



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS



**APROVECHAMIENTO DE LAS PROPIEDADES NUTRITIVAS DEL
BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) PARA GENERAR UN APORTE
NUTRICIONAL EN PASTAS ALIMENTICIAS DE TIPO PRE-
COCIDO A PARTIR DEL EXTRACTO VEGETAL**

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.

Autor: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tutor: Ing. M.Sc. Mayra Paredes

Ambato – Ecuador

2011

DEDICATORIA

A Dios, uno y trino, como ofrenda de amor,
sacrificio agradable en su honor. Por su
santa gracia que me cubre todos los días y
me ayuda a alcanzar mis mas anhelados
sueños.

A mis padres, hermanos, sobrina y abuelita
por su amor, paciencia, y apoyo
incondicional durante toda mi vida, y en
especial por su inmensa comprensión en la
realización del proyecto de tesis.

A mi mejor amiga Mayte Naranjo por su
entrega total a la hermandad de la amistad,
por permanecer a mi lado a pesar de las
adversidades, y por motivarme siempre a
hacer lo mejor para el bien común.

A mis queridos amigos Aurorita, Camilo,
Cynthy, Adry, Chris, David, Monna, Kat,
Fátima, Dina, Víctor, Cris, Gaby, Pao, Deu,
Andrés, Telmo, Luly, Marcelo, Carlitos, Cris y
todos mis “Emaúces” por brindarme siempre
su cálida sonrisa y pintar todos mis días de
alegría, fe esperanza, y amor.

Carmen Elena Arroba B

AGRADECIMIENTO

“Gracias a Dios, que en Cristo siempre nos lleva en triunfo, y que por medio de nosotros manifiesta en todo lugar la fragancia de su conocimiento” 2 Co 2, 14

A mis padres, pilares fundamentales en mi formación académica y personal, por engendrar su amor en términos de lucha y constancia en el diario vivir.

A mis maestros quienes con su vocación de enseñanza, inculcaron en mi la responsabilidad y constancia en la obtención de mis logros académicos y en especial la realización de mi tesis de grado.

A mi tutora Ing. MSc. Mayra Paredes
Por su paciencia, tiempo, y apoyo constante en la tutoría del presente proyecto.

Carmen Elena Arroba B

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

APROBACIÓN DEL TUTOR.

En mi calidad de tutor del trabajo estructurado de manera independiente (TEMI) sobre el tema: “APROVECHAMIENTO DE LAS PROPIEDADES NUTRITIVAS DEL BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) PARA GENERAR UN APORTE NUTRICIONAL EN PASTAS ALIMENTICIAS DE TIPO PRE-COCIDO A PARTIR DEL EXTRACTO VEGETAL” desarrollado por la señorita Carmen Elena Arroba Buenaño, estudiante de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Considero que el mencionado trabajo de investigación reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador que el H. Consejo designe:

Ambato, mayo del 2011

TUTOR.

Ing. MSc. Mayra Paredes
PROFESORA DE LA FCIAL

DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Carmen Elena Arroba Buenaño declaro que:

El presente trabajo de investigación: “APROVECHAMIENTO DE LAS PROPIEDADES NUTRITIVAS DEL BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) PARA GENERAR UN APOORTE NUTRICIONAL EN PASTAS ALIMENTICIAS DE TIPO PRE-COCIDO A PARTIR DEL EXTRACTO VEGETAL” es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido y efectos académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor a través de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, mayo del 2011

.....

Carmen Elena Arroba B.

Cl. 180427311-6

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	III
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	IV
DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD	V
INDICE GENERAL	VI
INDICE DE TABLAS.....	XI
INDICE DE CUADROS.....	XIII
INDICE DE GRÁFICOS.....	XIII
RESUMEN EJECUTIVO.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.2.1.1.MACRO.....	1
1.2.1.2.MESO.....	4
1.2.1.3.MICRO	6
1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO.....	9
ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	11
1.2.3. PROGNOSIS.....	12
1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
Variable Independiente	13
Variable Dependiente.....	13
1.2.5. PREGUNTAS DIRECTRICES	13
1.2.6. DELIMITACIÓN.....	14
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	15
1.4. OBJETIVOS.....	17
1.4.1.General	17
1.4.2.Específicos.....	17

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	18
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	21
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	21
2.4. CATEGORIZACION.....	22
2.4.1.Categorías Fundamentales.	22
2.4.2.CONCEPTUALIZACIÓN	32
2.5. HIPÓTESIS.....	41
2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	41
Variable Independiente	41
Variable Dependiente.....	41

CAPÍTULO III : METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE	42
3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	44
FORMULACIÓN.....	44
DISEÑO EXPERIMENTAL	44
EVALUACIÓN DE LA HARINA PRE COCIDA.....	45
EVALUACIÓN FÍSICA DEL PRODUCTO TERMINADO	46
EVALUACIÓN SENSORIAL.....	47
EVALUACIÓN NUTRICIONAL	48
EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA.....	48
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	49
3.6. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	51
3.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	52

CAPÍTULO IV: ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	53
4.1.1. EVALUACIÓN FARINOGRÁFICA DE LA HARINA PRE COCIDA.....	54
4.1.2. EVALUACIÓN FISCOQUÍMICA DEL PRODUCTO TERMINADO	55
4.1.2.1. PASTA SECA	55

4.1.2.2. PASTA COCIDA	57
4.1.2.3. COMPORTAMIENTO EN LA COCCIÓN.....	58
4.1.2.4. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA PASTA PRECOCIDA	61
4.1.3. EVALUACIÓN NUTRICIONAL.....	62
4.1.4. EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA	63
4.2. INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	64
4.3. RENDIMIENTO Y COSTO DEL PRODUCTO	66
4.4. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	67

CAPÍTULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES	71
5.2. RECOMENDACIONES	73

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS.....	74
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	75
6.3. JUSTIFICACIÓN.....	75
6.4. OBJETIVOS.....	76
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	77
6.6. FUNDAMENTACIÓN	78
6.7. METODOLOGÍA	79
6.7. METODOLOGÍA	79
6.8. ADMINISTRACIÓN	81
6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	82

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXOS	90
ANEXO 1: HOJA DE CATACIÓN	90
ANEXO 2: RESULTADO PROXIMAL INIAP	92
ANEXO 3: RESULTADO MICROBIOLÓGICO LACONAL.....	93

ANEXO A: FARINOGRAFÍA

ANEXO A1: Farinograma del primer nivel del factor a (testigo) a ₀ : 0 minutos de Precocción. Réplica 1.....	95
ANEXO A2: Farinograma del primer nivel del factor a (testigo) a ₀ : 0 minutos de Precocción. Réplica 2.....	95
ANEXO A3: Farinograma del segundo nivel del factor a (a ₁ : 20 minutos de Precocción. Réplica 1.....	96
ANEXO A4: Farinograma del segundo nivel del factor a (a ₁ : 20 minutos de Precocción. Réplica 2.....	96
ANEXO A5: Farinograma del tercer nivel del factor a (a ₂ : 40 minutos de Precocción. Réplica 1	97
ANEXO A6: Farinograma del tercer nivel del factor a (a ₂ : 40 minutos de Precocción. Réplica 2.....	97
ANEXO A7: ÍNDICE DE ABSORCIÓN	98

ANEXO B: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

ANEXO B1: EVALUACIÓN FARINOGRÁFICA DE LA HARINA PRE COCIDA	100
ANEXO B2: EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL PRODUCTO TERMINADO; PASTA SECA.....	101
ANEXO B3: EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL PRODUCTO TERMINADO; PASTA COCIDA	103
ANEXO B.3.1.: COMPORTAMIENTO EN LA COCCIÓN	106
ANEXO B4: EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO	109
ANEXO B.4.1: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS GENERADOS POR LA EVALUACIÓN SENSORIAL.....	113
ANEXO B.4.2.: PRUEBAS DE TUCKEY PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS	117
ANEXO B.5: EVALUACIÓN NUTRICIONAL DEL PRODUCTO TERMINADO	121
ANEXO B.6: EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL PRODUCTO TERMINADO	121
ANEXO B.4.3. GRÁFICOS DE LOS PROMEDIOS DE LAS RESPUESTAS SENSORIALES DE LOS TRATAMIENTOS	122
ANEXO B.4.4. GRÁFICOS DE LAS INTERACCIONES DE LAS RESPUESTAS SENSORIALES DE LOS TRATAMIENTOS	125

ANEXO C: RENDIMIENTO DEL PRODUCTO

ANEXO C.1. BALANCE DE MATERIALES	129
ANEXO C.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN	130

ANEXO C.3. PLANO DE PROPUESTA	133
ANEXO D: PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS	
ANEXO D1: ANÁLISIS FARINOGRÁFICO.....	135
ANEXO D2: HUMEDAD	136
ANEXO D3: TIEMPO DE COCCIÓN.....	137
ANEXO D4: MATERIA ORGÁNICA	137
ANEXO D5: PÉRDIDA POR COCCIÓN.....	138
ANEXO E: FOTOGRAFÍAS	
ANEXO E1: Diagrama de flujo para la producción de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>)	140
ANEXO E3: Fotografías de la determinación de materia orgánica, pérdida por cocción.....	142
ANEXO E4: “Equipos utilizados para el análisis de los productos terminados”	143

INDICE DE TABLAS

Tabla N. 1. “Composición de la harina de trigo”	23
Tabla N. 2 “Composición del Brócoli”	24
Tabla N. 3 “Valor nutritivo y calórico del una porción de 100 g de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>)”	25
Tabla N. 4 “Simbología del diseño experimental a*b”	53
Tabla N. 5 “Modelo Operativo (Plan de acción)”	79
Tabla B1. “Interpretación Farinográfica de harinas”	100
Tabla B2. “Características Físicoquímicas de las Pastas Alimenticias sin tratamiento de precocción”	101
Tabla B3. “Características Físicoquímicas de las Pastas Alimenticias con 20 minutos de precocción”	102
Tabla B4. “Características Físicoquímicas de las Pastas Alimenticias con 40 minutos de precocción”	102
Tabla B5. “Caracterización de las Pastas Alimenticias cocidas obtenidas a base de harina de trigo sin tratamiento de precocción”	103
Tabla B6. “Caracterización de las Pastas Alimenticias cocidas obtenidas a base de harina de trigo con 20 min de precocción”	104
Tabla B7. “Caracterización de las Pastas Alimenticias cocidas obtenidas a base de harina de trigo con 40 min de precocción”	105
Tabla B8. “Comportamiento en la cocción de las Pastas Alimenticias obtenidas a base de harina de trigo sin tratamiento de precocción”	106
Tabla B9. “Comportamiento en la cocción de las Pastas Alimenticias obtenidas a base de harina de trigo con 20 min de precocción”	107
Tabla B10. “Comportamiento en la cocción de las Pastas Alimenticias obtenidas a base de harina de trigo con 40 min de precocción”	108
Tabla B11 “Resultados de la evaluación sensorial; Color”	109
Tabla B12 “Resultados de la evaluación sensorial; Olor”	109
Tabla B13 “Resultados de la evaluación sensorial; Sabor”	110
Tabla B14 “Resultados de la evaluación sensorial; Firmeza”	110
Tabla B15 “Resultados de la evaluación sensorial; Pegajosidad”	111
Tabla B16 “Resultados de la evaluación sensorial; Apelmazamiento”	111
Tabla B17 “Resultados de la evaluación sensorial; Aceptabilidad”	112
Tabla B18 “Análisis de Varianza del Atributo Sensorial Color”	113
Tabla B19 “Análisis de Varianza del Atributo Sensorial Olor”	113

Tabla B20 “Análisis de Varianza del Atributo Sensorial Sabor”	114
Tabla B21 “Análisis de Varianza del Atributo Sensorial Firmeza”	114
Tabla B22 “Análisis de Varianza del Atributo Sensorial Pegajosidad”	115
Tabla B23 “Análisis de Varianza del Atributo Sensorial Apelmazamiento”	115
Tabla B24 “Análisis de Varianza del Atributo Sensorial Aceptabilidad”	116
Tabla B25 “Prueba de Tuckey para el Atributo Sensorial Color”	117
Tabla B26 “Prueba de Tuckey para el Atributo Sensorial Olor”	117
Tabla B27 “Prueba de Tuckey para el Atributo Sensorial Sabor”	118
Tabla B28 “Prueba de Tuckey para el Atributo Sensorial Firmeza”	118
Tabla B29 “Prueba de Tuckey para el Atributo Sensorial Pegajosidad”	119
Tabla B30 “Prueba de Tuckey para el Atributo Sensorial Apelmazamiento”	119
Tabla B31 “Prueba de Tuckey para el Atributo Sensorial Aceptabilidad por tiempo de pre-cocción”	120
Tabla B32 “Prueba de Tuckey para el Atributo Sensorial Aceptabilidad por Porcentaje de extracto”	120
Tabla B33 “Composición Proximal de la Pasta Precocida enriquecida con extracto vegetal de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>)”	121
Tabla B34 “Composición Proximal de la Pasta Precocida enriquecida con extracto vegetal de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>)”	121
Tabla C1 “Materiales directos e indirectos”	130
Tabla C2 “Equipos y Utensilios”	130
Tabla C3 “Suministros”	131
Tabla C4 “Personal”	131
Tabla C5 “Rol de Pagos”	131
Tabla C6 “Inversión Estimada para el Procesamiento de la Pasta Alimenticia de tipo precocido enriquecida con extracto vegetal de brócoli”	132

INDICE DE CUADROS

Cuadro N.1: Variable Independiente: Escaso enriquecimiento a partir de extractos vegetales.....	49
Cuadro N. 2: Variable Dependiente: Aporte Nutricional Limitado	50
Cuadro 3. “Administración de la Propuesta”	81
Cuadro 4 “Previsión de la Evaluación”.....	82

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N.1 “Árbol de Problemas de Inexistencia de Pastas pre-cocidas altamente nutritivas en la ciudad de Ambato”	11
GRAFICO N.2. Diagrama de flujo para la elaboración de pastas precocidas	31
GRÁFICO N. 3 “Superordinación de las variables”	32
GRÁFICO N. 3 “Superordinación de las variables”	32
GRÁFICO N. 4 “Subordinación Conceptual de las variables”	40
GRÁFICO N. 5: “Índice de Absorción de las muestras de harina de trigo en sus tres niveles de precocción”	98
GRÁFICO N. 6: “Promedio Sensorial del Atributo Color en el Producto Final”	122
GRÁFICO N. 7: “Promedio Sensorial del Atributo Olor en el Producto Final”	122
GRÁFICO N. 8: “Promedio Sensorial del Atributo Sabor en el Producto Final”	123
GRÁFICO N. 9: “Promedio Sensorial del Atributo Firmeza en el Producto Final” ...	123
GRÁFICO N. 10: “Promedio Sensorial del Atributo Pegajosidad en el Producto Final”	123
GRÁFICO N. 11: “Promedio Sensorial del Atributo Apelmazamiento en el Producto Final”	124
GRÁFICO N. 12: “Promedio Sensorial del Atributo Aceptabilidad en el Producto Final”	124
GRÁFICO N. 13: “Interacción AB en el Color del Producto Final”	125
GRÁFICO N. 14: “Interacción AB en el Olor del Producto Final”	125
GRÁFICO N. 15: “Interacción AB en el Sabor del Producto Final”	125
GRÁFICO N. 16: “Interacción AB en el Firmeza del Producto Final”	126
GRÁFICO N. 17: “Interacción AB en el Pegajosidad del Producto Final”	126
GRÁFICO N. 18: “Interacción AB en el Apelmazamiento del Producto Final”	126

GRÁFICO N. 19: “Interacción AB en el Aceptabilidad del Producto Final”	127
GRÁFICO N. 20 “Balance de Materiales para la Obtención de la Pasta Alimenticia de tipo precocido con enriquecimiento vegetal a partir del extracto de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>)	129

RESUMEN EJECUTIVO

El Brócoli (*Brassica oleracea*) es un vegetal perteneciente a la familia de las crucíferas, que comprende también al repollo y al coliflor. El término Brassica, género al que pertenece, es el nombre latino de las coles. El brócoli ha sido calificado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso de producto comestible, su componente mayoritario es el agua, por lo que su valor calórico es muy bajo. Además, presenta una gran importancia desde el punto de vista nutricional, por su variedad y cantidad vitamínica. Es una excelente fuente de vitamina C, ácido fólico y niacina, y una buena fuente de provitamina A (beta-caroteno), vitamina B1 y E.

En los últimos años, en el brócoli se han identificado una serie de elementos fitoquímicos cuyos potenciales efectos en la prevención de diversos tipos de cáncer y otras enfermedades justifica el creciente interés en su consumo y cultivo. Por tanto, su aplicación en el enriquecimiento de pastas alimenticias se justifica en la conservación de los nutrientes del vegetal en el producto terminado a partir del reducido tiempo de cocción. El proceso de precocción de la materia prima se realizó mediante cocción en agua, 20 y 40 minutos, secado y molido. La muestra obtenida a partir de 20 min de precocción mantuvo un equilibrio entre la gelatinización de almidones y proteínas de las estructuras de la harina trigo, favoreciendo la obtención de pastas alimenticias enriquecidas con el extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*).

Las pastas que presentaron mayor aceptabilidad por parte de los catadores fueron las pertenecientes al tratamiento a₁b₁ del diseño experimental, es decir 20 minutos de precocción de la harina de trigo y 20% de extracto vegetal en la formulación de la pasta. Las características sensoriales evaluadas fueron, color, olor, sabor, firmeza, pegajosidad, apelmazamiento, y aceptabilidad

Finalmente, se realizó la estimación proximal de la pasta de tipo precocido de mayor aceptación sensorial, validando así el incremento nutricional en el producto terminado a partir de la utilización del extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) en el enriquecimiento de las pastas alimenticias.

Descriptores: precocción, pastas alimenticias, brócoli (*Brassica oleracea*)

INTRODUCCIÓN

La palabra brócoli viene del italiano *brocco*, que significa rama de brazo. Brócoli es una palabra plural, y se refiere a los numerosos brotes en la forma de *Brassica Oleracea*. El brócoli o brécol es una verdura altamente beneficiosa para la salud. Por su alto contenido en vitamina C, ácido fólico, potasio, hierro, beta-caroteno, entre otros elementos, se le considera una verdura de gran aporte benéfico para el organismo, y por su poder antioxidante, está considerada como la hortaliza de mayor valor nutritivo por lo que es imprescindible en la dieta alimentaria. Existen dos tipos de brócoli: el Italiano (*Brassica Oleracea Itálica*) que es el más común en Estados Unidos, y el brócoli de cabeza (*Brassica Oleracea*), que se parece a una coliflor y es el que se cultiva en Ecuador.

De entre todas las propiedades que se le adjudican, la que más llama la atención es su posible acción anticancerígena, gracias a distintas sustancias fitoquímicas, enzimas y antioxidantes que lo convertirían en un alimento preventivo o curativo. En parte, esto es debido a su riqueza en vitamina C, A y E, y en menor cantidad que las anteriores, de ácido fólico. Estos compuestos aumentan la actividad de las enzimas de la fase II del metabolismo, cuya función es la eliminación de agentes cancerígenos del organismo, o el bloqueo de su acción perjudicial.

