; GRANOTEC Argentina.</p> <p>Determinación de recuento de mohos y levaduras INEN 1529-10. Determinación de coliformes totales INEN 1529-7.</p>

Elaborado por: Ricardo Martínez Cáceres

### 3.6 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Una vez obtenidos los datos en tablas de control, se procederá a tabular la información útil en el paquete informático Excel para seguidamente procesar los mismos mediante las herramientas del mismo programa. Los resultados se expresarán mediante tablas de datos y gráficas de dispersión.

Para el caso de las mezclas farináceas se tomó en cuenta porcentajes estudiados dentro de los laboratorios de la UOITA en trabajos anteriores. Es en base a estos valores se comienza a estudiar los efectos del vapor húmedo en fideos obtenidos a partir de mezclas farináceas. Hay que tener en cuenta que la precocción con vapor ha sido adecuada para las propiedades que presentan los fideos aquí propuestos, en pruebas preliminares para los fideos obtenidos con 100% de harina de trigo importado, se observó variaciones significativas a los 15 minutos, mientras que pasado los 25 minutos las muestras estaban completamente cocidas.

En total se obtienen 45 tratamientos que son comparados entre si y con un tratamiento patrón (100% trigo importado), donde se evalúan 5 parámetros de calidad como son:

En fideo crudo.

- Humedad
- Tiempo de cocción
- Acidez

En fideo preparado.

- Porcentaje de materia seca
- Poder de hinchamiento



### **3.7 PLAN DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.**

Luego de obtener los datos experimentales resultado de los diferentes análisis físico-químicos mencionados, se procedió a tabular toda la información en el paquete informático Excel y Statgraphics, en donde se procesó dicha información. Los resultados se expresan en tablas y gráficas de dispersión.

Con el fin de comprobar las hipótesis de igualdad de efectos planteadas en el desarrollo del trabajo, se utiliza la tabla de análisis de varianza, que también es generada por los paquetes informáticos de Excel y Statgraphics. En caso de significancia estadística, para determinar el mejor tratamiento, se emplea la prueba de Tukey recurriendo en este caso al uso del paquete informático Statgraphics.

Una vez obtenida la mejor mezcla y luego de que esta haya pasado por análisis microbiológicos y sensoriales, se llevó estos resultados finales al paquete informático Excel con el objetivo de tabularlos, consiguiendo una discusión del producto final.

Para la prueba sensorial se utilizó un diseño de Bloques Completos, a partir de la respuesta brindada por 10 panelistas consultados y con el uso de una escala sensométrica.

Los datos obtenidos en este estudio se interpretan mediante análisis estadísticos que son procesados en el programa estadístico STATGRAPHICS 5.1 y 4.0.

Este programa permite realizar cálculos complejos y presenta gráficos para un mejor análisis. El mismo programa realizó el análisis de regresión avanzada, permitiendo ver el grado de distribución de los datos,

análisis de hipótesis nula y alternativa, puede analizar hasta 300 datos en hojas de cálculo e imprimir tanto los datos como resultados.

Entonces STATGRAPHICS 5.1 y 4.0 permiten conocer el tratamiento o los tratamientos que tienen mayor aceptabilidad, logrando así seleccionar la interacción que alcanza los mejores atributos de calidad tanto sensorial como fisicoquímica y microbiológica.

El texto del informe fue realizado en el paquete informático Microsoft Word 2003

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 RESULTADOS.**

Los resultados de las distintas determinaciones realizadas en el laboratorio se presentan en los Anexos B, C y D. Aquí se pueden apreciar los valores obtenidos en los diferentes tratamientos de tiempos de cocción, humedad, acidez, poder de hinchamiento, materia seca, análisis sensorial, recuento total de microorganismos, recuento de mohos y levaduras, estos 2 últimos observados solamente en el mejor tratamiento, los datos sustentan las apreciaciones técnicas de calidad que se describen en la presente sección.

#### **4.2 DISCUSIÓN.**

##### **4.2.1 Tiempos de cocción.**

Cuando se obtiene un fideo a partir de una mezcla de harina de trigo, con una harina derivada de un producto distinto a este cereal, se ha mencionado que existen problemas en la cocción, debido a la homogeneidad de la pasta, existiendo secciones donde el alimento se presenta sumamente blando y zonas donde el tiempo de cocción parece haber sido insuficiente. [Sandoval G., 2010]

En la Tabla B1 se detallan los tiempos de cocción necesarios para que el nervio (zona central del fideo de color claro, de los diferentes fideos provenientes de una determinada mezcla), haya desaparecido por completo, se dice en ese momento que el almidón se ha gelatinizado en su totalidad.

Los promedios de tiempos de cocción en los fideos estudiados son variables, se ven afectados de forma directa por los 2 factores (tiempo de precocción en vapor y mezcla a la que pertenece el fideo). El claro ejemplo de lo planteado es la muestra patrón, es decir, el fideo obtenido a partir de una mezcla de agua y harina de trigo importado (variedad Canada Western Red Spring # 1), presenta los menores tiempos de cocción, alcanzando valores de 217s a 15minutos de precocido, 203s a 20minutos de precocido y 185s a 25minutos de precocción. Al igual que en las diferentes mezclas, estos sufren variaciones de acuerdo al tiempo de exposición de la muestra al vapor a la que fueron sometidos previamente, es así, que se aprecia un descenso en el tiempo de cocción conforme aumenta el tiempo de precocido.

Para el caso de la muestra al 20% de harina de cebada se tiene valores de tiempos de cocción equivalentes a 272s a 15minutos de precocción, mientras que para los tiempos 20 y 25minutos de precocido el periodo promedio de tiempo de las 2 muestras restantes es similar y equivalente a 237s.

Para la muestra al 20% de harina de trigo nacional, el descenso de los tiempos de cocción en cuanto existe un ascenso en el tiempo de precocido sigue haciéndose notorio, es así que a 15minutos se aprecia un tiempo de de cocción de 267s, mientras que para 20minutos y 25minutos de exposición al vapor los tiempos de cocción son similares, alcanzando valores de 241s y 242s, respectivamente.

Para el caso de las mezclas al 20% de harina de maíz los valores de tiempos de cocción descienden desde los 281s hasta los 267s; las mezclas con un 20% de harina de quinua, presentan valores de tiempos de cocción que disminuyen desde los 283s hasta los 264s, por último las mezclas pertenecientes al 20% de harina de papa presentan tiempos de cocción que se reducen desde los 280s hasta los 242s.

En todos los casos, los fideos obtenidos luego de la cocción se presentaban listos para ser consumidos; se entiende entonces que en el interior del fideo se produjeron cambios de tipo estructural que sobre todo involucraron al almidón, componente mayoritario que se encuentra en los cereales y el tubérculo utilizados como materias para la obtención del producto mencionado.

La gelatinización alcanzada por la cocción en agua es un proceso hidrotérmico (calentamiento en exceso de agua), mediante el cual el gránulo pierde la estructura cristalina y sufre un proceso de hinchamiento irreversible. [Arcentales R.,2003]

Es importante conocer el porcentaje de proteínas de la materia prima puesto que las proteínas también juegan un papel importante en el grado de gelatinización, ya que al competir por el agua con el almidón puede hacer que éste se reduzca. También pueden limitar el índice de expansión pues incrementa la capacidad de retención de agua, reduciendo la evaporación lo cual favorece al índice de expansión [Kokini, 1992, citado por: Arcentales R.,2003].

El proceso de precocción también conlleva a una desnaturalización de proteínas y fibra, es decir las pérdidas de las propiedades biológicas más no de las propiedades alimenticias. En un proceso de precocción previo a la cocción de un fideo existe una baja en el contenido de proteínas, esta disminución puede ser más notoria cuando el proceso

térmico es acompañado por un proceso mecánico. Este decremento en el porcentaje proteico hace suponer que se producen reacciones entre proteínas y otros constituyentes de la mezcla (azúcares reductores, lípidos). [Muñoz J., 2007]

Es necesario mencionar que la cocción tiene como objetivo principal garantizar el consumo de un alimento digerible e inocuo para el ser humano, en consecuencia debe existir la desaparición total de microorganismos nocivos, o en su defecto la disminución de la carga microbiana hasta llegar a parámetros que no alteren la salud del consumidor. Los fideos son productos derivados de harinas de cereales ricas en almidón, con bajos contenidos de humedad que sin embargo pueden generar el apareamiento de mohos y levaduras. La cocción del producto propuesto requiere una temperatura de ebullición, es decir en un rango entre los 93 a 100°C, y con tiempos de cocción cortos, es así que en la Tabla B1 se aprecia valores que van desde los 2 minutos y medio hasta rangos de 5 minutos.

Para el caso de fideos precocidos se requiere controles en el porcentaje de humedad, acidez y recuento de colonias microbiológicas, en la elaboración del producto y en el almacenamiento del mismo, para evitar el apareamiento de los microorganismos, de tal forma que no exista problemas en la cocción y de esta manera no se generó ningún riesgo en el consumo de estos alimentos, a pesar de que los tiempos de exposición en agua para cocción son relativamente cortos y los porcentajes de humedad en algunos casos elevados.

En la Tabla B2, se presenta el análisis de varianza para los datos conseguidos a partir del estudio de los tiempos de cocción en fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas. Al constatar este análisis se aprecia que existe diferencias significativas entre los tratamientos a un 0,05% de significancia, es decir que al variar la

composición de la materia prima, también existe variaciones considerables entre los tiempos de cocción.

Con el ANOVA planteado en la Tabla B2 se establece también que existe variaciones significativas en los tiempos de cocción cuando los tiempos de precocido varían; al observar la Tabla B1 es notoria, la relación indirectamente proporcional entre los tiempos de precocido y los tiempos de cocción.

En la Tabla B2, se aprecia finalmente que la interacción entre los factores mezcla a la que corresponde un determinado fideo (A) y tiempo de precocido (B), combinados influyen en los tiempos de cocción de las muestras analizadas, provocando diferencias significativas a un 0,05% de significancia, en los resultados correspondientes a cada tratamiento.

El análisis de esta interacción se hace más detallado al observar la Gráfica B1, en base a ésta se aprecia la diferencia que existe entre los tratamientos expuestos a 15 minutos de precocción al vapor y estos mismos tratamientos expuestos a un tiempo de 25 minutos.

Hay una línea intermedia correspondiente al tiempo de exposición de los fideos equivalente a 20 minutos, esta curva coincide en algunos sectores con las curvas correspondientes a los valores de 15 y 25 minutos, es así que en dos puntos pertenecientes a los tratamientos 1 y 2 (mezcla al 20% de harina de cebada y mezcla al 20% de harina de trigo nacional respectivamente), no presentan cambios considerables para los tiempos de precocido de 15 y 20 minutos.

En otro sector de la gráfica se indica que no existe variación considerable entre el tratamiento 3 (mezcla al 20% de harina de maíz), cuando éste se expone a tiempos de precocción de 15 y 20 minutos.

Para los tratamientos restantes, es decir, en la muestra patrón o tratamiento 0, muestra 4 (mezcla al 20% de harina de quinua) y muestra 5 (mezcla al 20% de harina de papa) se distingue claramente variaciones entre los tres diferentes tiempos de precocido.

En base a que el factor A (mezcla a la que pertenece el fideo), el factor B (tiempo de precocido del fideo) y la interacción entre estos 2 factores A\*B, provocan variaciones significativas en los resultados finales de tiempos de cocción, es necesario establecer como se ven afectados y cuales son las mejores condiciones para la obtención de un fideo, que presente un menor tiempo de cocción en agua.

Con el uso de la prueba de Tukey en la Tabla B3 se establece que las muestras 1 y 2 correspondientes a la mezcla al 80% de harina de trigo importado con 20% harina de cebada y la muestra al 80% harina de trigo importado con 20% de harina de trigo nacional, presentan menores y similares tiempos de cocción en comparación con las otras muestras estudiadas, y que además se acercan a la muestra patrón que en este caso es el tratamiento 0, con promedios de tiempo de 248 y 250 segundos equivalentes a un tiempo promedio de 4 minutos con 6 segundos.

Para el caso de la Tabla B4 se aprecia lo que se mencionó en la Gráfica B1 y esto es que los tiempos de precocido en vapor guardan una relación indirectamente proporcional con los tiempos de cocción de los fideos en agua, es por este motivo que el tiempo de cocción menor se observa a los 25 minutos de una preexposición del fideo en vapor húmedo.

En base a lo mencionado en los 2 párrafos anteriores y observando la Tabla B5, se determina que el tratamiento que presenta el menor tiempo de cocción y por tanto es el que alcanzó el mejor grado de



pregelatinizado de su estructura interna, es el correspondiente a la interacción entre la mezcla de harina de trigo importado con harina de cebada y 25 minutos de precocido en vapor húmedo ( $a_1b_2$ ).

Sin embargo considerando que no existe diferencia significativa entre el tiempo de cocción de este tratamiento con la muestra correspondiente a la misma mezcla pero con 20 minutos de precocción en vapor ( $a_1b_1$ ), y ahora tomando en cuenta también el ahorro de energía que influenciará directamente en un ahorro de tipo económico cuando se hable de una producción a escala comercial, se dice que el mejor tratamiento obtenido luego de analizar los tiempos de cocción de las diferentes muestras es el correspondiente a la interacción  $a_1b_1$ .

Al utilizar la cebada en la formación de una harina se debe tener en cuenta una disminución considerable de dos componentes como son: la cantidad de proteína y el porcentaje de agua debido a los procesos mecánicos y de secado respectivamente.

Las proteínas son sustancias plásticas, es decir, hacen las veces de materiales de construcción y reparación de una estructura determinada; al mencionar que para la obtención de un fideo precocido es necesario que exista en su morfología estructuras huecas o poros, se tiene que considerar una harina rica en proteínas lo que permite la retención de moléculas de aire para que posteriormente estas sean reemplazadas por moléculas de vapor. [Hart F., 1990]

El trigo al igual que la cebada son cereales ricos en proteínas, en la segunda, éstas cumplen con funciones de formación y renovación de los tejidos, se dice que este grano posee aminoácidos como el ácido glutámico, prolina y leucina, en consecuencia las proteínas presentes en la cebada se convierten en sustancias que interfieren de forma directa en la formación de estos espacios o poros por donde ingresa el vapor de

agua, permitiendo una buena transferencia de calor como lo han demostrado los datos y los análisis presentados a partir de la Tabla B1

En la Gráfica A1 se aprecia los tiempos de cocción en fideos comerciales necesarios para desaparecer la zona central almidonosa de color blanco, llamada nervio. Para todos los casos aquí planteados se observa que el rango de tiempo se encuentra o supera los 10 minutos; centrándose ahora en lo que compete a la investigación, se dice que para fideos precocidos llamados comercialmente fideos rapiditos o instantáneos, elaborados a partir de harina de trigo, es necesario un tiempo de cocción de 2 minutos.

Pasando a la Tabla B1, considerando a la harina de trigo importado y el mayor tiempo de precocido, es decir la interacción  $a_0b_2$ , se consigue un periodo de cocción superior a los 3 minutos, ya que el tiempo promedio alcanzado en este caso es de 185 segundos o equivalente a 3 minutos con 5 segundos; en conclusión se observa que el tratamiento térmico planteado, no alcanza las características trazadas en la obtención de un fideo instantáneo o comercial.

Se tiene que tomar en cuenta para lo mencionado que el tiempo de cocción se ve afectado por parámetros como el espesor o diámetro del fideo; en la trefiladora usada dentro del laboratorio, se obtiene un fideo con un diámetro de 0.0016m, mientras que el fideo comercial oriental rapidito posee un espesor de 0,0012m , 4 centésimas de milímetro que diferencian a uno del otro, pero que no pueden ser pasadas por alto, ya que la velocidad con la que llega el vapor hacia la zona central, depende de la distancia entre ésta y la superficie que se encuentra directamente en contacto con la fuente de energía.

Además este tiempo de cocción también se ve afectado por la composición del alimento y el proceso al que fue sometido previo a la

cocción, en el fideo oriental rapidito como se observa en el Anexo F se tiene la presencia de aceite vegetal, lo que indica que el producto fue sometido a un proceso térmico de fritura a diferencia del obtenido para esta investigación.

Un proceso para la preparación de fideos fritos instantáneos consiste en mezclar harina de trigo con agua y otros ingredientes convencionales para los fideos.

Lo anotado anteriormente se lo hace hasta formar una pasta de fideo, la cual se extiende, se corta en tiras longitudinales de fideos, se somete a vapor los fideos para gelatinizar el almidón, luego se corta y se moldean los fideos en forma de torta, se procede después al secado de las tortas de fideos vaporizantes durante un periodo de hasta 10 minutos a la temperatura de 85 a 110°C, hasta un contenido de humedad menor a 30% en peso, y entonces se fríen los fideos secos en aceites especiales. [Repo R., 2004]

Ahora tomando en cuenta el tratamiento que alcanza el más corto tiempo de cocción por tanto el más elevado grado de desnaturalización, que es el obtenido con la interacción  $a_1b_1$  correspondiente a la mezcla al 20% de harina de cebada y con la que se obtuvo un tiempo de cocción igual a 237s o equivalente a 3 minutos con 57 segundos, se han observado las variaciones en el proceso y sobre todo modificaciones en la composición, esto último plantea la aparición de un producto con características muy diferentes al considerado en el Gráfico A1.

Lo que se concluye en la Tabla B1 para el caso de la interacción  $a_1b_1$  es que incrementar el tiempo de precocción, contribuye a una gelatinización total del almidón y la desnaturalización completa de la proteína, coadyuvando a una disminución en la calidad organoléptica, a pesar de que con esto se pueda conseguir un decremento en el tiempo de

cocción, decremento que no compensaría las desventajas de este aumento en el tiempo de precocido.

En todo caso el tiempo presentado no es elevado y se ha conseguido desnaturalizar el almidón provocando mayor digestibilidad del producto, así como la desaparición parcial de microorganismos y por último se trata de una alternativa viable para reemplazar la cantidad de harina de trigo importado en la elaboración de fideos, impulsando la producción de una harina nacional.

#### **4.2.2 Humedad.**

Para la elaboración de un fideo precocido como ya se lo analizó en el Capítulo II, es necesario el uso de agua y a diferencia de un fideo normal este elemento ingresa en dos instancias diferentes del proceso, las cuales son: el amasado y la precocción propiamente dicha.

En las normas INEN y CODEX se recomienda para fideos precocidos tener una humedad por debajo del 14%, de esta forma se garantiza un producto inocuo, en donde no se desarrollen microorganismos patógenos para el ser humano.

A pesar de que existe un proceso previo de secado antes del empaclado y almacenamiento, se debe tener en cuenta que moléculas de agua por degradación de ciertos componentes pasan a formar parte del fideo, e intentar eliminar éstas, provoca una pérdida en la calidad sensorial del producto.

En la tabla B6 se detalla los diferentes valores de porcentaje de humedad presente en las muestras, correspondientes a los 6 tratamientos estudiados.

Los datos promediales en todos los casos no superan al valor recomendado en las diferentes normas, incluso los datos aquí planteados son inferiores al porcentaje recomendado para una harina cualquiera sea ésta, que es de un 13 o 14%. Es así que para el caso de la muestra patrón se observa tres diferentes porcentajes de humedad los que varían según el tiempo de precocido, es así que a 15 minutos se tiene un dato promedial equivalente a 9,73%, a 20 minutos se tiene un valor de 11,37% y a 25 minutos de precocido el porcentaje promedio de humedad es igual al 11,20%.

Las muestras correspondientes a los fideos al 20% de harina de cebada ( $a_1$ ) alcanzan un porcentaje que varía de acuerdo al incremento de los tiempos de precocción, es así que a 15 minutos se alcanza un porcentaje del 10,03%, a 20 minutos se tiene un dato del 10,17% y a 25 minutos de precocción en vapor se tiene un valor del 10,10%, todos los datos expresados son promediales.

Los fideos obtenidos a partir de harina de trigo nacional al 20% ( $a_2$ ) presentan valores de porcentaje de humedad que van en aumento conforme existe un ascenso en los tiempos de precocido, es así que a 15 minutos se tiene un valor promedio equivalente al 8,77%, con 20 minutos el valor de humedad asciende a 10,67%, mientras que con 25 minutos de precocción se tiene un valor de 11,07%.

Las muestras restantes correspondientes al fideo precocido obtenido a partir de un 20% de harina de maíz ( $a_3$ ), alcanzan valores promedio de humedad de: 9,93%, 10,53%, 11,80%; para las muestras correspondientes al 20% de harina de quinua ( $a_4$ ) los valores son: 8,93%, 9,63%, 10,30% y finalmente la mezcla al 20% de harina de papa ( $a_5$ ) con valores promedio de: 9,07%, 10,30% y 10,10%. Los valores promedios aquí postulados están presentados en orden ascendente de acuerdo al

incremento de los tiempos de precocido, para 15, 20 y 25 minutos, respectivamente.

A pesar de que el presente trabajo no se centra en el estudio de la cinética de secado de un fideo precocido, es necesario considerar las etapas del secado, ya que este proceso influyó también en la obtención de los datos de porcentaje de humedad.

El secado realizado para eliminar el exceso de agua y de esta forma garantizar la calidad del producto, según los datos presentados demuestra un elevado índice de efectividad y este proceso como otros de secado se dividen en tres fases.

La primera etapa consiste en el enfriamiento del producto hasta llegar a un equilibrio entre el ambiente y el mismo, se considera en esta fase una gran pérdida de agua correspondiente al agua libre y al agua ligada del fideo, considerando principalmente que predominan las condiciones internas, o simultáneamente las características internas y externas del producto. [Contreras, 2004, citado por: Colina J., 2008]

La segunda etapa o periodo de secado de velocidad constante evapora la humedad libre o no ligada del material y predominan las condiciones externas. La velocidad de secado se mantiene constante si el aire tiene un estado estacionario y en general solo depende de la velocidad del mismo. La tercera etapa o periodo de velocidad de secado decreciente, es de poca duración y la evaporación en este caso no es significativa por su intensidad ni por su cantidad. [Contreras, 2004, citado por: Colina J., 2008]

En la actualidad muchos autores prefieren usar los términos “agua congelable”, en lugar de libre, y “agua no congelable” para la ligada. La relación de concentraciones entre la primera y la segunda se incrementa

en la medida en que el producto tenga más agua; en los deshidratados, dicha relación se reduce considerablemente. [Composición de los alimentos, 2001]

En la Tabla B7 se aprecia el análisis de varianza tomando en cuenta los datos obtenidos de humedad en las distintas muestras. A partir de ésta, se concluye que no existe diferencias considerables a un 0,05% de significancia entre las 3 réplicas reportadas para las 6 diferentes mezclas estudiadas, lo que afirma la reproducibilidad del proceso en cuanto a la obtención del porcentaje de humedad, es válido lo anteriormente mencionado, ya que para llevar a cabo el análisis de humedad era necesario la toma de 3g de muestra, la cual fue extraída de diferentes zonas del fideo, y el que no se presenten cambios considerables en las réplicas, indica que existió una homogeneidad tanto en el proceso de precocción así como en el de secado, en toda el área del producto sometida a dichos procedimientos.

Teniendo en cuenta las mezclas a las que corresponde cada fideo precocido, asumiendo como medida de análisis el parámetro humedad, existe diferencias a un 0,05% de significancia, en otras palabras la composición a la que corresponde cada fideo precocido interviene de forma directa en la humedad retenida en el producto final.

La Tabla B7 también expresa que existen diferencias considerables al mismo porcentaje de significancia, cuando hay variaciones en los tiempos de precocido, para complementar esto en la Tabla B6, se observa que a diferencia de los tratamientos correspondientes a la muestra patrón ( $a_0$ ) y a la mezcla entre harina de trigo importado y harina de cebada ( $a_1$ ), las restantes guardan una relación directamente proporcional entre el tiempo de precocción y la humedad, es decir, que a mayor tiempo de precocido mayor humedad en el fideo.

Para finalizar el análisis de la Tabla B7, se menciona que a un 0,05% de significancia la interacción de los factores, mezcla de harina a la que corresponde el fideo obtenido (A) y tiempo de precocido (B), intervienen de forma directa en la humedad que alcanza el producto luego de los procesos de precocción y secado.

Al último párrafo se lo complementa cuando se observa la Gráfica B2, en ésta se denota de mejor manera la relación proporcional entre el tiempo de precocido y la humedad del producto final, exceptuando los tratamientos antes mencionados.

En la Gráfica B2 se aprecia que el tratamiento con una menor humedad es la interacción  $a_2b_0$  con 8,77%, correspondiente a la mezcla de harina de trigo importado con harina de trigo nacional al 20% y 15 minutos de precocido al vapor, cercano a esta humedad se encuentra el tratamiento perteneciente a la interacción  $a_4b_0$  con 8,93%, correspondiente al mismo tiempo de precocido del anterior pero perteneciente a la mezcla al 20% de harina de quinua, y muy cercana a ésta se encuentra la interacción  $a_5b_0$  con 9,07%, correspondiente al mismo tiempo de precocido de las 2 anteriores y perteneciente a la mezcla al 20% de harina de papa.

Como peculiaridad de lo mencionado, estas dos últimas interacciones  $a_4b_0$  y  $a_5b_0$  son las que alcanzaron valores de tiempos de cocción elevados; en consecuencia se dice que el agua no ingresó a formar parte de la composición del fideo, debido a que existió una menor degradación del almidón, este hecho conllevó a mayores tiempos de cocción en agua.

No existe homogeneidad entre la humedad de las mezclas, en otras palabras éstas son diferentes en todos los casos, existe una particularidad en la mezcla correspondiente a harina de cebada al 20%



mezclada con harina de trigo importado, debido a que esta no muestra mayores cambios en su humedad cuando existen incrementos en los tiempos de precocido, es así que para 15, 20 y 25 minutos se aprecia valores de porcentaje de humedad correspondientes a: 10,03%; 10,17% y 10,10%.

Hay que tener en cuenta que en el análisis de tiempos de cocción el tratamiento  $a_1b_1$  alcanzó un valor promedio de 237s, mismo que no presentaba diferencia significativa con el tratamiento  $a_1b_2$ , en el análisis de porcentaje de humedad continua existiendo esta tendencia, en el hecho de que no existe diferencia significativa entre estos dos tratamientos. Los fideos precocidos son diferentes a los productos de pasta normal, esta diferencia se genera en base a las materias primas que se involucran en la obtención de los mismos y también al proceso que identifica a este tipo de fideos.

La extrusión proceso en el que intervienen rodillos de metal, los que generan presión de vapor, lo que provoca en la harina de trigo (ingrediente principal de la mayor parte de fideos) la gelatinización del almidón, produciendo el hinchamiento del mismo, existe también la degradación del gluten; estos dos procedimientos tanto de extrusión como de precocción al vapor se asemejan en el hecho de que las moléculas tanto de almidón como de proteína, permiten el ingreso de moléculas de agua. [Minnesota P., 1994]

En base a lo mencionado en el párrafo anterior, se tiene claro que el porcentaje de humedad que ingresa en un fideo, cuando se lo somete a un proceso de precocción va de la mano con el grado de gelatinización o degradación que experimentan las moléculas presentes en la harina utilizada, como materia prima fundamental en la elaboración del mismo y lo que es apreciado en los Gráficos B1 y B2, debido a que en estas figuras se pone de manifiesto la relación directamente proporcional entre

el tiempo de precocido y el grado de desnaturalización de los componentes del fideo.