Entre los minerales que aporta esta verdura se destaca el potasio y sus cantidades significativas de calcio, magnesio, manganeso, cobre, fósforo, zinc, hierro, selenio y azufre.

Otras bondades que se le atribuyen al brócoli (*Brassica oleracea*) son su poder laxante, inducido por el alto nivel de fibra, que actúa sobre el nivel de colesterol, y su poder diurético, pues favorece la eliminación de líquidos. Además, se lo cataloga como un alimento rico en nutrientes y de poco aporte calórico (39 calorías y 4,5 gramos de proteínas por cada 100 gramos de producto fresco).

Entre las sustancias fitoquímicas identificadas como componentes del brócoli (*Brassica oleracea*), se ubican los *glucosinolatos*, sustancias aromáticas a las que se les atribuyen efectos anticancerígenos además de la capacidad de eliminar microorganismos indeseables del cuerpo, y que al catabolizar dan lugar a otros compuestos bioactivos no menos interesantes como los *indoles* que favorecen la desintoxicación del organismo, y los *isotiocianatos*, agentes considerados quimiopreventivos más efectivos. Entre ellos, se destaca el sulforafano, altamente estudiado en el brócoli. Se destacan también, varios *bioflavonoides*, entre ellos la *quercetina*, que actúa como antiinflamatorio y parece ralentizar el crecimiento de algunos tipos de cáncer, *carotenos*, entre ellos la luteína, sustancia abundante en el ojo humano que actúa como protector frente al desarrollo de cataratas y que ha sido relacionada con la disminución del riesgo de padecimiento de trastornos cardiovasculares, y finalmente se encuentra la *fibra*, útil en la actividad gastrointestinal.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN

Aprovechamiento de las Propiedades Nutritivas del Brócoli (*Brassica oleracea*) para Generar un Aporte Nutricional en Pastas Alimenticias de Tipo Pre-cocido a Partir del Extracto Vegetal

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.2.1.1. MACRO

En base al análisis del artículo “El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo” publicado por la FAO (2010) [1] se establece que el número de personas sub-nutridas en el mundo sigue siendo inaceptablemente elevado, casi mil millones de personas en el 2010, a pesar de haber experimentado una reducción prevista, primera en 15 años. Tras aumentar entre 2006 y 2009 debido a los elevados precios de los alimentos y a la crisis económica mundial, en 2010 tanto el número como la proporción de personas que pasan

hambre se redujo a medida que la economía mundial se recuperaba y que los precios de los alimentos se mantenían por debajo de sus niveles máximos.

La FAO estimó que en el 2010 un total de 925 millones de personas se encontraban sub-nutridas, frente a los 1023 millones en 2009. La mayor parte de esta reducción se produjo en Asia, donde hay 80 millones menos de personas que sufren hambre, aunque también ha habido un progreso en el África subsahariana, donde existen 12 millones menos de personas hambrientas. Sin embargo, los datos sobre el hambre son más elevados en 2010 que antes de las crisis alimentaria y económica de 2008 y 2009.

En la publicación se indica que la utilización de un conjunto variado de instrumentos de asistencia alimentaria (alimentos, efectivo o cupones) complementado por innovaciones en la adquisición de alimentos (incluida la adquisición local) contribuye a garantizar que se proporcione la asistencia adecuada y a ampliar al máximo la posibilidad de que la asistencia alimentaria humanitaria sirva como base sólida para la seguridad alimentaria a plazo más largo.”

A partir de la información detallada anteriormente por la organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) se identifica la necesidad urgente de optimización de los recursos agrícolas propios de cada país con la finalidad de mejorar las fuentes de alimentación, generando un aporte positivo en la comunidad al proporcionar alimentos seguros y de alta calidad nutricional.

Según la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos Argentinos (2009) [2] “la demanda de brócoli está aumentando en todo el mundo, especialmente en los países desarrollados, consecuencia de los

cambios en los hábitos de alimentación. En los EEUU el crecimiento del cultivo ha sido notable en los últimos años, calculándose en alrededor del 700% entre 1971 y 1991. Según el Departamento de Agricultura Estadounidense, desde 1970 a 1994 el consumo de brócoli ha pasado de 0,7 a 2,5 Kg/habitante/año, ocupando uno de los 10 lugares más sobresalientes en ventas de ese país donde su consumo sigue creciendo.

Idrovo (2009) en su “Análisis de Mercado – Ecuador” [3] denota que “el principal exportador mundial de brócoli es España con el 38% del mercado mundial y registrando un crecimiento promedio anual del 11% entre el 2002 y el 2006, seguido por Francia; Estados Unidos e Italia con el 14.92%, 8.16% y 7.96% respectivamente, y a pesar de que entre los mercados más importantes para el Ecuador se encuentren Estados Unidos y Japón, la mayor parte los compradores del producto Ecuatoriano son europeos.”

Por otro lado, la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos Argentinos (2009) [3] menciona que “Una de las pocas industrias que creció durante la crisis fue la de la producción de pasta seca, ya que quienes antes compraban fideos importados ahora no pueden hacerlo. Además, por el precio de la carne, los fideos se consumen a nivel general más que antes por la misma razón. A nivel mundial se elabora aproximadamente una cantidad de 9,3 millones de toneladas de pasta al año. 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 ubica Brasil con 1 millón de toneladas. En América Latina, el mayor productor es Brasil (10% de la producción mundial), seguido por México (4%), Venezuela (3,5%) y Argentina (3%).

Según la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos Argentinos (2009) [3] “durante el año 2000, el comercio mundial de pastas secas alcanzó los 2,17 millones de toneladas, por un valor superior a los U\$S 1.500 millones. Ese año, Italia participó con el 68% de las ventas, seguido a la distancia por Estados Unidos y Canadá, con 3% cada uno. El principal comprador mundial fue EE.UU. (16% del total). Le siguieron en importancia Alemania y Francia (12% cada uno), Reino Unido y Japón (6%), y Canadá (4%). Si se mira la compra por bloques, el más importante fue la Unión Europea con un requerimiento del 40% del total.”

1.2.1.2. MESO

En América Latina hay 8,8 millones de niños menores de 5 años sumidos en la desnutrición crónica, sostuvo un estudio presentado en el año 2006 por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (CEPAL) [4]. Es decir, el 16 por ciento de la población de esa edad. Según el estudio, elaborado por dos expertos de CEPAL, la situación es especialmente grave en los países centroamericanos y andinos.

En Guatemala el problema, según cifras entre 1995 y 2002, lo padece el 46% de los menores de 5 años, que supera el promedio en Asia y Africa, y en Honduras el 29%, mientras que Ecuador es del 27%, Bolivia el 26% y Perú el 25%. En el otro extremo, en Chile sólo el 1,5% de la población de niños menores de 5 años padece de desnutrición crónica.

En el año 2008 la oficina regional de la FAO [5] informó que la crisis mundial puede acabar con los avances en la lucha contra el hambre alcanzados en los últimos años en Latinoamérica y el Caribe, donde la desnutrición afecta a más de los 53 millones de personas que la padecían en 1990.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe publicó en su publicación “Panorama del Hambre en América Latina y el Caribe” (2008) [5] 963 millones de personas padecen hambre. De este total, 115 millones se encuentran en situación de subnutrición, principalmente por el efecto del alza de los precios de los alimentos que se experimentó con mayor fuerza entre el año de 2006 y los primeros meses de 2008. En el año 2005, el hambre afectó a 45 millones de personas, por lo que se estima que con programas de ayuda en quince años 8 millones de ciudadanos dejarían de pasar hambre, mientras que en sólo dos años 6 millones habrán vuelto a pasar por la penuria del hambre”

Según las estadísticas mundiales registradas en la base de datos de PROTA, fundación internacional sin fines de lucro, en el año 2004 [6], los datos de producción de brócoli son incompletos pues suelen ser confundidos con aquellos pertenecientes a coliflor. Sin embargo se estima que en América Latina la producción es de 8000 hectáreas. Se indica también que La producción de vegetales ricos en antioxidantes es especialmente alta en sierras ecuatoriales, y las exportaciones en forma congelada se han incrementado desde 2000 toneladas métricas en 1998 a aproximadamente 50 000 toneladas en el 2006. Esto se categoriza en el “Top 10” global y ubica a los países Sudamericanos entre los tres proveedores de la Unión Europea.

Por otro lado, la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos Argentinos (2009) [3] estima el ranking de consumo anual de pastas secas por habitante de la siguiente manera: Venezuela con 12 kg., Perú y Chile con 8 kg., y Argentina con 7 kg. En Argentina, las pastas secas ocupan el primer lugar dentro de las preferencias de los consumidores respecto de productos para preparar platos calientes, seguidos por el arroz en grano. El consumo nacional de pastas en Argentina presenta características estacionales, siendo mayor en el invierno.

Los cambios en el consumo, consecuencia de nuevos hábitos y de variaciones en el poder adquisitivo de la población, han influido en la atenuación de la estacionalidad de la demanda. Según Nielsen de Argentina (2002) [3], empresa líder mundial en investigación de mercados y consumidores, las pastas secas se encuentran dentro de los cinco productos que más han aumentado su consumo en los últimos meses. Durante el año 2001 el volumen vendido de pastas secas aumentó 3,5% con una disminución del precio del 3,4%. Asimismo durante el primer bimestre de 2002, el consumo aumentó 7.2% con un aumento del precio del 0,3%.

1.2.1.3. MICRO

En la publicación del Diario “El Universo” (2009) [7] se indica que el director del Programa Mundial de Alimentos (PMA) de Naciones Unidas en Ecuador, Helmut Rauch, alertó sobre los desmesurados niveles de desnutrición infantil en el país sudamericano pues según Rauch “No se justifica por nada que un país de ingresos medios tenga una situación tan pésima de desnutrición infantil como la tiene Ecuador”.

Según el PMA en el año 2009 [7], Ecuador fue el cuarto país de América Latina, tras Guatemala, Honduras y Bolivia, con peores índices de desnutrición infantil. Actualmente, el 26% de la población infantil ecuatoriana de 0 a 5 años sufre de desnutrición crónica, una situación que se agrava en las zonas rurales, donde alcanza al 35,7% de los menores, y es aún más crítica entre los niños indígenas, con índices de más del 40%.

La ONU en el mismo año (2009) [7], estableció que si se produce un descenso del 5% en los índices de desnutrición crónica, se consigue una reducción del 20% en los índices de pobreza global del país. En Ecuador, según los datos aportados por el propio Gobierno, el 12,8% de la población ecuatoriana padece extrema pobreza. En las zonas rurales los índices aumentan hasta el 49%, y entre los indígenas hasta el 53%.

Mientras tanto, Ecuador se ha convertido en el primer exportador de brócoli de Sudamérica, con 98% de su producción, y es uno de los tres principales proveedores de la legumbre al mercado europeo, gracias a la organización de su gremio. Según “Imagen Agropecuaria” (2008) [8], a partir del año 2000, el crecimiento de las exportaciones de brócoli en Ecuador fue de 13 por ciento anual. Así, según Jaime Tola Cevallos (2008), director de Investigación y experto en alianzas público- privadas del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador (INIAP), se conoce que lo que comenzó como un negocio de 300 toneladas y 32 mil dólares en la actualidad llega a las 70 mil toneladas y 69 millones de dólares anuales en exportaciones.

Según datos de TradeMap (2007) [9], estadísticas comerciales para el desarrollo de negocios internacionales, el Ecuador ocupa el quinto puesto dentro de los países exportadores de brócoli con un porcentaje de participación a nivel mundial del 6.29% y cuya cifra en miles de dólares es de US\$ 56.889,56 (miles de dólares). En base a los datos del Ministerio de Agricultura, las estimaciones de producción en el 2007 fueron de 62 791 toneladas métricas, en una superficie de 3 531 hectáreas de cosecha.

Ernesto Ribadeneira (2007), presidente de la Asociación de Productores Ecuatorianos de Frutas y Legumbres (APROFEL) [8], cita que a partir de 1990, el brócoli comenzó a tomar fuerza, cuando se encontró con un mercado externo ávido por la verde hortaliza y a partir del 2000, esto creció aún más pues, cuando el país se dolarizó, se logró entrar al mercado estadounidense, uno de los principales, después de Europa Occidental y Japón.

A partir de la publicación de la prensa del diario “HOY” [10], se conoce que el brócoli en Ecuador se cultiva en toda la Sierra central del país. Los agricultores que se dedican a esta actividad están asentados en las provincias de Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y Carchi. Más del 98% de la superficie sembrada de brócoli son monocultivos del producto; mientras que hay un pequeño porcentaje (menos del 2%) que se cultiva junto a otros productos. Según el último censo realizado en el año 2000 [10], se registró que en el Ecuador existía un total de 3 422 hectáreas de superficie sembradas, con un promedio de 48 681 de toneladas métricas de producción.

En cuanto a la producción y consumo de pastas alimenticias en el Ecuador, “Italia” y “Amancay” son las marcas con las que el Grupo Superior abastece al mercado nacional. En la publicación de Prensa del diario Hoy (2000) [11], Italia cubre desde la provincia del Carchi hasta Chimborazo, las provincias de Sucumbíos, Napo y Pastaza, en el Oriente, y parte de la Costa. Amancay, que se produce en Cuenca, llega a parte de la Costa y Sierra. En el año 2000, la producción promedio alcanzó 500000 kilos mensuales, y sus administradores han previsto un crecimiento del 40% pues se estima que en Ecuador, el consumo de fideos llega a cuatro kilos per cápita.

1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO

A partir de la información detallada por la FAO y otras fuentes se identifica con claridad el creciente incremento o escasa disminución de las tasas de desnutrición a nivel mundial, latinoamericano y nacional, principalmente por efecto de la pobreza y nivel de desarrollo de la comunidad, país, o región. En consecuencia, las limitaciones tecnológicas, especialmente en el área alimenticia, generan impactos significativos en la nutrición y problemas de salud debido al escaso aprovechamiento de fuentes naturales de elementos nutricionales y bioactivos tales como vitaminas, minerales, proteínas, fibra, y elementos antioxidantes.

Las pastas son alimentos que se consumen mundialmente, sin distinción de raza, estado social o nivel económico, debido a su facilidad de preparación y costo relativamente bajo. Sin embargo, la escasa tecnología en países subdesarrollados ha hecho que estos alimentos posean un valor nutricional

limitado, principalmente por su composición alta en carbohidratos y baja en vitaminas y minerales. En consecuencia, el aporte de la industria fideleria en el ámbito nutricional de la población es reducido. Consecuentemente, desde el punto de vista del consumidor final la disminución de confiabilidad de los beneficios nutritivos de las pastas alimenticias puede incrementar con el paso del tiempo si esta industria no presenta innovación de sus productos con el enriquecimiento nutricional y funcional respectivo.

Se identifica también que las exigencias de los consumidores son cada vez más altas no solo en nutrición sino también en la reducción del tiempo de preparación de sus alimentos, por lo que es importante satisfacer la demanda de estos alimentos generando a la vez un aporte social a la comunidad.

ÁRBOL DE PROBLEMAS

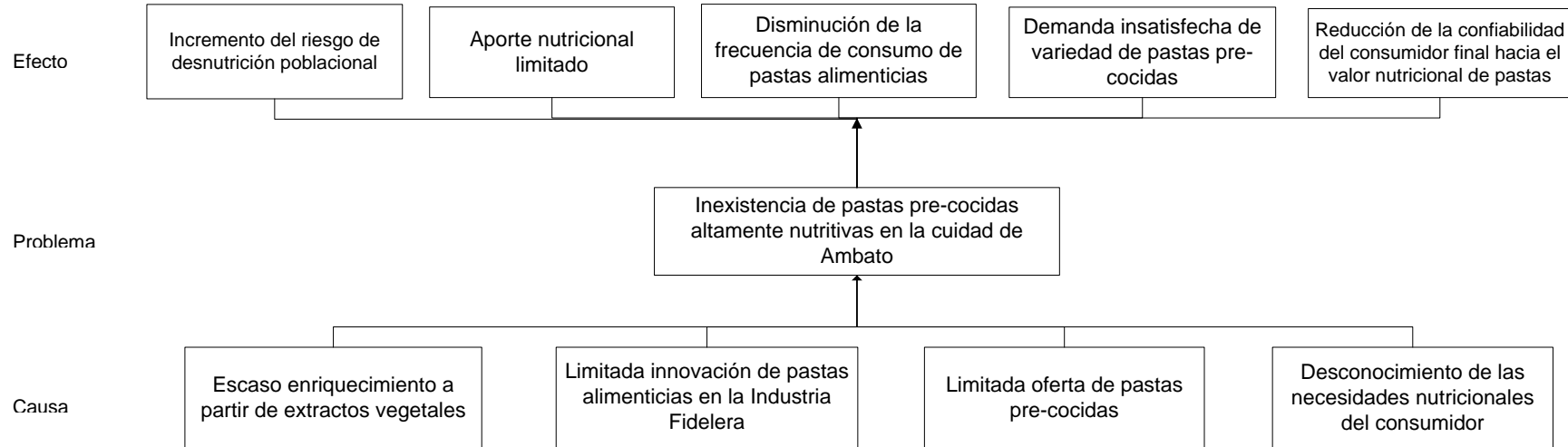


GRÁFICO N.1 “Árbol de Problemas de Inexistencia de Pastas pre-cocidas altamente nutritivas en la ciudad de Ambato”

Elaborado por: Carmen Elena Arroba B.

1.2.3. PROGNOSIS

El estudio tecnológico basado en el aprovechamiento de las propiedades nutritivas y funcionales del brócoli representa un aporte positivo para la sociedad pues generaría un alimento útil en la prevención de enfermedades degenerativas ligadas a la malnutrición, en la que se incluye la insuficiente ingesta de nutrientes esenciales en la dieta alimenticia, tales como vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes.

En la elaboración de la pasta pre-cocida enriquecida con brócoli (*Brassica oleracea*) se aprovecha los nutrientes principales del vegetal (proteínas, fibra, vitaminas y minerales); así como también sus elementos bioactivos (sustancias fitoquímicas). Otorgando entonces al consumidor final un alimento obtenido con ingredientes 100% naturales, beneficiosos para la salud. Además, la pasta vegetal representa un aporte socio-comunitario en el ámbito económico ya que estos productos son de fácil adquisición debido a su costo relativamente bajo. Por lo que, generaría un impacto positivo en el control o reducción indirecta de desnutrición en comunidades de bajos recursos económicos.

Finalmente, el limitado estudio tecnológico en la elaboración y enriquecimiento de alimentos de consumo masivo representa una innovación alimenticia generada por corrientes de marketing, que aporta insuficientemente con las necesidades nutricionales de la sociedad, quienes son la base y prioridad de la industria alimenticia como consumidores finales.

1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es el escaso enriquecimiento a partir de extractos vegetales como brócoli (*Brassica oleracea*) el que origina el aporte nutricional limitado de pastas alimenticias de tipo precocido altamente nutritivas en la ciudad de Ambato?

Variable Independiente: Enriquecimiento a partir de extractos vegetales

Variable Dependiente: Aporte Nutricional

1.2.5. PREGUNTAS DIRECTRICES

- ◆ ¿Qué beneficio tiene la aplicación de ingredientes vegetales en la producción de pastas alimenticias?
- ◆ ¿Existe la suficiente tecnología para conservar los nutrientes de extractos vegetales como brócoli (*Brassica oleracea*) en el proceso de elaboración de una pasa pre-cocida?
- ◆ ¿Qué impacto socio económico tiene la producción de pastas pre-cocidas con propiedades funcionales, a partir del aporte nutricional, a nivel regional?
- ◆ ¿Existirá acogida de la pasta pre-cocida altamente nutritiva por parte del consumidor final?
- ◆ ¿Qué efecto genera la elaboración de pastas pre-cocidas con aporte nutricional en la industria alimenticia?

1.2.6. DELIMITACIÓN

Categoría: Alimentos
Sub-categoría: Cereales
Área: Tecnología de Cereales
Sub-área: Pastas alimenticias de tipo precocido.

El presente proyecto se realizó en la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, en los Laboratorios de Cereales y Oleaginosas, y Análisis Sensorial de la Institución.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto se justifica en la necesidad de mejora y desarrollo de técnicas industriales del área fidelerá, específicamente en la producción de alimentos de consumo masivo que sean enriquecidos, con fuentes naturales como extractos de vegetales de producción local, y a su vez que éstos presenten corto tiempo de cocción con la finalidad de conservación de los nutrientes aportados en la formulación. Precisamente, el presente proyecto se enfoca a la producción de pastas alimenticias que satisfagan con calidad los requerimientos nutricionales de la población en general, sean de fácil preparación, y se encuentren disponibles en el mercado local.

Los efectos de una mala nutrición se reflejan principalmente en el desarrollo físico e intelectual limitado de una persona, ésta se torna más vulnerable a los estragos de enfermedades a lo largo de la vida, restringiendo las perspectivas de aprendizaje, y condenándola a trayectorias laborales de bajos ingresos y muy alta probabilidad de permanecer en situación de relativa pobreza. Como resultado, al otorgar alimentos altamente nutritivos en el mercado, se ayudaría indirectamente en el control de la malnutrición poblacional, así como también en el desarrollo intelectual de los individuos de una comunidad.

En general, los efectos de la globalización han conducido a la mayoría de la población a adoptar malos hábitos alimenticios con el consecuente consumo excesivo de comidas rápidas o productos instantáneos que requieren poco tiempo de preparación. En la mayoría de los casos estos alimentos contienen aditivos y elementos similares que con su excesiva ingesta se acumulan dentro del organismo y tienden a ser residuos de difícil eliminación, Lo que causa posteriormente enfermedades degenerativas y envejecimiento celular.

Al presentar la alternativa de elaboración de una pasta pre-cocida enriquecida con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) se cubre con las demandas del consumidor en cuanto al reducido tiempo de cocción, baja o nula cantidad de aditivos y conservantes; explicada en la baja humedad del producto final, y el alto contenido nutricional que presenta la pasta enriquecida. Así como también, el alto contenido nutricional proporcionado por el extracto vegetal.

Por lo tanto, el planteamiento de enriquecimiento de una pasta pre-cocida representa una vía de desarrollo socioeconómico para la población regional puesto que se promueve la innovación de productos en la industria fideler, promociona la utilización de recursos agrícolas locales, tales como brócoli (*Brassica oleracea*), e impulsa a la investigación y desarrollo de la ciencia a partir del estudio de sustancias naturales encontradas en fuentes vegetales.

Finalmente, El proyecto a ejecutarse representa más de un impacto positivo a nivel productivo, industrial o de investigación, y también de nivel comunitario pues el producto alimenticio a elaborarse toma en consideración la economía de los consumidores, y en cierto grado su funcionalidad ayudará tentativamente a contrarrestar problemas de salud.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General

- Establecer parámetros tecnológicos que permitan el aprovechamiento de las propiedades nutritivas de fuentes vegetales como brócoli (*Brassica oleracea*) en el enriquecimiento de pastas pre-cocidas para generar un aporte nutricional significativo.

1.4.2. Específicos

- Evaluar la calidad de las pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) a partir de la valoración física del producto terminado seco y cocido.
- Identificar el incremento nutricional que se genera en la pasta pre-cocida a partir del enriquecimiento con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) en base a las estimaciones proximales, en las mejores formulaciones.
- Determinar la aceptabilidad de la pasta precocida enriquecida con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) mediante la aplicación de un análisis sensorial que evalúe los caracteres organolépticos principales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

La investigación “Importance of Genotype on Carotenoid and Chlorophyll Levels in Broccoli Heads” realizada por Farnham, *et. al.* (2009) [12], del Departamento de Agricultura de EE.UU - Servicio de Investigación Agrícola (USDA, ARS) confirmaron que las cabezas de brócoli contienen niveles abundantes de luteína, un antioxidante que se piensa comúnmente proporciona aporte nutricional a los ojos y la piel.

Otros carotenoides como β -caroteno, violaxantina, neoxantina y anteraxantina también fueron hallados en cabezas de brócoli pero claramente la luteína fue la más significativa, representando aproximadamente la mitad de todos los carotenoides medidos, según el informe de los investigadores en la revista HortScience. El estudio descubrió que la luteína es el carotenoide más abundante en las cabezas de brócoli, y se encontró estar presente a un nivel de 139,6 microgramos por gramo de masa seca.

En el estudio se reportó además que un importante cuerpo de investigación, confirma los efectos benéficos de brócoli y sus extractos. La mayoría de la

ciencia ha mirado los beneficios anticancerígenos de la verdura, vinculados a los altos niveles de químicos activos de la planta, los glucosinolatos. Éstos son metabolizados por el organismo en isotiocianatos, conocidos como poderosos anticancerígenos. El principal isotiocianato del brócoli se resalta ser el sulforafano.

Según los resultados publicados en *Clinical Immunology* por RIEDL, et al. (2009) [13], en el estudio “Oral sulforaphane increases Phase II antioxidant enzymes in the human upper airway” El consumo de brotes de brócoli lleva a un incremento de dos a tres veces en los niveles de enzimas antioxidantes relacionadas con la protección de vías respiratorias contra el daño oxidativo de tejidos que conduce a la inflamación y las afecciones respiratorias como el asma.

El investigador Marc Riedl de la Escuela de Medicina David Geffen en UCLA (2009) [13], cita que éste es uno de los primeros estudios que muestran que los brotes de brócoli, fuente de alimento disponible, ofrecen potentes efectos biológicos en estimular una respuesta antioxidante en los seres humanos.

Según RIEDL, et al. (2009) [13], una ventaja importante de sulforafano, isotiocianato presente en las cabezas de brócoli, es que parece aumentar una amplia gama de enzimas antioxidantes, que pueden ayudar a la eficacia del compuesto en el bloqueo de los efectos nocivos de la contaminación del aire. Menciona además que la ingesta de brócoli puede ofrecer protección contra los procesos inflamatorios y podría conducir a posibles tratamientos para una variedad de enfermedades respiratorias. El estudio se extiende hacia la comprensión de los beneficios potenciales en salud del brócoli, con estudios

previos que reportan que los isotiocianatos ejercen una poderosa actividad anticancerígena.

La Oficina Española de Patentes y Marcas (1995) ^[14], un procedimiento para la preparación de pastas alimenticias secas, donde se especifica que para obtener una pasta precocida se debe prepara una mezcla que contiene un producto de molienda de cereal y de agua, se forman unas pastas a partir de dicha mezcla, se pre-cocan dichas pastas al vapor a la vez que se van rociando de forma intermitente con agua muy caliente a pH 5,0-5,5, a fin de obtener unas pastas precocidas que presenten un porcentaje de materia seca de 35-45% en peso, luego se secan las pastas precocidas.

Una ventaja de este procedimiento es que permite una reducción de la cantidad total de agua utilizada para la precocción, es decir agua cargada de materia prima, esencialmente almidón, difícilmente reciclable.

Otra ventaja de este procedimiento es que permite la obtención de pastas precocidas cuyo almidón es totalmente gelatinizado y la red de proteínas completamente formada.

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La investigación realizada es de tipo cuantitativo pues engloba la recopilación de información y datos útiles para aplicaciones de ingeniería y nutrición. Al mismo tiempo, al aplicar técnicas de diseño experimental y muestreo se utilizó la vía hipotético-deductiva que permitió el análisis de los resultados generados a partir de todas las determinaciones de laboratorio necesarias para la fundamentación de la calidad final de los productos obtenidos en el desarrollo del estudio.

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

Según las Observaciones de la Comunidad Europea para el Comité del Codex sobre aditivos alimentarios y contaminantes de los alimentos, La Haya (2001) [18] a petición de observaciones sobre el proyecto de Norma general revisada del Codex para los aditivos alimentarios (NGAA) se establece que La baja actividad de agua de la pasta precocida o seca (06.4.2) y de los productos de panadería (07.0) tiene un efecto conservante frente a las bacterias y suprime la necesidad de utilizar benzoatos. Por tanto, su aplicación no es indispensable en pastas precocidas o secas, y productos de panadería. Más aún, en el caso de requerir su aplicación por efecto de condiciones ambientales extremas, es necesario revisar las especificaciones técnicas y hojas de seguridad para evitar una sobredosificación en la IDA del consumidor final (5 mg/kg) ya que la pasta y los productos de panadería se consumen diariamente en cantidades significativas.

En base a los estándares para pastas instantáneas establecidos por el Codex Alimentario en la norma CODEX STAN 249-2006 [19], la presente investigación evaluará la información detallada en la norma para su correspondiente aplicación en el diseño y evaluación de los parámetros de calidad que generen un producto terminado altamente nutritivo, que presente buenas características sensoriales, y sea inocuo o apto para el consumo humano.

La presente investigación también hará referencia a la Norma INEN 1375: Pastas alimenticias o Fideos.

2.4. CATEGORIZACION

2.4.1. Categorías Fundamentales.

Se cita a continuación, datos referenciales que apoyan el conocimiento previo a la investigación en cuanto al valor nutritivo de la pasta precocida con extracto vegetal, objeto de investigación. Entre ello se establece la composición proximal de los ingredientes principales para la obtención de una pasta enriquecida con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*)

Harina de Trigo: El instituto Nacional de Nutrición del Ecuador en la tabla de composición de los alimentos (1985) establece el contenido nutritivo en 100 gramos, porción aprovechable para la harina de trigo extranjera como se establece en la tabla N.1.

Tabla N. 1. “Composición de la Harina de Trigo”

COMPONENTE	UNIDAD	CANTIDAD
Agua	g	14,5
Proteínas	g	11,2
Grasas	g	2,4
Carbohidratos Totales	g	71,4
Fibra dietética	g	0,0
Cenizas	g	0,5
Calcio	mg	22
Fósforo	mg	136
Hierro	mg	2,0
Tiamina	mg	0,15
Riboflavina	mg	0,05
Niacina	mg	1,43
Energía	cal	344

Fuente: Tabla de composición de los alimentos
Ecuatorianos – “Harina de trigo extranjera” (1985) [15]

Brócoli: En base a lo publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) (2002) [16] en la Oficina Regional para América Latina y el Caribe, se reporta en la Tabla de Composición de Alimentos de América Latina la composición del brócoli a continuación en la Tabla N. 2

Tabla N. 2 “Composición del Brócoli”

COMPONENTE	UNIDAD	CANTIDAD
Agua	g	9,2
Proteínas	g	3,5
Grasas	g	0,3
Cenizas	g	1,8
Carbohidratos Totales	g	85,2
β- caroteno Equiv. totales	(μg)	1240
Tiamina	mg	0,1
Riboflavina	mg	0,18
Vitamina C	mg	85
Energía	(kcal)	358

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) en la Oficina Regional para América Latina y el Caribe (2002)

Gracias a la información detallada por el CORPEI (2009) ^[17] se caracteriza al vegetal brócoli de producción local como se cita a continuación:

Nombre Común: Brócoli

Especie Botánica: *Brassica Oleracea*

Familia: Crucíferas

Zonas de Producción.

Las zonas adecuadas para el cultivo de brócoli son aquellas caracterizadas por bosques secos y zonas húmedas, bajo montañosas, con clima templado y frío, lo que convierte a la Sierra ecuatoriana en la región productiva por excelencia. Las Provincias más representativas en el País son: Cotopaxi, Pichincha y Tungurahua; en los últimos años están creciendo las superficies sembradas en Chimborazo, Imbabura, Cañar y Azuay.

Valor Nutritivo y Características Especiales.

El análisis nutritivo y calórico realizado por organismos encargados de la CORPEI (2009) ^[17] en base a una porción de 100g de brócoli determinan:

Tabla N. 3 “Valor nutritivo y calórico del una porción de 100 g de brócoli (*Brassica oleracea*)”

Calorías	4.4
Agua	89%
Energía	34 calorías
Proteína	3.6 g
Grasas	0.4 g
Carbohidratos	4.9 g
SALES MINERALES	
Calcio	103 mg
Fósforo	78mg
Hierro	1.1 mg
Sodio	15 mg
Potasio	382 mg

VITAMINAS	
Tiamina	0.10 mg
Riboflavina	0.23 mg
Niacina	0.9 mg
Acido ascórbico	113 mg
Vitamina A1 (IU)	2.500 mg

Fuente: CORPEI (2009)

Además establece que junto con otras hortalizas, el brócoli es un ingrediente muy importante en la nutrición humana; pertenece al cuarto grupo esencial de alimentos y su valor nutritivo radica principalmente en su alto contenido de vitaminas y minerales. Es una muy buena fuente de vitamina A, potasio, hierro y fibra, además de ser rico en hidratos de carbono, proteínas y grasa.

En los últimos años se le ha dado una mayor importancia al consumo de esta hortaliza, debido a resultados de investigaciones que afirman su efectividad en la prevención y control del cáncer por el alto contenido de ácido fólico en las hojas y en la inflorescencia. Además, este componente también está siendo utilizado para controlar la diabetes, osteoporosis, obesidad, hipertensión, y problemas del corazón.

Adicionalmente, el brócoli contiene algunos fitoquímicos importantes, tales como beta-caroteno, indoles e isotiocinatos. Los fitoquímicos previenen la formación de sustancias cancerígenas y evitan que estas lleguen a las células claves, promoviendo la formación de enzimas de la fase II (eliminan las toxinas de los cancerígenos. Muchas frutas y vegetales contienen sustancias que bloquean las células cancerígenas antes de que se vuelvan mortales. El brócoli ocupa el

primer lugar entre estas frutas y vegetales, puesto que contiene treinta tipos de estos agentes bloqueadores.

Con la finalidad de conocer los parámetros tecnológicos necesarios para la obtención de pastas alimenticias de tipo precocido se describe a continuación las etapas del proceso de elaboración:

RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA:

- **Harina de Trigo:** De acuerdo a las Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616, debe cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla N.1 “Requisitos de la harina de trigo” presente en la norma. En general, la harina de trigo debe contener un máximo de 14,5% de humedad, 0,8% de acidez y mínimo 8% de gluten.
- **Agua:** Debe cumplir con los requisitos establecidos en los numerales 5.1.1 y 5.1.2 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 108. Es decir, debe encontrarse libre de minerales, microorganismos y otras sustancias perjudiciales o tóxicas para el ser humano, debe obtenerse de la forma más higiénica posible y a su vez en el caso de que debe encontrarse
- **Brócoli:** La calidad del brócoli es evaluada en base a su pureza y ausencia de plagas, para lo cual se hace referencia a los estándares americanos para brotes de brócoli (*United States Standards for grades of Bunched Italian Sprouting Broccoli*) citándose que el brócoli debe encontrarse libre de decaimiento (productos marchitos), maduración excesiva, daños causados por la congelación, olores, sabores u otros materiales ajenos al producto. Además debe estar exento de decoloración del racimo o de las hojas, suciedad, y de enfermedades, insectos o daños causados por estos.

- **Sal:** La calidad de la sal debe estar sujeta a los requisitos expuestos en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 57:2006, donde se muestra un contenido de humedad máximo de 1%, 2% de sustancia deshidratante, 98,5% mínimo de cloruro de sodio y 50 mg/kg de yodo. Además debe contener un máximo de 0,3% de residuo insoluble con referencia al producto seco.

PROCESO DE ELABORACION DE LA PASTA ALIMENTICIA DE TIPO PRECOCIDO ENRIQUECIDA A PARTIR DEL EXTRACTO VEGETAL DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*)

- 1. Recepción:** Proceso en el cual se evalúa la calidad e inocuidad de todas las materias primas e ingredientes utilizados para la obtención de harina precocida. Se mantendrá como referencia las normas: NTE INEN 616 para harina de trigo y NTE INEN 1 108.
- 2. Pesado:** Una de las etapas críticas del proceso. Se pesa con aproximación $\pm 0,002$ g cada uno de los ingredientes, especificados según formulación. Es importante revisar antes del proceso que el equipo se encuentre calibrado y funcionando correctamente.
- 3. Pre-Cocción:** Una suspensión harina: agua 1:3 se lleva a ebullición (92°C). La harina de trigo se mantiene durante el tiempo establecido en el diseño experimental (factor a). A su salida, se coloca en bandejas perforadas, a manera de mallas, a manera de capa, con un espesor de aproximadamente 1 cm.

4. **Secado:** La harina es secada en bandejas a una temperatura de 45 °C en un secador con flujo de aire caliente hasta obtener una humedad de 13%.
5. **Molido:** Una vez seca, la harina de trigo pasa a un sistema de molienda automática en un molino de martillos. En el proceso de molturación se hace pasar el producto en proceso por tamices hasta obtener la granulometría específica para harina de trigo. Se mantiene como referencia la norma para harina de trigo INEN 616
6. **Pesado II:** Se pesa con aproximación $\pm 0,002$ g cada uno de los ingredientes, especificados según formulación. Es importante revisar antes del proceso que el equipo se encuentre calibrado y funcionando correctamente.
7. **Amasado.** Proceso denominado también *extrusión en frío*, debe considerar la humedad de la masa y el tiempo de amasado, caso contrario pueden formarse grietas (en forma de rayas) que conllevan a la alteración del color y apariencia del producto. En procesos industriales es vital conocer las propiedades farinográficas de la harina de trigo con la que se trabajará la masa, para establecer el tiempo máximo de amasado y la cantidad de agua máxima que puede absorber dicha harina.
8. **Laminado.** Proceso realizado en máquinas laminadoras, reguladas al espesor del producto, por referencia la pasta debe estar entre 0,6 y 1 mm de espesor. El proceso debe ser continuo y uniforme para evitar malformaciones en la pasta o generación de pastas irregulares (gruesas en un extremo y finas en otro).

- 9. Troquelado:** Denominado también moldeado, consiste en el proceso donde la pasta alimenticia pasa a través de un troquel, molde calibrado a la figura específica para el proceso de elaboración, adquiriendo la forma larga aplanada e individual característica de un tallarín.
- 10. Secado.** En un secador con flujo de aire caliente llevar las pastas a 20 y 45 °C, hasta obtener 90% de materia seca. El tiempo máximo de secado puede llegar a 8 horas. Este proceso debe ser controlado ya que puede producir daños irreversibles en la pasta, tales como agrietamiento o quebraduras, por exceso de secado o ablandamiento por retención de humedad, respectivamente.
- 11. Envasado.** Utilizar materiales biodegradables que a su vez eviten el paso de humedad relativa y afecten al producto final por efecto de la temperatura ambiente. Los envases serán inocuos y que cumplan con parámetros de calidad.
- 12. Almacenado.** Una vez obtenida el producto terminado se almacena en condiciones controladas de temperatura y humedad relativa para mantener la inocuidad durante su vida de estantería. Es necesario mantener en un ambiente seco, que permita el flujo de aire y no tenga focos de calentamiento.

DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACIÓN DE PASTAS PRECOCIDAS

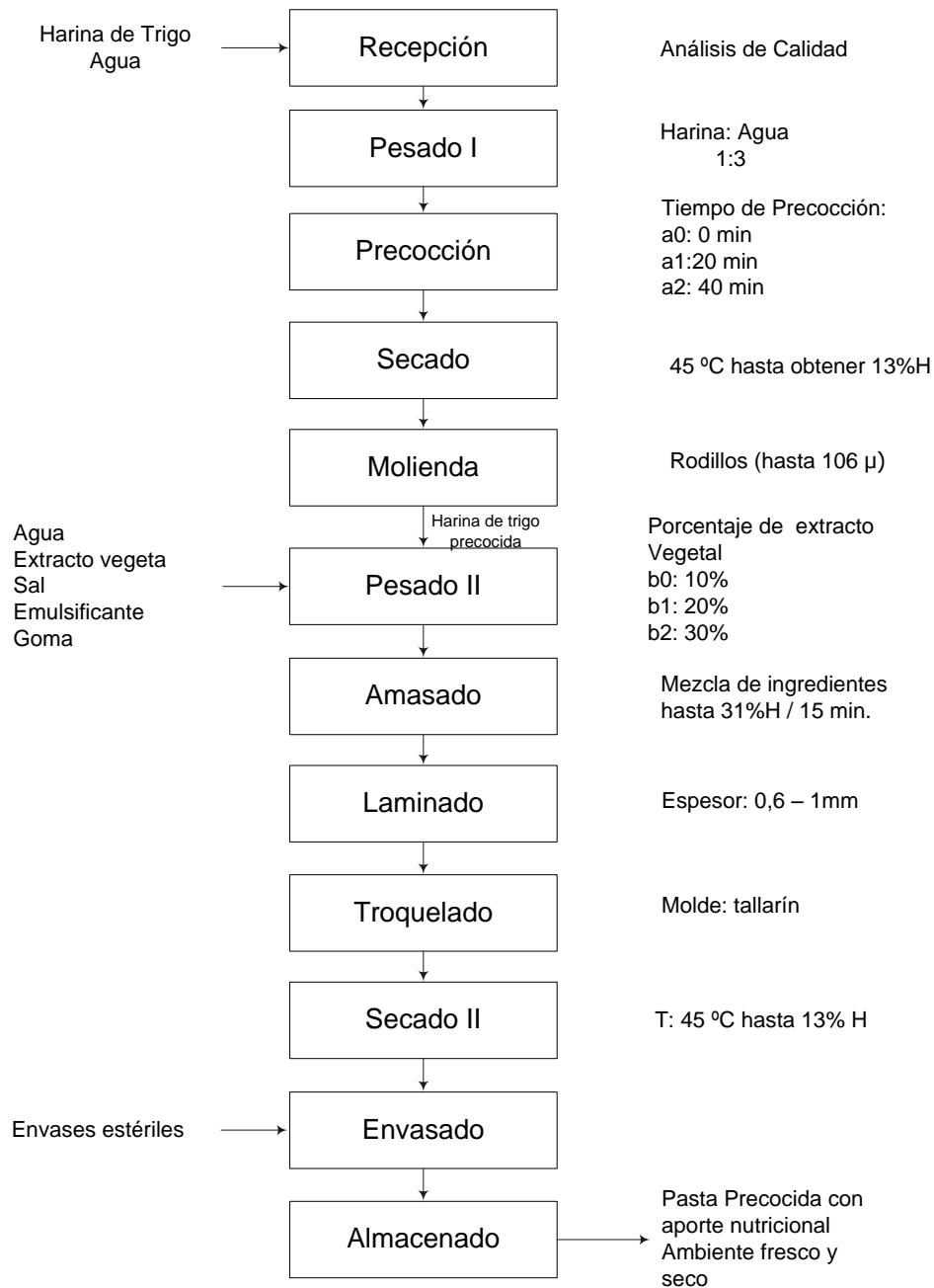


GRAFICO N.2. Diagrama de flujo para la elaboración de pastas precocidas
Elaborado por: Carmen Elena Arroba B.

2.4.2. CONCEPTUALIZACIÓN

2.4.2.1. SUPERORDINACIÓN CONCEPTUAL

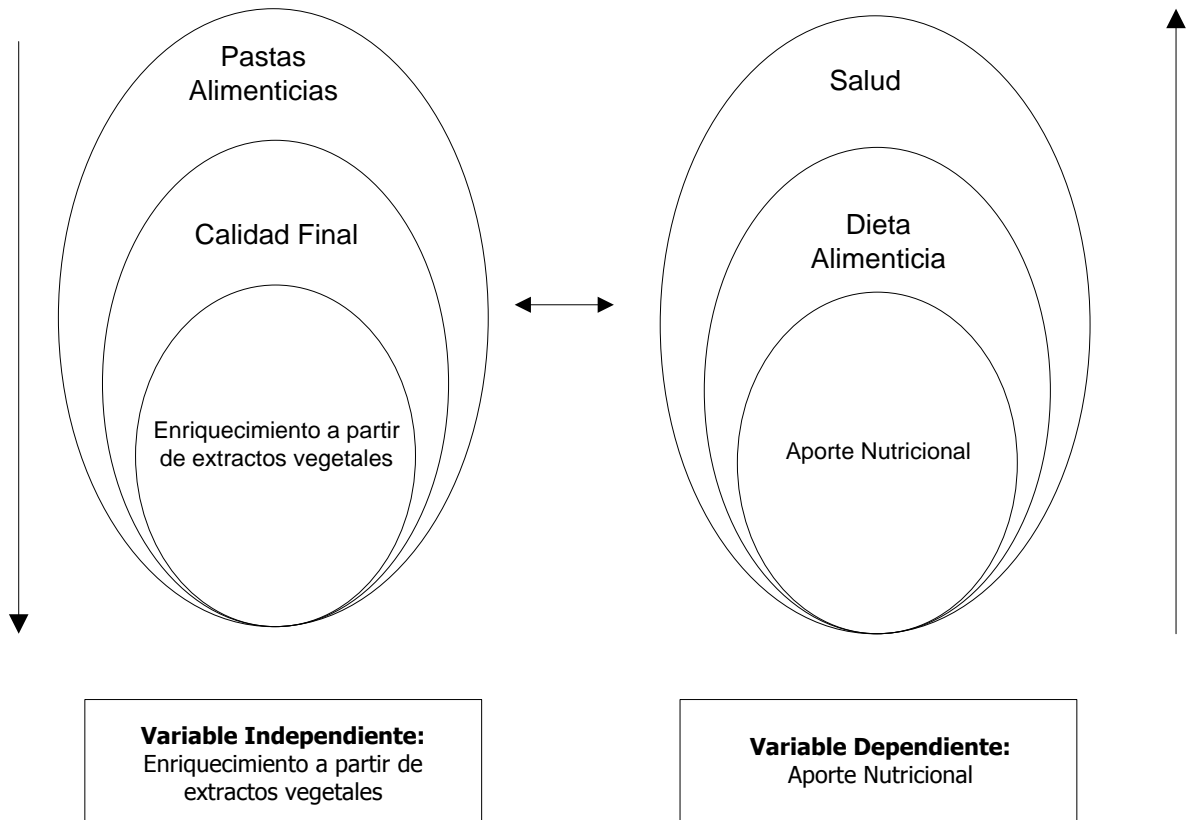


GRÁFICO N. 3 “Superordinación de las variables”

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

2.4.2.1.1. INTERPRETACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

PASTAS ALIMENTICIAS

De acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1375: 2000 se define como pastas alimenticia o fideos a los productos no fermentados, obtenidos por la mezcla de agua potable con harina y/u otros derivados del trigo aptos para el consumo humano, sometidos a un proceso de laminación y/o extrusión, y una posterior desecación, según su clase.

En la Norma INEN se clasifica a las pastas alimenticias por su contenido de humedad, forma, y composición. Las definiciones se encuentran detalladas en la norma respectiva.

CALIDAD FINAL

Según la Norma Técnica Peruana 206.010_[20] La calidad de las pastas alimenticias depende, ante todo, de la calidad de las harinas empleadas y del agua, misma que debe ser pura; en segundo lugar depende de la confección: desecación, y finalmente de la conservación. Las de buena clase tienen un tono uniforme, son semitransparentes, duras, frágiles, con fractura casi vítrea; el olor y el sabor son especiales, de pasta no fermentada, pero cruda.

Las alteraciones de las pastas pueden provenir de la elaboración, de haber empleado harinas averiadas o corrompidas (entonces el gluten se disgrega fácilmente) o del agua impura o no esterilizada. Otras causas pueden situarse, tales como: la imperfecta desecación de la pasta que

deberá tener lugar en departamentos bien acondicionados o en ambiente seco y bien aireado, la mala conservación, por ejemplo, en lugares cerrados, húmedos o también la negligente exposición de la pasta a la acción del polvillo atmosférico, de insectos que pueden dejarle encima sus huevos o sus deposiciones. Por envejecimiento pueden experimentar la fermentación acida; por último, pueden enmohecerse, lo que acontece a menudo con las pastas poco cocidas.

La pasta de buena calidad debe tener un tono blanco pajizo, o amarillo verdoso si es coloreada, seca y no húmeda, además, de ser semitransparente y frágil, con rotura vítrea, deber tener olor y sabor grato, no ácido. No debe presentarse carcomida, enmohecida o con cualquier otra de las alteraciones que ya hemos indicado

Examinando las cenizas se pueden descubrir las falsificaciones por adición de sustancias minerales, si estas se hallaran en cantidad anormal. El almidón se examina al microscopio para asegurar la ausencia de harina de cereales extraños o de leguminosas

Al mismo tiempo, según “Lista Alimenticia S.A” (2010) [21] en su publicación de preguntas frecuentes establece que existen también otras características de calidad, que en realidad son consecuencia de los ingredientes y tipo de proceso utilizados, pero que no son tangibles para el consumidor como es el valor nutricional.

ENRIQUECIMIENTO A PARTIR DE EXTRACTOS VEGETALES

De acuerdo con el Artículo 714 del Código Alimentario Argentino en el capítulo IX: alimentos farináceos - cereales, harinas y derivados – [22] se denomina fideos o pastas secas con vegetales verdes permitidos, espinacas, o acelgas, a los productos que durante el empaste y amasado mecánico se les agrega una pasta obtenida por trituración de los vegetales sanos y limpios, o de los mismos deshidratados previa rehidratación.

El enriquecimiento con verduras consiste en triturar en forma de pasta o puré al vegetal y se añade a la masa para colorearla. Además de enriquecer el producto en vitaminas y minerales. Las más empleadas son las espinacas, la zanahoria, las alcachofas, la achicoria y el tomate.

2.4.2.1.2. INTERPRETACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

SALUD

Según la definición de la Organización Mundial de la Salud realizada en su constitución de 1946 [23]; La salud (del latín "*salus, -ūtis*") es el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de infecciones o enfermedades.

Una nutrición equilibrada es fundamental para mantener una buena salud. Una persona en promedio se puede basar en la pirámide alimentaria para tener una nutrición sana y equilibrada. De no ser así, se pueden contraer enfermedades como la obesidad, y desnutrición. Es recomendable consumir pocas grasas y lípidos, muchas frutas y verduras, de manera

regular los productos de origen animal, y de manera constante los cereales.

Los avances que han experimentado las ciencias de la alimentación y de la nutrición en las últimas décadas revelan la importancia que tiene llevar a cabo una alimentación adecuada como una de las mejores vías de promoción de la salud y del bienestar físico y emocional.

En base a lo publicado por la Fundación Eroski [24] No existe una dieta ideal que sirva para todo el mundo, pero sí un criterio universal en cuanto al tipo de alimentos que deben consumirse dentro de la dieta cotidiana, lo que por un lado garantiza que se cubren las necesidades energéticas y nutritivas de la totalidad de las personas que componen una población sana, y por otro, colabora en la prevención de ciertas alteraciones y enfermedades relacionadas con desequilibrios alimentarios.

DIETA ALIMENTICIA

De acuerdo a lo establecido por NAVARRO J. (2010) [25] la dieta alimenticia es la cantidad de alimentos de consumo diario de manera equilibrada; es decir, la dieta debe contener cada una de las sustancias nutritivas que son necesarias para que el organismo satisfaga las necesidades de energía, estructura y equilibrio.

En una dieta equilibrada deben incluirse: hidratos de carbono, proteínas, vitaminas, sales minerales y algunas grasas. Tomando en cuenta la edad de la persona y la actividad que ésta realiza, ya que no puede consumir la misma dieta un lactante que un adolescente, se debe ser

cuidadoso en la lección y elaboración de las raciones alimenticias de cada individuo.

Una dieta equilibrada favorece la salud de la persona; no debe abusarse de aquellos alimentos ricos en hidratos de carbono y grasas puesto que éstos conducen a la obesidad y en consecuencia afecta al aparato circulatorio por la obstrucción de arterias.

APORTE NUTRICIONAL

A partir de la información detallada por las Escuelas “Idea Sana” de la Fundación EROSKI (2010) [26] Los nutrientes son las sustancias aprovechables por nuestro organismo que hacen posible la vida y que se encuentran en los alimentos, repartidas de forma desigual: hidratos de carbono, grasas, proteínas, vitaminas y minerales. El agua y la fibra no nutren, pero desempeñan un papel muy importante para el buen funcionamiento del organismo.

Los nutrientes cumplen las siguientes funciones:

- **HIDRATOS DE CARBONO:** Constituyen la principal fuente de energía rápida para nuestro organismo. Un aporte adecuado de este nutriente implica el mantenimiento del peso y la composición corporal, al impedir que se utilicen las proteínas como fuente de energía. Sin embargo, cuando se toma en exceso alimentos ricos en hidratos de carbono, una parte de este exceso se deposita en el hígado y los músculos en forma de glucógeno (reserva de energía) y otra parte se convierte en grasa que se almacena en

el tejido adiposo o graso. Los Hidratos de Carbono aportan también fibra dietética.

Como ejemplo de hidratos de carbono se citan: azúcares, y todos los cereales, legumbres, tubérculos, verduras y hortalizas.

- **GRASAS:** Por excelencia, constituyen la energía de reserva para el organismo. Son una fuente concentrada y almacenable de energía. Así mismo, aíslan el cuerpo e impiden pérdidas excesivas de calor y envuelven órganos vitales como el corazón y riñones.

Las grasas son el vehículo de transporte de las vitaminas A, D, E, K y son imprescindibles para la formación de determinadas hormonas.

- **NUTRIENTES PLÁSTICOS O PROTEÍNAS.** Con ellos se forma la estructura del organismo, renuevan y reparan los tejidos, y mantienen en buen estado el sistema inmunológico.

Las proteínas contribuyen al equilibrio orgánico al transportar grasa y oxígeno, además de formar parte de determinadas hormonas e inmunoglobulinas o anticuerpos responsables de la defensa del organismo.

Generalmente, las proteínas se encuentran dentro de la carne, pescado, huevos, lácteos, legumbres, cereales y frutos secos.

- **VITAMINAS:** Se necesitan en pequeñas cantidades para el crecimiento, mantenimiento de la vida y reproducción. Se conoce 13 vitaminas esenciales para el hombre, siendo éstas; Vitamina A (retinol), Tiamina (vitamina B1), Riboflavina (vitamina B2, vitamina G), Vitamina B6 (piridoxina, piridoxamina, o piridoxal), Vitamina B12 (cobalamina), Vitamina

C (ácido ascórbico), Vitamina D (calciferol), Vitamina E (tocoferol), Vitamina K (naftoquinoides), Ácido Pantoténico, Ácido fólico, Biotina, Colina, Niacina

Es útil mencionar que el propio cuerpo no las puede sintetizar, por lo que el ingreso de vitaminas al organismo es a través de la alimentación. Éstas se clasifican en dos grupos:

- **Liposolubles** A, D, E, K: Vitaminas que no se disuelven en agua sino en grasa, por lo que la alimentación debe incluir diariamente cantidad suficiente de grasa. El organismo es capaz de almacenarlas en el hígado y en el tejido adiposo.
- **Hidrosolubles**: vitaminas del grupo B y vitamina C, solubles en agua por lo que puede perderse cuando los alimentos se remojan, hierven o están en contacto con abundante agua. El organismo no puede almacenarlas y elimina el exceso por la orina, por lo que es necesario conseguir un aporte suficiente a través de la alimentación todos los días.

Las vitaminas se encuentran en los alimentos vegetales como los animales.

- **SALES MINERALES**: Son elementos que el cuerpo requiere en proporciones bastante pequeñas para su crecimiento, conservación y reproducción. Al igual que las vitaminas, no aportan energía. Entre ellas se encuentran el calcio, fósforo, sodio, cloro, magnesio, hierro, azufre, zinc.

Las sales minerales están distribuidas en distintos alimentos como las frutas, verduras, hortalizas, levaduras, lácteos, legumbres, cereales, carnes.

2.4.2.2. SUBORDINACIÓN CONCEPTUAL

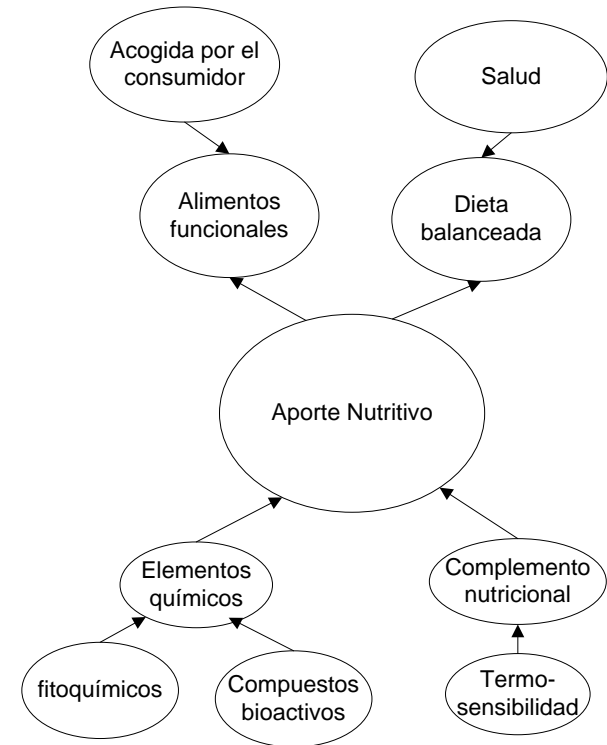
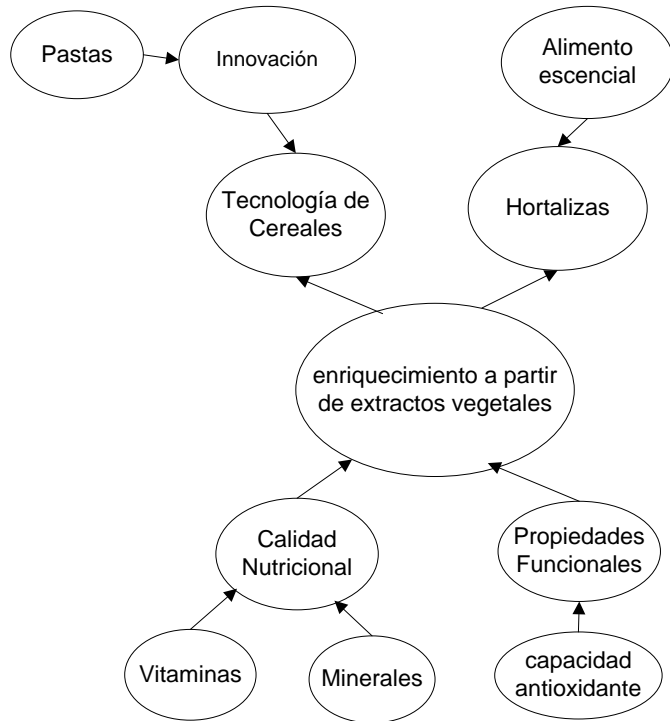


GRÁFICO N. 4 “Subordinación Conceptual de las variables”
Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

2.5. HIPÓTESIS

Ho: El enriquecimiento a partir de extractos vegetales como brócoli (*Brassica oleracea*) genera un aporte nutricional en pastas alimenticias de tipo pre-cocido.