En la Tabla B8 se realiza la prueba de Tukey a un 0,05% de significancia, para de esta forma observar la diferencia que se genera en los tratamientos.

La discusión se centra en las cuatro últimas muestras de fideos obtenidas, que son los correspondientes a:  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  y  $a_0$  pertenecientes a las mezclas al 20% de harina de cebada, al 20% de harina de trigo nacional, al 20% de harina de maíz y la muestra patrón es decir aquella con un 100% de trigo importado en su composición, son las que alcanzaron los mayores valores de humedad promedio con datos de 10,1%, 10,2%, 10,7% y 10,8%, respectivamente; pero que sin embargo se encuentran dentro del límite permitido por normas que es del 14%.

Se ha mencionado que la desnaturalización de los compuestos presentes en el fideo decrementa los tiempos de cocción y coadyuva a un aumento de humedad, este postulado no se refleja para el caso de la mezcla con harina de maíz, debido a que ésta presenta un elevado tiempo de cocción de 4 minutos con 37 segundos (bajo grado desnaturalización) y elevado porcentaje de humedad con 10,7% superior incluso a las muestras al 20% de harina de cebada ( $a_1$ ) con 10,1% y al 20% de harina de trigo nacional ( $a_2$ ) con 10,2%, mismas que alcanzaron un mayor grado de desnaturalización según el análisis de tiempos de cocción.

La composición química del grano de maíz es variable y compleja, suele contener de un 60-70% de almidón y azúcares, un 10% de proteínas y de un 4 a un 8% de materias grasas. [Vargas A., 2006]

Aunque en esta composición no se tiene desagregadas el valor de azúcares y el valor de almidón en porcentaje, se puede establecer una similitud con el porcentaje que presenta la cebada (58 a 64%) cuando se tiene en cuenta el mismo compuesto y más aún cuando se aprecia el valor porcentual de proteína. Sin embargo el maíz no es utilizado como materia prima para la obtención de harina con el objetivo de formar una masa para fideo, debido a que las proteínas presentes en este grano no contienen algunos aminoácidos que conforman el gluten, y la proteína que mayoritariamente se encuentra en este compuesto es la zeína. [Consumer E., 2009 citado por: Combariza A., 2006]

Tomando en cuenta lo anterior, se puede decir que la mezcla a<sub>3</sub> pudo absorber una cantidad considerable de agua en el proceso de precocido de fideo por degradación proteica y gelatinización parcial del elevado porcentaje de almidón.

A pesar de esto los cambios que se presentan en los componentes como la grasa, fibra, minerales y en especial el proceso de caramelización de azúcares que puede ocurrir a las condiciones en las que se dio la obtención del fideo precocido, no permitieron un pregelatinizado del almidón del maíz, como en el caso de los tratamientos a<sub>1</sub> y a<sub>2</sub>, correspondientes a las mezclas con harina de cebada y harina de trigo nacional respectivamente, de la misma forma estas variaciones en las sustancias aquí mencionadas, pueden intervenir en la gelatinización completa del almidón. [Guoquan H., 1999]

Es así que en la elaboración de pan a partir de una mezcla con harina de maíz por ejemplo, un parámetro importante a observarse es la temperatura y tiempo de horneado, puesto que el porcentaje de azúcares en la harina de maíz es superior al de la harina de trigo, por lo que se observa más acentuada la caramelización de todas las partes de la costra. Por consiguiente, se deberán adoptar temperaturas de horneado

más bajas en un 15% (Temperatura de horneado promedio 210°C), así se evitará una coloración demasiado vivaz y un endurecimiento demasiado acentuado en la costra (superficie del pan). [Rollin E., 1962, citado por: Cerda L., 2010]

Finalizando esto, se puede apreciar en la Tabla B6, para el caso del tratamiento a<sub>3</sub>, correspondiente a una mezcla de harina de maíz al 20%, presenta una variación significativa entre los promediales de las 3 humedades correspondientes a cada uno de los tiempos estudiados, en esta tabla y en la Gráfica B2 se observa, que estos valores son ascendentes y muy bien diferenciados uno del otro (9,93%, 10,53%, 11,80%).

En consecuencia si la gelatinización del almidón fue parcial y tomando en cuenta que todos estos valores se encuentran dentro de los rangos dispuestos en normas (menores al 14%), se puede decir entonces que este tratamiento (a<sub>3</sub>) a un mayor tiempo de precocido continuaría con un incremento de humedad, lo que también generaría un descenso en su tiempo de cocción; esto sin embargo no es recomendable al hablar de ahorros energéticos y económicos.

En la Tabla B9 se observa la prueba de Tukey a un 0,05% de significancia para los tres diferentes tiempos estudiados. Aquí se aprecia que los rangos de tiempo provocan variaciones denotadas en la humedad final del producto, se reafirma también lo mencionado anteriormente, que la humedad guarda relación directamente proporcional con el tiempo de precocido; es así que en este cuadro se conoce que la mayor humedad alcanzada en los diferentes tratamientos, se origina cuando el fideo es sometido a una temperatura constante y a un tiempo de 25 minutos.

La prueba de Tukey que permite el análisis de las variaciones que generan las interacciones de los factores mezcla a la que corresponde un

determinado fideo (A) y tiempo de precocido (B), a un 0,05% de significancia, se encuentra detallado en la Tabla B10.

La humedad en alimentos constituye un punto crítico de control, el manejo de este parámetro permite alcanzar elevados rangos de calidad sensorial, así como también el desarrollo de microorganismos se ve estrechamente relacionado con el control de la cantidad de agua presente en un producto determinado.

Se observó necesario considerar el análisis de humedad debido a que la variabilidad de las mezclas así como las características del proceso, provocan como se ha visto, cambios importantes que se deben tener en cuenta, para entender de mejor manera el proceso fisicoquímico que ocurre en el interior del fideo.

En base a la humedad no se puede establecer cual es el mejor tratamiento, simplemente con este parámetro se hace un seguimiento de la calidad que presenta la mejor interacción postulada con el parámetro anteriormente estudiado, que fue el tratamiento correspondiente a la interacción  $a_1b_1$  con un tiempo de cocción de 237s, y también se observa la diferencia que éste presenta con los demás tratamientos y en especial la variación existente con la muestra patrón, que es el fideo obtenido a partir de un 100% de harina de trigo importado.

La interacción  $a_1b_1$  correspondiente a la mezcla de un 80% de harina de trigo importado con harina de cebada al 20% y un tiempo de precocido al vapor equivalente a 20 minutos, contiene un promedio de porcentaje de humedad equivalente al 10,17%, valor que se encuentra prácticamente en el medio de todos los datos obtenidos en los 6 diferentes fideos, sometidos a tres tiempos de precocido.

De esta manera el valor más bajo de humedad corresponde a la interacción  $a_2b_0$  (mezcla al 20% de harina de trigo nacional y un tiempo de precocido de 15 minutos) equivalente a un 8,77% y la medición más elevada recae en la interacción  $a_3b_2$  (mezcla al 20% de harina de maíz y un tiempo de precocido de 25 minutos), equivalente a 11,8% de humedad presente en la muestra, el tratamiento 0 (100% de harina de trigo importado) es muy cercano en valor de porcentaje de humedad a este último, tanto para las interacciones  $a_0b_1$  y  $a_0b_2$  (tiempos de 20 y 25 minutos respectivamente).

#### **4.2.3 Acidez.**

La acidez constituye un parámetro de control observado en fideos, en especial al hablar de pastas precocidas o instantáneas, debido al aumento de humedad que éstas presentan y para el caso de fideos se refiere al porcentaje de ácido láctico.

En la Tabla B11 se detallan los datos de mg de NaOH presentes en una solución 0,01N, necesarios para neutralizar la acidez en las muestras de fideos precocidos. En la Tabla B12 se puede apreciar los valores correspondientes a porcentaje de acidez en fideos tomando en cuenta la presencia de ácido láctico.

Para el caso del tratamiento patrón, el obtenido a partir del 100% de harina de trigo importado ( $a_0$ ), se denota ascensos de acidez en cuanto existen aumentos en los tiempos de precocido de 15, 20 y 25 minutos, con valores de 0,014%, 0,016% y 0,020% de ácido láctico, respectivamente.

Los fideos obtenidos a partir del 20% de harina de cebada ( $a_1$ ), presentan valores de acidez equivalentes a: 0,012%, 0,022% y 0,021%

de ácido láctico, para los 3 tiempos de precocción de: 15, 20 y 25 minutos, respectivamente.

Las muestras correspondientes a los fideos obtenidos con un 20% de harina de trigo nacional ( $a_2$ ) al interactuar a los 15, 20 y 25 minutos de tiempos de precocción, poseen valores de acidez de: 0,015%, 0,019% y 0,020% de ácido láctico, respectivamente.

La muestra correspondiente al 20% de harina de maíz presenta valores de acidez entre el 0,021% y 0,024% de ácido láctico, mientras que para la muestra al 20% de harina de quinua los valores de acidez se mantienen constantes en los tres tiempos de precocido con un dato de 0,022% de ácido láctico, por último se observa a la muestra al 20% de harina de papa, la cual alcanza valores de acidez comprendidos entre el 0,022% y 0,024% de ácido láctico.

En las Tabla B12 se aprecia un incremento de acidez conforme existe un aumento en el tiempo de precocido, en consecuencia también se produce un ascenso en la humedad y decremento en el tiempo de cocción, a excepción del tratamiento obtenido a partir de un 20% de harina de quinua, se denota igualmente variaciones en estos valores cuando se modifica la formulación.

Tomando en cuenta las fórmulas generales tanto del hidróxido de sodio (NaOH) así como del ácido láctico ( $C_3H_6O_3$ ), se tiene que, para neutralizar una molécula del primero es necesario una molécula del segundo compuesto nombrado, por tanto para 40mg NaOH son necesarios para neutralizar 90mg de  $C_3H_6O_3$ , considerando los pesos moleculares de estas dos sustancias.

En la Tabla B13 y con el uso del Análisis de Varianza realizado a los datos obtenidos de acidez, se concluye que existe diferencias

considerables a un 0,05% de significancia, cuando se producen cambios en la formulación del fideo, es decir, el factor A (mezcla de harina) interviene de forma directa en la modificación de valores de acidez.

El factor B (tiempo de precocido) de forma independiente incide en los diferentes valores de acidez, de la misma forma la interacción de los factores A y B, provocan varianza significativa en el resultado de porcentaje de acidez presente en un fideo precocido.

En la Gráfica B3, se detalla de manera más clara las variaciones en los valores de acidez, poniéndose de manifiesto los cambios entre cada tratamiento y los tiempos de precocido, aunque para este último caso los datos se diferencian entre el primer tiempo de precocción (15 minutos) y los dos últimos (20 y 25 minutos), los cuales en la gráfica no denotan mayores cambios.

Para el tratamiento correspondiente a la muestra de fideos precocidos elaborados a partir de un 20% de harina de cebada, se ve claramente el cambio presente entre los valores de acidez correspondientes a un tiempo de precocido de 15 minutos, y los tiempos de 20 y 25 minutos, aunque entre estos dos últimos la diferencia es mínima (0,012, 0,022 y 0,21% de ácido láctico).

Hay que tener en cuenta dos peculiaridades para este parámetro, en primer lugar el valor de acidez más bajo corresponde a la interacción  $a_1b_0$ , en comparación con los otros 18 tratamientos, este dato alcanza los 0,07mg de NaOH necesarios para neutralizar la acidez presente en la muestra o equivalente a un 0,012% de ácido láctico presente en la misma.

La segunda característica importante es que los valores de acidez correspondientes a las interacciones  $a_1b_1$  y  $a_1b_2$  no denotan mayor



variación, y les corresponde un 0,13 y 0,12 mg NaOH, equivalentes a 0,022 y 0,021% de ácido láctico, respectivamente.

Los tratamientos con una mayor acidez, para el tiempo de precocción equivalente a 15 minutos son los a<sub>3</sub>, a<sub>4</sub> y a<sub>5</sub>, mencionados en orden ascendente y equivalentes a las mezclas al 20% de harina de maíz, 20% de harina de quinua y 20% de harina de papa con valores de acidez de 0,021%, 0,022% y 0,022% de ácido láctico, respectivamente.

En estos 3 últimos tratamientos las variaciones de acidez no son muy notorias cuando se producen ascensos en los tiempos de precocido; es así, que para el caso del tratamiento de harina de quinua los valores de acidez alcanzados se mantienen constantes para los 3 tiempos de precocido con un valor de 0,022% de ácido láctico.

Entre los compuestos orgánicos detectados en la quinua se encuentran los siguientes: saponinas, sapogeninas, fracción de escualeno, terpenoides, ácidos grasos oxidados, oxalatos, y sales de magnesio. Algunos autores indican que durante el proceso de eliminación de saponinas de la quinua, se corre el riesgo de eliminar otros compuestos orgánicos, los que podrían ser responsables del sabor y olor característicos, los que le dan la identidad a la quinua, respecto a otros alimentos. [FAO, 2000]

Para el caso del grano de quinua el almacenado juega un papel muy importante en la conservación de la calidad organoléptica del producto, el aumento de humedad incluso con un tratamiento de precalentamiento, puede acelerar actividades bioquímicas principalmente de fermentación. Este proceso de deterioro se acelera si el contenido de impurezas del grano es alto. Para evitar estos problemas se recomienda una reducción de humedad hasta parámetros aceptables. [FAO, 2000]

Esta última consideración también se la debe hacer para el resto de cereales y subproductos de los mismos, ya que la composición de éstos les hace susceptibles de reacciones indeseables.

Para el caso de la harina de papa se tiene que tener en cuenta que para la obtención de ésta, es necesario la precocción previa del tubérculo, proceso que pudo coadyuvar a un cambio entre lo que se conoce con el nombre de almidón nativo a almidón agrio o fermentado.

El primero se caracteriza por que no se ha sometido a ningún proceso degenerativo; el segundo se lo obtiene luego de un pelado, lavado, molido de raíces, condiciones que provocan una disminución en el pH debido a la producción de ácidos orgánicos, como consecuencia de la acción conjunta de microorganismos y diferentes reacciones químicas involucradas en el proceso [Gomes, 2005 citado por: Harold A., 2004]

La fermentación y la acidez del medio generan en el almidón cambios en el peso molecular y en la morfología superficial del gránulo [Cardenas y Bucle., 1980, citado por Harold A., 2004]; si se requiere aislar este compuesto se necesita luego de los procedimientos adicionales de filtrado y desecado. [Harold A., 2004]

Hay que observar también que en las muestras correspondientes a las mezclas al 20% de harina de quinua y al 20% de harina de papa, no presentan aumentos considerables en cuanto existe ascensos en los tiempos de precocido del producto, sin embargo estos son relativamente elevados en comparación con los otros tratamientos, esto como se ha mencionado puede ser por un problema acarreado por la materia prima utilizada.

Los cereales y el tubérculo usados en la obtención de las diferentes harinas, las cuales participaron en la elaboración de los fideos aquí estudiados, no están exentas de los problemas de fermentación que conllevan a una variabilidad en el parámetro acidez. [Virtucio L., 2001]

En la Tabla B14 se resalta la prueba de Tukey a un 0,05% de significancia considerando las diferentes mezclas, el tratamiento con menor acidez es el correspondiente al tratamiento patrón  $a_0$  como ya se lo indicó, seguido por la muestra correspondiente a un 20% de harina de trigo nacional  $a_2$  y luego la mezcla al 20% de harina de cebada  $a_1$ , estas 2 últimas muy cercanas entre sus valores promediales. Estos 3 tratamientos según la prueba de Tukey presentan homogeneidad en sus resultados.

En la Tabla B15 se realizó la prueba de Tukey a un 0,05% de significancia considerando los tres diferentes tiempos de precocido.

Aquí se recalca la diferencia expresada anteriormente entre el tiempo inicial equivalente a 15 minutos y los dos restantes de 20 y 25 minutos, estos últimos se consideran homogéneos, sin embargo los valores estarían tentados a un incremento, debido a factores como pueden ser un mal almacenamiento del producto, exceso de humedad en el fideo y por presencia de impurezas en el alimento al momento del empaque, parámetros que deben ser observados de manera minuciosa con el fin de obtener un alimento con excelentes características sensoriales y microbiológicas.

En la Tabla B16 se realizó la prueba de Tukey a un 0,05% de significancia para la interacción A\*B, aquí se denota claramente la diferencia existente entre todos los tratamientos, vale la pena tomar en cuenta que los tratamientos con una menor acidez son los correspondientes a las mezclas farináceas con tiempo de precocido de 15 minutos, las cuales también presentan una menor humedad, así como también un tiempo de cocción elevado.

#### **4.2.4 Poder de hinchamiento.**

El almidón es insoluble en agua fría; pero es capaz de retener agua. El agua se adhiere a la superficie de los gránulos de almidón, algo se introduce por las grietas y lleva el gránulo a su hinchamiento

(hinchamiento de poros). El hinchamiento se acelera por calentamiento. El almidón sano retiene en las pastas y masas aproximadamente un tercio de su propio peso en agua. El almidón es un carbohidrato cuya propiedad más importante, es su aptitud para producir una pasta viscosa cuando se calienta en agua. La característica del producto varía según la fuente de donde proviene. Las propiedades hidrocoloidales de las féculas o almidones favorecen su uso para una gran variedad de aplicaciones. [Alava C., 2008]

En la Tabla B17 se detalla el porcentaje de hinchamiento en fideos precocidos, luego de haber sido sometidos al proceso de cocción. Como se ha visto el almidón puede sufrir varias transformaciones, éstas pueden ser reversibles o irreversibles, mismas que dependen de los tiempos y el medio de cocción, la temperatura alcanzada y la velocidad de calentamiento.

Se observa en la tabla anteriormente mencionada, que el tratamiento patrón correspondiente a la muestra al 100% de harina de trigo importado presenta decrementos en el porcentaje de hinchamiento, en cuanto se aumenta los tiempos de precocido, es así que a 15 minutos se aprecia un valor del 135%, a 20 minutos este porcentaje desciende al 120%, para finalizar con un porcentaje a los 25 minutos del 105%.

Las muestras de fideos obtenidos a partir del 20% de harina de cebada ( $a_1$ ), al igual que los tratamientos anteriores, también presentan decrementos en los valores de porcentaje de hinchamiento, conforme existe un ascenso en los tiempos de precocido, por cuanto a 15 minutos se aprecia un porcentaje de hinchamiento igual al 119%, a 20 minutos este porcentaje alcanza un valor del 112%, para el último tiempo éste porcentaje llega al 108%.

Para los fideos obtenidos a partir de un 20% de harina de trigo nacional ( $a_2$ ), presentan valores de porcentaje de hinchamiento

equivalentes a: 107%, 108% y 103%, correspondientes a los tiempos de precocido de 15, 20 y 25 minutos. En esta mezcla sigue siendo claro la tendencia de que a un incremento de tiempos de precocido existe un descenso en el porcentaje de hinchamiento.

Las mezclas restantes correspondientes al fideo precocido obtenido a partir de un 20% de harina de maíz ( $a_3$ ), alcanzan valores promedio de porcentaje de hinchamiento de: 119%, 119% y 108%; para las muestras correspondientes al 20% de harina de quinua ( $a_4$ ) los valores son: 108%, 102% y 102%; y finalmente la mezcla al 20% de harina de papa ( $a_5$ ) con valores promedio de: 117%, 113% y 107%. Los valores promedios aquí postulados están ordenados de acuerdo al incremento de los tiempos de precocido, para 15, 20 y 25 minutos, respectivamente.

En el proceso de cocción previo a la obtención del porcentaje de hinchamiento, lo que sucede en el gránulo de almidón se conoce con el nombre de gelatinización total, que consiste en un proceso hidrotérmico, donde se pierde la estructura cristalina del polímero, existiendo también un hinchamiento irreversible de este compuesto, debido al ingreso de moléculas de agua al interior del gránulo. [Nevero J., 2003]

Hay que tener en cuenta que en este tipo de alimentos ya existió un ingreso previo de moléculas de agua hacia el fideo, en consecuencia también se produjo una penetración de éstas al interior del almidón, mismas que para ser retiradas hubieran requerido de procesos de secado fuertes o radicales que conllevarían a la pérdida de características organolépticas del fideo.

Con lo mencionado, sin embargo no se puede relacionar el mayor o menor ingreso de moléculas de agua al gránulo con una mayor o menor humedad, ya que esta pregelatinización solamente interviene de manera

directa en acortar el tiempo de desnaturalización del gránulo de almidón, al momento de la cocción, es decir, en acortar el tiempo de cocción.

Este fenómeno está relacionado con el hecho de que la temperatura a la cual la estructura cristalina se desestabiliza, depende del contenido de agua dentro del gránulo, a medida que la cantidad de agua disponible para hidratar el gránulo disminuye por ingreso a este compuesto, la temperatura de transición (cristalina–amorfa), aumenta. [Blanshard.,1987 citado por: Alava C., 2008]

Con lo mencionado anteriormente al observar la Tabla B16, se puede denotar claramente que conforme transcurre el tiempo de precocido existe una disminución del porcentaje de hinchamiento, sin embargo se ha mencionado que el incremento de la temperatura, provoca un ingreso acelerado de moléculas de agua.

A pesar de esto los datos presentados en la Tabla B16 corresponden al incremento en peso de fideos luego del proceso de cocción, y no al incremento en masa luego del proceso de precocido, en este último procedimiento a parte del incremento de masa también existió una pérdida en las propiedades biológicas de los compuestos presentes en el fideo, lo que puede explicar esta relación indirecta entre tiempos de cocción y poder de hinchamiento

A medida que aumenta el grado de cocción (grado de destrucción de la estructura cristalina y granular del almidón), la expansión crece hasta un valor máximo, a partir del cual ésta disminuye, como consecuencia de la disminución de la elasticidad de la masa. Por su parte también la temperatura se relaciona directamente con el grado de cocción, y por ende la expansión también mostrará un máximo con la temperatura. [Alava C., 2008]

Por otra parte temperaturas elevadas conllevan a una pérdida de las propiedades biológicas de las proteínas, las cuales pueden limitar el Porcentaje de Hinchamiento, pues incrementan la capacidad de retención de agua, reduciendo la evaporación lo cual favorece al Índice de Expansión o Porcentaje de Hinchamiento [Kokini, 1992 citado por: Guoquan H., 1998]

En consecuencia al analizar estos dos párrafos se puede concluir que la temperatura y el ingreso de moléculas de agua en el proceso de pregelatinizado, conlleva a una reducción del índice de expansión del fideo o porcentaje de hinchamiento del mismo, esto se debe a una degradación de las moléculas de almidón y proteínas presentes en las harinas, que influyen directamente en la pérdida de las propiedades biológicas de estos compuestos.

Es así entonces, que mayores tiempos de precocido, si por una parte provocan una reducción en los tiempos de cocción, también implican pérdidas de las propiedades estructurales y elásticas de almidones y proteínas, lo que es apreciado en la Tabla B17.

El análisis de varianza para los datos presentados en la Tabla B17, se encuentra contenido en la Tabla B18, en ésta se puede apreciar a un 0,05% de significancia que los factores A y B independientes, generan diferencias considerables en la obtención de valores de porcentaje de hinchamiento; de la misma forma la interacción A (mezcla de harina a la que corresponde el fideo precocido) y B (tiempo de precocción), al mismo porcentaje de significancia, generan variaciones considerables en los valores de acidez para los fideos precocidos.

La interacción de los factores A\*B, es apreciado de mejor manera en la Gráfica B4, aquí se denota que en la muestra patrón a<sub>0</sub>, correspondiente al fideo precocido obtenido con un 100% de harina de

trigo importado, presenta una diferencia entre los porcentajes de absorción de agua (135%, 120% y 105%), esto debido principalmente a la degradación de los componentes presentes (proteínas y almidón) en el fideo, entonces estos parámetros tienen una relación indirecta.

En la muestra  $a_1$  (valores de porcentaje de hinchamiento: 119%, 112% y 108%) y  $a_5$  (valores de porcentaje de hinchamiento: 117%, 113% y 107%), correspondiente a la mezcla al 20% de harina de cebada y al 20% de harina de papa respectivamente, existe todavía esa diferenciación entre los 3 tiempos de precocido, sin embargo ésta no es muy notoria como en el tratamiento  $a_0$ ; para los otros casos, es decir, para los tratamientos  $a_2$  (valores de porcentaje de hinchamiento: 107%, 108% y 103%),  $a_3$  (valores de porcentaje de hinchamiento: 119%, 119% y 108%) y  $a_4$  (valores de porcentaje de hinchamiento: 108%, 102% y 102%) pertenecientes a la mezcla de harina de trigo nacional al 20%, harina de maíz al 20% y harina de quinua al 20%, no presentan un comportamiento definido, la diferencia entre los tres porcentajes es menos notoria que en los otros 3 tratamientos mencionados anteriormente.

En la Tabla B19 se destaca la prueba de Tukey a un 0,05% de significancia para el factor A, correspondiente a las 6 mezclas analizadas; es así que el mayor porcentaje de hinchamiento lo alcanza la muestra patrón  $a_0$  con un 120% de valor promedio, perteneciente al fideo precocido obtenido a partir de un 100% de harina de trigo importado, cercano a este valor aparece la mezcla al 20% de harina de maíz; esta muestra de fideo precocido con una humedad promedio de 10,75% y un tiempo elevado de cocción correspondiente a 278 segundos o equivalente a 4 minutos con 38 segundos.

Lo último corrobora el postulado de que el tratamiento posee un gran poder de absorción de agua de 10,75%, debido a que sus componentes se han degradado de forma parcial, por tanto todavía



presentan una elevada capacidad para la retención de agua y para su degradación total y posterior consumo es necesario un elevado tiempo de cocción en agua hirviendo.

Los tratamientos con un valor medio y cercanos, son los correspondientes a las mezclas  $a_1$  con 113%, y  $a_5$  con 112%, perteneciente a las muestras al 20% de harina de cebada y al 20% de harina de papa.

Para el caso de la mezcla al 20% de harina de papa con 112,4%, se tiene un porcentaje elevado comparándolo con los otros tratamientos, sin embargo la composición inicial de las materias primas presentes en este fideo, se presta para poseer una gran capacidad de retención, aunque como en todos los tratamientos este valor se ve reducido debido a la precocción del fideo, y en este caso también a la precocción de la harina de papa, factores que inciden directamente en el descenso de este valor.

Por otro lado encontrarse con un valor de 113% de poder de hinchamiento para la mezcla con harina de cebada, misma que posee el dato promedio más bajo de tiempo de cocción, equivalente a 248 segundos o 4 minutos con 8 segundos, solamente es justificable cuando se aprecia la Tabla B17, se consigue observar que esta mezcla posee en un inicio un elevado porcentaje de hinchamiento, el cual disminuye conforme existe un ascenso en el tiempo de precocción y el valor elevado al participar en el promedio provoca un resultado alto.