H1: El enriquecimiento a partir de extractos vegetales como brócoli (*Brassica oleracea*) no genera un aporte nutricional en pastas alimenticias de tipo pre-cocido.

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.

- **Variable Independiente:** Enriquecimiento a partir de extractos vegetales
- **Variable Dependiente:** Aporte nutricional

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE

El enfoque de la presente investigación es de tipo cuantitativo puesto que se hace énfasis en los resultados obtenidos a partir de la elaboración y análisis del producto final; así como también de la cantidad de producto generada a partir del tipo de modificación de la materia prima.

La evaluación cuantitativa se realizó en base a los análisis proximales y microbiológicos de la mejor formulación, obtenida a partir de los resultados de las pruebas sensoriales aplicadas al consumidor final, ejecutadas en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Los resultados se tabularon e interpretaron con ayuda de análisis estadísticos y de ingeniería, procesados en el programa estadístico STATGRAPHICS y la herramienta de cálculo de Microsoft Office Excel. De esta manera se obtuvieron respuestas experimentales confiables y de fácil interpretación gráfica.

3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

En general el estudio siguió una modalidad de investigación experimental puesto que se estudió el efecto de adición de ingredientes vegetales como extracto de brócoli (*Brassica oleracea*) en la elaboración del producto alimenticio a base de trigo.

Al mismo tiempo, la investigación realizada fue de campo puesto que tuvo lugar de ejecución los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato para ejecutar los procesos de producción del alimento en estudio y la respectiva evaluación reológica y sensorial.

3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

En base al conocimiento de la necesidad de la industria alimenticia por elaborar nuevos productos con la adición de ingredientes naturales que presenten impacto positivo en la salud del consumidor final, se ha establecido la necesidad de investigar el enriquecimiento de las pastas alimenticias y sus efectos nutricionales. Por tanto, el presente proyecto es de tipo descriptivo y explicativo puesto que describe las características fundamentales del proceso de elaboración, destacando los elementos más importantes, así como también determinará las causas y orígenes de los hechos objeto de la investigación,

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

✓ FORMULACIÓN

El presente proyecto partió de la utilización de una fórmula básica para elaboración de pastas alimenticias con la variación del porcentaje de agua a partir de la sustitución con el extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*). Debido a la calidad farinográfica de los tratamientos resultantes del factor “a” se complementó la formulación con los porcentajes de goma xantan, lecitina de soya, y albúmina, establecidos por las casas comerciales.

✓ FORMULACIÓN BÁSICA

Harina	100%
Agua	31%
Sal	0.02%

✓ DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicó un diseño experimental a*b aplicando el modelo que se detalla a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + (AB)_{ij} + \tau_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ij} : i-ésima observación bajo el j-ésimo tratamiento
 μ : Efecto global
 a_i : Efecto del i-ésimo nivel del factor a
 b_j : Efecto del i-ésimo nivel del factor b

$(AB)_{ij}$: Efecto de la interacción de los factores a y b

τ_k : Efecto de las réplicas

ξ_{ij} : Residuo o Error experimental

a_i: tiempo de pre-cocción de la harina de trigo

a0: 0 min

a1: 20 min

a2: 40 min

b_j: Porcentaje de extracto vegetal

b0: 10%

b1: 20%

b2: 30%

Las muestras de pasta precocidas se realizarán por duplicado para establecer un estudio confiable en el que se pueda analizar los efectos del enriquecimiento de la pasta precocida con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) y su respectiva aceptabilidad por el consumidor final.

✓ **EVALUACIÓN DE LA HARINA PRE COCIDA**

Se realizó análisis farinográficos con la finalidad de evaluación de las características reológicas principales de la harina precocida, obtenida en los tres niveles del factor “a” del diseño experimental; y consecuentemente, establecer su funcionalidad en la producción de pastas alimenticias (resistencia que ofrece a la formación del gluten)

✓ **EVALUACIÓN FÍSICA DEL PRODUCTO TERMINADO**

En base al Código Alimentario Argentino para la evaluación de calidad de una pasta alimenticia seca. Se establecen los siguientes parámetros:

a. PASTA SECA

Control de calidad del producto terminado:

- Aspecto visual
 - Forma
 - Tamaño
 - Color
 - Picaduras/puntos blancos
 - Trizado o azoado
- Humedad
- Color

b. PASTA COCIDA

- **CONSISTENCIA**
 - Nervio
 - Elasticidad
 - Homogeneidad
 - Resistencia al corte
 - Capacidad de ligar masa
 - Pegajosidad

- **ASPECTO:**

- Color
- Brillo

- **COCCIÓN:**

- Relación agua de cocción/pasta
- Tiempo de cocción
- Relación cantidad de agua absorbida/cantidad de muestra cocida
- Pérdida por cocción
- Materia orgánica total

✓ **EVALUACIÓN SENSORIAL**

El desarrollo del presente estudio aplicó un diseño experimental de bloques completos para evaluar el efecto del extracto vegetal de brócoli (*Brassica olerácea*) y la calidad de la harina precocida sobre los caracteres sensoriales del producto final. Conjuntamente, con la aplicación de las pruebas de Tuckey para identificación de la significancia o no de los catadores en la determinación de la calidad final y aceptabilidad de la pasta pre-cocida se establecieron las diferencias mínimas significativas entre tratamientos.

El análisis sensorial evaluó los caracteres organolépticos: color, olor, sabor, pegajosidad, firmeza, apelmazamiento y aceptabilidad, dando a estas variables cualitativas una escala hedónica de seis grados detallados en la respectiva hoja de catación (Anexo 1).

La prueba descriptiva se aplicó a 15 personas, por réplica, de manera aleatoria. Cada una de ellas evaluó 3 muestras codificadas indistintamente en los paneles de catación ubicados en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

✓ **EVALUACIÓN NUTRICIONAL**

Una vez obtenido el mejor resultado del análisis sensorial se envió la muestra respectiva al laboratorio del Instituto Nacional de Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP para la determinación proximal de la pasta alimenticia de tipo pre-cocido enriquecida con extracto vegetal de Brócoli (*Brassica olerácea*).

✓ **EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA**

Con el objeto de establecimiento de la inocuidad de los productos elaborados a partir del diseño experimental, se evaluó la calidad microbiológica del mejor tratamiento, resultante del análisis proximal. El análisis respectivo se realizó por el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos LACONAL, ubicado en los predios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

CUADRO N.1: Variable Independiente: Escaso Enriquecimiento a partir de extractos vegetales

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Aplicación tecnológica en el aprovechamiento del zumo de vegetales y su consecuente incremento de nutrientes en las pastas alimenticias.	- Aplicación tecnológica	- tiempo - Porcentaje	- ¿Los tiempos de precocción, y porcentajes de extracto vegetal son parámetros tecnológicos adecuados para evaluar el correcto enriquecimiento una pasta alimenticia?	Análisis físicos, químicos, reológicos, sensoriales, bromatológicos - Hoja de evaluación física - Hoja de cata - Tabla de composición de los alimentos
	- Zumo de vegetales	- Vitaminas - Minerales	- ¿El zumo de vegetales contiene vitaminas y minerales concentrados y aprovechables para el enriquecimiento de pastas alimenticias?	- Información Secundaria: Tabla de composición de los alimentos
	- Incremento de nutrientes	- Balance de la Dieta alimenticia	- ¿Cómo se puede balancear la dieta alimenticia a partir del incremento de nutrientes en una pasta alimenticia?	Información Secundaria: - Publicaciones - Artículos técnicos

Elaborado por: Carmen Elena Arroba.

CUADRO N. 2: Variable Dependiente: Aporte nutricional limitado

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Contribución de elementos activos que favorecen el buen funcionamiento del organismo y mantienen la salud del consumidor final.	- Elementos activos	<ul style="list-style-type: none"> - Sustancias fitoquímicas - Compuestos bioactivos 	- ¿Son las sustancias fitoquímicas y compuestos bioactivos elementos nutritivos para el organismo?	Información Secundaria: <ul style="list-style-type: none"> - Libros - Artículos técnicos
	- Funcionamiento del organismo	<ul style="list-style-type: none"> - Metabolismo - Cantidad apropiada de nutrientes 	- ¿Es la cantidad apropiada de nutrientes la que influye en el metabolismo y el consecuente funcionamiento adecuado del organismo?	Información Secundaria: <ul style="list-style-type: none"> - Libros - Artículos técnicos
	- Salud	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de contracción de enfermedades - Nivel de desnutrición poblacional 	- ¿Cuál es el riesgo de contracción de enfermedades en el consumidor final por efecto de una mal nutrición?	Información Secundaria: <ul style="list-style-type: none"> - Publicaciones - Artículos técnicos

Elaborado por: Carmen Elena Arroba.

3.6. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

El plan para la recolección de la información fue de acuerdo con lo planteado por Saltos (1982), en donde contempla estrategias metodológicas requeridas por los objetivos e hipótesis de investigación, de acuerdo con el enfoque escogido.

Además señala que existen diversas formas de medir o cuantificar las respuestas dadas por los consumidores a ciertas preguntas relacionadas con la apreciación que tienen sobre los alimentos. Al generar datos el análisis debe ser realizado adecuadamente en el ámbito de la estadística aplicada.

El trabajo requerido por el proyecto se valió de estrategias metodológicas como evaluación sensorial del producto. Por tanto, de manera aleatoria un proceso de catación, realizado en el laboratorio de Procesamientos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, al número de personas estimado en el diseño experimental para evaluación sensorial previamente establecido.

Las valoraciones sensoriales de mayor relevancia se enviaron a los laboratorios acreditados para la realización de las estimaciones proximales, y microbiológicas. Los resultados se tabularon en forma ordenada y clasificada en la redacción de la parte experimental.

3.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

En el procesamiento de los datos se eliminó datos contradictorios al desarrollo del estudio, se tabularán los resultados de los análisis; sensorial y contenido nutricional. Se graficarán todas las respuestas puntuales, obtenidas a partir de cálculos, estimando inmediatamente el nivel de aceptabilidad de la muestra por efecto de la frecuencia de respuestas positivas frente al porcentaje de extracto vegetal contenido en el producto final.

Para el análisis de las respuestas obtenidas experimentalmente se interpretarán con apoyo del marco teórico en el aspecto pertinente, se evaluará el cumplimiento o no de los objetivos justificados por la aceptación o rechazo de las hipótesis durante el desarrollo del estudio y en base a ello se establecerá conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En la Tabla N. 4 se explica la simbología utilizada para el diseño experimental a*b aplicado en el presente proyecto de investigación:

Tabla N. 4 “Simbología del diseño experimental a*b”

CÓDIGO	FACTOR / NIVEL
a0b0	Harina con 0 min de precocción, 10% extracto de brócoli
a0b1	Harina con 0 min de precocción, 20% extracto de brócoli
a0b2	Harina con 0 min de precocción, 30% extracto de brócoli
a1b0	Harina con 20 min de precocción, 10% extracto de brócoli
a1b1	Harina con 20 min de precocción, 20% extracto de brócoli
a1b2	Harina con 20 min de precocción, 30% extracto de brócoli
a2b0	Harina con 40 min de precocción, 10% extracto de brócoli
a2b1	Harina con 40 min de precocción, 20% extracto de brócoli
a2b1	Harina con 40 min de precocción, 30% extracto de brócoli

Elaborado por: Carmen Elena Arroba.

4.1.1. EVALUACIÓN FARINOGRÁFICA DE LA HARINA PRE COCIDA

Con la finalidad de evaluar el grado de modificación de los componentes principales de la harina de trigo, por efecto de la precocción se realizó pruebas farinográficas de las muestras de harina obtenidas a partir de la cocción en agua, secado, y molido, tomándose como patrón la muestra perteneciente al nivel a_0 del diseño experimental. (a_0 : 0 min de precocción). En la Tabla B1 “Interpretación Farinográfica de harinas” se muestra los resultados obtenidos de los análisis respectivos, observándose mayor estabilidad y considerable porcentaje de absorción en la muestra de harina obtenida a partir de la precocción en agua durante 20 minutos de exposición térmica.

El comportamiento de la muestra perteneciente al nivel a_1 (20 min de precocción) presenta mejores características farinográficas que el tratamiento del nivel a_2 (40 min de precocción) debido a que el tiempo de exposición térmica es menor. En consecuencia, no se destruye completamente la proteína responsable de la fuerza, estabilidad y elasticidad, de la harina de trigo, gluten, lo que en efecto se ve reflejado en el menor tiempo de desarrollo y mayor tiempo de estabilidad en el amasado. A pesar de que la muestra absorbe menor cantidad de agua que la harina de trigo y la harina precocida del nivel a_2 , se entiende que el resultado es positivo, puesto que durante el tratamiento de precocción, los almidones absorben menor cantidad de agua debido a que éstos no han sido severamente tratados, aún presentan capacidad de gelatinización, lo que finalmente permite la obtención de un producto instantáneo. Se estima que la cantidad de almidón dañado es menor. En consecuencia, como resultado de tal comparación, se identifica que el alto índice de absorción de agua perteneciente a la muestra del nivel a_2 se entiende como la

dextrinización de los almidones, alteración negativa para la producción de pastas alimenticias.

El comportamiento farinográfico de la muestra del nivel a_2 refleja un cambio estructural de tipo degenerativo en la materia prima para la obtención de pastas, harina de trigo, ya que la exposición térmica de 40 min al ser demasiado prolongada provoca la dextrinización del almidón. Como resultado, se obtiene una harina pegajosa, aglutinada, y un tanto dulce. La validación de esta resultado se observa en el farinograma de la réplica 2 del mismo tratamiento (ANEXO A6).

4.1.2. EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA DEL PRODUCTO TERMINADO

En base al Código Alimentario Argentino para la evaluación de calidad de una pasta alimenticia seca, se establecen los siguientes parámetros:

4.1.2.1. PASTA SECA

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO TERMINADO

Con la finalidad de evaluar la calidad de los productos terminados en todos los niveles establecidos en el diseño experimental del proyecto, se determinaron las características fisicoquímicas más importantes, entre ellas; color, picaduras/puntos blancos, trizado o azoado y humedad. Los resultados se muestran en el Anexo B2, Tablas B2, B3 y B4. Observándose que, las muestras de los niveles a_1 (20 min de precocción) no presentan

diferencia significativa con relación a las muestras patrón establecidas en el nivel a_0 (0min de precocción), es decir; presentan una coloración uniforme, sin puntos blancos en su superficie, no se triza, ni presenta grietas. Se establece de esta manera que, las pastas alimenticias elaboradas con harina precocida obtenida a través de la cocción en agua durante un tiempo de 20 minutos no afecta a la calidad final de los productos terminados.

Se evidencia también que, la única característica que difiere entre las muestras de los niveles a_1 y a_0 es el contenido de humedad ya que aquellas pertenecientes al nivel a_1 presentan ligeramente mayor contenido de agua que las muestras patrón, efecto resultante en principio a la mayor retención de agua por parte el almidón gelatinizado.

Las pastas obtenidas con harina precocida proveniente de la exposición térmica de 40 minutos presentan en su superficie puntos blancos que muestran la difícil homogenización de la masa en los procesos de producción (amasado, laminado, troquelado), lo que se debe a la baja calidad de la harina generada por la severa modificación del almidón. Sin embargo, la obtención de las pastas a partir de esta harina no fue complicada, la lámina de masa se forma de forma normal, y el producto final no se triza o resquebraja. En estas muestras el contenido de humedad es menor que en las pastas obtenidas en el nivel a_1 debido a que el almidón se encuentra parcialmente gelatinizado y parcialmente degradado, por lo que no retiene humedad.

4.1.2.2. PASTA COCIDA

En el momento de cocción de una pasta alimenticia se producen reacciones químicas entre las estructuras de sus componentes principales; proteína y almidón, generando cambios positivos o negativos en la calidad culinaria de la pasta alimenticia, dependiendo de la calidad de materia prima que se haya utilizado para su elaboración. En las Tablas B5, B6, y B7 (Anexo B3) se muestra la caracterización de las pastas alimenticias cocidas, detallándose la elasticidad, homogeneidad, resistencia al corte, capacidad de ligar la masa, y pegajosidad de las mismas. Identificándose consecuentemente, el grado de desnaturalización de las proteínas del trigo y el grado de gelatinización del almidón.

Las pastas pertenecientes al nivel a_1 presentan un comportamiento estable ante la cocción ya que son elásticas y homogéneas, no se rompen fácilmente, ni se apelmazan. Identificando consecuentemente la existencia de una pequeña cantidad de proteína (gluten) permite la formación de retículo que engloba al almidón en su estructura, y evita que la pasta pierda su forma, se apelmace o sea pegajosa. Es importante mencionar que las pastas del nivel a_1 no están exentas de pegajosidad en su superficie debido a la desnaturalización de la proteína de trigo por efecto de la sobre exposición térmica en la precocción. En consecuencia, la fuerza del retículo es inferior, permitiendo la dispersión del almidón al exterior, responsable de la pegajosidad de la pasta.

Las pastas obtenidas a partir de la harina precocida en el nivel a_2 presentan características poco estables durante su cocción, puesto que al alcanzar el tiempo óptimo de cocción (al dente) éstas son elásticas, y homogéneas. Sin embargo, al enfriarse pierden su capacidad de ligar la

masa y resistencia al corte, tienden a pegarse y se rompen fácilmente. Los resultados son muy similares en todos los tratamientos obtenidos con el tipo de harina del nivel a₂, por lo que se confirma que la prolongada exposición térmica tanto de las proteínas como de los almidones provoca cambios severos a nivel molecular, lo que genera como resultado productos finales con calidad limitada e inestable.

4.1.2.3. COMPORTAMIENTO EN LA COCCIÓN

El proceso de cocción engloba mecanismos de transferencia de materia entre la pasta y el agua de cocción, en donde el almidón se solubiliza y pasa al agua de cocción, y al mismo tiempo la absorbe hasta hincharse y como resultado a gelatinizarse. En este proceso la pasta alimenticia incrementa su volumen hasta tres veces su tamaño original. Las proteínas de la harina de trigo interaccionan con el almidón y forman una red en la que el almidón queda englobado por la proteína que coagula y evita una dispersión significativa en el agua de cocción. Las reacciones citadas ocurren cuando la calidad de la materia prima con la que fue obtenida la pasta alimenticia es alta; a mayor contenido de proteína menor solubilización del almidón, y como resultado menor pérdida de materia orgánica en la cocción. En las Tablas B8, B9, y B10 (Anexo B.3.1.) se muestra los resultados de las reacciones entre el agua y la pasta, expresados como porcentaje de agua absorbida, pérdida por cocción, y materia orgánica.

Las pastas obtenidas a partir de harina fuerte, sin tratamiento de precocción, incrementaron su volumen en un promedio de cuatro veces, justificándose en la calidad del almidón ya que no se encuentra gelatinizado, por tanto incrementa la capacidad de retención de agua, otorgada en parte también por las proteínas que se encuentran totalmente disponibles - activas en la estructura de la pasta alimenticia. La cantidad de agua absorbida desciende conforme se ha degradado tanto al almidón, como las proteínas de la harina de trigo en el tratamiento de precocción. Las muestras pertenecientes al nivel a_1 tienen en promedio 85,96% de agua absorbida, lo que en términos de incremento de volumen es el doble de la pasta original y la mitad de absorción de las pastas del nivel a_0 . En comparación con las muestras obtenidas con harina tratada durante 40 minutos en la temperatura de gelatinización, las pastas del nivel a_1 muestran la modificación controlada de los componentes principales de la materia prima. Las muestras del nivel a_2 incrementan su volumen en un promedio de 46% lo que indica que durante el proceso de obtención de harina los almidones absorbieron gran cantidad de agua en el proceso de gelatinización hasta llegar a descomponerse en dextrinas.

El tiempo de cocción de las pastas alimenticias es inversamente proporcional al estado nativo del almidón; es decir, a mayor cantidad de almidón gelatinizado menor tiempo de cocción. El tiempo de cocción se determina en el momento en el cual se pierde el nervio central de la pasta (almidón no gelatinizado), por tanto cuando una pasta contiene almidón parcial o totalmente gelatinizado ésta requerirá menor cantidad de tiempo y esfuerzo térmico para culminar su etapa de hinchamiento o gelatinización. Como resultado se tiene que las pastas obtenidas en el nivel a_2 requieren un tiempo máximo de 2 minutos y 30 segundos para cocerse, mientras que las muestras pertenecientes al nivel a_1 requieren hasta un minuto más para

su cocción. La diferencia de tiempo de cocción entre estas muestras no presenta diferencia significativa. Sin embargo, en comparación con las muestras patrón (nivel a_0) éstas difieren aproximadamente un 50% ya que se cuecen en la mitad de tiempo que una pasta común.

Entre los parámetros más importantes en la calidad culinaria de las pastas alimenticias se diferencian el porcentaje de pérdida por cocción y la cantidad de materia orgánica total de la pasta, responsables de la turbidez del agua y pegajosidad de la pasta cocida, respectivamente. En base a la evaluación promedio de los parámetros mencionados se establece que las pastas obtenidas en el nivel a_2 presentan mayor pérdida de solutos en la cocción, por lo que el agua es considerablemente turbia. A pesar de que en promedio éste se encuentra en el límite máximo aceptable según el código argentino para pastas alimenticias (7 - 8%). Sin embargo, al evaluar el porcentaje de pérdida por cocción de las muestras pertenecientes al nivel a_1 se establece que éstas presentan mayor estabilidad del almidón en el proceso de cocción. El agua se enturbia ligeramente, de genera aspecto desagradable a la vista del analista. Las pastas anteriormente descritas, alcanzan en promedio el 6,5% de pérdida por cocción.

La cantidad de materia orgánica presenta estrecha relación con la calidad de las proteínas presentes en la pasta y en el caso del presente proyecto, revela la severidad con la que éstos fueron alterados en el proceso de precocción. Por lo que de manera similar al porcentaje de pérdida por cocción, las muestras que presentaron mayor cantidad de almidón modificado presentaron un promedio más alto en materia orgánica fueron las pastas obtenidas en los tratamientos pertenecientes al nivel a_2 : 40 min de precocción. En efecto, la pegajosidad de los productos obtenidos en este nivel es mayor.

4.1.2.4. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA PASTA PRECOCIDA

Con la finalidad de evaluar las características sensoriales de la pasta alimenticia de tipo precocido con un aporte nutricional a partir del extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) se aplicó un diseño de bloques completos. El factor “a: tiempo de precocción” influyó positivamente en la reacción de los catadores hacia la calidad final de la pasta. Las respuestas sensoriales se muestran en las Tablas B11 – B17 (Anexo B4) para cada uno de los factores de estudio; color, olor, sabor, firmeza, pegajosidad, apelmazamiento, y aceptabilidad, respectivamente. Mientras tanto, a partir de las respuestas obtenidas por parte de los catadores se realizó el análisis de varianza (ANOVA) respectivo. Se muestra en las Tablas B18 – B24 (Anexo B.4.1) los datos estadísticos correspondientes, útiles para identificar los mejores tratamientos. En las Tablas B25 a B32 (Anexo B.4.2) se detalla los datos de la diferencia mínima significativa entre factores de estudio, en el diseño experimental, así como también, la respectiva prueba de Tuckey, establecida de acuerdo al factor más incidente en el cambio de efecto. La prueba de Tuckey para los atributos sensoriales, color, olor, y sabor se estableció en base al porcentaje de extracto vegetal contenido en la pasta alimenticia.

Se establece entonces, que a un nivel de confianza del 95% y con referencia al tiempo de precocción (factor “a”), la muestra que presentó mayor aceptación por parte de los catadores corresponde al nivel 0 de estudio, 0 min de precocción. Sin embargo, el objetivo del proyecto es la conservación de los nutrientes del extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) en el producto final a través de la disminución del tiempo de cocción. Por tanto, la muestra que recibió mayor valoración sensorial por

parte de los catadores, y no presenta diferencia mínima significativa con la muestra patrón (nivel 0), corresponde al nivel 1 del factor “a”, 20 min de precocción. Resultado detallado en la Tabla N. 30.

El porcentaje de extracto vegetal (factor “b”) añadido a la pasta alimenticia tiene gran influencia en la aceptación final del producto. Siendo así que el nivel 1, correspondiente a 20% de extracto, es el que define la mayor aceptación de la pasta precocida enriquecida con brócoli (*Brassica oleracea*). Los catadores prefieren un color y más específicamente un sabor poco atenuado, agradable al paladar.

4.1.3. EVALUACIÓN NUTRICIONAL

Al realizar una estimación proximal de la muestra de mayor aceptación por parte de los catadores, tratamiento a₁b₁ del diseño experimental (20 min de precocción; 20% de extracto vegetal) en el laboratorio del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP (ANEXO 2) y su respectiva comparación con la Norma Técnica Ecuatoriana para Pastas Alimenticias 1375, representado en la Tabla B33, se verifica el incremento nutricional en el producto terminado en cuanto al contenido en cenizas, proteína, y fibra. Por tanto, se han logrado conservar todos los nutrientes del extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) en los procesos de producción de la pasta alimenticia de tipo precocido, especialmente en el secado; lo que en efecto representa un aporte nutricional hacia el producto terminado, garantizando su permanencia en la pasta cocida debido al corto tiempo de cocción.

Se tiene como referencia [27] que el brócoli (*Brassica oleracea*) es buena fuente de proteína, por tanto se justifica el contenido proteico en la pasta precocida, obtenida por cocción en agua, secado y molido, obtenida como producto final. Más aún, el alto contenido en carbohidratos se puede justificar en el hecho que, generalmente los análisis de determinación de carbohidratos totales se realiza por “diferencia”, es decir, se analiza individualmente proteínas, grasa, cenizas, y humedad, y por diferencia del peso total del alimento se establece la cantidad de carbohidratos. Por lo que no se detalla con especificidad los productos que no son hidratos de carbono, tales como, lignina, ácidos orgánicos, taninos, ceras y algunos productos resultantes de reacciones de Maillard [28], estos últimos se estiman estar presentes en el producto obtenido a través del proyecto de investigación debido a la limitada tecnología aplicada en la modificación del almidón.

4.1.4. EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA

La calidad microbiológica de la pasta precocida, obtenida a partir de la realización de análisis de laboratorio en la muestra perteneciente al mejor tratamiento el diseño experimental, se valida la inocuidad de los procesos de producción con los que se obtuvo el producto final. Por tanto, la pasta alimenticia de tipo precocida cumple con los requisitos microbiológicos establecidos por la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1375 para pastas alimenticias, siendo apta para el consumo humano. Los resultados microbiológicos se indican en el Anexo 3 (original), y Tabla B34, Resultados de los Análisis.

4.2. INTERPRETACIÓN DE DATOS

En base a los análisis correspondientes para la evaluación de la calidad de materia prima y producto terminado en todos los niveles del diseño experimental, se interpreta los datos de la siguiente manera:

Factor “a”: tiempo de pre-cocción de la harina de trigo

Nivel a₀- 0 min de precocción: La harina de trigo no se altera a nivel estructural; mantiene su firmeza y estabilidad debido a la calidad del gluten.

Nivel a₁- 20 min de precocción: El nivel de modificación del almidón es controlado, la gelatinización reduce el tiempo de cocción en el producto terminado. La exposición térmica no degrada completamente la proteína responsable de la firmeza, elasticidad y estabilidad en el amasado, gluten.

Nivel a₂- 40 min de precocción: El tiempo de exposición térmica es demasiado prolongado destruyendo completamente la proteína del trigo, generando un producto terminado poco firme, y quebradizo. La modificación de los almidones en el proceso de gelatinización es tan severa que provoca la dextrinización de los mismos. En consecuencia, el producto final es de color pardo, y de superficie pegajosa.

Factor “b”: Porcentaje del extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*)

Nivel b₀- 10% de extracto vegetal: El porcentaje de extracto no presenta influencia significativa en el producto terminado. La concentración del extracto vegetal es demasiado baja, las propiedades sensoriales otorgadas por el brócoli (*Brassica oleracea*) a la pasta alimenticia no son detectables para llevar a la pasta a un grado de aceptabilidad.

Nivel b₁- 20% de extracto vegetal: El porcentaje de extracto presenta mayor acogida por los catadores puesto que no representa la totalidad del porcentaje de agua en la masa para el proceso de amasado. La dilución del extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) es la adecuada para llevar a una aceptabilidad total a la pasta alimenticia.

Nivel b₂- 30% de extracto vegetal: El porcentaje de extracto representa la totalidad de sustitución de agua en la formulación de la pasta. En consecuencia, el producto terminado presenta un alto contenido de solutos vegetales con lo que las propiedades sensoriales otorgadas por el brócoli (*Brassica oleracea*) hacia la pasta alimenticia son altamente detectables, lo que en efecto disminuye la aceptabilidad del producto final en cuanto a la característica sensorial “sabor” debido a la presencia de glucosinolatos que le dan el amargor característico del vegetal.

4.3. RENDIMIENTO Y COSTO DEL PRODUCTO

Se estima que la obtención de pastas alimenticias de tipo precocido, a partir de materia prima proveniente de la cocción en agua, secado y molido, presenta un rendimiento correspondiente al 70% en base al balance de materiales detallado en el Anexo C1, Gráfico N 20. Se identifica la mayor pérdida de materia en el proceso de secado del gel obtenido en el proceso de precocción. Mientras tanto, el rendimiento de obtención de la pasta precocida enriquecida con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) se establece en 82%. Todos los procesos en los que transforma la materia prima en producto terminado, con la consecuente pérdida de producción las mermas durante la elaboración de la pasta, se detalla en el balance de materiales impreso

Al valorar el costo de producción de la pasta alimenticia de tipo precocido con enriquecimiento vegetal a partir del extracto de brócoli (*Brassica oleracea*) se determina que el producto terminado presenta un costo de \$0,82 en la presentación de 400 g. Bajo los parámetros detallados en las Tablas del Anexo C6, se estima que el precio para el producto obtenido se encuentra dentro del rango de costos de las pastas alimenticias expendidas en el mercado comercial \$0.30 a \$2,44 el kilo. [29] Por tanto, se ha optimizado eficientemente el uso de materiales, suministros, y personal durante la elaboración del producto desarrollado en la presente investigación.

Es importante mencionar que a nivel industrial la obtención de la harina precocida puede resultar un proceso extenso, con la consecuente pérdida de materia prima en transformación, por lo que incrementaría el costo de energía eléctrica y suministros. Por lo que se estima con anterioridad que la utilización de extrusores de presión mejoraría el proceso de obtención de materia prima, optimizando de tiempos de producción, mano de obra, recursos y suministros.

4.4. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Con la finalidad de evaluar la semejanza o diferencia de los tratamientos establecidos en el diseño experimental, se plantearon hipótesis para los caracteres sensoriales de los productos finales. El nivel de confianza de la estimación estadística corresponde al 95%, detallándose los resultados a continuación:

COLOR: Propiedad sensorial evaluada en base al porcentaje de extracto de brócoli (*Brassica oleracea*) debido a la coloración característica del vegetal. Se acepta la hipótesis alternativa, los tratamientos difieren entre sí, siendo el nivel 2 el más aceptado por parte de los catadores (30% de extracto)

$$H_0: b_0 = b_1 = b_2$$

$$H_1: b_0 \neq b_1 \neq b_2$$

OLOR: En base a la presencia de los fitonutrientes presentes en el brócoli (*Brassica oleracea*) se evaluó la característica sensorial olor en base al porcentaje de extracto vegetal. Los tratamientos difieren entre sí, en efecto se rechaza la hipótesis nula. La muestra que recibió mayor valoración corresponde al nivel 2 (30% de extracto).

$$H_0: b_0 = b_1 = b_2$$

$$H_1: b_0 \neq b_1 \neq b_2$$

SABOR: Propiedad sensorial evaluada en base al porcentaje de extracto de brócoli (*Brassica oleracea*) debido a la coloración característica del vegetal. Se acepta la hipótesis alternativa, los tratamientos difieren entre sí, siendo el nivel 2 el más aceptado por parte de los catadores.

$$H_0: b_0 = b_1 = b_2$$

$$H_1: b_0 \neq b_1 \neq b_2$$

FIRMEZA: Se evaluó la firmeza en el producto final en base a la modificación de los componentes estructurales de la harina de trigo por efecto del tratamiento de precocción, Se acepta la hipótesis alternativa, los tratamientos difieren entre sí, siendo el nivel 1 (20min de precocción) el más aceptado por parte de los catadores.

$$H_0: a_0 = a_1 = a_2$$

$$H_1: a_0 \neq a_1 \neq a_2$$

PEGAJOSIDAD: Propiedad sensorial evaluada en base al porcentaje de extracto de brócoli (*Brassica oleracea*) debido a la coloración característica del vegetal. Se acepta la hipótesis alternativa, los tratamientos difieren entre sí, siendo el nivel 2 el más aceptado por parte de los catadores.

$$H_0: a_0 = a_1 = a_2$$

$$H_1: a_0 \neq a_1 \neq a_2$$

APELMAZAMIENTO: Propiedad sensorial evaluada en base al porcentaje de extracto de brócoli (*Brassica oleracea*) debido a la coloración característica del vegetal. Se acepta la hipótesis alternativa, los tratamientos difieren entre sí, siendo el nivel 2 el más aceptado por parte de los catadores.

$$H_0: a_0 = a_1 = a_2$$

$$H_1: a_0 \neq a_1 \neq a_2$$

ACEPTABILIDAD: Propiedad sensorial evaluada en base al porcentaje de extracto de brócoli (*Brassica oleracea*) debido a la coloración característica del vegetal. Se acepta la hipótesis alternativa, los tratamientos difieren entre sí, siendo el nivel 2 el más aceptado por parte de los catadores.

$$H_0: a_0 = a_1 = a_2$$

$$H_1: a_0 \neq a_1 \neq a_2$$

VALOR NUTRICIONAL

H₀: El enriquecimiento a partir de extractos vegetales como brócoli (*Brassica oleracea*) genera un aporte nutricional en pastas alimenticias de tipo pre-cocido.

H₁: El enriquecimiento a partir de extractos vegetales como brócoli (*Brassica oleracea*) no genera un aporte nutricional en pastas alimenticias de tipo pre-cocido.

En base al análisis de los resultados obtenidos en la determinación proximal de la pasta alimenticia de mayor aceptación sensorial se acepta la hipótesis nula que establece que el enriquecimiento a partir de extractos vegetales, tales como el brócoli (*Brassica oleracea*) genera un incremento nutricional en el producto terminado. El contenido de proteínas, cenizas (vitaminas y minerales), y fibra es mayor que el de una pasta alimenticia obtenida a partir de harina 100% trigo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

5.1.1. De los factores de estudio tiempo de precocción de harina, (0 min, 20 min, 40 min) y porcentaje de extracto vegetal (10%, 20%, 30%), utilizados en la obtención de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*), se concluye que los mejores parámetros tecnológicos que permiten el aprovechamiento de las propiedades nutritivas de fuentes vegetales y la obtención de pastas alimenticias de buena calidad son: 20 minutos de precocción, a la temperatura de gelatinización del almidón de trigo 70 °C, y 20% de extracto vegetal aplicado en formulación en la pasta. Así, el producto final presenta alta aceptación, valoración sensorial y calidad nutricional; además de ajustarse a las necesidades del consumidor final de corto tiempo de cocción, 3 minutos.

5.1.2. Se evaluó la calidad de las pastas alimenticias de tipo pre-cocido enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) mediante la valoración física del producto seco y cocido. Los caracteres críticos de evaluación fueron: puntos blancos, y trizado en pasta seca, y pegajosidad, homogeneidad, pérdida por cocción, y materia orgánica

total en la pasta cocida. Las muestras pertenecientes al nivel a_1 del diseño experimental (20 minutos de precocción) presentaron mayor estabilidad y fortaleza durante las operaciones de producción y cocción, presentando alta calidad, similar a la obtenida con una pasta elaborada a partir de harina fuerte (0min precocción).

- 5.1.3.** A partir del enriquecimiento de la pasta alimenticia de tipo pre-cocido con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) se identifica el incremento nutricional en el producto terminado. Se hizo referencia con el contenido nutricional de las pastas alimenticias comunes mediante la utilización de los requerimientos establecidos por la NTE INEN 1375. La estimación proximal se realizó en la mejor formulación del diseño experimental, a_1b_1 : 20 min de precocción y 20% de extracto vegetal, obteniendo 14,4% de proteína, 1,75% de fibra, y 1,05% de cenizas.
- 5.1.4.** La determinación de la aceptabilidad de las pastas precocidas enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) evaluó los caracteres organolépticos color, olor, sabor, firmeza, pegajosidad, apelmazamiento, y aceptabilidad. Se obtuvo una diferencia mínima significativa entre las pastas obtenidas con harina fuerte y las pastas obtenidas con harina precocida durante 20 min y 20% de extracto vegetal. Por tanto, se valida el proceso de producción de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*). Lo que en efecto, permite obtener un alimento ampliamente aceptado por el consumidor final, y que en efecto genere un aporte nutricional en su dieta alimenticia.