Los porcentajes más bajos de poder de hinchamiento son los alcanzados por las mezclas correspondientes al 20% de harina de trigo nacional ( $a_2$ ), con 106% y al 20% de harina de quinua ( $a_4$ ) con 104% de poder de hinchamiento, estos dos tratamientos según los datos presentados en la Tabla B17, no tienen una absorción elevada de

moléculas de agua en ninguno de los tiempos de precocido y esto tiene como consecuencia bajos porcentajes de expansión.

La quinua es un pseudo cereal que no presenta gluten, proteína de gran importancia para la obtención de cualquier tipo de fideos, a pesar de ser rica en proteínas, hay que tener en cuenta que el procesamiento de este cereal para el consumo humano, requiere de esfuerzos mecánicos y térmicos, los cuales generan una mayor digestibilidad de la proteína y otros compuestos, esto indica que la harina perteneciente a este cereal posee compuestos desnaturalizados, entonces existe una pérdida de propiedades biológicas, sin que esto implique pérdida de propiedades alimenticias. Los gránulos de almidón para el caso de la quinua no se hinchan debido a su tamaño de partícula.

En la Tabla B20 se encuentra el Análisis de Tukey a un 0,05% de significancia, para el factor B (tiempos de precocido); en este cuadro se corrobora que el aumento de tiempos de precocción conlleva a la pérdida de las propiedades de retención de agua, por parte de los diferentes fideos, debido a que la exposición a una elevada temperatura por tiempos específicos, provoca una degradación de los distintos componentes relacionados con la absorción de líquido.

En la Tabla B21 se encuentra reportada la prueba de Tukey a un 0,05% de significancia, para la interacción de los factores mezcla de harina a la que corresponde cada fideo A y el tiempo de precocido B, encontrando que el tratamiento con mayor porcentaje de hinchamiento, luego de la muestra patrón, es la interacción  $a_3b_1$  con 119%, perteneciente a la mezcla al 20% de harina de maíz y un tiempo de precocción de 20 minutos y encontrando en el otro extremo, es decir, el porcentaje de hinchamiento más bajo le corresponde a la interacción  $a_4b_1$  y  $a_4b_2$  con 102%, perteneciente a la muestra al 20% de harina de quinua y un tiempo de precocido de 20 y 25 minutos.

En consecuencia el porcentaje de absorción de agua del gránulo de almidón tiene un límite, luego del cual comienza a disminuir la elasticidad de este polímero, motivo por el cual en algunos tratamientos se aprecia valores bajos de expansión en los 15 minutos de precocción y valores altos a los 20 o 25 minutos de precocción.

En la Gráfica A2 se aprecia el porcentaje de hinchamiento en diferentes fideos comerciales, se tiene entonces que este valor es cambiante de acuerdo al fideo que se analiza. Observando en la muestra 5 que corresponde a los fideos precocidos un poder de hinchamiento elevado con un valor del 180%, y muy superior a los datos planteados en la Tabla B17.

Hay que tener en cuenta que estos productos en su composición presentan aceite y por tanto es necesario un emulsificante como la lecitina, este compuesto posee dos fases, una polar y una apolar, que le permite atraer moléculas de agua y también ligarse a moléculas de aceite,

Otro factor importante son las proteínas que le aporta otro componente como el huevo, también puede generar un aumento en las propiedades de expansión y retención de agua; se debe tener en cuenta sobre todo que el proceso con el que se obtienen estos fideos no es el mismo, a pesar de esto, el poder de absorción de agua de los mejores tratamientos obtenidos en el laboratorio poseen características aceptables en la textura y dureza del alimento, luego de la cocción y cuando están listos para ser consumidos.

Algo más que es de importancia en la Gráfica A2, es el bajo porcentaje de hinchamiento alcanzado por la muestra 15 perteneciente a un fideo obtenido a partir de un 100% de harina de trigo nacional, este dato genera una explicación sobre los valores relativamente bajos de

poder de hinchamiento, obtenidos en el fideo conseguido a partir de la mezcla al 20% de ésta harina.

#### **4.2.5 Porcentaje de materia seca.**

La definición del porcentaje de materia seca o extracto seco medido en un fideo, es la cantidad de sólidos que pasan del fideo hacia el agua resultante de la cocción.

En la Tabla B22 se encuentran reportados los valores de porcentaje de materia seca, resultante del paso de partículas sólidas desde el fideo hacia el agua de cocción. Este es un parámetro muy importante, ya que con el mismo se tiene una visión clara de la estabilidad y homogeneidad del fideo, alcanzada luego de los diferentes procedimientos necesarios para la obtención de éste.

Para el caso del tratamiento patrón  $a_0$ , obtenido a partir de un 100% de harina de trigo importado, se tiene 3 porcentajes de materia seca a 3 tiempos de precocción, es así: que a 15 minutos se tiene un 7,91%, a 20 minutos un 7,54% y a 25 minutos se reporta un 7,57%.

En los fideos obtenidos a partir de un 20% de harina de cebada  $a_1$ , los porcentajes de materia seca obtenidos son: 8,53%, 8,43% y 8,28% correspondientes a los tiempos de precocción de 15, 20 y 25 minutos, respectivamente.

Para las muestras obtenidas a partir de un 20% de harina de trigo nacional  $a_2$ , se obtienen porcentajes de materia seca equivalentes a: 9,23%, 9,18% y 9,08%, que van en orden descendiente de acuerdo al ascenso de los tiempos de precocido para 15, 20 y 25 minutos, respectivamente.

Los valores de materia seca para la mezcla al 20% de harina de maíz están entre el 7,18% y el 7,32%; la mezcla al 20% de harina de quinua los valores están comprendidos entre el 10,99% y el 11,52%; por último la mezcla al 20% de harina de papa se tiene valores de materia seca desde 10,10% y el 10,35%. Lo que se hace notorio con estos valores es que conforme se incrementa el tiempo de precocido, existe un descenso en el porcentaje de materia seca, exceptuando el tratamiento al 20% de harina de maíz.

En la Tabla B22 mencionada, se aprecia variaciones en los valores para cada uno de los tratamientos, se observa una diferencia entre cada mezcla, sin embargo no se denota cambios considerables entre los datos de porcentaje de materia seca, cuando existe incrementos en los tiempos de precocido esto es corroborado en el análisis de varianza.

En la Tabla B23 se encuentra reportado el análisis de varianza a un 0,05% de significancia, para los datos de porcentaje de materia seca obtenidos a partir de fideos precocidos elaborados con diferentes mezclas farináceas.

Mediante esta tabla se aprecia que no existe varianza a ser tomada en cuenta, con la incidencia de la interacción de los factores A y B; con respecto a la mezcla a la que pertenece cada uno de los fideos (Factor A) y tiempos de precocido (Factor B), se considera a un 0,05% de significancia, que estos 2 factores de manera independiente generan cambios significativos, en los valores de porcentaje de residuo seco.

Es claramente apreciable en la Tabla B22 que el factor A tiene una incidencia mayor que el factor B en la variabilidad de estos datos.

En la Gráfica B5 se observa de mejor manera la incidencia de los factores A y B combinados, en la obtención de los valores de porcentaje

de materia seca, es así que se concluye, que el tiempo de precocido en las diferentes mezclas no va generando variaciones representativas en los datos de materia seca, este gráfico denota una diferencia considerable entre las cuatro primeras mezclas con bajos porcentajes de materia seca y las últimas, mismas que alcanzan un elevado porcentaje de residuo seco decantado en el agua de cocción.

De todas las muestras, las que alcanza mayor notoriedad son las mezclas correspondientes al 20% de harina de maíz  $a_3$  con 7,2% de materia residual y la perteneciente al 20% de harina de quinua  $a_4$  con 11,52%.

El primer valor mencionado en el párrafo anterior es relativamente bajo y se mantiene prácticamente homogéneo en los tres tiempos de precocido, para el caso de la mezcla de quinua, el resultado de cocer estos fideos provocaba la obtención de un líquido turbio con una gran cantidad de soluto disuelto, incluso el lavado del recipiente en donde se había preparado el fideo tenía ciertos inconvenientes, algo similar ocurría con los fideos elaborados a partir de harina de papa.

Los valores promediales y la homogeneidad de todos los tratamientos es explicado de una mejor manera cuando se aprecia la prueba de Tukey, para el factor mezcla de la que proviene el fideo, presentada en la Tabla B24, aquí la mezcla de harina de maíz alcanza un valor de porcentaje de materia seca por debajo de la muestra patrón; se observa también en esta tabla que ninguno de los tratamientos estudiados se comporta de manera similar cuando se mide este parámetro.

El fideo obtenido a partir de harina de maíz con precocción tiene un bajo porcentaje de residuo sólido depositado en el agua de cocción, el valor promedio de éste alcanza un 6,8% de residuo seco.

En la Tabla B25 se observa la prueba de Tukey realizada para observar la diferencia significativa que provoca la incidencia del factor tiempo de precocido “B” sobre los valores de porcentaje de materia seca, en este cuadro se aprecia claramente que entre el tiempo de 15 minutos y el de 20 minutos de precocido, existe una reducción considerable en el porcentaje de residuo sólido depositado en el agua de cocción; los valores de materia seca a los 20 minutos mientras tanto no se diferencian de los porcentajes alcanzados a los 25 minutos de precocido.

Para finalizar este análisis en la Gráfica A3 se aprecia valores de porcentaje de material sólido depositado en el agua de cocción para diferentes fideos ofertados en el mercado. En esta gráfica los fideos que tienen un porcentaje superior al 10% corresponden a pastas utilizadas en la elaboración de sopas, a excepción del fideo obtenido a partir del 100% de harina de trigo nacional.

Comparar los valores observados en este gráfico, en especial el dato de fideo instantáneo o rapidito, el cual posee un porcentaje superior al 8% de materia sólida depositada en el agua de cocción, indica que los fideos obtenidos dentro del laboratorio alcanzan el parámetro obtenido por un fideo comercial, a excepción de los tratamientos  $a_2$ ,  $a_4$  y  $a_5$  pertenecientes a las muestras al 20% de harina de trigo nacional, al 20% de harina de quinua y al 20% de harina de papa.

#### **4.3 ELECCIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO EN BASE AL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO**

Observando y analizando lo mencionado y teniendo en cuenta que el objetivo principal de esta investigación, es estudiar el efecto de los tiempos de precocido, sobre fideos obtenidos a partir de mezclas farináceas, se concluye que el vapor es una fuente de energía calorífica, la cual ingresó por los poros de cada uno de los fideos, mismos que se

formaron por la intervención de un procedimiento mecánico y con la participación de la composición de cada una de las combinaciones de harinas aquí planteadas.

Este vapor no saturado, provocó que el fideo perdiera su capacidad de retención de agua, debido a la desnaturalización de la proteína y del almidón, lo que ocasionó la ruptura de los enlaces glucosídicos en este último; se apreció en las diferentes tablas que el aumento de tiempo de precocido en vapor, ocasiona un incremento en la humedad, debido al ingreso de moléculas de agua, las cuales pasaban a formar parte del fideo, existiendo también un ascenso en la acidez del producto con el incremento de porcentaje de los tiempos de precocido.

Todo esto ocurrió en mayor o menor grado en todos los fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas, sin embargo, el análisis más importante a ser tomado en cuenta, es aquel que le da el nombre al producto final, y este es el tiempo de cocción, que como se ha visto se ve directamente afectado debido a la composición de la muestra y también es variable de acuerdo a los tiempos de precocido.

Es así que tomando en cuenta este parámetro y observando lo mencionado en el análisis del mismo, se concluye que el tratamiento que alcanza el más corto tiempo de cocción, es la muestra correspondiente a la interacción  $a_1b_1$ , con un valor de 3 minutos con 57 segundos; las magnitudes restantes plantean una idea más clara sobre la calidad del fideo; es así que la interacción nombrada posee un 10,17% de humedad, 0,018% de ácido láctico, 112% de porcentaje de hinchamiento y un 8,43% de residuo seco.

En consecuencia, con lo mencionado se obtuvo un elevado índice de desnaturalización de los compuestos presentes en el fideo debido a lo cual se redujo el tiempo de cocción, esto conllevó a una disminución del



material sólido en el agua de cocción, a pesar de que se ocasionó una pérdida de las propiedades biológicas de los compuestos presentes en el fideo, por tanto un descenso en el porcentaje de hinchamiento. Para finalizar el porcentaje de humedad y acidez no son factores que puedan ocasionar deterioro en la calidad organoléptica y microbiológica del tratamiento resultado de la interacción  $a_1b_1$ .

El porcentaje de materia seca presente en el agua, resultado del proceso de cocción, le permite al fabricante o investigador tener un buen criterio acerca de la homogeneidad del producto, también en base a este parámetro se puede tomar decisiones sobre el uso de mejoradores, tanto químicos como enzimáticos, así como a partir de éste, se plantean cambios en el procedimiento mecánico para la obtención tanto de la harina como del fideo.

Teniendo en cuenta lo mencionado, se podría decir que este parámetro puede ser considerado como base para elegir el mejor tratamiento, y de esta forma la muestra que se destacaría sobre las otras, sería la resultante de la interacción  $a_3b_1$ , perteneciente a la mezcla obtenida a partir del 20% de harina de maíz con 20 minutos de tiempo de precocido.

A pesar de aquello el tiempo de cocción es un factor con una importancia relevante al hablar de cualquier alimento precocido, ya que este tipo de alimentos son atractivos debido a sus tiempos cortos de preparación, es por este motivo que también son conocidos con el nombre de productos instantáneos, y poseen una elevada digestibilidad, ya que en el proceso previo a su cocción, existió un alto grado de desnaturalización de componentes, que como ya se lo indicó, consiste simplemente en la pérdida de las propiedades biológicas del alimento más no de las propiedades alimenticias.

Se considera entonces que el tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>, perteneciente a la mezcla al 20% de harina de cebada y 20 minutos de tiempo de precocido, es la muestra que alcanza las mejores condiciones, similares a los observados en el tratamiento patrón, obtenido a partir de un 100% de harina de trigo importado, sometidos a una temperatura constante y cercana a los 90°C y también se acerca a los valores registrados para productos comerciales del mismo tipo.

Vale la pena mencionar también que esta mezcla alcanza una reducción a ser tomada en cuenta del porcentaje de residuo sólido, en comparación con muestras obtenidas a partir de esta misma composición, pero sin un tratamiento de precocción previo a la cocción, con un valor promedio de 8,7% y esto se puede apreciar en la Tabla A1, donde están detallados éste y otros valores obtenidos a partir de pruebas preliminares, realizadas a fideos elaborados a partir de diferentes mezclas farináceas.

#### **4.4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LAS PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES REALIZADAS AL MEJOR TRATAMIENTO.**

##### **4.4.1 Análisis de los resultados microbiológicos**

En este trabajo se ha mencionado que el fideo a pesar de no ser una fuente rica en nutrientes, puede ser cultivo para la presencia de algunos microorganismos, debido al elevado porcentaje de compuestos, como almidones, aminoácidos. Los parámetros microbiológicos le permiten al fabricante o investigador, observar la calidad aséptica de las materias primas como del producto final.

Por el motivo mencionado, en la Tabla C1 se encuentra detallado el análisis microbiológico (ufc/g) en el fideo obtenido a partir del 20% de harina de cebada y 20 minutos de tiempo de precocido en vapor.

#### **4.4.2.1 Bacterias**

En la Tabla C1, para el medio PCA, en el cuadro referente a Aerobios mesófilos, se observa el análisis realizado en dos muestras de fideo diferentes, la primera es la muestra correspondiente al fideo “rapidito oriental” con un valor de  $4,05 \cdot 10^2$  ufc/g y los datos restantes son pertenecientes al análisis microbiano realizado en el tratamiento  $a_1b_1$  con un valor representativo de  $3,15 \cdot 10^2$  ufc/g.

Los valores promediales se diferencian notablemente, indicando claramente una menor proliferación microbiana en la muestra obtenida en el laboratorio, resultado de la interacción  $a_1b_1$ . Para finalizar este comentario, se constata la Norma INEN para fideos instantáneos en la Tabla 2, reportada en el Anexo I, un valor de aerobios mesófilos de  $3,0 \cdot 10^5$ , dato que se encuentra muy por encima del valor conseguido para la muestra obtenida en el laboratorio  $a_1b_1$ .

El valor relativamente bajo de bacterias se debe a la presencia del metabisulfito de sodio, compuesto que resulta ser un químico con propiedades antimicóticas y antibacterianas.

El metabisulfito de sodio ( $Na_2O_5S_2$ ) es un polvo o cristal con una alta solubilidad en agua (la menor es de 250 mg/ml). Se recomienda de 0,01 a 0,05% p/v. La proporción de cada especie química que se produce está en función del pH, ya que, a 4,5 se tiene una alta cantidad de bisulfito y a medida que se reduce el pH se favorece la forma no disociada del ácido sulfuroso, considerado como el agente propiamente activo contra los microorganismos: hongos, levaduras y bacterias. [Silva M., 2005]

#### **4.4.2.2 Mohos y levaduras**

Los mohos y las levaduras debido a su crecimiento lento y a su baja competitividad, se manifiestan en los alimentos donde el crecimiento bacteriano es menos favorable. Estas condiciones pueden ser bajas

niveles de pH, baja humedad, alto contenido en sales o carbohidratos, baja temperatura de almacenamiento, la presencia de antibióticos, o la exposición del alimento a la irradiación. Por lo tanto pueden ser un problema potencial en oleaginosas, granos, cereales y sus derivados. [Infoagro, 2001]

En la Tabla C1, para el medio PDA, se aprecia el análisis de mohos y levaduras en el fideo precocido, obtenido a partir de una mezcla de harina de cebada al 20% y 20 minutos de tiempo de precocido  $a_1b_1$ , en este caso también se realiza una comparación con el crecimiento de mohos y levaduras, reportado en un fideo comercial “rapidito oriental”.

Para el fideo resultado de la interacción  $a_1b_1$  se tiene un valor de  $1,21 \cdot 10^2$  ufc/g y para la muestra comercial se tiene un dato de  $1,53 \cdot 10^2$  ufc/g; también se hace necesario colocar el valor máximo permitido en Norma INEN, para mohos y levaduras, donde se observa un dato de  $2 \cdot 10^2$  ufc/g. Al observar estos datos, se tiene claro que el desarrollo microbiano para mohos y levaduras, del fideo obtenido en el laboratorio se encuentra debajo del límite permitido en la norma INEN, e incluso menor al dato obtenido para un fideo comercial.

El estar dentro de los parámetros tanto comerciales como sanitarios, hace hincapié en tres factores importantes que se tomaron en cuenta en la elaboración del producto, los cuales son: el tiempo de precocido, el uso de metabisulfito de sodio, y el control en la asepsia al momento de elaborar el producto.

#### **4.4.2.3 Coliformes**

Este fue el último tipo de microorganismos observado en el fideo precocido obtenido en el laboratorio, resultado de la interacción  $a_1b_1$  estos valores ratifican lo mencionado en los 2 análisis anteriores y se aprecian en la Tabla C1, aquí se observa un dato de 9 ufc/g, mientras que para el

fideo comercial el valor observado es de  $1,3 \cdot 10$ , la norma INEN recomienda un valor máximo de coliformes equivalente a  $1,0 \cdot 10$  ufc/g y pone en evidencia, que el valor del producto resultado de la interacción  $a_1b_1$  ésta por debajo de la norma y muy atrás del valor que alcanza el fideo comercial.

El producto elaborado posee las condiciones adecuadas para llegar a cualquier tipo de consumidor, debido a que éste garantiza las condiciones adecuadas de asepsia e inocuidad.

#### **4.4.2 Análisis de los resultados sensoriales**

Crear un producto no solamente implica llegar a tener las condiciones fisicoquímicas adecuadas, los parámetros mencionados son muy importantes, sin embargo la producción de un alimento debe regirse también en base a lo que el consumidor requiera o necesite, en otras palabras, se elabora un alimento pensando en el gusto, y la predisposición de los futuros clientes para consumirlo.

Es así que se hace necesario pruebas de tipo sensorial, y recogiendo todo lo mencionado hasta el momento, se toma a la muestra patrón (fideo obtenido a partir del 100% de harina de trigo importado), y los tres tratamientos que presentan la mayor factibilidad para su elaboración, así como los mejores valores en los parámetros fisicoquímicos estudiados.

De lo mencionado, no se consideró entonces, para las pruebas sensoriales a las mezclas elaboradas a partir de harina de quinua y harina de papa al 20%, debido a que estos fideos no forman una masa homogénea al momento del mezclado, haciendo difícil entonces el proceso de laminado y trefilado, son también las muestras que alcanzan los valores más altos de tiempos de cocción y acidez, por último son los

tratamientos que pierden mayor porcentaje de material sólido en el agua de cocción. En base al análisis estadístico de los resultados obtenidos en los parámetros fisicoquímicos se obtuvo como mejores tratamientos a la muestra resultantes de la interacción  $a_1b_1$  y  $a_1b_2$  correspondientes a las mezclas al 20% de harina de cebada, al 20% de harina de trigo, sin embargo se toma en cuenta también la muestra resultante de la interacción  $a_3b_1$  perteneciente a la mezcla al 20% de harina de maíz, debido a que ésta alcanzó los menores porcentajes de materia seca, así como también la interacción presenta un aroma y tonalidad muy agradables, por último ésta no presentó mayor problema al momento de su elaboración.

Las condiciones fueron similares en todos los casos, por tanto el tiempo de precocido tuvo que ser el mismo para evitar cualquier tipo de alteración en los resultados, es así que partiendo del tratamiento que alcanza las mejores condiciones " $a_1b_1$ ", se considera un tiempo de precocción al vapor equivalente a 20 minutos, en otras palabras con las condiciones planteadas se realizó un monitoreo del mejor tratamiento conseguido, a partir de la mezcla al 20% de harina de cebada, cuando éste fue sometido a una comparación de tipo sensorial con tratamientos de similares características.

La calidad sensorial de los fideos obtenidos a partir de las interacciones  $a_xb_1$ , pertenecientes a las tres diferentes mezclas al 20% de harinas de productos nacionales y 20 minutos de tiempo de precocido, fue evaluada por 10 panelistas entrenados, de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, utilizando una escala sensométrica, y aplicando 2 réplicas, realizadas en 2 diferentes días, a los mismos catadores, que toma en cuenta 5 atributos, y realizando una comparación con la muestra correspondiente al fideo obtenido a partir de la interacción  $a_0b_1$ , perteneciente al fideo elaborado con harina de trigo importado y 20 minutos de precocido (muestra patrón).

Los atributos evaluados fueron: olor, pegajosidad, sabor y aceptabilidad, mismos que se encuentran reportados en el Anexo C. Las hojas de catación utilizadas se encuentran reportadas en el Anexo I.

#### **4.4.1.1 Olor.**

Los resultados acerca de la percepción del olor del producto por parte de los diferentes panelistas que participaron en el análisis sensorial, están reportados en la Tabla C2, y el análisis de varianza realizado a estos valores se encuentra establecido en la Tabla C3.

Observando las tablas mencionadas se concluye que a un 0,05% de significancia, existen diferencias significativas entre los tratamientos, y también a este mismo porcentaje de significancia se aprecia que los panelistas que participaron en la catación, influyen directamente en el resultado final, es decir, que estos no presentan un criterio unificado en la apreciación del olor de una muestra determinada, se dice entonces que este parámetro está atado a la apreciación individual de cada uno de los catadores.

Tomando en cuenta la escala sensométrica, la cual mide 15 cm y por tanto está dividida en tres secciones de 0 a 5cm poco perceptible, de 5 a 10cm perceptible y de 10 a 15cm muy perceptible.

La muestra 156 ( $a_0b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir del 100% de harina de trigo importado y 20 minutos de tiempo de precocido, recibe calificaciones por debajo de 5cm (poco perceptible) por parte de 8 panelistas consultados, mientras que los 2 restantes califican al fideo por encima de 5cm y por debajo de 10cm (perceptible). Por tanto el 80% de los catadores mencionan que este fideo tiene un olor poco perceptible y un 20% apenas menciona que el fideo tiene un aroma perceptible

La muestra 323 ( $a_1b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir de un 20% de harina de cebada y 20 minutos de tiempo de precocido, recibe calificaciones por debajo de 5cm (poco perceptible) de acuerdo a 2 panelistas, mientras que los 8 catadores restantes aceptan que el fideo posee un olor perceptible. Un 20% de panelistas sugieren que el fideo posee un olor poco perceptible, mientras que un 80% menciona que el aroma expedita por esta muestra es perceptible.

La muestra 612 ( $a_2b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir del 20% de harina de trigo nacional y 20 minutos de precocido, recibe calificaciones en el olor, que de acuerdo al 10% de los panelistas, este parámetro es poco perceptible, mientras que el 90% de los catadores lo califican como perceptible.

La muestra 541( $a_3b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir del 20% de harina de maíz y 20 minutos de precocido, presenta calificaciones, que de acuerdo 2 panelistas, este fideo presenta un olor poco perceptible, mientras que para los 8 restantes catadores el aroma es perceptible. Entonces un 20% de catadores mencionan que el fideo tiene un aroma poco perceptible, y un 80% de los panelistas mencionan que el fideo tiene un olor perceptible.

Esta claro entonces que los tres tratamientos difieren considerablemente uno del otro, y que para cada panelista esta variación depende de la perceptibilidad del mismo. Con esto es necesario saber que tanto varían estos tratamientos según los panelistas consultados, para lo cual se aplica la prueba de Dunnet a un 0,05% de significancia, ésta a diferencia de la prueba de Tukey le permite al investigador, evaluar puntuaciones o calificaciones que se encuentran en un rango elevado, como el caso aquí planteado de: 0 a 15cm. Entonces tomando como tratamiento control la muestra perteneciente al producto obtenido a partir de la interacción  $a_0b_1$  (100% trigo importado y 20 minutos de precocido),



codificada con el número 156, se establece el calculo presentado en el Cuadro C1

El dato obtenido en el Cuadro C1 equivalente a 0,80 es comparado con las diferencias resultantes, entre los valores promediales de las calificaciones otorgadas por los 10 panelistas, para los tres diferentes fideos obtenidos a partir de mezclas farináceas, restado del valor promedio de las calificaciones obtenidas del fideo conseguido a partir del 100% de harina de trigo importado, e igualmente presentado en el Cuadro C1.

Observando el Cuadro C1, se tiene que para un nivel de significancia de 0,05% y con la utilización de la prueba de Dunnet, hay diferencia considerable en el olor, entre las diferentes mezclas y el fideo obtenido a partir del 100% de harina de trigo importado.

Al momento de elaborar los fideos a partir de las diferentes mezclas farináceas, en ningún momento se pretendió ocultar o disminuir características propias de las harinas nativas, por medio de la utilización de un elevado porcentaje de harina de trigo importado, mas bien se consideró que estas harinas le otorgarán al producto final un valor agregado. Lo mencionado explica que las pastas hayan adquirido aromas diferentes, y cuya intensidad depende del grado de perceptibilidad de cada uno de los panelistas, sin embargo, lo que queda claro con esta prueba, es que entre los 4 tratamientos, existen diferencias muy denotadas en el aroma.