5.2. RECOMENDACIONES

- 5.2.1.** Se recomienda a quien haga uso del presente proyecto seguir los procedimientos descritos para la obtención de la pasta alimenticia enriquecida con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) con la finalidad de conservar los componentes principales de la harina de trigo y el vegetal crucífero.

- 5.2.2.** Se recomienda a futuros investigadores evaluar los principios de ingeniería en la obtención de harina precocida mediante el proceso de extrusión puesto que facilitaría los procedimientos de obtención de materia prima, incrementando la productividad del proyecto.

- 5.2.3.** Es recomendable el estudio cromatográfico de las pastas alimenticias de tipo precocido con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) con la finalidad de validar el aporte antioxidante del producto terminado cocido. Así como también, para estimar la vida útil de la pasta en base a la conservación de vitaminas y sustancias fitoquímicas.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

Título: Diseño de una línea de producción de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas al 20% con extracto vegetal de brócoli (*Brassica olerácea*)

Institución ejecutora: Empresas interesadas en la instalación de una planta procesadora de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas con extracto vegetal

Beneficiarios: Consumidor final, empresas procesadoras de pastas alimenticias

Ubicación: cantón Ambato, Provincia Tungurahua

Tiempo estimado para la ejecución: 6 meses

Inicio: Octubre 2010 – Marzo 2011

Equipo Técnico Responsable: Carmen Elena Arroba Buenaño

Costo: \$ 800

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

A partir de una búsqueda exhaustiva de información acerca del enriquecimiento de pastas alimenticias de tipo precocido con extractos vegetales en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, se identifica que el presente proyecto no presenta antecedentes investigativos que se relacionen con el tema. Los documentos hallados se basan principalmente en la sustitución de harina de trigo por otros cereales y oleaginosas en la preparación de productos de panificación y bollería con el objeto del aprovechamiento de los recursos agrícolas de la Provincia de Tungurahua.

Sin embargo, los estudios referentes a la determinación de la capacidad antioxidante del vegetal crucífero *Brassica oleracea* establecidos en los antecedentes investigativos del proyecto de investigación.

6.3. JUSTIFICACIÓN

El diseño de una planta de producción de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas al 20% con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) se justifica en el aporte nutricional que genera el producto terminado al consumidor final. Debido al corto tiempo de exposición térmica en la cocción no se destruye completamente los nutrientes y sustancias fitoquímicas que tienen efecto positivo en la salud del consumidor final.

La innovación tecnológica en la obtención de pastas alimenticias altamente nutritivas mediante la precocción de la materia prima, harina de trigo, representa un aporte industrial hacia las empresas locales puesto que permite la actualización de los métodos operacionales de producción, abriendo paso a la investigación y desarrollo de la ciencia e ingeniería en alimentos. Además de generar nuevas plazas de trabajo en el campo de la tecnología en cereales y la consecuente invención de productos derivados de cereales que satisfacen las necesidades del consumidor final y a su vez representan la competitividad en el mercado global.

6.4. OBJETIVOS

General

- 6.4.1.** Diseñar una línea de producción para la obtención de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas a partir del extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*)

Específicos

- 6.4.2.** Establecer los costos de la maquinaria necesaria para la instalación de una línea de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*)

6.4.3. Analizar la posibilidad de obtención de harina precocida con la utilización de extrusores para facilitar la obtención de materia prima útil para la elaboración de pastas precocidas.

6.4.4. Desarrollar el plan de producción de la línea de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*)

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El análisis de factibilidad es la sensibilidad del proyecto a factores externos e internos que influyen directamente en su ejecución. Por tanto, la realización de la presente propuesta dependerá de los recursos humanos, físicos, y económicos de los interesados en la implementación de una línea de producción de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*)

Se establece tentativamente el costo de instalación de una línea de producción de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*) en base a la estimación monetaria de la maquinaria más propicia para la optimización de los tiempos y costos de producción. (ANEXO C)

6.6. FUNDAMENTACIÓN

ENSAYO DE FARINOGRAFÍA

Se sigue el método de trabajo recomendado por la casa BRABENDER, fabricante del equipo de análisis para las muestras harina.

OBTENCIÓN DE HARINA PRECOCIDA

Se tiene como referencia el estudio de la obtención de un alimento precocido a partir de cultivos biofortificados, COMBARIZA et al. (2006)

ENRIQUECIMIENTO DE PASTAS ALIMENTICIAS A PARTIR DE EXTRACTOS VEGETALES

Se hace referencia a la patente Estadounidense N 5 5508053, Villota et al. (1996) en la que se establece el método de producción de pastas vegetales

PASTAS INSTANTÁNEAS

Se tiene presente la Norma del Codex alimentario para fideos instantáneos. CODEX STAN 249-2006

6.7. METODOLOGÍA

Tabla N. 5 “Modelo Operativo (Plan de acción)”

FASES	METAS	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	RECURSOS	PRESUPUESTO	TIEMPO
1. Formulación de la propuesta	Establecer el diseño de una línea de producción para la obtención de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas a partir del extracto vegetal de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>)	Revisión bibliográfica del espacio físico necesario para la instalación de una línea de producción de pastas alimenticias de tipo precocido con enriquecimiento vegetal en el mercado local	Investigadora	Humanos Técnicos Económicos	\$125	1 mes
2. Desarrollo preliminar de la propuesta	Establecer los costos de la maquinaria necesaria para la instalación de una línea de producción de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>)	Solicitud de proformas de maquinaria, requisitos de instalación, mano de obra ejecutora de la instalación	Investigadora	Humanos Técnicos Económicos	\$250	2 meses

3. Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Diseñar la línea de producción para la obtención de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas a partir del extracto vegetal de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>)	Investigadora	Humanos Técnicos Económicos	\$250	1 mes
4. Evaluación de la propuesta	Verificación del espacio físico y la capacidad económica de una empresa para la implementación de la línea de producción de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>)	Justificación de los espacios físicos y capacidad económica de una empresa para la implementación de la línea de producción de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>)	Investigadora	Humanos Técnicos Económicos	\$ 150	2 meses

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

6.8. ADMINISTRACIÓN

La ejecución de la propuesta estará coordinada por los responsables de la misma Ing. Mayra Paredes y Egda. Carmen Elena Arroba Buenaño. Además de los interesados en la implementación de una línea de producción de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*).

Cuadro 3. “Administración de la Propuesta”

INDICADORES A MEJORAR	SITUACIÓN ACTUAL	RESULTADOS ESPERADOS	ACTIVIDADES	RESPONSABLE
Implementación de una línea de producción de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>)	Utilización de maquinaria específica para la obtención de harina precocida y aplicación del 20% de extracto vegetal en la formulación de la pasta.	Producir pastas alimenticias de tipo precocido con excelentes características fisicoquímicas Garantizar la calidad sensorial y nutricional de la pasta alimenticia de tipo precocido enriquecida con extracto vegetal de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>)	Estudiar las especificaciones técnicas de la maquinaria para la obtención de harina precocida que presente buenas características farinográficas y así evitar su impacto en la calidad del producto terminado.	Investigadora: Carmen Elena Arroba Buenaño

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Cuadro 4 “Previsión de la Evaluación”

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Quiénes solicitan evaluar?	Empresa a ejecutar la propuesta
¿Por qué evaluar?	Porque de esta manera se identifican posibles errores en los procesos de producción de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>)
¿Para qué evaluar?	Para optimizar recursos durante el proceso de obtención de materia prima y mejorar el rendimiento de producción.
¿Qué evaluar?	Tecnología utilizada Materias primas Resultados obtenidos Producto terminado.
¿Quién evalúa?	El investigador
¿Cuándo evaluar?	Durante el proceso de obtención de materia prima, hasta llegar a la obtención del producto final.
¿Cómo evaluar?	Mediante la utilización instrumentos de análisis de calidad y calibración de equipos
¿Con qué evaluar?	Experimentación. Normas de referencia.

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

- [8] CAMPO Sara Antonio, 2008, “Exporta Ecuador 98% de su producción de brócoli”. Disponible:
http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_art=473&id_sec=13
- [22] CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO (2003) Art. 714, capítulo IX: alimentos farináceos - cereales, harinas y derivados. Disponible:
<http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/cereales-y-derivados/2003/08/01/63875.php>
- [19] CODEX STANDARD FOR INSTANT NOODLES, CODEX STAN 249-2006. Disponible:
www.codexalimentarius.net/download/standards/10658/CXS_249e.pdf
- [12] FARNHAM M.W. et al 2009, “Importance of Genotype on Carotenoid and Chlorophyll Levels in Broccoli Heads”. HortScience. Vol 44. Pp.: 1248-1253 Disponible:
<http://www.nutraingredients-usa.com/Publications/Food-Beverage-Nutrition/NutraIngredients.com/Research/Carotenoid-rich-broccoli-could-lead-to-better-extracts>
- [3] IDROVO Daniela, 2009, “Análisis de Mercado – Ecuador”. Disponible:
<http://www.manosunidas.ec/documents/Manos-unidas-Analisis-mercado-Internacional.pdf>
- [15] INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICIÓN (1985) Tabla de composición de los alimentos Ecuatorianos – “Harina de trigo extranjera”, Quito- Ecuador
- [9] LEÓN RIPALDA LUIS ANIBAL, 2010, “Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de brócoli en el cantón mejía provincia de Pichincha”. Disponible:
<http://www3.espe.edu.ec:8700/bitstream/21000/1916/1/T-ESPE-027467.pdf>

- [25] NAVARRO, Jessica, 2010, Portal de Jessica Navarro “La alimentación”. Disponible:
http://www.rmm.cl/index_sub.php?id_contenido=2617&id_portal=253&id_seccion=1562
- [14] OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS, 1995, Procedimiento para la preparación de pastas alimenticias secadas, publicación ES 2 069 159. Disponible: http://www.espatentes.com/pdf/2069159_t3.pdf
- [1] Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2010, “El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo” Disponible: <http://www.fao.org/docrep/013/i1683s/i1683s.pdf>
- [5] Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2008, “Panorama del Hambre en América Latina y el Caribe”. Disponible: <http://www.rlc.fao.org/es/politicas/pdf/panorama.pdf>
- [16] Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Tabla de Composición de Alimentos de América Latina – Brócoli. Disponible
<http://www.rlc.fao.org/es/bases/alimento/print.asp?dd=869>
- [4] PEREZ Kelvis, 2008, “Falta de alimentación en Latinoamérica”. Disponible: http://grupo2tnt.blogspot.com/2008_10_01_archive.html
- [20] PEREZ PAUL, et al, 2010, “Pan y Pastas alimenticias: Estudio Bromatológico”. Disponible: <http://www.scribd.com/doc/34072165/Pan-y-Pastas-Alimenticias>
- [13] RIEDL M.A., SAXON A., and D. DIAZ-SANCHEZ, 2009, “Oral sulforaphane increases Phase II antioxidant enzymes in the human upper airway” *Clinical Immunology*, Vol. 130, Issue 3, Pp. 244-251. Disponible:
<http://www.nutraingredients-usa.com/Publications/Food-Beverage-Nutrition/NutraIngredients.com/Research/Broccoli-sprouts-may-reduce-asthma-Study>
- [2] SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, PESCA Y ALIMENTOS, 2009, “Pasta Secas”. Disponible:

- http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/farina/Pastas/pastas_secas/Pastas_secas.htm
- [6] TJEERTES, P., 2004. “*Brassica oleracea* L. (cauliflower and broccoli)” PROTA 2: Vegetables/Légumes. PROTA, Wageningen, Netherlands. Disponible:
http://database.prota.org/PROTAhtml/Brassica%20oleracea%20%28cauliflower%20and%20broccoli%29_En.htm
- [7] “Ecuador, 4º en desnutrición en América Latina”2006, El Universo (Prensa), Disponible:
<http://www.eluniverso.com/2009/01/23/1/1384/ECAE7F31B53442849F59114237AAE0C9.html>
- [10] “Exportaciones de brócoli alcanzan los 50 millones” Hoy (Prensa). Publicado en red Disponible:
<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/las-exportaciones-de-brocoli-alcanzan-los-50-millones-295257-295257.html>
- [11] “HOY” Prensa Local “FIDEOS ITALIA COMPITE CON NUEVA PLANTA” artículo en red. Publicado el 28/Mayo/2000. Disponible:
<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/fideos-italia-compite-con-nueva-planta-102237-102237.html>
- [17] “Brócoli” CORPEI, editado por JIJÓN Carolina. 2009, Disponible:
<http://www.corpei.org/contenido.ks?contenidold=1107>
- [18] Observaciones de la Comunidad Europea para el Comité del Codex sobre aditivos alimentarios y contaminantes de los alimentos, 2001, La Haya, - CL 2000/33 – FAC. Disponible:
http://ec.europa.eu/food/fs/ifsi/eupositions/ccfac/archives/ccfac_item7b_es.html
- [21] “Lista Alimenticia S.A” (2010). Preguntas Frecuentes. Disponible:
<http://www.lista.com.co/preguntas.htm#calidad>
- [23] Wikimedia Foundation, Wikipedia (2011), “Salud”. Disponible:
http://es.wikipedia.org/wiki/Salud#cite_note-WHO_1946-0

- [24] Fundación Eroski, CONSUMER EROSKI (2011) “LA IMPORTANCIA DE COMER BIEN” En Disponible:
<http://saludyalimentacion.consumer.es/la-importancia-de-comer-bien>
- [26] Escuelas Idea Sana, Fundación EROSKI, 2010, “Dietas equilibradas”. Disponible:
http://ideasana.fundacioneroski.es/web/es/13/escuela_4/escuela4_dietas.pdf
- [27] Nutrition Facts “Broccoli, cooked, boiled, drained, without salt”. Disponible:
<http://nutritiondata.self.com/facts/vegetables-and-vegetable-products/2357/2>
- [28] FAO Corporate Document Repository “The role of carbohydrates in nutrition” Disponible:
<http://www.fao.org/docrep/w8079e/w8079e07.htm>
- [29] “HOY” Prensa Local “Fideos alcanzan récord en Ecuador”, 2010. Disponible:
<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/fideos-mueven-75-millones-anuales-en-mercado-local-424026.html>

Otras referencias bibliográficas

- COMBARIZA et al. (2006) “Estudio de la obtención de un alimento precocido a partir de cultivos biofortificados”
- Villota et al. (1996) Patente Estadounidense N 5 5508053 “Pastas vegetales”
- FRANCESCÁNGELI Nora, MARTÍ Héctor, 2001, “Evaluación de cultivares y fechas de siembra. Producción de Brócoli en Invernadero”. INTA San Pedro, Buenos Aires, Disponible
<http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/horticola/brocoli01.pdf>
- LATZKE Jennifer M., 2009, “Costa Rican consumption of U.S. wheat growing”. Disponible:
<http://www.hpj.com/archives/2008/may08/may12/CostaRicanconsumptionofUSwh.cfm>

- SALTOS Aníbal (1982) “Diseño Experimental”, Edición única, Ambato – Ecuador, 111 pp.
- SAULNIER, John M, 2007, “Frozen broccoli is king of the mountain, or rather the Andes plateau, in Ecuador: representing 65% of the country’s vegetable exports, the healthy-eating, compact brassica varieties are highly regarded by discriminating buyers in Japan, Europe and North America” Quick Frozen Foods International. Disponible:
<http://www.allbusiness.com/wholesale-trade/merchant-wholesalers-nondurable/4506446-1.html>
- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO, 2009, Disponible:
http://www.anmat.gov.ar/codigoa/CAPITULO%20IX%20actualiz%2013-6-03_.pdf
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616 **Harina de Trigo**
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 108. **Agua**
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 57:2006, **Sal**
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1375. **Pastas alimenticias**
- “Producción mundial de brócoli”, 2009. Disponible:
<http://www.made-in-argentina.com/alimentos/hortalizas/temas%20relacionados/produccion%20mundial%20de%20brocoli.htm>
- BROCOLI EN EL ECUADOR
http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/nuevos%20exportables/brocoli/brocoli_ecuador.htm
- El Brócoli en Ecuador. Aprofel.
http://brocoliecuador.com/brocoli_ecuatoriano.htm
- EL UNIVERSO, Prensa Local. “Comida en minutos” Publicado en red: domingo 13 de agosto de 2006. Disponible:
<http://www.eluniverso.com/2006/08/13/0001/9/11F22C2A17464586AB358FAE20DA84DB.html>
- BRÓCOLI – Broccoli; Normas de Calidad
<http://interletras.com/manualCCI/Hortalizas/Brocoli/Calidad01.htm>
- El Brócoli en Ecuador

http://brocoliecuador.com/brocoli_ecuatoriano.htm

- Brócoli, 2009. Disponible:

<http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/brocoli.htm>

- FAO “1 020 millones de personas pasan hambre”, 2009. Disponible:
<http://www.fao.org/news/story/es/item/20568/icode/>

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1: HOJA DE CATACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

**“Evaluación Sensorial de la Pasta Pre-cocida enriquecida con extracto vegetal de brócoli
(*Brassica olerácea*) para generar un aporte nutritivo”**

Instrucciones:

Lea detenidamente cada pregunta y marque con una X en el casillero que considere correcta la respuesta:

Propiedad Organoléptica		101	204	313	
Color	1	Desagrada mucho			
	2	Desagrada			
	3	Desagrada ligeramente			
	4	Ni agrada ni desagrada			
	5	Agrada			
	6	Agrada mucho			
Olor	1	Desagrada mucho			
	2	Desagrada			
	3	Desagrada ligeramente			
	4	Ni agrada ni desagrada			
	5	Agrada			
	6	Agrada mucho			
Sabor	1	Desagrada mucho			
	2	Desagrada			
	3	Desagrada ligeramente			
	4	Ni agrada ni desagrada			
	5	Agrada			
	6	Agrada mucho			

* Firmeza	1	Ausente			
	2	Rara			
	3	Insuficiente			
	4	Suficiente			
	5	Buena			
	6	Excelente			
*Pegajosidad	1	Totalmente			
	2	Muy alta			
	3	Alta			
	4	Rara			
	5	Casi ausente			
	6	Ausente			
*Apelmazamiento	1	Totalmente			
	2	Muy alta			
	3	Alta			
	4	Rara			
	5	Casi ausente			
	6	Ausente			
Aceptabilidad	1	Se rechaza completamente			
	2	Se rechaza potencialmente			
	3	Se rechaza ligeramente			
	4	Ni se acepta ni se rechaza			
	5	Se acepta			
	6	Se acepta completamente			
*Según el Código Alimentario Argentino (2003)					
Pegajosidad: fuerza con que la superficie de la pasta se adhiere a la lengua, paladar, dientes, dedos.					
Firmeza: Resistencia de la pasta cocida al masticarla.					
Apelmazamiento: Grado de adhesión entre los fideos.					

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

- Gracias por su colaboración -

ANEXO 2: Resultado Proximal INIAP

MC-LSAIA-2201-03



INIAP

INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
 ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
 DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS
 Panamericana Sur Km. 1, Cutugagua Tfs. 2650691-3007134. Fax 3007134
 Casilla postal 17-01-340



NOMBRE PETICIONARIO: Srta. Carmen Arroba
DIRECCION: Ambato
FECHA DE EMISION: 28 de diciembre del 2010
FECHA DE ANALISIS: 15 al 28 de diciembre del 2010

INFORME DE ENSAYO No: 10-438
INSTITUCION:
ATENCIÓN:
FECHA DE RECEPCION.:
HORA DE RECEPCION:
ANALISIS SOLICITADO:

PARTICULAR
 Ing. Jorge Arroba
 13 de diciembre del 2010
 12h25
 PROXIMAL

ANALISIS	HUMEDAD	CENIZAS ^U	E.E. ^V	PROTEINA ^U	FIBRA ^V	E.L.N. ^V	IDENTIFICACION
METODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
10-1837	10.81	1.05	0.24	14.40	1.75	82.57	FIDEO A BASE DE BRÓCOLI

Los ensayos marcados con Q se reportan en base seca.
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME


Dr. Armando Rubio
RESPONSABLE DE CALIDAD




Dr. Iván Samaniego
RESPONSABLE TECNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo
NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

ANEXO 3: Resultado Microbiológico LACONAL

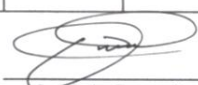




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS



Dirección: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987, Fax: 2 400998. Email: laconal@uta.edu.ec

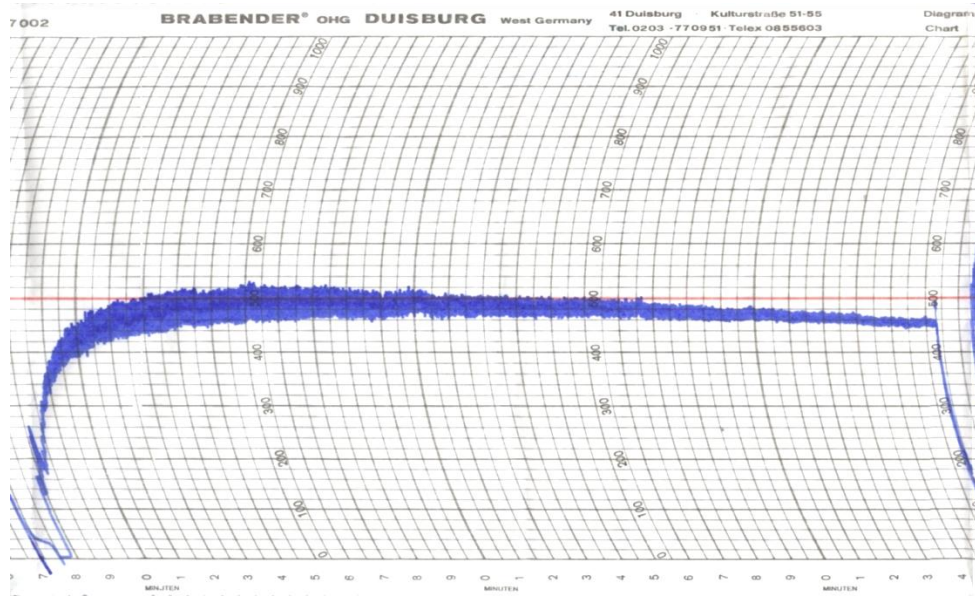
CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 11-010		R01-5.10 04.01				
Solicitud No: 010		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción: 25 enero 2011		Fecha de ejecución de ensayos: 26 enero 2011				
Información del cliente:						
Empresa: Tesis de grado		CI/RUC: 1801613686				
Representante: Sra Carmen Buenaño		TIF: 2460762				
Dirección: Ficoa Las Plamas		Fax: 2854820				
Ambato		Cel: 097152641				
Descripción de las muestras:						
Producto: Pasta precocida con extracto vegetal de brocoli		Peso: 417 g				
Marca comercial: n/a		Tipo de envase: Funda plástica				
Lote: n/a		No de muestras: Una				
F. Elab.: n/a		F. Exp.: n/a				
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:		T. almacenamiento: 30 días				
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:		Muestreo por el cliente: 23 ene 2011				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Pasta precocida	1011023	Ninguno	Coliformes Totales	PE-01-5 4-MB AOAC 991.14	UFC/g	<10
			E-Coli	PE-01-5 4-MB AOAC 991.14	UFC/g	<10
			Aerobios Totales	PE-03-5 4-MB AOAC 990.12	UFC/g	290
			Mohos y levaduras	PE-02-5 4-MB AOAC 997.02	UFC/g	<10
 Ing. Carlos Romero N. Director Técnico		 LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS FCIAL - UTA DIRECCIÓN		 Ing. Marcelo Soria V. Director de la Calidad		
Autorizada transferencia electrónica de resultados: n/a				<small>Nota: Los resultados consignados en este certificado corresponden a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Prohibida su reproducción sin la aprobación del Laboratorio.</small>		

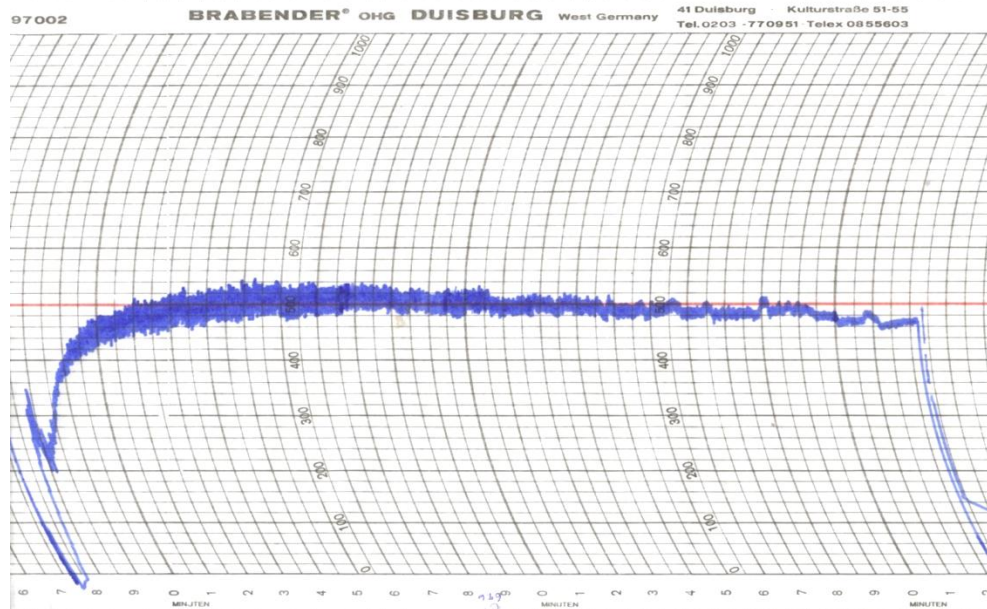
ANEXO A

FARINOGRAFÍA

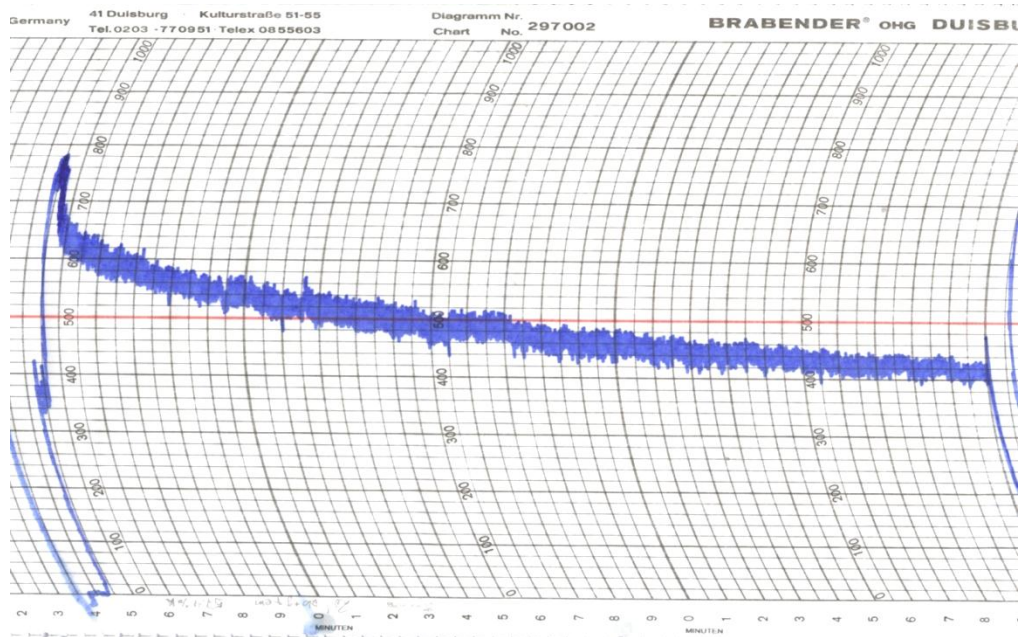
- **ANEXO A1:** Farinograma del primer nivel del factor a (testigo) a_0 : 0 minutos de Precocción. Réplica 1



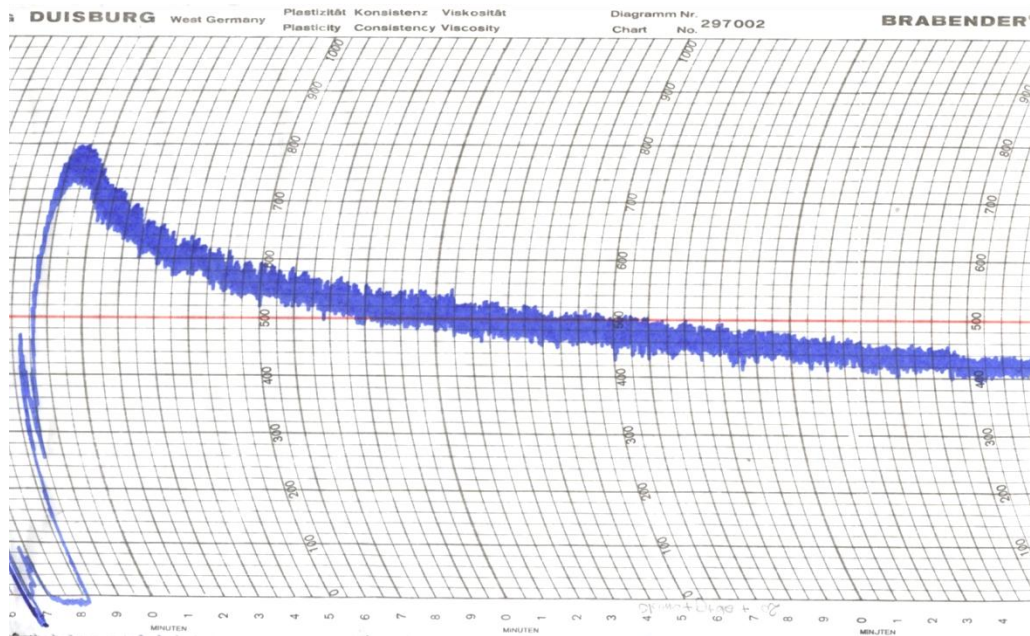
- **ANEXO A2:** Farinograma del primer nivel del factor a (testigo) a_0 : 0 minutos de Precocción. Réplica 2



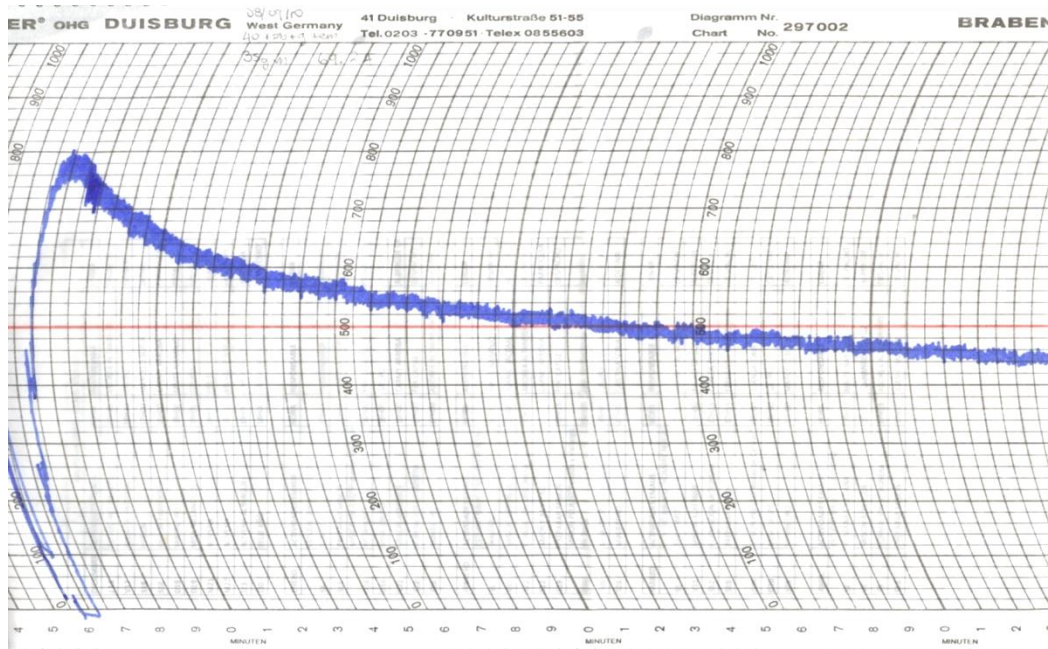
- **ANEXO A3:** Farinograma del segundo nivel del factor a (a_1 : 20 minutos de Precocción. Réplica 1



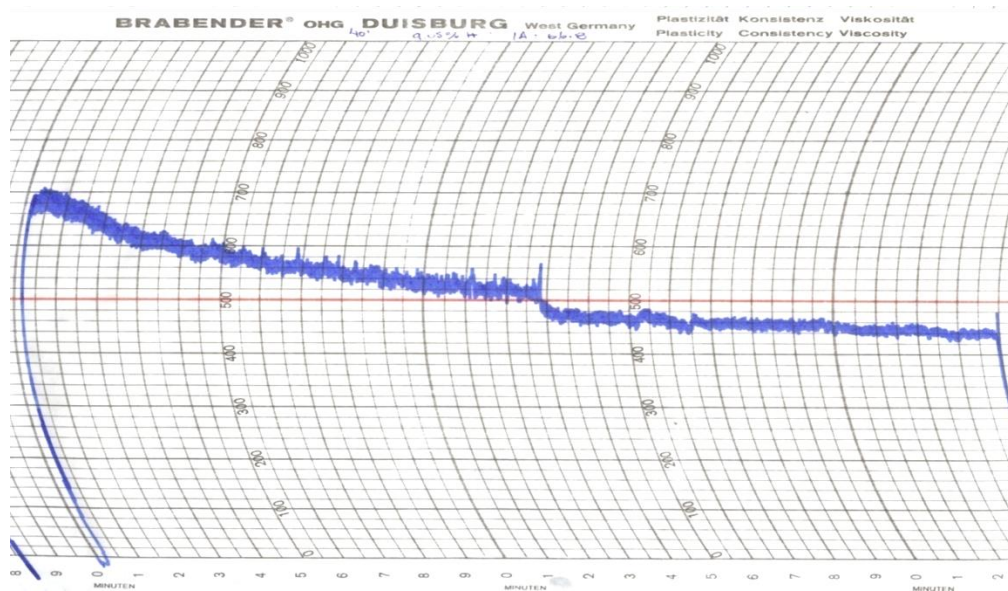
- **ANEXO A4:** Farinograma del segundo nivel del factor a (a_1 : 20 minutos de Precocción. Réplica 2



- **ANEXO A5:** Farinograma del tercer nivel del factor a (a_2 : 40 minutos de Precocción. Réplica 1

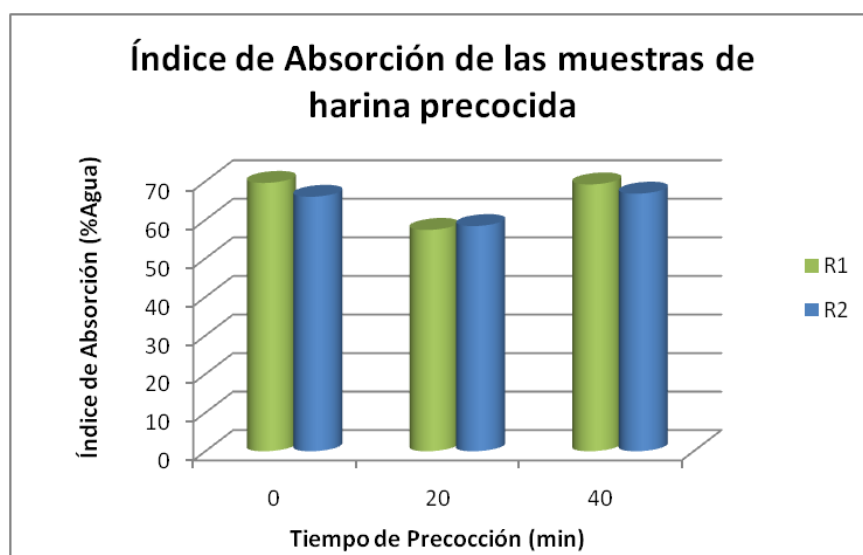


- **ANEXO A6:** Farinograma del tercer nivel del factor a (a_2 : 40 minutos de Precocción. Réplica 2



ANEXO A7: ÍNDICE DE ABSORCIÓN

GRÁFICO N. 5: “Índice de Absorción de las muestras de harina de trigo en sus tres niveles de precocción”



ANEXO B

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

ANEXO B1: EVALUACIÓN FARINOGRÁFICA DE LA HARINA PRE COCIDA

Tabla B1. “Interpretación Farinográfica de harinas”

MUESTRA	Índice de Absorción (%)		Tiempo de desarrollo (min)		Tiempo de estabilidad (min)	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
a₀ : 0 min precocción	69,6	66,0	3,0	4,0	14,5	13,5
a₁ : 20 min precocción ⁺	57,4	58,4	6,5	9,2	6,2	8,5
a₂ : 40 min precocción ⁺	69,2	66,8	13,5	12,5	5,3	7,5*
+ En el análisis farinográfico de las harinas de trigo con 20 y 40 min de precocción se utilizó 35 gramos de muestra						
* La muestra presenta estabilidad bajo las 500 UB						

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

**ANEXO B2: EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL PRODUCTO TERMINADO;
PASTA SECA**

Tabla B2. “Características Fisicoquímicas de las Pastas Alimenticias sin
tratamiento de precocción”

CARACTERÍSTICA	TRATAMIENTO		
	a_0b_0	a_0b_1	a_0b_2
Forma	rosca	rosca	rosca
Tamaño	alargado	alargado	alargado
Color	Ligeramente verde claro	Verde claro	Verde
Picaduras/puntos blancos	No	No	No
Trizado o azoado	No	No	No
Humedad	9,13 / 8,32 \bar{x} 8,73	7,90 / 8,6 \bar{x} 8,25	8,85 / 7