#### **4.4.1.2 Color.**

Los resultados acerca de la percepción del color en el fideo por parte de los diferentes panelistas que participaron en el análisis sensorial,

están reportados en la Tabla C4, y el análisis de varianza realizado a estos valores se encuentra establecido en la Tabla C5.

A partir de éstas se concluye que a un 0,05% de significancia, existen diferencias significativas entre los tratamientos, y a este mismo porcentaje de significancia se aprecia también, que no existe un criterio unificado al momento de calificar el parámetro color de las 4 diferentes muestras, sin embargo las diferencias en las calificaciones por parte de los catadores, son menos denotadas al compararlo con el parametro anterior.

Tomando en cuenta la escala sensométrica, la cual mide 15 cm y por tanto está dividida en tres secciones de 0 a 5cm equivalente a café oscuro, de 5 a 10cm equivalente a café claro y de 10 a 15cm equivalente al color crema.

Para la muestra 156 ( $a_0b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir del 100% de harina de trigo importado y 20 minutos de tiempo de precocido, existe un 50% de panelistas que mencionan que esta muestra presenta un color café claro, el 50% restante menciona que el color del fideo es crema.

Para la muestra 323 ( $a_1b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir de un 20% de harina de cebada y 20 minutos de tiempo de precocido, existe un criterio unificado al momento de calificar el color, ya que el 100% de panelistas menciona que el fideo es de color café oscuro.

Para la muestra 612 ( $a_2b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir del 20% de harina de trigo nacional y 20 minutos de precocido, existe igualmente un criterio unificado al momento de otorgarle un color a la muestra, debido a que el 100% de personas consultadas mencionan que el fideo presenta un color café claro.

Para la muestra 541( $a_3b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir del 20% de harina de maíz y 20 minutos de precocido, existe otra vez un criterio unificado, por cuanto el 100% de catadores menciona que el color del fideo es crema.

En este caso se tiene que para las personas consultadas los tratamientos difieren en el color, y para observar esta variación se realiza la prueba de Dunnet a un 0,05% de significancia, tomando en cuenta las consideraciones mencionadas en el análisis del parámetro anterior (Cuadro C2).

El valor de 0,60 obtenido es comparado con la diferencia entre los resultados promediales de los tratamientos aquí analizados (Cuadro C2).

Cuando se analiza los resultados del Cuadro C2 y se observa también la Tabla C4, se denota que el tratamiento patrón  $a_0b_1$  se diferencia en el color con las 3 diferentes mezclas; lo que debe ser tomado en cuenta es que el tratamiento obtenido a partir del 20% de harina de cebada ( $a_1b_1$ ), posee un color muy alejado de los otros 3 tratamientos llevados a catación.

El color café pálido del fideo resultado de la interacción  $a_1b_1$ , con un valor promedio en las calificaciones equivalente a 4,19, le otorga una característica muy particular a este producto; en el otro extremo se encuentra el fideo obtenido a partir de harina de maíz ( $a_3b_1$ ), el color de este es un amarillo crema con un valor promedio en la calificación de 12,9.

La tonalidad es un factor muy importante a ser tomado en cuenta en la presentación de cualquier alimento.

Para el caso de estos fideos los consumidores son los que tienen el criterio de calificar la calidad del producto de acuerdo al color del fideo; si por una parte un determinado número de personas considera que un fideo debe ser de color amarillo brillante, otras se sienten atraídas al consumo de un producto con el color del fideo obtenido a partir del 20% de harina de cebada, esta característica puede también ser considerada como un valor agregado del alimento, que es lógicamente susceptible al criterio de cada consumidor, susceptibilidad que se ve influenciada principalmente por la tradición alimenticia de cada persona.

En todo caso hoy existe una serie de productos que pueden modificar esta característica de acuerdo a las exigencias del consumidor final, sin embargo, siempre se debe optar por el consumo de productos naturales, tendencia que se está insertando cada vez más en el mercado nacional.

#### **4.4.1.3 Pegajosidad.**

La pegajosidad fue calificada en un conjunto de fideos pertenecientes a los 4 tratamientos llevados a catación.

Tomando en cuenta la escala sensométrica, la cual mide 15 cm y por tanto está dividida en tres secciones de 0 a 5cm equivalente a nada sueltos, de 5 a 10cm equivalente a poco sueltos y de 10 a 15cm equivalente a muy sueltos.

Para la muestra 156 ( $a_0b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir del 100% de harina de trigo importado y 20 minutos de tiempo de precocido, existe un 50% de panelistas que mencionan que esta muestra se presenta poco suelta, y el 50% restante menciona que la muestra se presenta muy suelta.

Para la muestra 323 ( $a_1b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir de un 20% de harina de cebada y 20 minutos de tiempo de precocido, el 80% de catadores mencionan que el producto se presenta poco suelto, mientras que el 20% restante de panelistas menciona que el producto se presenta muy suelto.

Para la muestra 612 ( $a_2b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir del 20% de harina de trigo nacional y 20 minutos de precocido, el 90% de personas consultadas sugieren que la muestra de fideos llevados a catación se presentan poco sueltos; mientras que solo un 10% mencionan que los fideos están muy sueltos

Para la muestra 541( $a_3b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir del 20% de harina de maíz y 20 minutos de precocido, el 80% de catadores mencionan que los fideos se presentan poco sueltos, mientras que el 20% de panelistas sugieren que los fideos se presentan muy sueltos.

Los resultados de la medición de este parámetro se encuentran reportados en la Tabla C6, y el análisis de varianza realizado a estos valores, se encuentra establecido en la Tabla C7; a partir de éstas, se concluye que a un 0,05% de significancia, no existe diferencias a ser percibidas por los catadores al momento de valorar el parámetro pegajosidad, de cada uno de los tratamientos.

En la Tabla C6 se destaca también que existe un criterio unificado al momento de calificar la pegajosidad de cada uno de los tratamientos, debido a que todos los panelistas establecen que los fideos no presentan diferencia en este parámetro.

En consecuencia se dice que las harinas provenientes de cereales como el maíz, cebada y trigo nacional, participando en un 20% en un

fideo, no modifican considerablemente la adherencia de éstos entre sí, luego de ser cocidos.

#### **4.4.1.4 Sabor.**

Esta característica es muy importante, hay que mencionar que este parámetro va a depender de las costumbres alimenticias de cada uno de los panelistas, debido a que la pregunta sobre el mismo, hace alusión a la sensación de agrado y desagrado del producto, y como se sabe a un determinado grupo de personas les agrada las pastas, mientras que otros no tienen ningún tipo de afinidad hacia este alimento, de la misma forma, la cebada, el maíz o el trigo nacional pueden provocar en algunos catadores una sensación de agrado, mientras que en otras una sensación de desagrado.

Otra vez se tiene claro que lo que se pretendió con este alimento, no era que el sabor de las harinas nativas se oculten en el elevado porcentaje de la harina de trigo importado presente en el fideo, sino que mas bien éstas le otorguen un valor agregado al producto final, mismo que sea apreciado y distinguido por el consumidor.

Los resultados acerca de la calificación de agrado o desagrado del parámetro sabor, que presentan las tres diferentes muestras, están reportados en la Tabla C8, y el análisis de varianza realizado a estos valores se encuentra establecido en la Tabla C9.

Tomando en cuenta la escala sensométrica, la cual mide 15 cm y por tanto está dividida en tres secciones de 0 a 5cm equivalente a disgusta mucho, de 5 a 10cm equivalente a ni gusta ni disgusta y de 10 a 15cm equivalente a gusta mucho.

Para la muestra 156 ( $a_0b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir del 100% de harina de trigo importado y 20 minutos de tiempo de precocido, existe un 50% de panelistas que mencionan que esta muestra ni les gusta ni les disgusta, y el 50% restante menciona que la muestra gusta mucho.

Para la muestra 323 ( $a_1b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir de un 20% de harina de cebada y 20 minutos de tiempo de precocido, el 80% de catadores mencionan que el producto ni agrada ni desagrada, mientras que el 20% restante de panelistas menciona que el producto les agrada mucho.

Para la muestra 612 ( $a_2b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir del 20% de harina de trigo nacional y 20 minutos de precocido, el 80% de personas consultadas sugieren que la muestra de fideos llevados a catación no agrada ni desagrada; mientras que solo un 20% mencionan que los fideos les agradan mucho.

Para la muestra 541( $a_3b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir del 20% de harina de maíz y 20 minutos de precocido, el 70% de catadores mencionan que los fideos no les agrada ni desagrada, mientras que el 30% de panelistas sugieren que los fideos tienen un sabor muy agradable.

A partir de la Tabla C8 y la Tabla C9 mencionadas, se concluye que a un 0,05% de significancia, existen diferencias significativas entre los tratamientos, y en este caso también existe divergencias entre los diferentes catadores al momento de calificar el sabor. Para observar de mejor manera esta diferenciación se toma en cuenta de nuevo la prueba de Dunnet que es detallada en el Cuadro C3.

A partir del valor obtenido en la prueba de Dunnet equivalente a 0,75, se realiza una diferencia entre los valores promediales de los tratamientos  $a_1b_1$  con 9,05,  $a_2b_1$  con 8,6 y  $a_3b_1$  con 9,13, con el valor promedio de la muestra patrón " $a_0b_1$ " equivalente a 10,1

Se denota claramente en el Cuadro C3 con los datos presentados que existe diferencias significativas entre la muestra patrón y los fideos obtenidos a partir de 3 diferentes mezclas farináceas, está claro con este análisis también la preferencia de los catadores hacia el producto obtenido a partir del 100% de harina de trigo importado.

Lo que no debe ser pasado por alto en este análisis, es que los fideos obtenidos a partir de un 20% de harina de cebada  $a_1b_1$  con un promedio de 9,05 y un la muestra obtenida a partir de un 20% de harina de maíz  $a_3b_1$  con trigo importado con un valor promedio de 8,6, no presentan diferencias considerables en la valoración del sabor, entonces, se necesita tener en cuenta que esto no significa que los fideos posean iguales características en este parámetro, sino más bien los catadores consideran que estas muestras producen en ellos similares sensaciones de agrado, aunque el sabor no sea necesariamente el mismo.

El fideo que menos agradó a los catadores es el obtenido a partir de un 20% de harina de trigo nacional, con un valor promedio en la calificación de 9,13

Este factor puede ser modificado a conveniencia y gusto del consumidor, existen una serie de saborizantes para fideos tanto artificiales como naturales, algunos de estos están mencionados en el Anexo F.

#### **4.4.1.5 Aceptabilidad.**

Con este parámetro se pretendió que cada uno de los catadores, calificara el producto, tomando en cuenta todas las características



anteriores y es así que en la Tabla C10 se aprecia diferentes criterios en base a las apreciaciones de cada uno de los panelistas. En la Tabla C11 se presenta el análisis de varianza de los datos presentados en la tabla anterior, y con ésta se concluye que a un 0,05% de significancia, existen diferencias considerables entre los diferentes tratamientos.

Tomando en cuenta la escala sensométrica, la cual mide 15 cm y por tanto está dividida en tres secciones de 0 a 5cm equivalente a desagradable, de 5 a 10cm equivalente a poco agradable y de 10 a 15cm equivalente a muy agradable.

Para la muestra 156 ( $a_0b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir del 100% de harina de trigo importado y 20 minutos de tiempo de precocido, existe un 40% de panelistas que mencionan que esta muestra es poco agradable, y el 60% restante menciona que la muestra es muy agradable.

Para la muestra 323 ( $a_1b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir de un 20% de harina de cebada y 20 minutos de tiempo de precocido, el 60% de catadores mencionan que el producto es poco agradable, mientras que el 40% restante de panelistas menciona que el producto es muy agradable.

Para la muestra 612 ( $a_2b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir del 20% de harina de trigo nacional y 20 minutos de precocido, el 80% de personas consultadas sugieren que la muestra de fideos llevados a catación es poco agradable; mientras que solo un 20% mencionan que los fideos son muy agradables.

Para la muestra 541 ( $a_3b_1$ ) correspondiente al fideo obtenido a partir del 20% de harina de maíz y 20 minutos de precocido, el 70% de catadores mencionan que los fideos son poco agradables, mientras que el

30% de panelistas sugieren que los fideos tienen una aceptabilidad muy agradable.

Debido a que los tratamientos difieren uno del otro, se aplica la prueba de Dunnet para entender de mejor manera esta diferenciación entre los promedios de cada uno de los tratamientos, este análisis viene expresado en el Cuadro C4

Luego de obtenido el valor de 0,81 a partir de la prueba de Dunnet, se procedió a comparar el mismo con las diferencias provenientes de los valores promediales de los tratamientos  $a_1b_1$  con un valor promedio de 9,57,  $a_2b_1$  con un valor promedio de 8,64 y  $a_3b_1$  con un dato de 9,53, con el valor promedio de la muestra patrón " $a_0b_1$ " equivalente a 10,46.

Se puede apreciar a partir de estos resultados y el Cuadro C4, que los fideos provenientes de las mezclas farináceas, a un 0.05% de significancia, difieren en la aceptabilidad con el tratamiento patrón o la muestra proveniente del 100% de harina de trigo importado; sin embargo se estima que la aceptabilidad entre los fideos provenientes del 20% de harina de cebada  $a_1b_1$  y al 20% de harina de maíz  $a_3b_1$ , tienen una aceptabilidad muy cercana entre las muestras y no muy alejada de la muestra patrón.

Este valor puede aumentar para todos los casos, con el uso de mejoradores los cuales estén destinados a mejoras organolépticas del producto final.

#### **4.4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL ALIMENTO.**

En el presente trabajo se planteó obtener un fideo precocido, a partir de la mezcla entre la harina de trigo importado y una harina nativa que alcance los parámetros recomendados, tanto en diferentes normas como los valores alcanzados por fideos comerciales.

En el desarrollo y análisis de estos parámetros, se llegó a la conclusión de que la mejor mezcla es la resultante de un 80% de harina trigo importado, con un 20% de harina de cebada, a la que con un tiempo de 20 minutos de precocido en vapor no saturado, se llegó a desnaturalizar componentes, que le permiten al consumidor final reducir el tiempo empleado en la cocción del producto, como también se creó una disminución en el porcentaje de material sólido en el agua de cocción, es decir el fideo elevó su homogeneidad en comparación con fideos obtenidos a partir de la misma muestra pero sin tiempo de precocido (valores presentados en la Tabla A1).

Luego de todo esto se observó conveniente analizar la composición del nuevo producto y es así que en el Anexo I se adjunta este análisis, en donde se aprecia dos componentes fundamentales en el fideo como son los carbohidratos que alcanzan un 83.62% y la proteína con 14,01%, que al compararlo con valores de la composición de un fideo comercial como por ejemplo el presentado en la Tabla F1, correspondiente a un fideo comercial "MARUCHAN", muestra que presenta un menor porcentaje de carbohidratos con un 59% y también un menor porcentaje de proteínas con un 11%.

Ahora considerando el porcentaje de minerales en el producto se aprecia la no existencia de elementos como el Sn y Pb, metales pesados con características residuales y que en porcentajes elevados atentan a la salud del consumidor, por otro lado el bajo contenido de metales como el Na, Ca, Mg y K y el no metal P, le otorgan al fideo un valor nutricional agregado, ya que por ejemplo en fideos presentes en el mercado, el único mineral tomado en cuenta es el Na.

#### **4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO.**

Con el fin de elaborar un fideo precocido obtenido a partir de la sustitución al 20% de harina de cebada y con la utilización de la tecnología que pone de manifiesto la utilización de vapor húmedo, se propuso realizar un análisis económico, sobre la factibilidad de la implementación de una microempresa que obtenga fideos precocidos a partir de esta tecnología, en la provincia de Tungurahua.

En el Anexo D, se detallan todos los aspectos del proyecto de factibilidad de la planta que elabora fideos precocidos.

En el Anexo D se puede apreciar de forma clara, los costos que implica preparar un fideo precocido, elaborado a partir del 80% de harina de trigo importado y 20% de harina de cebada.

Los costos de harina de cebada tienden a ser menores que el precio de la harina de trigo importado, sin embargo muchas de las harinas aquí estudiadas poseen un precio superior a ésta, lo cual se debe a que estos productos no se los ve como materia prima para la elaboración de harinas, debido a que sus derivados son utilizados en otros menesteres muy distintos, y que han otorgado por algunos años, mayor rentabilidad a los productores de los mismos.

Lo mencionado es precisamente lo que busca este trabajo, en primer lugar se requiere incentivar a los agricultores a la siembra de estos productos de forma masiva, y luego adecuar la tecnología necesaria para elaborar harinas, las cuales participen en la composición del pan y fideos, producidos en el Ecuador.

Lo mencionado conlleva al uso de suelos que no son utilizados o están destinados a la producción de cultivos ajenos a la región, y que

requieren exorbitantes cantidades de químicos y pesticidas, lo que trae consigo la pérdida de la calidad del suelo, postulado que ha sido debatido por algunas asociaciones ambientales en el país.

La tecnología aquí planteada elaboraría 5Kg diarios de producto distribuido en 50 empaques cada uno de 100g, y consume elevadas cantidades de insumos y energía como se aprecia en el Anexo D, debido principalmente a que esto es un ensayo experimental, que buscaba solamente observar el efecto del vapor sobre fideos elaborados a partir de mezclas farináceas; es claro entonces que para reducir costos de producción se requieren cambios, sobre todo observando métodos más adecuados y convenientes que conlleven a la obtención de fideos precocidos, lo que implica adaptación de tecnología extranjera.

Lo anteriormente mencionado, es consecuencia también de la observación de la presentación y el costo de fideos con similares características al aquí planteado.

Se debe tener en cuenta fundamentalmente que este producto es de consumo popular y el obtenido en el laboratorio implica un precio sumamente alto, en comparación con otros fideos, con un peso superior a las muestras de 100g, valorada en este ensayo a un costo de \$2.26 USD.

Los precios comerciales fluctúan entre \$0,60 y \$1,00 USD para fideos precocidos con pesos de 80 y 100g, este precio es cambiante debido a factores como: el empaque, la composición del producto, la presencia y ausencia de aditivos extras y esto se detalla de mejor manera en el Anexo F, donde se puede apreciar las composiciones de diferentes productos expendidos en el mercado, así como también la presentación comercial de los mismos.

Según el punto de equilibrio para compensar los gastos que se producen en el mes como consecuencia de la producción del producto mencionado es necesario la venta de 742 empaques al mes lo que representa el 74,2% de la producción mensual, tomando en cuenta que la planta aspira a producir 1000 empaques de fideos precocidos mensuales.

La cantidad mencionada es sumamente excesiva, en especial tomando en cuenta el precio del producto que es de \$ 2,26USD, esto hace hincapié en que se debe conseguir mejoras en el procedimiento tecnológico que conlleva a la obtención de fideos precocidos.

#### **4.6 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Los fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas y sometidos a un tratamiento de precocción presentan diferencias significativas a un nivel de confianza del 95%, en los siguientes parámetros: tiempo de cocción, humedad, acidez, poder de hinchamiento y porcentaje de residuo seco en agua de cocción, es decir que en todos los casos se *acepta la hipótesis alternativa*, la cual manifiesta que por lo menos un tratamiento expuesto a diferentes tiempos de precocción produce un efecto distinto en los parámetros de calidad de fideos precocidos, tomando en cuenta el efecto tanto de la mezcla a la que pertenece el fideo (A), el tiempo de precocción (B) y el efecto de la interacción de estos dos factores (AB); solo se exceptúa lo mencionado en el caso de la incidencia de la interacción AB, para el porcentaje de material sólido depositado en el agua de cocción.

En la Tabla C12 se puede apreciar de forma más detallada lo mencionado aquí.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES.

- Se estudió la influencia de los tiempos de precocción en fideos obtenidos a partir de 5 diferentes mezclas farináceas (al 20% de harinas nativas), como son: trigo importado-trigo nacional; trigo importado-cebada; trigo importado-maíz; trigo importado-quinua; trigo importado-papa; utilizando vapor húmedo a tres diferentes tiempos de precodido: 15, 20 y 25 minutos, en donde se analizó parámetros de calidad como tiempo de cocción, humedad, acidez, poder de hinchamiento y porcentaje de materia seca, a partir del análisis y discusión de estos resultados, se observó las mejores condiciones para la elaboración de un tipo de fideo precocido.
- Se elaboró 18 tipos de fideos diferentes, obtenidos a partir de la interacción de los factores: 6 mezclas farináceas (trigo importado-trigo nacional; trigo importado-cebada; trigo importado-maíz; trigo importado-quinua; trigo importado-papa) y 3 diferentes tiempos de precocido (15, 20 y 25 min); tomando en cuenta parámetros de asepsia y de buenas prácticas de manufactura.
- Se realizó 5 diferentes análisis a los tratamientos obtenidos de la interacción mezcla farinácea y tiempo de precocido, en donde se observó resultados que valoraban en números y porcentajes,

características físico químicas del fideo, de esta forma se apreció que los fideos guardan una relación inversamente proporcional entre el tiempo de precocido y el tiempo de cocción, también fue notorio que el proceso de precocido incide en el aumento de porcentajes de humedad y pequeños ascensos en la acidez, finalmente la pérdida de propiedades biológicas de los componentes del fideo desencadenó un decremento en el poder de retención de agua, mientras que no se obtuvo variaciones considerables en el material sólido depositado en el agua de cocción, ya que este valor se mantuvo constante o sufrió leves variaciones dependiendo de la de la mezcla farinácea.

- Se evaluó los resultados de los 5 análisis y tomando en cuenta que un fideo precocido es un alimento que posee un alto grado de degradación de sus componentes, así como también un elevado índice de digestibilidad y bajos tiempos de preparación, se llegó a la conclusión de acuerdo al análisis estadístico, que el fideo que alcanzó estas características, es el obtenido a partir de la interacción de la mezcla al 20% de harina de cebada con 20 minutos de precocido en vapor " $a_1b_1$ ", puesto que presenta valores de 3 minutos y 57 segundos de tiempo de cocción, 10,17% de humedad, 0,018% de ácido láctico, 112% de poder de hinchamiento y un 8,43% de materia seca; para el caso del primer valor, éste fue el que más se acercó al dato alcanzado por el fideo obtenido a partir de harina de trigo importado, mientras que los otros valores evidencian los cambios experimentados en el producto.
- Se realizó un análisis sensorial de la interacción que alcanzó los mejores parámetros fisicoquímicos, es así que para el tratamiento resultado de la interacción  $a_1b_1$  se tiene un aroma perceptible, para el caso del color, el fideo posee una tonalidad café oscura, los



panelistas al evaluar la pegajosidad mencionaron que los fideos se presentan poco sueltos, para el caso del sabor los consultados aseveraron que la muestra no agrada ni desagrada, y finalmente se evaluó el parámetro aceptabilidad, en donde se indica que el fideo agrada ligeramente.

En base a los datos de las pruebas microbiológicas se concluye que el fideo resultante de la interacción  $a_1b_1$  obtenido en el laboratorio es aséptico e inocuo, en consecuencia es seguro para el consumo humano.

La composición porcentual del fideo evidencia lo óptimo de la mezcla, debido a una elevada cantidad de proteína y almidón, que pone de manifiesto su buena capacidad para la obtención de una masa con fines fideeros, además es claro que el producto obtenido tiene características energéticas, por que el almidón es el componente preponderante de éste, por último en este análisis no se reporta la presencia de metales pesados que coadyuvan a garantizar la no toxicidad del producto.

## **5.2 RECOMENDACIONES.**

Todo proceso es susceptible de mejoras a partir de recomendaciones y observaciones puntuales, la obtención de fideos precocidos obtenidos a partir de mezclas farináceas no es la excepción, a continuación se detalla una serie de puntos que deben ser tomados en cuenta para la obtención de un producto de calidad.

- No es recomendable una precocción previa de la materia prima, es decir de las harinas, debido a que si en el producto existe una degradación de los componentes, no existirá una buena formación

de la masa debido a la pérdida de las propiedades viscoelásticas de la materia prima.

- El tiempo de precocción debe ser controlado, los tiempos de precocido máximo y mínimo, propuestos en este trabajo se hallaron en base a observaciones previas de las variaciones que experimentaba el fideo, obtenido a partir del 100% de harina de trigo importado, en algunas pastas el límite máximo puede ser superior al propuesto y esto se lo menciona, debido a que la mezcla al 20% de harina de maíz, puede seguir sufriendo modificaciones favorables con aumento del tiempo de precocción, aunque esto lógicamente implica gastos energéticos que pueden ser considerados como innecesarios.
- La pasta al momento de la precocción, debe estar en contacto con materiales inoxidables resistentes a elevadas temperaturas y que no provoquen traslado de olores indeseables o de material extraño, lo que conllevaría a una disminución de la calidad sensorial del producto.
- Se debe también tener en cuenta el diseño del equipo, mismo que debe permitir la llegada uniforme del vapor hacia el producto.
- Se debe evitar la condensación del vapor ya que el agua en estado líquido al entrar en contacto con el producto provoca que este se adhiera asimismo, dando como resultado una mala presentación del fideo.
- El mezclado de la harina y el agua debe permitir que todas las moléculas se encuentren en contacto, evitando en lo posible la acumulación de agua en determinados sectores, lo que coadyuva a la aparición de zonas de color blanquecino y muy desprendibles

de la masa, debido a una falta de de homogeneidad en la humedad del fideo.

- Se debe tener controles minuciosos en el tiempo de secado, un tiempo corto antes del empaque del producto, ocasiona la aparición de mohos y aumento de acidez en el fideo, por el contrario, cuando se excede en este parámetro, el fideo se presenta como una pasta harinosa, nada homogénea, y que tiende a trizarse muy fácilmente.
- Se debe realizar una minuciosa limpieza de la máquina trefiladora, luego de cada parada, la presencia de partículas extrañas al fideo, conlleva a que exista un mayor número de microfisuras en la superficie del producto final.
- Si el amasado y el trefilado se lo realiza de forma automática y no de forma manual, se recomienda la adición de mejoradores enzimáticos que permitan la sustitución del gluten, valor que se ve notablemente disminuido cuando se realiza una mezcla farinácea entre la harina de trigo importado y cualquier otro producto con características similares.
- Para el empaque del producto se recomienda utilizar materiales como fundas de “polietileno tereftalato”, que es muy utilizado por algunas marcas de fideos instantáneos, aunque hoy esta siendo reemplazado por un material más vistoso como es el caso del “PS poliestireno” el cual le otorga un atractivo sumamente vistoso a las pastas precocidas, este tipo de empaques se los adjunta en el ANEXO F , cualquiera sea el empaque, se tiene que apreciar que éste y el sellado garanticen propiedades herméticas, debido a que como ya se indicó el aumento de humedad incide en el desarrollo de microorganismos indeseables.

- En base a lo mencionado por los catadores, se podría analizar algún aditivo que mejore el color del fideo, como por ejemplo la adición de “kansui” (mezcla de carbonato de sodio y carbonato de potasio con fosfato de sodio al 10%) éste le otorga al producto un color amarillo brillante, ya que a pesar de que siempre lo recomendable es la obtención de un producto con el menor número de aditivos químicos, también es cierto que la presentación del producto incide en la promoción y marketing del mismo, debido a que el consumidor prefiere aquello que es calificado como muy bueno por sus ojos, por lo que se observa no solo recomendable sino necesario el uso de estos aditivos
- Otra modificación que puede ser tomada en cuenta es lo que se refiere a la textura, en donde la adición de gelificantes como las gomas de alimentos, los alginatos y las féculas de patata, son aditivos que podrían desarrollar mejores resultados en lo que a la textura del fideo se refiere.
- Actualmente los productos obtenidos a partir de harinas integrales, se encuentran en expansión, debido a las ventajas de tipo nutricional, se recomendaría observar la posibilidad de la creación de un fideo o cualquier otro producto subharinero obtenido a partir de harinas integrales nativas.

## CAPÍTULO VI

### PROPUESTA

#### 6.1 DATOS INFORMATIVOS

**Título:** “Estudio de parámetros de control (tiempos, diámetro de tornillo, temperatura y presión) para la elaboración de un fideo precocido, a partir de una mezcla farinácea al 80% de harina de trigo importado (*Canada western red spring #1*) y 20% de harina de cebada (variedad *Cañicapa*), mediante el uso de un extrusor”

**Institución Ejecutora:** Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Laboratorio Unidad Operativa de Investigaciones en Tecnología de Alimentos UOITA.

**Beneficiarios:** Agricultores de la región andina, productores de harina, industrias dedicadas a la elaboración de fideos, consumidor final.

**Ubicación:** Ambato-Ecuador

**Tiempo estimado para la ejecución:** 8 meses

**Inicio:** Mayo 2010

**Final:** Enero 2010

**Equipo técnico responsable:**

Ing. Galo Sandoval

Ing. Gladys Navas  
Egdo. Ricardo Martínez

**Costo:** 28,700,00 (USD\$)

## **6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

La industria alimentaria se encuentra sometida a constantes cambios, debido principalmente a los avances tecnológicos y a variantes en los hábitos alimenticios de los consumidores. [Virtucio L., 2001]

Este último factor radica en el hecho de cada vez más el ser humano esta presionado ha llevar una vida más acelerada, donde el tiempo destinado para la preparación de sus alimentos se ha visto completamente reducido, en base a esto cada vez más las personas piden alimentos ricos en nutrientes y que sean de una fácil y rápida preparación, además estos tienen que tener un elevado índice de digestibilidad, lo que conlleve a una alimentación integral con el aprovechamiento de todos los nutrientes presentes en el producto. [Malca G., 2008]

Los fideos son productos que le han proporcionado al consumidor un aporte energético considerable, debido a su elevado porcentaje de carbohidratos, y hoy cada vez más los productores de estos alimentos se han visto en la necesidad de darle valores agregados que compensen otros nutrientes, como son aportes proteicos, vitamínicos y de fibra. [Malca G., 2008]

Entonces en Sudamérica se ha puesto énfasis en el uso de harinas obtenidas a partir de productos nativos, esto pretende generar incentivos en la agricultura, la ocupación de suelos en donde se desarrolle una reciprocidad con la naturaleza, y sobre todo el apareamiento de

productos novedosos y nutritivos de bajo costo; es así que en algunas regiones del mundo, las pastas se encuentran innovándose constantemente, ocasionado por las materias primas que no son las mismas en cada zona del mundo, en consecuencia se provoca cambios en la tecnología, aunque el principio sea el mismo. [Astudillo F., 1999]

Al unir estos dos preceptos se sustenta la creación de fideos precocidos obtenidos a partir de mezclas farináceas con harinas de productos nativos que reemplacen de forma parcial a la harina de trigo importado, utilizando para esto una tecnología planteada por países asiáticos, que hace énfasis en el uso del vapor húmedo como agente destinado a la desnaturalización de los componentes presentes en el fideo, lo que implica la reducción de los tiempos de cocción y una mayor digestibilidad del producto.

Los fideos de arroz o fideos chinos de tipo instantáneo se elaboran a partir de este cereal, mediante la formación de un pastel (arroz previamente remojado con la finalidad de destruir la estructura cristalina de almidón, el cual es llevado a una operación de molienda húmeda, para luego separar componentes no amiláceos como son proteínas fibras no solubles) para formar pequeñas pastillas cilíndricas y posteriormente, pasa a través de un túnel de vapor. [Virtucio L., 2001]

Los efectos de este tratamiento hidrotérmico es provocar la gelatinización parcial de los gránulos de almidón. Esta gelatinización parcial del almidón es un paso muy importante y debe hacerse bajo condiciones controladas. [Virtucio L., 2001]

### **6.3 JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto de investigación resulta como consecuencia de un problemática presente en el país, y el uso de harina de trigo

importado para la elaboración de fideos; los productores de alimentos subharineros todos los años piden a las autoridades gubernamentales el subsidio de este tipo de harina, lo que genera gastos económicos, mismos que podrían estar destinados hacia ámbitos como educación o salud, sectores que realmente necesitan ser atendidos.

Otro factor preponderante en el Ecuador es la ausencia de una cultura agrícola comprometida con la naturaleza, hoy el tema de la soberanía alimentaria y el desgaste de muchas tierras entra en debate, debido a que los suelos que antes eran productivos, actualmente se han convertido en verdaderas zonas estériles, por el uso indiscriminado de químicos y pesticidas, destinados a la adaptación de determinadas regiones, para el sembrío de productos ajenos a éstas, lo que también genera contaminación en muchos alimentos, debido a vectores como la lluvia y las pendientes prolongadas, propios de la zona andina, que acarrearán agentes tóxicos colocados en los sitios mencionados.

A estos dos factores se une otro como es el ingreso de las personas a un sistema cada vez más exigente, que plantea generar más ingresos económicos a partir de sacrificar tiempos que antes estaban destinados a una adecuada preparación de los alimentos, y también a un apropiado consumo de estos, lo que generaba el máximo aprovechamiento de todos los nutrientes presentes en un determinado producto.

Entonces, el apareamiento de fideos precocidos obtenidos a partir de mezclas farináceas, entre la harina de trigo importado y las harinas obtenidas de productos nativos de la región, conlleva a incentivar una agricultura más solidaria con el ambiente, en donde para mejoras del suelo, solamente prime el recambio generacional de cultivos propios de la zona, esto a la vez lleva a la adaptación de tecnología extranjera para la obtención de harinas y fideos precocidos nacionales, para finalmente



beneficiar al consumidor final, el cual estará frente a un alimento rico en nutrientes, con un elevado índice de digestibilidad y que sea de rápida preparación.

Los fideos son productos que se consumen alrededor del mundo, y que desde el momento de su aparición no han dejado de sufrir variantes en su composición debido a las materias primas propias de la región, lo que incide en la búsqueda de adaptaciones tecnológicas.

La extrusión es un procedimiento versátil que mediante procesos físicos y mecánicos, provoca el aumento de elasticidad en materiales ricos en proteína y carbohidratos, además con el uso de temperaturas y presiones controladas también incide en la degradación de los compuestos presentes en un determinado alimento; sin embargo estos equipos requieren de una calibración o una adaptación tecnológica para que los resultados finales sean favorables para el alimento, motivo por el cual es necesario controlar parámetros como el tiempo de exposición de una muestra determinada, temperatura, humedad, presión, diámetro de tornillo, entre las más importantes.

Una mezcla farinácea obtenida a partir de un 20% de harina de cebada con un 80% de harina de trigo importado, presenta condiciones favorables para un tratamiento de precocción, además esta mezcla no demuestra inconvenientes al momento del laminado y trefilado, factores sumamente importantes que le permitirían resistir un proceso de extruido, con un debido control de las variantes mencionadas en el párrafo anterior.

Por último la adaptación de esta tecnología conlleva a ahorros energéticos y de suministros, los cuales son elevados en un proceso de precocción con el uso de vapor húmedo.

## **6.4 OBJETIVOS**

### **6.4.1 Objetivo principal**

- Estudiar los parámetros de control en un extrusor, que conlleven a la elaboración de un fideo precocido, obtenido a partir de una mezcla farinácea al 80% de harina de trigo importado (*Canada western red spring #1*) y 20% de harina de cebada (variedad *Cañicapa*).

### **6.4.2 Objetivos específicos.**

- Identificar las mejores condiciones de tiempo, diámetro de tornillo, temperatura, presión que implican elaborar un fideo precocido, a partir de la mezcla farinácea planteada, utilizando un extrusor.
- Elaborar un fideo precocido a partir de la mezcla farinácea planteada con las mejores condiciones de tiempo, diámetro de tornillo, temperatura, presión, con el uso de un extrusor.
- Realizar un estudio económico para la instalación de una planta que se dedique a la elaboración de fideos precocidos a partir del uso de harina de cebada al 20% mezclada con 80% de trigo importado.

## **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.**

Un fideo elaborado con la tecnología del vapor húmedo planteada implica gastos exorbitantes de energía y suministros, sin embargo tiene como ventaja que todo el proceso por el hecho de estar visible, puede ser modificado y controlado en cualquier momento.

En las instalaciones industriales modernas y de alta capacidad de producción los procesos como la mezcla, trefilado y amasado, son complementarios con la extrusión. Estos procesos se llevan a cabo en forma secuencial y rápida en un grupo de maquinaria denominada comúnmente “prensa”. [Valls A., 2003]

La extrusión tiene como finalidad aumentar las propiedades viscoelásticas (plásticas) de componentes como las proteínas y los almidones, para lo cual se requiere de una temperatura y presión de vapor controlables. [Virtucio L., 2001]

Se puede describir esta secuencia de procesos de la siguiente manera: las harinas de diversas procedencias son vertidas, en proporciones dadas por la experiencia, en las tolvas de las harineras. Estas máquinas tienen como finalidad mezclar rigurosamente las diferentes partidas de harinas; esta mezcla es conducida a través de tamices vibratorios donde son separadas impurezas como cascarillas, pajas, etc. La materia prima, libre de impurezas, es transportada hacia la parte superior de la prensa, donde se dosifica la cantidad de agua, a ser añadida. La mezcla se realiza mediante un sinfín provisto de paletas, al mismo tiempo que conduce a la masa hacia el tornillo extrusor, donde se completa el proceso. [Valls A., 2003]

El extrusor está provisto de un número variado de moldes, que dan la alternativa de formar fideos (denominados pastas trefiladas) o formar una masa continua de forma tubular. En el proceso de extrusión se alcanza temperaturas elevadas y se recomienda para la formación de fideo, presiones relativamente bajas, lo que conlleva a una pregelatinización del almidón, así como también la desnaturalización de proteínas. [Valls A., 2003]

En este trabajo se elaboró pastas precocidas a partir de mezclas de harina de trigo importado con harinas de cereales y un tubérculo nacional, con la finalidad obtener un producto similar o igual a la pasta elaborada con un 100% de harina de trigo importado, pero manteniendo sus características organolépticas tanto en el aroma, sabor, color, textura como en su calidad culinaria.

Se trabajó con mezclas de harina de trigo importado con harinas nacionales como: cebada, maíz, quinua, trigo nacional y papa al 20%. De acuerdo a los resultados obtenidos, el proceso adecuado para la elaboración de fideos a partir de mezclas de harinas, fue en un tiempo de mezclado de 15 minutos aproximadamente y una absorción de agua de 35%, un secado lento para evitar la formación de microfisuras en la pasta; asimismo se obtuvo buena formación de lámina al 20% de sustitución.

En base a los diferentes análisis realizados, se apreció que el fideo que alcanzó las mejores características en comparación con un tratamiento patrón elaborado a partir del 100% de harina de trigo, es la mezcla al 20% de harina de cebada y 20 minutos de tiempos de precocción en vapor húmedo. Un defecto de este proceso son los excesivos gastos energéticos y de suministros también expuestos en este trabajo, los cuales son justificables debido a que esta investigación tenía como objetivo central, evaluar la incidencia del vapor sobre fideos obtenidos a partir de mezclas farináceas.

La mezcla al 20% de harina de cebada no presenta mayor problema en el laminado y trefilado manual, a diferencia de una mezcla al 20% de harina de quinua o de harina de papa, además se apreció en este estudio, los cambios favorables que suceden en el fideo cuando es sometido a una temperatura elevada con el uso del vapor, debido a su alto porcentaje proteico y de almidones, aunque en este caso no se consideró variaciones en la presión.

La extrusión es un proceso versátil que implica una inversión inicial fuerte, pero que trae consigo ahorros de tipo energético y económico, además que se garantiza un proceso dinámico, aséptico y eficiente.[Valls A., 2003]

## **6.6 FUNDAMENTACIÓN**

La aparición de los fideos se remonta hace aproximadamente 1200 años, hasta hoy existe un debate entre chinos e italianos por saber quien los invento. Hoy en día la cultura oriental se ha trasladado hacia todos los lugares en el mundo, debido al aumento de las comunicaciones y a la migración de sus habitantes. La composición del fideo varía de acuerdo a la región en donde se lo fabrique, debido a la accesibilidad a las materias primas, como también por la cultura gastronómica de cada rincón del mundo. [Virtucio L., 2001]

Los fideos que han tomado popularidad debido al acelerado ritmo de vida de la humanidad, son aquellos de tipo instantáneo, los cuales requieren de tiempos relativamente cortos para su elaboración, además que son alimentos versátiles que pueden ser combinados con cualquier otro tipo de alimento. La economía juega un papel muy importante en transformar el fideo en un producto de consumo masivo, debido a que estos pueden ser fácilmente concebidos como alimentos de bajo costo y por otra parte se considera que un plato con fideos puede ser una comida completa y nutritiva. [Virtucio L., 2001]

Cuando se habla de un proceso automatizado como la extrusión, se debe tener en cuenta la calibración del equipo, con el objetivo de formar pastas homogéneas y precocidas, cuando se toma en cuenta una mezcla farinácea, existen consideraciones en el proceso como el tiempo de amasado, diámetro del tornillo, temperatura a alcanzarse y presión

predestinada a la formación del fideo, todos estos son factores que deben ser estudiados. [Arcentales R.,2003]

Se observa conveniente entonces buscar una alternativa que permita obtener un fideo de similares características al obtenido con la tecnología basada en el uso de vapor húmedo, utilizando una tecnología alternativa que permita abaratar costos, y basado en las propiedades viscoelásticas de los componentes del fideo y también teniendo en cuenta el principio termodinámico, por el cual el vapor favorece a la degradación de las sustancias orgánicas presentes en el producto.

De esta manera se considera obtener un fideo a partir del 20% de harina de cebada con el uso de un extrusor, el cual debe ser debidamente calibrado.

La extrusión es definida como "el proceso que consiste en dar forma a un producto, forzándolo a través de una abertura con diseño específico". Así pues, la extrusión puede o no implicar simultáneamente un proceso de cocción. [Valls A., 2003]

En la extrusión de cereales o harinas, el producto se va humedeciendo hasta alcanzar una humedad entre el 22-30%, y la temperatura se va incrementando por la transformación de la energía mecánica en calor en el mismo cañón del extruder, la configuración del extruder asegura las condiciones de fricción y cizallamiento adecuado. El agua es sometida a temperaturas muy superiores a las de su vaporización, pero permanece en estado líquido porque se encuentra sometida a elevadas presiones (varias decenas de atmósferas). [Valls A., 2003]

En el momento en que el producto sale por el agujero de la matriz, el agua que está íntimamente mezclada con el producto sufre un brusco

cambio de presión y se evapora instantáneamente. Es por ello que el producto sufre una expansión de las cadenas proteicas así como las de almidón son modificadas, aumentando la superficie y haciéndose más susceptible a la acción enzimática, con lo que el producto se hace más digestible. [Valls A., 2003]

## **6.7 METODOLOGÍA MODELO OPERATIVO**

Se ha detallado claramente la obtención de fideos precocidos, elaborados a partir del 20% de harina de cebada y 20 minutos de exposición al vapor; sin embargo el proceso de extrusión mencionado crea cambios en el procedimiento de obtención de fideos precocidos.

En la Tabla E1 se desarrolla el modelo operativo y el plan de acción planteado en esta propuesta; cabe mencionar que en esta tabla se anotó valores económicos estimados y teniendo en cuenta también el valor de la compra de equipos, con todo esto la tabla se centra en la búsqueda de la metodología adecuada para obtener un fideo precocido en donde participe la harina de cebada.

A continuación se enlista los materiales necesarios para la medición y observación de parámetros de calidad como tiempos de cocción, porcentaje de hinchamiento y recuento microbiano

### **6.7.1 Materiales y equipos**

#### **Materiales :**

- Vasos de precipitación de 50, 100 y 250 ml
- Probetas de 250 ml

- Pinzas
- Gradilla
- Buretas de 50 ml
- Pipetas
- Cajas Petri
- Varillas de agitación
- Morteros y cápsulas de porcelana

**Utensilios:**

- Cuchillos
- Cucharas
- Refrigeradora

**Equipos:**

- Mesa de acero inoxidable
- Cocina a gas
- Mezcladora o amasadora
- Extrusor de corto tiempo y alta temperatura
- Estufa
- Cámara de flujo laminar
- Autoclave
- Centrífuga
- Incubadoras
- Balanza analítica y de precisión.



## **Reactivos:**

Para la elaboración del fideo:

- Cloruro de sodio.
- Metabisulfito de sodio
- Carbonato de sodio, Carbonato de potasio y Fosfato de sodio (mejoradores de color)
- Alginatos o fécula de papa para mejorar la textura

Para determinación de acidez:

- Fenoftaleina 0,1 N
- Solución de hidróxido de sodio 0,01N

Para realizar análisis microbiológicos:

- Agar PCA
- Agar PDA
- Agar Cristal violeta

### **6.7.2 Tecnología de elaboración**

**Recepción.-** La adquisición de materia prima de óptima calidad, evitando alguna alteración o contaminación, es importante para garantizar la inocuidad y la calidad del producto final.

**Pesado.-** Se toma en cuenta el peso de la materia prima con la finalidad de aplicar las diferentes formulaciones existentes para la elaboración de pastas, y al final determinar rendimientos.

**Mezclado.-** Esta operación consiste en mezclar una cantidad determinada de las harinas de trigo importado y harina de cebada, sal y metabisulfito de sodio (utilizada en proporciones de 30-50-200-1000ppm), se puede añadir cualquier tipo de mejorador tanto químico como enzimático.

**Extruído.-** en esta fase se realiza un amasado de la mezcla, donde se dosifica la cantidad de agua, a ser añadida. La mezcla se realiza mediante un sinfín provisto de paletas, al mismo tiempo que conduce a la masa hacia el tornillo extrusor, donde la elevada temperatura del vapor y la elevada presión, ocasiona la desnaturalización de los componentes presente en el fideo.

El extrusor está provisto de un número variado de moldes, que dan la alternativa de formar fideos (denominados pastas trefiladas) o formar una masa continua de forma tubular, que es conducida a otro proceso como es el retino o laminado para posteriormente dar origen a los fideos.

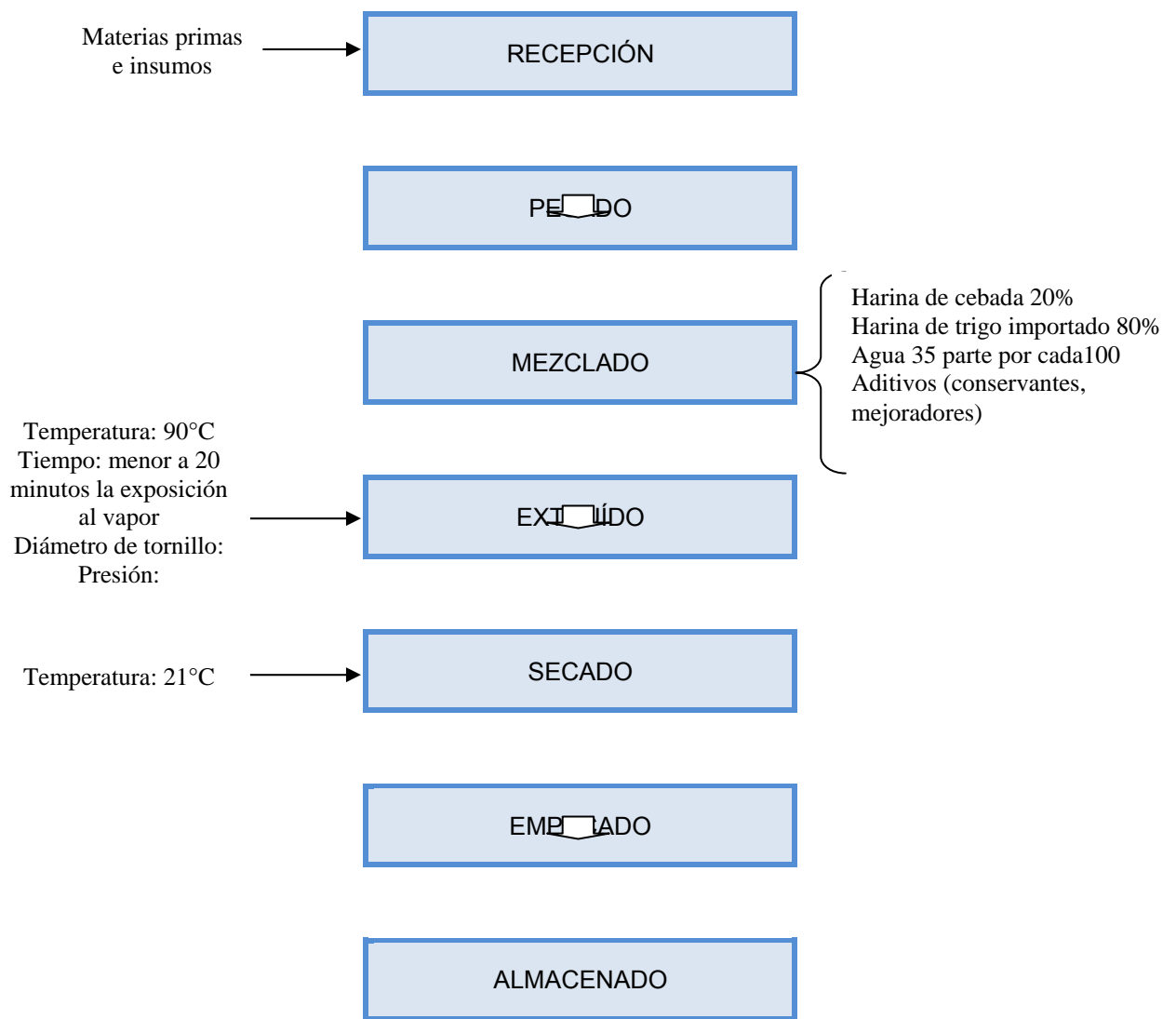
**Secado.-** El objetivo del secado es disminuir el contenido de humedad del producto a un 12 o 13% de manera que los fideos tengan un tiempo largo de vida útil, mantengan su forma y se almacenen sin deteriorarse, por lo que esta operación es una de las más delicadas ya que la pasta es higroscópica y un inadecuado secado conllevaría a una fermentación de la pasta si este fuera muy lento, o de lo contrario si fuera muy rápido se tuviera la formación de microfisuras las cuales conllevarían a la rotura de la pasta.

**Empacado.-** El producto se coloca en fundas de polipropileno 08H85DB con un contenido de 100 g., luego se sellan para asegurar su buena

conservación e higiene durante su almacenamiento, transporte y expendio.

**Almacenado.-** El producto se almacena en lugares secos, bien ventilados y sobre lugares que garanticen una buena circulación de aire.

**Gráfica 10. Diagrama de flujo para la obtención de fideos instantáneos con el uso de un extrusor**



## **6.8 ADMINISTRACIÓN.**

En la ejecución del proyecto antes mencionado se deberá tener en cuenta la administración de los recursos utilizados y estará coordinada por los responsables del proyecto. En la Tabla E2 se detalla la administración de la propuesta

## **6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

Este análisis se encuentra descrito en la Tabla E3

## MATERIALES DE REFERENCIA

### Lista Bibliográfica

1. ACOSTA K., ROMAN A. 2005. "Usos Alternativos de la Harina de Cebada Cultivada en el Estado de Hidalgo en la Industria de las Pastas". Centro de Investigaciones Químicas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. Pags 1-59
2. ARCENALES, R. 2003 "Diseño de un Equipo Extrusor HPLV destinado a la elaboración de snacks" Universidad Central del Ecuador-Facultad de Ingeniería Química. Pags. 23-68
3. ARQUEROS, V. 2009. "Cómo optimizar el Control de Calidad de Pastas: Materias Primas y Producto Terminado". GRANOTEC Argentina.
4. ASTUDILLO, F.1999 "Problemas Ambientales asociados con la Agricultura en Sudamérica" Editorial Prensa Moderna. Buenos Aires-Argnetina. Págs: 38-72
5. CERDA, L., 2010. "Estudio de las propiedades funcionales de proteínas de las harinas de maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), quinua (*Chenopodium quinoa*), papa (*Solanum tuberosum*), trigo (*Triticum aestivum*) nacional e importado para orientar su uso panificación y pastas". Tesis de Grado, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Pág. 14-22,121
6. COLINA, J., GUERRA, M. "Cinética de secado en bandejas de arroz integral precocido" Universidad Simón Bolívar departamento de procesos biológicos y bioquímicos Caracas-Venezuela, disponible en: CIBIA vol 16(1) Pág. 205-207

7. COMBARIZA A., SÁNCHEZ D., 2006. “Estudio de la obtención de un alimento precocido a partir de cultivos biofortificados” Productos Colombianos Bogota-Colombia. Pag 5-10
8. DANA, O., 1987. “Manual de Ciencia de los Alimentos”. Editorial Acribia. Pág. 27
9. H. Egan, R.S. Kirk, R. Sawyer, Análisis Químicos de Alimentos de Pearson, Compañía Editorial Continental, S.A. De C.V. Pág. 56-57
10. GUOQUAN, H, Ph.D Mark Kruk, Wheat Marketing Center 1999. “Asian noodle technology”, disponible en: Technical Bulletin, ORIENTAL FOOD
11. F.L. Hart, H.J. Fischer, “Análisis Moderno de los Alimentos”, Editorial Acribia. Zaragoza-España 1990, 1era edición. Pág.1-4.
12. LASCANO, A., 2010. “Estudio reológico de mezclas de harinas de cereales: cebada (*Hordeum vulgare*), maíz (*Zea mays*), quinoa (*Chenopodium quinoa*), trigo (*Triticum vulgare*) y tubérculo: papa (*Solanum tuberosum*) nacionales con trigo (*Triticum vulgare*) importado para orientar su uso en la elaboración de pan y pastas alimenticias”. Tesis de Grado, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Pág. 109
13. Mundi-prensa Libros; SA., 1996. “Harinas tostadas para panificación y bollería” 1<sup>era</sup> edición. Madrid-España. Pág. 83-89
14. R. Matissek, M. Schnepel, G. Steiner, 1992. “Análisis de los Alimentos”, Editorial Acribia, S.A. Zaragoza-España, 1era edición. Pág. 4-5.
15. NEVERO, J., 2003 “Optimización de la esterilización comercial con el objetivo de minimizar la perdida del valor nutrimental y maximizar la conservación de las propiedades sensoriales del alimento” Alimentos Procesados. Pag. 24-26

16. PAZMIÑO, J., SALAVARRÍA, 1982. “Evaluación de mezclas de Harinas de Trigo ecuatoriano e importado para Panificación”, Tesis de Grado, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Pág. 8-14.

17. PROYECTO PHPPF, 2009. “Desarrollo de Mezclas Farináceas de Cereales (maíz, quinua y cebada) y papas ecuatorianas como sustitutos parciales del trigo importado para la elaboración de pan y fideos”. UTA-SENACYT.

18. SALTOS H., 1993. “Diseño Experimental”. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos”. UTA. Ambato–Ecuador, Pág. 12-21.

19. VALLS, A., 2003 “El proceso de extrusión en cereales y habas de soja y el efecto de la extrusión sobre la utilización de nutrientes” Barcelona-España” disponible en: Revista “IX CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA”. Pág. 16-20

20. VARGAS, A y SÁNCHEZ, 2006. “Estudio de la obtención de un alimento partiendo de cultivos andinos” Productos Colombianos Bogota-Colombia Págs. 20-22

21. Universidad de la República. Facultad de Agronomía, 2010. Grupo 11. “Cultivo de Invierno. Cebada” Montevideo-Uruguay. Pág. 20-26

#### **Lista de páginas web.**

1. ALAVA., C 2008 “Fécula de mandioca”, disponible en: [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/horta/Fecula-Mandioca/Fecula\\_Mandioca\\_01.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/horta/Fecula-Mandioca/Fecula_Mandioca_01.htm)

2. Anónimo, 2003. "Medios de calefacción y aplicaciones en el tratamiento de alimentos", disponible en: <http://www.ikerlarre.e.telefonica.net/paginas/escaldado.htm>"
3. BOWSER, T., 2001 FAPC Food Process Engineer "Steam basics for food processors", disponible en: ["http://www.fapc.okstate.edu/files/factsheets/fapc142.pdf](http://www.fapc.okstate.edu/files/factsheets/fapc142.pdf)
4. BOTANICAL. 1999. "Los Cereales". disponible en <http://www.botanical-online.com/cereales.htm>
5. Bruno, R 2005. Artículo 685 Argentino sobre harina de papa. "Birrefrgerancia", disponible en: [www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2002/mar-abr/Art.-5.pdf](http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2002/mar-abr/Art.-5.pdf).
6. Composición de los alimentos y puntos de control, 2001, "Distribución del agua en los alimentos", disponible en: <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r18731.DOC>"
7. FAO, 2000. El trigo y la economía sudamericana disponible en: ["www.fao.org/DOCREP/003/X76505/X7650s08.htm"](http://www.fao.org/DOCREP/003/X76505/X7650s08.htm)
8. FAO, 1990. Cultivos andinos, disponible en: ["http://www.ttc.fao.org/Yes/agricultura/produccion/adrom/contenido/libro10/cao04.htm"](http://www.ttc.fao.org/Yes/agricultura/produccion/adrom/contenido/libro10/cao04.htm)
9. FAO, 2000. Productos andinos "QUINUA" disponible en: ["http://www.fao.org/contenido/libro03/cap9.htm"](http://www.fao.org/contenido/libro03/cap9.htm)
10. FAO, 2008 Productos andinos "PATATA" disponible en: ["www.potato2008.org/es/mundial/america-latina.html"](http://www.potato2008.org/es/mundial/america-latina.html).



11. FAO, 2000 Productos andinos “El maíz”, disponible en: “[www.fao.org/DOCREP/003/X76505/X7650s08.htm](http://www.fao.org/DOCREP/003/X76505/X7650s08.htm)”
12. FAO, 2007. Cereales, raíces feculentas y otros alimentos con alto contenido de carbohidratos, disponible en: “<http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0u.htm>”
13. FAO, 1999. Inocuidad de los Alimentos para las Américas y el Caribe, disponible en: “<http://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/010/af182s.pdf>”
14. FAO/OMS, 2005. Garantía de la calidad e inocuidad de los alimentos, disponible en: <http://www.fao.org/docrep/meeting/X2805S.htm>
15. Fideos Oriental 1999. “Búsqueda de nuevos mercados en la región andina”, disponible en: [www.explored.com.ec/molinos-ecuador/html](http://www.explored.com.ec/molinos-ecuador/html) “
16. Food and Nutrition Board of the National Research Council, 2010. National Academy of Sciences; artículo 11 disponible en: “<http://www.carbohydrates.org/art/docs.html>”
17. Guoquan, Hou., 1998 “Effect of steaming time on microstructural changes of instant noodles” disponible en: <http://pdfcast.org/pdf/the-effect-of-steaming-time-on-microstructural-changes-of-instant-noodles>
18. HAROLD A. ACOSTA. 2004. “Envejecimiento de Almidones Termoplásticos Agrios de Yuca y Nativos de Papa por Microscopía de Fuerza Atómica” Universidad del Valle, Depto. Ing. de Alimentos, Calle 13 No. 100-00. AA 25360 Cali-Colombia, disponible en: “[http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071807642006000300011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071807642006000300011&script=sci_arttext)”

19. Infoagro, 2001. "Microorganismos productores de alteraciones en los alimentos". Pág. 1, disponible en: [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)
20. KENT, N., 2001. "Diccionario Enciclopédico de plantas útiles del Perú", disponible en: "<http://taninos.tripod.com/quinua.htm>"
21. Malca G, Oscar, 2008. Fideos Imperial Enriquecidos con Kiwicha, disponible en: "<http://www.upbusiness/docs/mercados/a.pdf>"
22. MINESOTA P., 2005 AACC (American Association of cereal Chemist). "Approces Methods". ST, disponible en: "[www.approcesmethods.org.com](http://www.approcesmethods.org.com)"
23. MINESOTA P., 1994. "Desarrollo de alimentos precocidos por extrusión a base de maíz-leguminosa AACC" (American Association of Cereal Chemist). "Approved Methods". disponible en: "[www.aacc.scielo.com/news\\_details.asp?id=17917](http://www.aacc.scielo.com/news_details.asp?id=17917)"
24. MIRANDA, Z., 2001 "Soberania Alimentaria en Latinoamérica" disponible en: "[http://www.alimentarie.org/alimentos%20tierra/fungicidas\\_floricolas.htm](http://www.alimentarie.org/alimentos%20tierra/fungicidas_floricolas.htm)"
25. Melse-Boonstra A., Martini E., 2000. Instant Noodles A Potential Fortification disponible en: "[www.fortificationbasics/fromtheamericanpeople/USAIDS.htm](http://www.fortificationbasics/fromtheamericanpeople/USAIDS.htm)"
26. Muñoz J., 2007 Zonas del vapor húmedo, disponible en: "<http://www.spiraxsarco.com/mx/resources/steam-tables/wet-steam.asp>"
27. Muñoz, J., 2007 COMPAÑÍA DE VAPOR "Tipos de Vapor y sus Aplicaciones" disponible en: "<http://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/types-of-steam.htm>"

28. NOVASINA, 2009. "La importancia de la actividad de agua aw", disponible en: [comercial@mathiasbcn.com](mailto:comercial@mathiasbcn.com)
29. Portal de alimentación sana 2000. "Propiedades y ventajas de la papa", disponible en: "<http://www.alimentación-sana.com.ar/Portal%20nuevo/actualizaciones/papa.htm>"
30. Proceso para la preparación de fideos fritos instantáneos, 2001, disponible en: "<http://www.patentesonline.cl/proceso-para-la-preparacion-de-fideos-fritos-instantaneos-donde-se-mezcla-harina-23692.html>"
31. REPO, R., 2004 "Procesamiento de pastas alimenticias precocidas, elaboradas a partir de harina de centeno" Revista de la Asociación de Licenciados en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Galicia, disponible en: [http://dialnet.unirioja.es/servlet/listaarticulos?tipo\\_busqueda=EJEMPLAR&revista\\_busqueda=6905&clave\\_busqueda=120644](http://dialnet.unirioja.es/servlet/listaarticulos?tipo_busqueda=EJEMPLAR&revista_busqueda=6905&clave_busqueda=120644)"
32. RICOY, C., 2006 "Contribución sobre los paradigmas de investigación", disponible en: <http://coralx.ufsm.br/revce/revce/2006/01/a1.htm>
32. SANDOVAL, G., 2010 "Proyecto de harinas para panificación y fideos", disponible en: <http://becassenacyt.gov.ec/proyectos/fichja.php?cod=29>
33. SILVA, M. SARABIA, S. 2005 "Control del pardeamiento enzimático en papa fripapa (Bulk México 378158721) Variedad INIAP". proyecto de Investigación. Universidad Técnica de Ambato-FCIAL, Ecuador. <http://fcial.uta.edu.ec/archivos/fripapa.pdf>
34. VIRTUCIO, L., 2001. Tallarines Orientales "Programa de investigación y desarrollo" disponible en: "[www.povam.com](http://www.povam.com)"

## ANEXO A

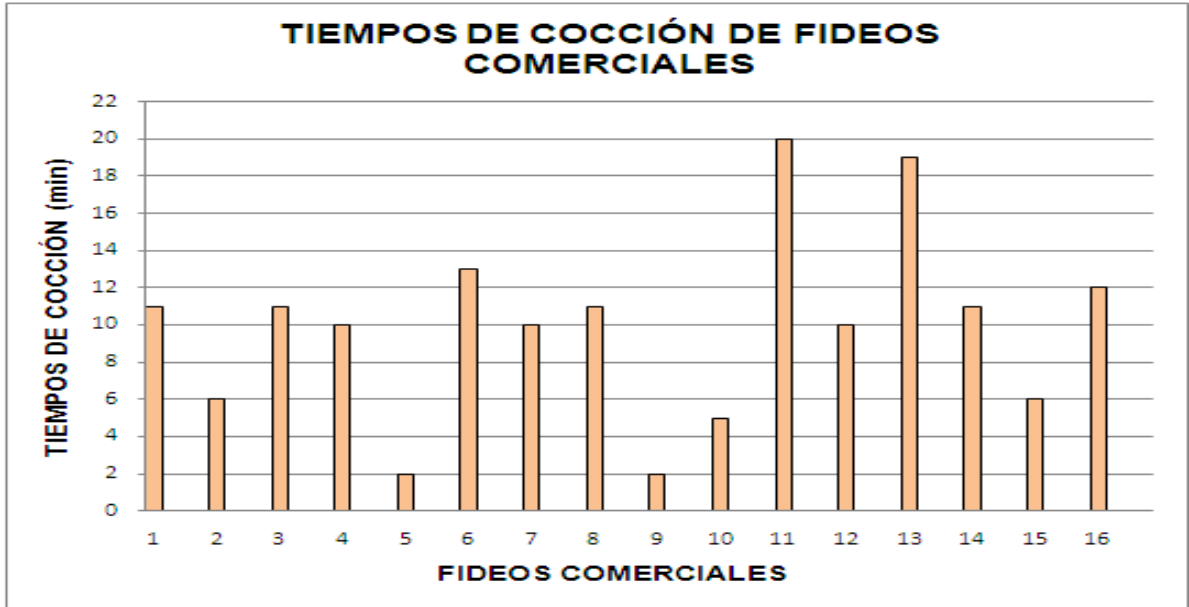
**Tabla A1 Datos preliminares de tiempos de cocción, porcentaje de hinchamiento, y porcentaje de materia seca observado en fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas.**

	Tratamientos	Réplicas	Tiempo de cocción (min)	Hinchamiento (%)	Extracto seco (%)		Humedad (%)	
					Agua de cocción	Agua de lavado		
1	100% Harina de Trigo Importado	T1	R1	8,0	121,6	8,7	1,3	12,1
			R2	7,0	125	8,5	1,2	11,9
			R3	8,0	129,4	8,6	1,3	12,0
2	80% Harina de Trigo Importado + 20% Harina Trigo Nacional	T2	R1	11,7	109,4	9,0	1,0	6,4
			R2	11,4	104,4	9,0	0,7	7,0
			R3	11,1	112,8	9,5	1,0	6,7
3	70% Harina de Trigo Importado + 30% Harina Trigo Nacional	T3	R1	16,0	102,4	9,5	1,5	8,0
			R2	17,0	120,4	9,8	1,3	7,3
			R3	17,0	121,6	9,5	1,6	7,7
			R2	18,0	125,4	10,2	1,8	8,2
			R3	18,0	125,8	9,5	1,6	8,6
6	80% Harina de Trigo Importado + 20% Harina Cebada Nacional	C2	R1	11,0	110,5	7,5	2,0	8,2
			R2	11,0	112,3	9,1	2,0	9,0
			R3	12,0	110,7	8,5	2,1	8,6
7	70% Harina de Trigo Importado + 30% Harina Cebada Nacional	C3	R1	12,0	126,4	11,0	1,0	7,3
			R2	12,0	133,6	10,7	1,0	8,0
			R3	11,0	128,4	11,3	1,1	7,7
8	60% Harina de Trigo Importado + 40% Harina Cebada Nacional	C4	R1	12,0	130,9	14,4	1,5	8,4
			R2	13,0	129,3	14,2	1,2	8,2
			R3	14,0	127,3	14,0	1,3	8,3
9	80% Harina de Trigo Importado + 20% Harina Maíz Nacional	M2	R1	11,2	128,4	6,8	3,2	7,8
			R2	12,1	128,4	6,5	3,5	7,2
			R3	10,8	132,4	6,3	3,3	7,5
10	70% Harina de Trigo Importado + 30% Harina Maíz Nacional	M3	R1	12,0	110,4	7,2	3,8	9,0
			R2	14,0	124,4	10,9	3,8	9,0
			R3	13,0	125,6	11,5	3,6	9,0
12	80% Harina de Trigo Importado + 20% Harina Quinua Nacional	Q2	R1	11,0	125,6	12,0	1,2	8,4
			R2	14,0	126,4	11,7	1,6	8,2
			R3	13,0	126,6	11,2	1,6	8,3
13	70% Harina de Trigo Importado + 30% Harina Quinua Nacional	Q3	R1	12,0	115,4	12,8	1,3	9,1
			R2	13,0	112,3	13,6	1,7	9,0
			R3	14,0	111,6	13,2	1,5	9,1
15	80% Harina de Trigo Importado + 20% Harina Papa Nacional	P2	R1	16,0	123,2	9,8	1,8	5,4
			R2	16,0	116,6	9,2	2,1	5,6
			R3	15,0	124,0	9,7	2,1	5,5
16	70% Harina de Trigo Importado + 30% Harina Papa Nacional	P3	R1	20,0	125,2	11,7	11,2	3,0
			R2	19,0	127,8			5,6
			R3	18,0	127,8	12,2	4,1	6,3

**Fuente: Proyecto de Harinas Para Pan y Fideos-UOITA**

**Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011**

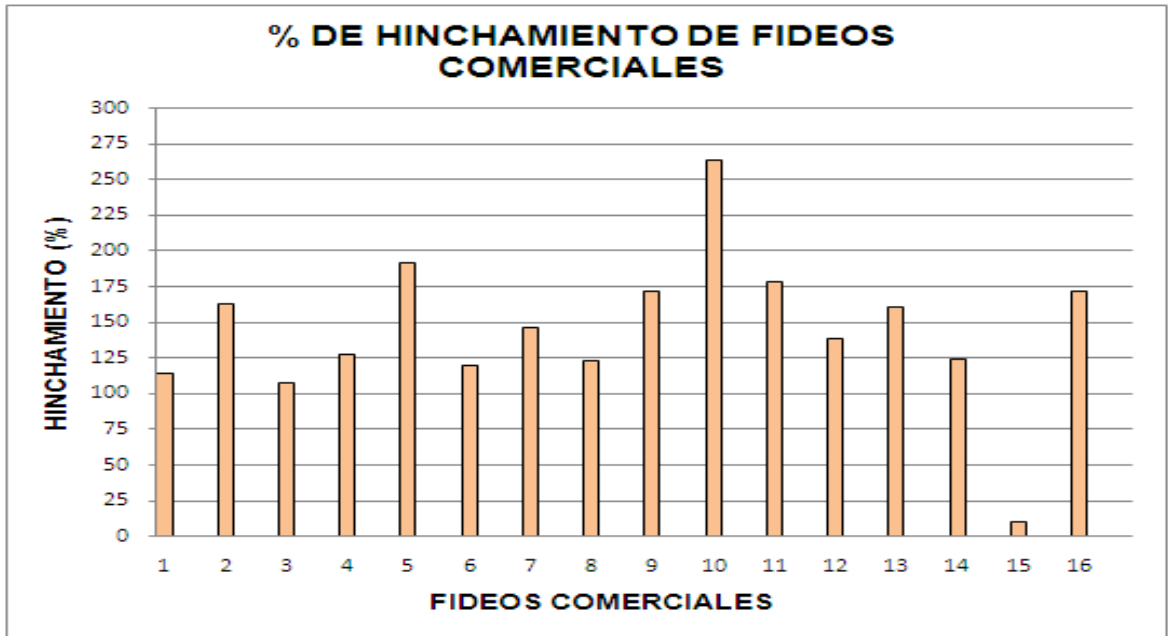
**Gráfica A1.**



Fuente: Proyecto de Harinas Para Pan y Fideos-UOITA

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

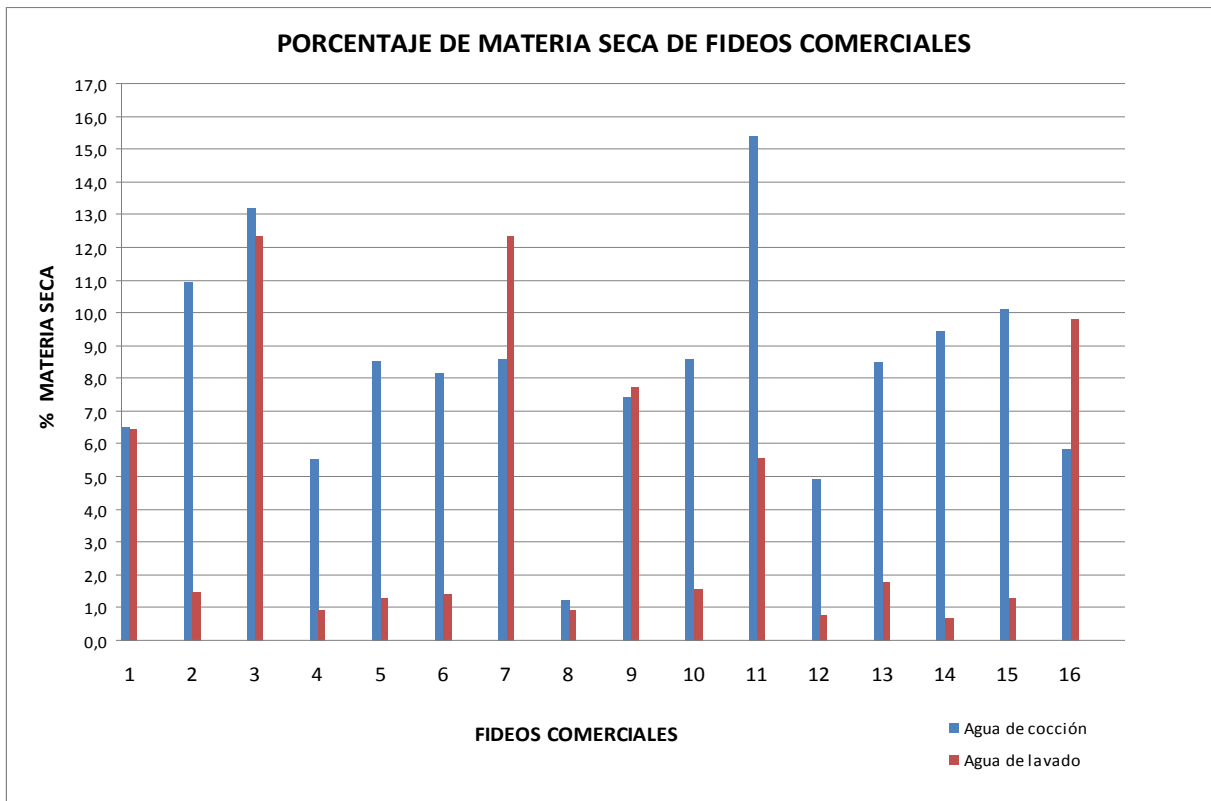
**Gráfica A2**



Fuente: Proyecto de Harinas Para Pan y Fideos-UOITA

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

**Gráfica A3.**



**Fuente: Proyecto de Harinas Para Pan y Fideos-UOITA**

**Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011**

### SIMBOLOGÍA

- |                                    |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Fideos Toscana coditos          | 9. Fideos Oriental cabello de ángel |
| 2. Fideos Paca lazo pequeño        | 10. Fideos Oriental spaguetti       |
| 3. Fideos Sumesa tirabuzón         | 11. Fideos Toscana tallarines       |
| 4. Fideos Fabianelly spaghettoni 7 | 12. Fideos El Progreso              |
| 5. Fideos Oriental Rapidito        | 13. Fideos Pasta Gino               |
| 6. Fideos Fabianelly fusilli 85    | 14. Sumesa tallarines               |
| 7. Fideos Barilla spaguetti        | 15. Fideo Trigo Nacional 100%       |
| 8. Fideos Don Vitorio spaguetti    | 16. Fideo Akí Broca                 |

## ANEXO B

**Tabla B1 Tiempos de cocción en fideos precocidos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas**

Tratamientos	Tiempos de cocción			Promedio (s)
	R1 (s)	R2 (s)	R3 (s)	
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	215	212	225	217
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	213	195	200	203
a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	173	193	188	185
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	260	275	280	272
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	230	233	248	237
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	235	240	235	237
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	265	270	265	267
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	238	243	243	241
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	243	240	243	242
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	285	275	283	281
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	288	288	280	285
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	270	273	258	267
a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	280	288	280	283
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	278	280	268	275
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	260	270	263	264
a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>	283	283	275	280
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	260	263	273	265
a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	238	245	243	242

**Fuente: Proyecto de Harinas Para Pan y Fideos-UOITA**

**Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011**

### **SIMBOLOGÍA:**

#### **Composición de los diferentes fideos**

a<sub>0</sub>= 100% harina de trigo importado

a<sub>1</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de cebada

a<sub>2</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de trigo nacional

a<sub>3</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de maíz

a<sub>4</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de quinua

a<sub>5</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de papa

#### **Tiempos de precocido**

b<sub>0</sub>= 15 min

b<sub>1</sub>= 20 min

b<sub>2</sub>= 25 min

**Tabla B2. Análisis de varianza (ANOVA) para tiempos de cocción en fideos obtenidos a partir de mezclas precocidas, tomando como tratamiento patrón a<sub>0</sub>.**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
<b>MAIN EFFECTS</b>					
A: Tratamiento	34425,9	5	6885,19	164,18	0,0000
B: Tiempo	6683,81	2	3341,91	79,69	0,0000
C: Replica	78,8148	2	39,4074	0,94	0,4007
<b>INTERACTIONS</b>					
AB	1900,63	10	190,063	4,53	0,0004
RESIDUAL	1425,85	34	41,9368		
TOTAL (CORRECTED)	44515,0	53			

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 4.0

**Tabla B3. Prueba de Tukey realizada a las 6 mezclas farináceas (Factor A), para los datos de tiempo de cocción a un 0,05% de significancia**

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Tratamientos	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
0	9	201,556	2,18049	D
1	9	248,444	2,18049	C
2	9	250,0	2,18049	C
5	9	262,556	2,18049	B
4	9	274,111	2,18049	A
3	9	277,778	2,18049	A

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1



**Tabla B4. Prueba de Tukey realizada a los 3 tiempos de precocción (Factor B), para los datos de tiempo de cocción a un 0,05% de significancia**

-----

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Tiempos	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
25	18	239,444	1,54184	C
20	18	251,167	1,54184	B
15	18	266,611	1,54184	A

-----

**Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1**

**Tabla B5. Prueba de Tukey realizada a la interacción de los factores mezcla a la que pertenece el fideo y el tiempo de precocido (A\*B), para los datos de tiempo de cocción a un 0,05% de significancia**

-----

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Tratamientos	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a0b2	3	184,667	3,73257	F
a0b1	3	202,667	3,73257	FE
a0b0	3	217,333	3,73257	ED
alb2	3	236,667	3,73257	DC
alb1	3	237,0	3,73257	DC
a2b1	3	241,333	3,73257	C
a2b2	3	242,0	3,73257	C
a5b2	3	242,0	3,73257	C
a4b2	3	264,333	3,73257	B
a5b1	3	265,333	3,73257	B
a2b0	3	266,667	3,73257	BA
a3b2	3	267,0	3,73257	BA
alb0	3	271,667	3,73257	BA
a4b1	3	275,333	3,73257	BA
a5b0	3	280,333	3,73257	BA
a3b0	3	281,0	3,73257	BA
a4b0	3	282,667	3,73257	BA
a3b1	3	285,333	3,73257	A

-----

**Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1**

**Tabla B6. Porcentajes de humedad observados en fideos precocidos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas**

Tratamientos	Humedad			Promedio
	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	9,8	9,9	9,5	9,7
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	10,1	11,9	12,1	11,4
a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	11,5	11,0	11,1	11,2
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	9,8	10,2	10,1	10,0
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	9,9	10,3	10,3	10,2
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	10,5	9,8	10,0	10,1
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	8,9	8,5	8,9	8,8
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	10,5	10,5	11,0	10,7
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	11,4	10,9	10,9	11,1
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	10,0	9,8	10,0	9,9
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	10,4	10,5	10,7	10,5
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	12,0	12,1	11,3	11,8
a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	8,9	8,8	9,1	8,9
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	9,9	9,3	9,7	9,6
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	10,1	10,8	10	10,3
a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>	9,0	9,4	8,8	9,1
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	9,4	9,4	9,1	9,3
a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	10,3	10,3	9,7	10,1

Fuente: Proyecto de Harinas Para Pan y Fideos-UOITA

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

### **SIMBOLOGÍA:**

#### **Composición de los diferentes fideos**

a<sub>0</sub>= 100% harina de trigo importado

a<sub>1</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de cebada

a<sub>2</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de trigo nacional

a<sub>3</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de maíz

a<sub>4</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de quinua

a<sub>5</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de papa

#### **Tiempos de precocido**

b<sub>0</sub>= 15 min

b<sub>1</sub>= 20 min

b<sub>2</sub>= 25 min

**Tabla B7. Análisis de varianza (ANOVA) para porcentajes de humedad en fideos obtenidos a partir de mezclas precocidas, tomando como tratamiento patrón a<sub>0</sub>.**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
<b>MAIN EFFECTS</b>					
A:Tratamientos	13,1883	5	2,63767	17,73	0,0000
B:Tiempos	16,8433	2	8,42167	56,60	0,0000
C:Replicas	0,0411111	2	0,0205556	0,14	0,8715
<b>INTERACTIONS</b>					
AB	7,10333	10	0,710333	4,77	0,0003
RESIDUAL	5,05889	34	0,148791		
TOTAL (CORRECTED)	42,235	53			

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 4.0

**Tabla B8. Prueba de Tukey realizada a las 6 mezclas farináceas (Factor A), para los datos de porcentaje de humedad a un 0,05% de significancia**

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Tratamientos	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
5	9	9,48889	0,124747	C
4	9	9,62222	0,124747	CB
1	9	10,1	0,124747	B
2	9	10,1667	0,124747	B
3	9	10,7556	0,124747	A
0	9	10,7667	0,124747	A

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1

**Tabla B9. Prueba de Tukey realizada a los 3 tiempos de precocción (Factor B), para los datos de porcentaje de humedad a un 0,05% de significancia**

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Tiempos	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
15	18	9,41111	0,0882092	C
20	18	10,2778	0,0882092	B
25	18	10,7611	0,0882092	A

**Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1**

**Tabla B10. Prueba de Tukey realizada a la interacción de los factores mezcla a la que pertenece el fideo y el tiempo de precocido (A\*B), para los datos de porcentaje de humedad a un 0,05% de significancia**

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Tratamientos	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a2b0	3	8,76667	0,217307	I
a4b0	3	8,93333	0,217307	IH
a5b0	3	9,06667	0,217307	IHG
a5b1	3	9,3	0,217307	IHGF
a4b1	3	9,63333	0,217307	IHGFE
a0b0	3	9,73333	0,217307	IHGFE
a3b0	3	9,93333	0,217307	HGFED
a1b0	3	10,0333	0,217307	HGFED
a1b2	3	10,1	0,217307	GFEDC
a5b2	3	10,1	0,217307	GFEDC
a1b1	3	10,1667	0,217307	GFEDC
a4b2	3	10,3	0,217307	FEDCB
a3b1	3	10,5333	0,217307	EDCB
a2b1	3	10,6667	0,217307	EDCBA
a2b2	3	11,0667	0,217307	DCBA
a0b2	3	11,2	0,217307	CBA
a0b1	3	11,3667	0,217307	BA
a3b2	3	11,8	0,217307	A

**Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1**

**Tabla B11. mg de Hidróxido de sodio necesario para neutralizar la acidez presente en fideos precocidos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas**

Tratamientos	Acidez (mg de NaOH)			Promedio
	R1 (s)	R2 (s)	R3 (s)	
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	0,07	0,08	0,08	0,08
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	0,10	0,08	0,10	0,09
a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	0,10	0,11	0,13	0,11
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	0,06	0,07	0,08	0,07
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	0,12	0,13	0,13	0,13
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	0,10	0,12	0,14	0,12
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	0,09	0,08	0,09	0,09
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	0,10	0,12	0,11	0,11
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	0,11	0,12	0,11	0,11
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	0,12	0,12	0,12	0,12
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	0,15	0,14	0,12	0,14
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	0,12	0,15	0,14	0,14
a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	0,12	0,13	0,12	0,12
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	0,11	0,13	0,14	0,13
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	0,13	0,13	0,12	0,13
a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>	0,13	0,12	0,13	0,13
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	0,14	0,13	0,13	0,13
a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	0,14	0,13	0,14	0,14

Fuente: Proyecto de Harinas Para Pan y Fideos-UOITA

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

### **SIMBOLOGÍA:**

#### **Composición de los diferentes fideos**

a<sub>0</sub>= 100% harina de trigo importado

a<sub>1</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de cebada

a<sub>2</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de trigo nacional

a<sub>3</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de maíz

a<sub>4</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de quinua

a<sub>5</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de papa

#### **Tiempos de precocido**

b<sub>0</sub>= 15 min

b<sub>1</sub>= 20 min

b<sub>2</sub>= 25 min

**Tabla B12 Porcentaje de ácido láctico medido en fideos precocidos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas**

Tratamientos	Porcentaje de ácido láctico			Promedio
	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	0,012	0,014	0,015	0,014
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	0,017	0,014	0,017	0,016
a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	0,017	0,019	0,023	0,020
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	0,010	0,012	0,014	0,012
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	0,021	0,023	0,023	0,022
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	0,017	0,021	0,024	0,021
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	0,016	0,014	0,016	0,015
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	0,017	0,021	0,019	0,019
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	0,019	0,021	0,019	0,020
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	0,021	0,021	0,021	0,021
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	0,026	0,024	0,021	0,024
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	0,021	0,026	0,024	0,024
a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	0,021	0,023	0,021	0,022
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	0,019	0,023	0,024	0,022
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	0,023	0,023	0,021	0,022
a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>	0,023	0,021	0,023	0,022
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	0,024	0,023	0,023	0,023
a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	0,024	0,023	0,024	0,024

Fuente: Proyecto de Harinas Para Pan y Fideos-UOITA

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

**SIMBOLOGÍA:**

**Composición de los diferentes fideos**

a<sub>0</sub>= 100% harina de trigo importado

a<sub>1</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de cebada

a<sub>2</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de trigo nacional

a<sub>3</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de maíz

a<sub>4</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de quinua

a<sub>5</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de papa

**Tiempos de precocido**

b<sub>0</sub>= 15 min

b<sub>1</sub>= 20 min

b<sub>2</sub>= 25 min

**Tabla B13. Análisis de varianza (ANOVA) para porcentaje de ácido láctico, obtenidos a partir de 6 diferentes mezclas, tomando como tratamiento patrón a<sub>0</sub>.**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
<b>MAIN EFFECTS</b>					
A:Tratamientos	0,000366667	5	0,0000733333	22,80	0,0000
B:Tiempos	0,000164111	2	0,0000820556	25,52	0,0000
C:Replicas	0,0000173333	2	0,00000866667	2,70	0,0819
<b>INTERACTIONS</b>					
AB	0,000125889	10	0,0000125889	3,91	0,0013
RESIDUAL	0,000109333	34	0,00000321569		
TOTAL (CORRECTED)	0,000783333	53			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

**Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1**

**Tabla B14. Prueba de Tukey realizada a las 6 mezclas farináceas (Factor A), para los datos obtenidos de porcentaje de ácido láctico, a un 0,05% de significancia**

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Tratamientos	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
0	9	0,0164444	0,000569817	B
2	9	0,018	0,000569817	B
1	9	0,0183333	0,000569817	B
4	9	0,022	0,000569817	A
3	9	0,0227778	0,000569817	A
5	9	0,0231111	0,000569817	A

**Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1**

**Tabla B15. Prueba de Tukey realizada a los 3 tiempos de precocción (Factor B), para los datos obtenidos de porcentaje de ácido láctico, a un 0,05% de significancia**

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Tiempos	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
15	18	0,0176667	0,000402921	B
20	18	0,0210556	0,000402921	A
25	18	0,0216111	0,000402921	A

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1

**Tabla B16. Prueba de Tukey realizada a la interacción de los factores mezcla a la que pertenece el fideo y el tiempo de precocido (A\*B), para los datos obtenidos de porcentaje de ácido láctico, a un 0,05% de significancia**

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Tratamientos	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a1b0	3	0,012	0,00108298	E
a0b0	3	0,0136667	0,00108298	ED
a2b0	3	0,0153333	0,00108298	EDC
a0b1	3	0,016	0,00108298	EDCB
a2b1	3	0,019	0,00108298	DCBA
a0b2	3	0,0196667	0,00108298	CBA
a2b2	3	0,0196667	0,00108298	CBA
a1b2	3	0,0206667	0,00108298	CBA
a3b0	3	0,021	0,00108298	CBA
a4b0	3	0,0216667	0,00108298	BA
a4b1	3	0,022	0,00108298	A
a1b1	3	0,0223333	0,00108298	A
a5b0	3	0,0223333	0,00108298	A
a4b2	3	0,0223333	0,00108298	A
a5b1	3	0,0233333	0,00108298	A
a3b2	3	0,0236667	0,00108298	A
a3b1	3	0,0236667	0,00108298	A
a5b2	3	0,0236667	0,00108298	A

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1



**Tabla B17. Porcentaje de hinchamiento medido en fideos precocidos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas**

Tratamientos	Porcentajes de hinchamiento			Promedio
	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	126	134	146	135
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	114	126	120	120
a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	105	100	110	105
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	122	116	118	119
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	117	112	108	112
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	104	110	110	108
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	108	106	106	107
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	106	106	112	108
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	104	110	96	103
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	122	114	120	119
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	122	118	118	119
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	110	108	106	108
a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	112	108	104	108
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	100	104	102	102
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	104	102	100	102
a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>	118	112	122	117
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	116	110	114	113
a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	102	108	110	107

Fuente: Proyecto de Harinas Para Pan y Fideos-UOITA

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

### **SIMBOLOGÍA:**

#### **Composición de los diferentes fideos**

a<sub>0</sub>= 100% harina de trigo importado

a<sub>1</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de cebada

a<sub>2</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de trigo nacional

a<sub>3</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de maíz

a<sub>4</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de quinua

a<sub>5</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de papa

#### **Tiempos de precocido**

b<sub>0</sub>= 15 min

b<sub>1</sub>= 20 min

b<sub>2</sub>= 25 min

**Tabla B18. Análisis de varianza (ANOVA) para porcentajes de poder de hinchamiento, en fideos obtenidos a partir de mezclas precocidas, tomando como tratamiento patrón a<sub>0</sub>.**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
<b>MAIN EFFECTS</b>					
A:Tratamientos	1601,04	5	320,207	14,92	0,0000
B:Tiempos	1296,7	2	648,352	30,21	0,0000
C:Replicas	9,03704	2	4,51852	0,21	0,8112
<b>INTERACTIONS</b>					
AB	779,741	10	77,9741	3,63	0,0023
RESIDUAL	729,63	34	21,4597		
TOTAL (CORRECTED)	4416,15	53			

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1

**Tabla B19. Prueba de Tukey realizada a las 6 mezclas farináceas (Factor A), para los datos obtenidos de porcentaje de hinchamiento de fideo, a un 0,05% de significancia**

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Tratamientos	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4	9	104,0	1,49966	D
2	9	106,0	1,49966	DC
5	9	112,444	1,49966	CB
1	9	113,0	1,49966	B
3	9	115,333	1,49966	BA
0	9	120,111	1,49966	A

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1

**Tabla B20. Prueba de Tukey realizada a los 3 tiempos de precocción (Factor B), para los datos de porcentaje de hinchamiento en fideos a un 0,05% de significancia**

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Tiempos	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
25	18	105,5	1,06042	C
20	18	112,5	1,06042	B
15	18	117,444	1,06042	A

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1

**Tabla B21. Prueba de Tukey realizada a la interacción de los factores mezcla a la que pertenece el fideo y el tiempo de precocido (A\*B), para los datos de porcentaje de hinchamiento en fideos a un 0,05% de significancia**

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Taratamientos	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a4b1	3	102,0	2,61524	D
a4b2	3	102,0	2,61524	D
a2b2	3	103,333	2,61524	D
a0b2	3	105,0	2,61524	DC
a2b0	3	106,667	2,61524	DCB
a5b2	3	106,667	2,61524	DCB
a2b1	3	108,0	2,61524	DCB
a3b2	3	108,0	2,61524	DCB
a1b2	3	108,0	2,61524	DCB
a4b0	3	108,0	2,61524	DCB
a1b1	3	112,333	2,61524	DCB
a5b1	3	113,333	2,61524	DCB
a5b0	3	117,333	2,61524	CB
a3b0	3	118,667	2,61524	CB
a1b0	3	118,667	2,61524	CB
a3b1	3	119,333	2,61524	B
a0b1	3	120,0	2,61524	B
a0b0	3	135,333	2,61524	A

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1

**Tabla B22 Porcentaje de materia seca medida en fideos precocidos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas**

Tratamientos	% MATERIA SECA			Promedio
	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	7,83	8,15	7,75	7,91
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	7,58	7,43	7,63	7,54
a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	7,45	7,78	7,48	7,57
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	8,33	8,60	8,65	8,53
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	8,40	8,60	8,28	8,43
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	8,58	8,13	8,13	8,28
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	9,08	9,20	9,40	9,23
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	9,33	9,05	9,18	9,18
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	9,03	9,23	8,98	9,08
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	7,30	7,15	7,50	7,32
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	7,25	6,90	7,38	7,18
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	7,03	7,30	7,38	7,23
a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	11,45	11,65	11,45	11,52
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	11,02	11,28	11,28	11,19
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	11,13	10,95	10,90	10,99
a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>	10,23	10,38	10,45	10,35
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	10,15	10,30	10,20	10,22
a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	10,03	10,15	10,13	10,10

Fuente: Proyecto de Harinas Para Pan y Fideos-UOITA

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

### **SIMBOLOGÍA:**

#### **Composición de los diferentes fideos**

a<sub>0</sub>= 100% harina de trigo importado

a<sub>1</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de cebada

a<sub>2</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de trigo nacional

a<sub>3</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de maíz

a<sub>4</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de quinua

a<sub>5</sub>= 80% harina de trigo importado+20% harina de papa

#### **Tiempos de precocido**

b<sub>0</sub>= 15 min

b<sub>1</sub>= 20 min

b<sub>2</sub>= 25 min

**Tabla B23. Análisis de varianza (ANOVA) para porcentajes de materia seca, en fideos obtenidos a partir de mezclas precocidas, tomando como tratamiento patrón a<sub>0</sub>.**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
<b>MAIN EFFECTS</b>					
A:Tratamientos	105,406	5	21,0811	787,13	0,0000
B:Tiempos	0,67169	2	0,335845	12,54	0,0001
C:Replicas	0,0373148	2	0,0186574	0,70	0,5052
<b>INTERACTIONS</b>					
AB	0,256644	10	0,0256644	0,96	0,4957
RESIDUAL	0,910602	34	0,0267824		
TOTAL (CORRECTED)	107,282	53			

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 4.0

**Tabla B24. Prueba de Tukey realizada a las 6 mezclas farináceas (Factor A), para los datos obtenidos de porcentajes de materia seca en fideos, a un 0,05% de significancia**

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Tratamientos	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	9	7,24167	0,0564488	F
0	9	7,67222	0,0564488	E
1	9	8,40833	0,0564488	D
2	9	9,16111	0,0564488	C
5	9	10,2222	0,0564488	B
4	9	11,2333	0,0564488	A

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1

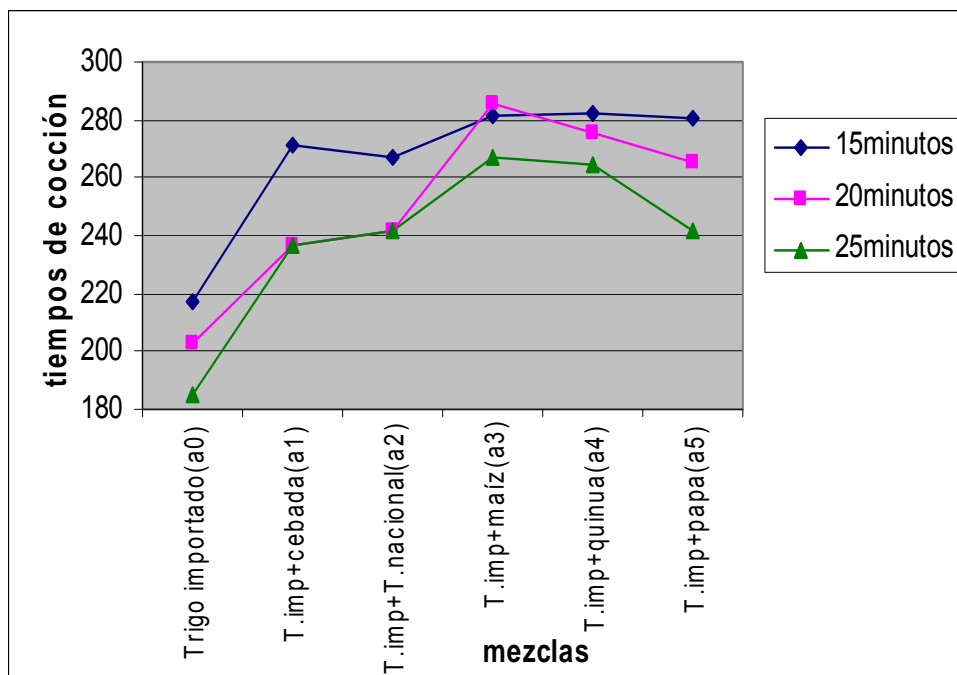
**Tabla B25. Prueba de Tukey realizada a los 3 tiempos de precocción (Factor B), para los datos de porcentajes de de materia seca en fideos a un 0,05% de significancia**

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Tiempos	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
25	18	8,87361	0,0399154	B
20	18	8,95556	0,0399154	B
15	18	9,14028	0,0399154	A

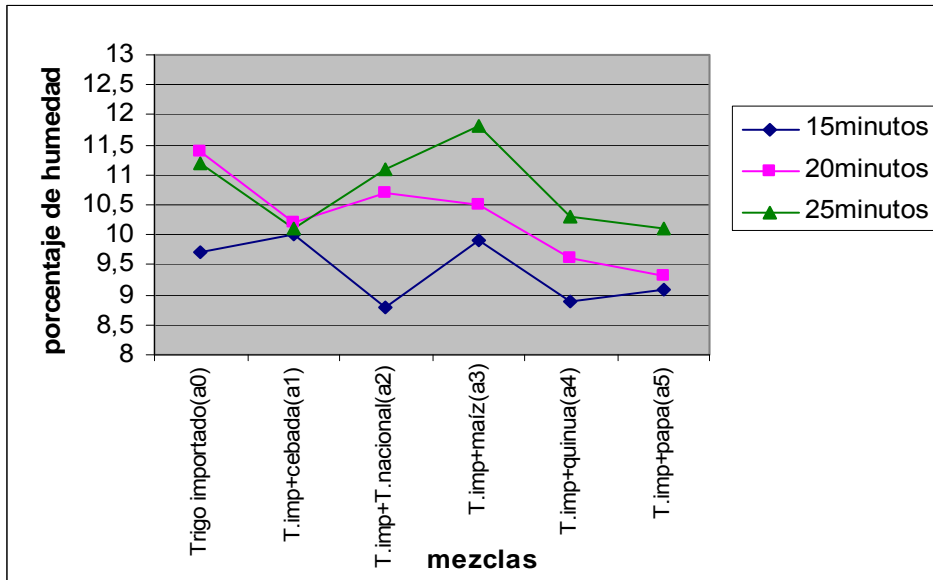
Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1

**Gráfica B1 Fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas vs. Tiempos de cocción, a tres diferentes tiempos de precocido**



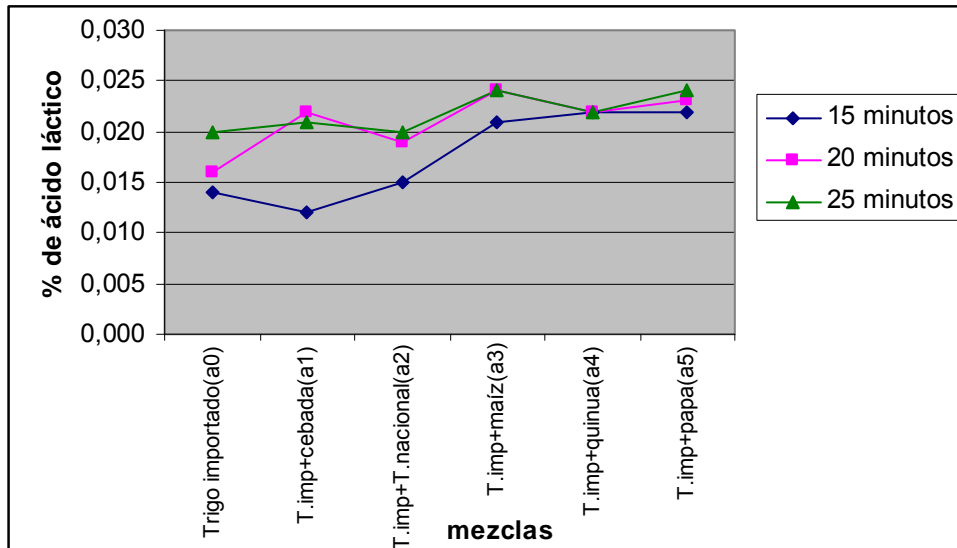
Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

**Gráfica B2 Fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas vs. Porcentaje de humedad, a tres diferentes tiempos de precocido.**



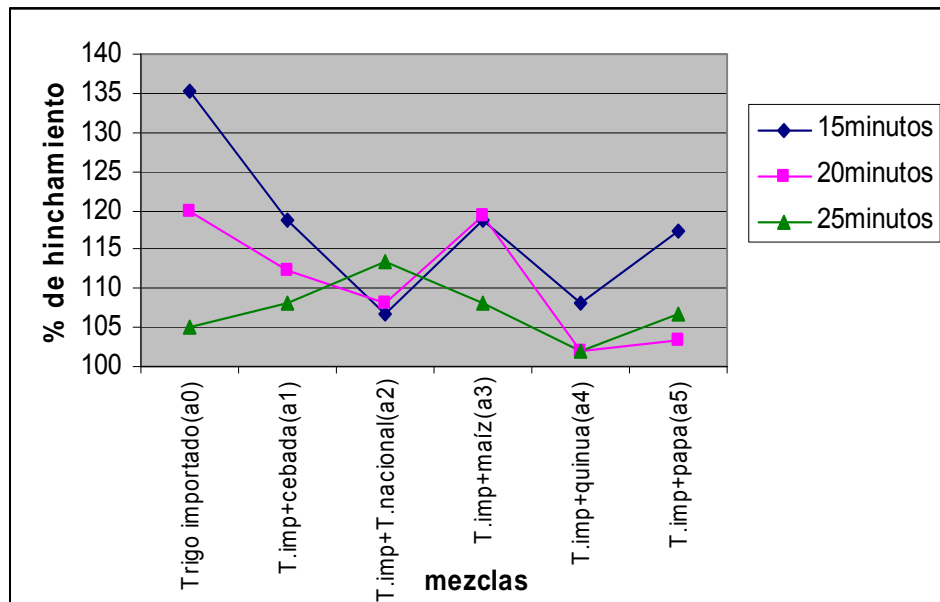
Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

**Gráfica B3 Fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas vs. mg de NaOH, necesarios para neutralizar la acidez en fideo, a tres diferentes tiempos de precocido.**



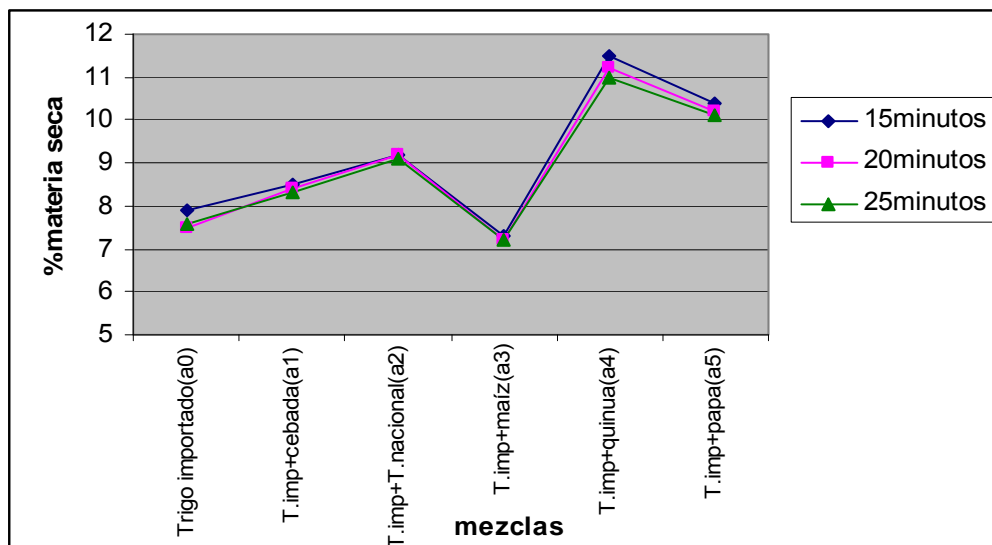
Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

**Gráfica B4. Fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas vs. Porcentaje de hinchamiento, a tres diferentes tiempos de precocido.**



Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

**Gráfica B5. Fideos obtenidos a partir de diferentes mezclas farináceas vs. Porcentaje de materia seca, a tres diferentes tiempos de precocido.**



Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011



## ANEXO C

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

**Tabla C1. Resultados del análisis microbiológico, realizado en dos muestras de fideos y con la utilización de tres diferentes medios de cultivo.**

Fideo Rapidito Oriental								Fideo precocido elaborado con un 20% de harina de cebada y un 80% de trigo importado						
Medios	Número de colonias contabilizadas						Resultado	Número de colonias contabilizadas						Resultado
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	ufc/gmol	R1	R2	R1	R2	R1	R2	ufc/gmol
PCA	32	29	15	11	3	0	$4,05 \cdot 10^2$	22	19	11	13	4	1	$3,15 \cdot 10^2$
PDA	16	12	5	1	0	0	$1,53 \cdot 10^2$	10	13	3	0	1	0	$1,21 \cdot 10^2$
Cristal violeta	2	0	0	1	0	0	13	2	0	0	0	0	0	9

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

## PRUEBAS SENSORIALES

**Tabla C2. Respuestas de 10 panelistas consultados que califican el parámetro olor, de 4 diferentes muestras, pertenecientes a fideos precocidos.**

MUESTRAS	Replicas	CATADORES									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
156 (a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	3,0	6,5	3,8	3,2	3,1	5,1	5,6	3,3	4,1	5,4
	R <sub>2</sub>	4,1	5,4	4,7	3,0	3,9	4,7	4,2	3,8	4,7	5,1
	Promedio	3,6	6,0	4,3	3,1	3,5	4,9	4,9	3,6	4,4	5,3
323 (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	3,7	7,1	5,2	7,6	4,6	7,8	8,3	6,2	6,8	6,1
	R <sub>2</sub>	4,2	6,1	5,8	7,1	4,0	7,3	8,9	5,1	6,5	4,0
	Promedio	4,0	6,6	5,5	7,4	4,3	7,6	8,6	5,7	6,7	5,1
612 (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	4,6	5,9	4,8	7,3	5,8	7,0	6,5	6,0	7,3	5,8
	R <sub>2</sub>	3,5	5,3	5,7	6,6	5,5	6,3	7,2	4,9	7,1	5,2
	Promedio	4,1	5,6	5,3	7,0	5,7	6,7	6,9	5,5	7,2	5,5
541(a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	4,8	6,9	5,2	7,5	4,6	9,1	5,8	5,7	6,3	6,6
	R <sub>2</sub>	4,1	7,8	5,9	7,2	4,9	9,8	6,7	5,1	6,2	7,0
	Promedio	4,5	7,4	5,6	7,4	4,8	9,5	6,3	5,4	6,3	6,8

Fuente: Proyecto de Harinas Para Pan y Fideos-UOITA

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

**Tabla C3. Análisis de varianza (ANOVA), A UN 0,05% de significancia, tomando en cuenta las calificaciones reportadas por 10 panelistas consultados, sobre el olor que presentan 4 diferentes fideos precocidos**

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Tratamientos	415,592	3	138,53	331,63	0,0000
B: Bloques	9,191	9	1,02122	2,44	0,0350
RESIDUOS	11,2785	27	0,417722		
TOTAL (CORREGIDO)	436,061	39			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1

**Tabla C4. Respuestas de 10 panelistas consultados que califican el parámetro color, de 4 diferentes muestras, pertenecientes a fideos precocidos.**

MUESTRAS	Replicas	CATADORES									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
156 (a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	11,3	7,8	11,1	7,9	9,7	9,6	7,9	9,5	8,7	11,2
	R <sub>2</sub>	10,8	8,9	9,6	8,3	11,0	9,1	8,7	10,3	9,3	10,8
	Promedio	11,1	8,4	10,4	8,1	10,4	9,4	8,3	9,9	9,0	11,0
323 (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	4,1	3,3	4,2	2,8	3,6	4,7	3,3	4,5	4,3	4,9
	R <sub>2</sub>	5,0	4,2	6,7	3,1	4,1	3,9	3,6	5,3	4,0	4,2
	Promedio	4,6	3,8	5,5	3,0	3,9	4,3	3,5	4,9	4,2	4,6
612 (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	6,5	6,9	7,3	6,4	6,2	7,8	6,6	7,3	6,2	7,1
	R <sub>2</sub>	5,8	7,2	7,9	5,5	6,7	7,1	7,1	6,8	6,6	6,8
	Promedio	6,2	7,1	7,6	6,0	6,5	7,5	6,9	7,1	6,4	7,0
541(a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	13,5	13,7	13,5	12,4	11,9	12,6	12,0	13,3	11,8	13,1
	R <sub>2</sub>	13,8	13,1	12,7	12,2	12,8	13,0	12,9	13,1	12,9	13,5
	Promedio	13,7	13,4	13,1	12,3	12,4	12,8	12,5	13,2	12,4	13,3

Fuente: Proyecto de Harinas Para Pan y Fideos-UOITA

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

**Tabla C5. Análisis de varianza (ANOVA), A UN 0,05% de significancia, tomando en cuenta las calificaciones reportadas por 10 panelistas consultados, sobre el color que presentan 4 diferentes fideos precocidos**

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
<b>EECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Tratamientos	415,592	3	138,53	331,63	0,0000
B:Bloques	9,191	9	1,02122	2,44	0,0350
RESIDUOS	11,2785	27	0,417722		
TOTAL (CORREGIDO)	436,061	39			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1

**Tabla C6. Respuestas de 10 panelistas consultados que califican el parámetro pegajosidad, de 4 diferentes muestras, pertenecientes a fideos precocidos.**

MUESTRAS	Replicas	CATADORES									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
156 (a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	9,0	13,4	9,1	11,0	11,0	7,8	7,7	9,8	7,1	9,8
	R <sub>2</sub>	8,6	13,8	8,2	9,5	10,6	8,9	7,6	8,1	7,6	10,1
	Promedio	8,8	13,6	8,7	10,3	10,8	8,4	7,7	9,0	7,4	10,0
323 (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	8,6	13,3	8,9	10,8	8,6	8,3	7,7	8,9	7,1	9,8
	R <sub>2</sub>	9,5	13,0	8,7	9,9	8,9	9,2	8,1	8,7	7,3	9,9
	Promedio	9,1	13,2	8,8	10,4	8,8	8,8	7,9	8,8	7,2	9,9
612 (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	7,4	8,9	8,0	11,0	9,8	8,5	8,1	9,1	7,3	9,3
	R <sub>2</sub>	7,1	9,5	8,3	10,6	9,9	9,6	8,3	9,0	7,4	9,6
	Promedio	7,3	9,2	8,2	10,8	9,9	9,1	8,2	9,1	7,4	9,5
541(a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	8,9	13,0	8,7	12,3	9,3	8,9	7,6	8,5	7,1	9,5
	R <sub>2</sub>	8,3	12,1	8,0	11,5	8,5	9,2	7,9	8,7	7,0	10,0
	Promedio	8,6	12,6	8,4	11,9	8,9	9,1	7,8	8,6	7,1	9,8

Fuente: Proyecto de Harinas Para Pan y Fideos-UOITA

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

**Tabla C7. Análisis de varianza (ANOVA), A UN 0,05% de significancia, tomando en cuenta las calificaciones reportadas por 10 panelistas consultados, sobre la pegajosidad que presentan 4 diferentes fideos precocidos**

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	1,9445	3	0,648167	1,00	0,4069
B:Bloques	74,5477	9	8,28308	12,81	0,0000
RESIDUOS	17,4618	27	0,646731		
TOTAL (CORREGIDO)	93,954	39			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1

**Tabla C8. Respuestas de 10 panelistas consultados que califican el parámetro sabor, de 4 diferentes muestras, pertenecientes a fideos precocidos.**

MUESTRAS	Replicas	CATADORES									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
156 (a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	10,1	11,9	10,1	12,7	11,2	7,6	9,1	10,3	12,3	10,9
	R <sub>2</sub>	8,9	11,3	8,9	11,3	10,4	8,1	7,0	9,2	11,1	9,5
	Promedio	9,5	11,6	9,5	12,0	10,8	7,9	8,1	9,8	11,7	10,2
323 (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	8,4	8,2	9,6	11,3	6,8	6,9	7,9	9,6	13,1	6,8
	R <sub>2</sub>	9,1	7,6	8,9	10,5	7,4	9,3	7,5	10,1	12,8	9,1
	Promedio	8,8	7,9	9,3	10,9	7,1	8,1	7,7	9,9	13,0	8,0
612 (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	9,0	7,6	8,2	10,3	7,9	6,5	6,2	9,8	12,5	8,4
	R <sub>2</sub>	8,7	8,9	6,8	11,1	7,4	7,6	6,5	10,3	10,4	7,9
	Promedio	8,9	8,3	7,5	10,7	7,7	7,1	6,4	10,1	11,5	8,2
541(a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	10,3	9,8	9,3	10,5	6,7	7,3	7,1	9,2	12,4	9,0
	R <sub>2</sub>	8,2	10,5	9,1	11,3	7,8	9,2	7,4	9,0	10,3	8,1
	Promedio	9,3	10,2	9,2	10,9	7,2	8,2	7,2	9,1	11,3	8,6

Fuente: Proyecto de Harinas Para Pan y Fideos-UOITA

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

**Tabla C9. Análisis de varianza (ANOVA), A UN 0,05% de significancia, tomando en cuenta las calificaciones reportadas por 10 panelistas consultados, sobre el sabor que presentan 4 diferentes fideos precocidos**

Análisis de la Varianza para Respuestas - Sumas de Cuadrados de Tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	11,8962	3	3,9654	5,97	0,0029
B:Bloques	71,4538	9	7,93931	11,95	0,0000
RESIDUOS	17,9369	27	0,664331		
TOTAL (CORREGIDO)	101,287	39			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1

**Tabla C10. Respuestas de 10 panelistas consultados que califican el parámetro aceptabilidad, de 4 diferentes muestras, pertenecientes a fideos precocidos.**

MUESTRAS	Replicas	CATADORES									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
156 (a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	10,8	11,0	10,3	12,5	11,6	8,3	9,9	10,8	11,9	12,3
	R <sub>2</sub>	10,9	10,4	9,5	11,0	10,9	8,2	7,3	9,0	10,5	12,0
	Promedio	10,9	10,7	9,9	11,8	11,3	8,3	8,6	9,9	11,2	12,2
323 (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	9,3	9,1	10,5	12,0	8,1	7,3	8,1	10,4	13,3	6,7
	R <sub>2</sub>	10,1	8,9	9,4	11,8	6,9	9,9	8,0	9,9	12,5	9,2
	Promedio	9,7	9,0	10,0	11,9	7,5	8,6	8,1	10,2	12,9	8,0
612 (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	9,5	8,1	7,8	10,5	7,2	6,9	7,8	10,9	12,0	8,9
	R <sub>2</sub>	8,4	9,2	7,4	11,0	7,6	6,1	6,9	8,1	10,3	8,1
	Promedio	9,0	8,7	7,6	10,8	7,4	6,5	7,4	9,5	11,2	8,5
541(a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	10,1	10,1	8,6	9,5	7,4	8,0	7,4	10,3	13,0	10,1
	R <sub>2</sub>	8,5	10,9	9,3	12,1	7,9	9,3	7,9	9,4	11,4	9,3
	Promedio	9,3	10,5	8,9	10,8	7,7	8,7	7,7	9,9	12,2	9,7

Fuente: Proyecto de Harinas Para Pan y Fideos-UOITA

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

**Tabla C11. Análisis de varianza (ANOVA), A UN 0,05% de significancia, tomando en cuenta las calificaciones reportadas por 10 panelistas consultados, sobre la aceptabilidad que presentan 4 diferentes fideos precocidos**

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Tratamientos	16,5722	3	5,52406	7,20	0,0011
B:Bloques	60,1838	9	6,68709	8,72	0,0000
RESIDUOS	20,7059	27	0,766887		
TOTAL (CORREGIDO)	97,4619	39			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Elaborado por: Ricardo Martínez C. en el programa STATGRAPHICS 5.1

**Cuadro C1. Prueba de Dunnet para el parámetro olor de fideos precocidos obtenidos a partir de mezclas farináceas**

$$D_{0.05;(2);18} = 2.06$$

$$DMS = D_{\alpha;(k-1);gle} \sqrt{CME \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_{control}} \right)}$$

$$DMS = 2.06 \sqrt{0.75 \left( \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right)}$$

$$DMS = 0.80$$

$$a_1 b_1 : |6.12 - 4.34| = 1.79$$

$$1.79 > 0.80$$

$$a_2 b_1 : |5.92 - 4.34| = 1.58$$

$$1.58 > 0.80$$

$$a_3 b_1 : |6.36 - 4.34| = 2.03$$

$$2.03 > 0.80$$

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

**Cuadro C2. Prueba de Dunnet para el parámetro color de fideos precocidos obtenidos a partir de mezclas farináceas**

$$D_{0.05;(2);18} = 2.06$$

$$DMS = D_{\alpha;(k-1);gle} \sqrt{CME \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_{control}} \right)}$$

$$DMS = 2.06 \sqrt{0.41 \left( \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right)}$$

$$DMS = 0.60$$

$$a_1 b_1 : |4.19 - 9.58| = 5.39$$

$$5.39 > 0.60$$

$$a_2 b_1 : |6.89 - 9.58| = 2.69$$

$$2.69 > 0.60$$

$$a_3 b_1 : |12.89 - 9.58| = 3.32$$

$$3.32 > 0.60$$

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

**Cuadro C3. Prueba de Dunnet para el parámetro sabor de fideos precocidos obtenidos a partir de mezclas farináceas.**

$$D_{0.05;(2);18} = 2.06$$

$$DMS = D_{\alpha;(k-1);gle} \sqrt{CME \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_{control}} \right)}$$

$$DMS = 2.06 \sqrt{0.66 \left( \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right)}$$

$$DMS = 0.75$$

$$a_1 b_1 : |9.05 - 10.1| = 1.05$$

$$1.05 > 0.75$$

$$a_2 b_1 : |8.6 - 10.1| = 1.50$$

$$1.50 > 0.75$$

$$a_3 b_1 : |9.13 - 10.1| = 0.97$$

$$0.97 > 0.75$$

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

**Cuadro C4. Prueba de Dunnet para el parámetro aceptabilidad de fideos precocidos obtenidos a partir de mezclas farináceas.**

$$D_{0.05;(2);18} = 2.06$$

$$DMS = D_{\alpha;(k-1);gle} \sqrt{CME \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_{control}} \right)}$$

$$DMS = 2.06 \sqrt{0.77 \left( \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right)}$$

$$DMS = 0.81$$

$$a_1 b_1 : |9.57 - 10.46| = 0.89$$

$$0.89 > 0.81$$

$$a_2 b_1 : |8.64 - 10.46| = 1.82$$

$$1.82 > 0.81$$

$$a_3 b_1 : |9.53 - 10.46| = 0.93$$

$$0.93 > 0.81$$

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011



**Tabla C12. Verificación de la hipótesis**

<b>Parámetros de calidad del fideo</b>	<b>Efectos principales</b>	<b>Valor F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Hipótesis aceptada</b>
Tiempos de cocción	A: mezcla farinácea	164,18	0,00	Ho
	B: tiempo de cocción	76,69	0,00	Ho
	AB: interacción de factores	4,53	0,00	Ho
Humedad	A: mezcla farinácea	17,73	0,00	Ho
	B: tiempo de cocción	56,60	0,00	Ho
	AB: interacción de factores	4,77	0,00	Ho
Acidez	A: mezcla farinácea	22,87	0,00	Ho
	B: tiempo de cocción	29,11	0,00	Ho
	AB: interacción de factores	3,63	0,00	Ho
Poder de hinchamiento	A: mezcla farinácea	14,92	0,00	Ho
	B: tiempo de cocción	30,21	0,00	Ho
	AB: interacción de factores	3,63	0,00	Ho
% materia seca	A: mezcla farinácea	787,13	0,00	Ho
	B: tiempo de cocción	12,54	0,00	Ho
	AB: interacción de factores	0,96	0,50	HI

**Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011**

## ANEXO D

### ANÁLISIS ECONÓMICO

**Tabla D1. Materiales Directos e Indirectos**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario (\$)</b>	<b>Valor Total (\$)</b>	<b>Valor mensual (\$)</b>
Harina de trigo (Kg)	4	1,18	4,72	94,40
Harina de cebada (Kg)	1	1,10	1,10	22,00
Agua potable (m <sup>3</sup> )	0,00175	0,20	0,00035	0,007
Metabisulfito de sodio (kg)	0,00125	8,00	0,01	0,20
Sal (Kg)	0,0025	0,70	0,00175	0,04
Fundas plásticas (50 unidades)	50	0,02	1,00	20,00
<b>Subtotal</b>			<b>6,83</b>	136,64
<b>Imprevistos (25%)</b>			1,71	34,16
<b>Total</b>			<b>8,54</b>	<b>170,80</b>

Elaborado por: Ricardo Martínez C,2011

**Tabla D2. Equipos y Utensilios**

<b>Equipos</b>	<b>Costo(\$)</b>	<b>H. utilizadas</b>	<b>Vida útil (años)</b>	<b>C. anual</b>	<b>C. día</b>	<b>C. hora</b>	<b>Total</b>	<b>V. Mensual</b>
<b>Balanza</b>	150,00	0,5	10	15,00	0,06	0,01	0,004	1,20
<b>Equipo precocción</b>	80,00	4	1	80,00	0,32	0,04	0,16	6,40
<b>Mallas para secado</b>	200,00	4	10	20,00	0,08	0,01	0,04	1,60
<b>Selladora</b>	100,00	1	1	100,00	0,40	0,05	0,05	8,00
<b>Cocina industrial</b>	800,00	4	10	80,00	0,32	0,04	0,16	6,40
<b>Mesa de acero inoxidable</b>	150,00	5	10	15,00	0,06	0,01	0,04	1,20
<b>Utensilios</b>	350,00	8	5	70,00	0,28	0,04	0,28	5,60
<b>Total (\$)</b>				<b>380,00</b>	<b>1,52</b>	<b>0,19</b>	<b>0,73</b>	<b>30,40</b>

Elaborado por: Ricardo Martínez C,2011

**Tabla D3. Suministros**

<b>Servicios</b>	<b>Consumo (por hora)</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>	<b>Mensual</b>
<b>Energía (Kw/h)</b>	20	8	0,15	24,00	480,00
<b>Agua (limpieza) (m3)</b>	2	8	0,20	3,20	64,00
<b>Gas</b>	0,025	4	1,60	0,16	3,20
<b>Telefono (min)</b>	1,25	8	0,10	1,00	20,00
<b>Detergente (kg.)</b>	0,05	8	2,00	0,80	16,00
<b>Total (\$)</b>				<b>29,16</b>	<b>583,20</b>

Elaborado por: Ricardo Martínez C,2011

**Tabla D4. Personal**

Personal	Sueldo(\$)	Días laborables	Horas	C. día (\$)	C. unitario(\$)	Total(\$)
2	528	20	8	26,40	3,30	26,40

Elaborado por: Ricardo Martínez C,2011

**Tabla D5. Cargas sociales**

Cargas sociales	Anual unitario	Total anual	Mensual	C. día	C. unitario	Total
2	1308,91	2617,82	218,15	10,91	1,36	10,91

Elaborado por: Ricardo Martínez C,2011

**Tabla D6. Costo de producción**

Materiales directos e indirectos	8,54
Utilización de equipos	0,73
Suministros	29,16
Reparación y Mantenimiento	0,60
Local	6,00
Transporte	4,17
Materiales de oficina	0,42
Personal	26,40
Cargas sociales	10,91
Sub Total(\$)	<b>86,93</b>

Elaborado por: Ricardo Martínez C,2011

**Tabla D7. Costo unitario de producción**

<b>Costo Total (\$)</b>	<b>86,93</b>
<b>Costo Unitario (c/u)</b>	<b>1,74</b>
<b>La utilidad de la parada (30%)</b>	<b>2,26</b>
<b>Utilidad de cada empaque</b>	<b>0,52</b>

Elaborado por: Ricardo Martínez C,2011

**Tabla D8. Total de Costos Indirectos**

Suministros (Luz, Agua y otros)	583,20
Depreciación mensual de equipos	30,40
Reparación y mantenimiento	12,00
<b>Total (\$)</b>	<b>625,60</b>

Elaborado por: Ricardo Martínez C., 2011

**Tabla D9. Gastos del Periodo**

Alquiler de local.	120,00
Transporte	50,00
Materiales de administración.	8,40
<b>Total (\$)</b>	<b>178,40</b>

Elaborado por: Ricardo Martínez C., 2011

**Tabla D10. Costos variables**

Materia prima e insumos	170,80
<b>Total Cost. Variables (\$)</b>	<b>170,80</b>

Elaborado por: Ricardo Martínez C., 2011

**Tabla D11. Costos fijos**

Mano de obra directa	746,15
Costos indirectos	625,60
Gatos del periodo	178,40
<b>Total</b>	<b>1550,15</b>

Elaborado por: Ricardo Martínez C., 2011

**Punto de Equilibrio = Costo Fijo/Precio de Venta-Costo Variable Unitario**

$$\text{Punto de Equilibrio} = 1550,15 / (2,26 - (170,80 / 1000))$$

**Punto de Equilibrio= 742 empaques al mes**

## ANEXO E

**Tabla E1. Metodología y Modelo Operativo**

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formulación de la propuesta	Observar la metodología que permita la elaboración de un fideo precocido, obtenido a partir de la mezcla al 20% de harina de cebada con harina de trigo importado utilizando un equipo como el extrusor de manera que exista reducción de costos.	Revisión bibliográfica	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 250,00	1 mes
2. Financiamiento de la propuesta	Buscar patrocinio de entidades dedicadas a la investigación o de empresas relacionadas con la elaboración de fideos.	1. Convenios de Cooperación 2. Destinar recursos	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 200,00	2 meses
3. Desarrollo preliminar de la propuesta	Realizar un cronograma de actividades	Pruebas preliminares para la obtención del fideo planteado	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 200,00	1 mes
4. Compra de equipos	Obtener el financiamiento para la compra del extrusor	1. Convenios de Cooperación 2. Destinar recursos	Investigador	Económicos	\$27,000,00	
4. Implementación de la propuesta	Ejecutar la propuesta en un 100%	Tecnología de elaboración del producto	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 800,00	3 meses
5. Evaluación de la propuesta	Comprobar errores y aciertos en el proceso de la implementación.	Encuestas a consumidores	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 250,00	1 mes

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

**Tabla E2. Administración de la propuesta**

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
<p>Subproductos de mezclas farináceas, en donde se tome en cuenta un cereal nativo como la cebada, para la elaboración de fideos precocidos.</p>	<p>Subsidios que generan gastos al estado ecuatoriano, todos los años para la harina de trigo, destinada a la elaboración de pan y fideo.</p>	<p>Incentivación de los agricultores por la siembra de productos nativos.</p> <p>Adaptación de tecnología extranjera, con el objetivo de elaborar un fideo precocido, que abarate el costo de harinas y fideos, sin necesidad de subsidios.</p> <p>Consumo de productos nutritivos con un alto índice de digestibilidad.</p>	<p>Determinación de las condiciones adecuadas para la elaboración de un fideo precocido, a partir de un 20% de harina de cebada, con la utilización de un extrusor.</p> <p>Elaboración de un fideo precocido elaborado a partir de una mezcla farinácea al 20% de harina de cebada.</p>	<p>Investigadores</p>

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

**Tabla E3. Previsión de la evaluación**

Preguntas Básicas	<b>Explicación</b>
¿Quiénes solicitan evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agricultores</li> <li>- Productores de harina y fideo</li> <li>- Consumidor final</li> </ul>
¿Por qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar tecnología</li> <li>- Corregir errores que se pongan de manifiesto en el proceso</li> </ul>
¿Para qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adaptar la tecnología, con todos los parámetros, de tiempo, temperatura, presión, en la elaboración de fideos precocidos obtenido a partir de una mezcla al 20% de harina de cebada.</li> </ul>
¿Qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La materia prima utilizada</li> <li>- La tecnología desarrollada</li> <li>- Análisis realizados</li> <li>- Producto terminado</li> </ul>
¿Quién evalúa?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Director del proyecto</li> <li>- Tutor</li> <li>- Calificadores</li> </ul>
¿Cuándo evalúa?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todo el tiempo, desde pruebas preliminares hasta producto terminado</li> </ul>
¿Cómo evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mediante instrumentos de evaluación</li> </ul>
¿Con qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimentación</li> <li>- Normas establecidas</li> </ul>

Elaborado por: Ricardo Martínez C, 2011

## ANEXO F

### FIDEOS INSTANTÁNEOS COMERCIALIZADOS EN EL PAÍS

Marcas escogidas: MARUCHAN “INSTANT LUNCH”

ORIENTAL “RAPIDITO” fideo instantáneo

SHANGHAI “SNOODLE” Fideos instantáneos

Peso y presentación de los productos: MARUCHAN 64g

SABROSITO 100g

SNOODLE 100g

Envases y embalajes: MARUCHAN “PS poliestireno” cubierto por una lamina cartón

SABROSITO “Polietileno tereftalato”

SNOODLE “Polietileno tereftalato”

Tiempo de vida útil: MARUCHAN “un año”

SABROSITO “un año”

SNOODLE “seis meses”

Costos: MARUCHAN “0.85\$”

RAPIDITO ORIENTAL “0.60\$”

SNOODLE “0.48\$”

Ingredientes:

#### MARUCHAN:

- Harina de trigo enriquecida (harina de trigo, niacina, hierro reducido, momonitrito de tiamina, riboflavina, ácido fólico, **aceite vegetal**)
- TBHQ “conservante”
- Sal



- Vegetales deshidratados (maíz, zanahoria, ajo, cebolla)
- Proteína de soja hidrolizada
- Proteína de soja texturizada.
- Glutamato monosódico
- Maltodextrina
- Azúcar
- Color caramelo
- Salsa de soja (agua, trigo, soja, sal)
- Especias
- Caldo de pollo deshidratado.
- Lecitina de soja
- Carbonato de potasio
- Polifosfato de sodio
- Saborizantes naturales
- Carbonato de sodio
- Dióxido de silicio
- Inosinato disódico
- Guanilato disódico
- Lactosa
- Cúrcuma

## **RAPIDITO ORIENTAL**

- Harina
- Agua
- Huevos
- Sal
- Aceite vegetal

## **SNOODLE SHANGHAI**

- Harina de trigo fortificada (hierro, niácina, riboflavina, tiamina, ácido fólico)
- Agua
- Aceite vegetal
- Sal
- Gluten
- Tripolifosfatos

Valor energético:

## **MARUCHAN:**

**Tabla F1. Información nutricional para fideos instantáneos “MARUCHAN”**

**Por envase de 64g:**

	<b>100g</b>	<b>1 porción</b>	<b>%VD (valores diarios)</b>
<b>Energía kcal (1218J)</b>	448	287	14
<b>Proteínas (g)</b>	11	6.8	9
<b>Carbohidratos (g)</b>	59	38	13
<b>Sodio (mg)</b>	1797	1150	48
<b>Colesterol(mg)</b>	0.2	0.1	
<b>Grasa total (g)</b>	19	12	22
<b>Grasa saturada (g)</b>	9.5	6.1	28
<b>Ácidos grasos trans (g)</b>	0	0	
<b>Grasa monoinsaturada (g)</b>	7.5	4.8	
<b>Grasa poliinsaturada (g)</b>	1.2	0.78	
<b>Fibra alimentaría</b>	2.7	1.7	7

**Fuente: Empaque del alimento**

## RAPIDITO ORIENTAL

Tabla F2. Información nutricional para fideos instantáneos “RAPIDITO ORIENTAL”

	<b>100g</b>	<b>%VD</b>
<b>Grasa total (g)</b>	16	24
<b>Grasa saturada (g)</b>	4	18
<b>Colesterol (mg)</b>	0	0
<b>Sodio (mg)</b>	1500	64
<b>Carbohidratos (g)</b>	66	20
<b>Fibra (g)</b>	2	10
<b>Proteína (g)</b>	8	
<b>Minerales (%)</b>		10
El porcentaje de valores diarios esta basado en una dieta de 2000 calorías		

Fuente: Empaque del alimento

Tabla F3. Información nutricional para fideos instantáneos “SNOODLE SHANGHAI”

<b>Calorías 380</b>	<b>Calorías de la grasa 120</b>	
	<b>80g</b>	<b>%VD</b>
<b>Grasa total (g)</b>	13	20
<b>Grasa saturada (g)</b>	6	30
<b>Colesterol (mg)</b>	31	10
<b>Sodio (mg)</b>	480	20
<b>Carbohidratos (g)</b>	54	18
<b>Fibra (g)</b>	0	0
<b>Proteína (g)</b>	10	20
El porcentaje de valores diarios esta basado en una dieta de 2000 calorías		

Fuente: Empaque del alimento

## Gráficas F1. MARUCHAN “INSTANT LUNCH”



Vista anterior del empaque



Vista posterior del empaque



Vista lateral del empaque

## Gráficas F2. RAPIDITO ORIENTAL



Vista anterior del empaque



Vista posterior del empaque

## ANEXO H

Gráfica H1. Elaboración de fideos precocidos a partir de una mezcla farinácea al 20% de harina de cebada



Laminado



Trefilado



Enrollado



Precocción



Precocción



Secado

Fuente: Laboratorio UOITA

## **ANEXO I**

### **TABLA DE COMPOSICIÓN DE FIDEOS**

#### **NORMAS ALIMENTARIAS PARA ELABORACIÓN DE FIDEOS PRECOCIDOS**

**Tabla de composición de fideos y pan, elaborados en el laboratorio de la UOITA, como parte del proyecto PHPPF**

	<b>CENIZAS</b>	<b>E.E.</b>	<b>PROTEÍNA</b>	<b>FIBRA</b>	<b>C.H.</b>	<b>HUMEDAD</b>
<b>Muestra</b>	%	%	%	%	%	%
Fideo precocido al 20% de harina de cebada	0,96	0,20	14,01	1,21	83,62	9,69
	<b>Ca</b>	<b>P</b>	<b>Mg</b>	<b>K</b>	<b>Na</b>	
	%	%	%	%	%	
	0,03	0,46	0,06	0,30	0,08	

**Fuente: Proyecto de Harinas Para Pan y Fideos-UOITA**

**Elaborado por: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias**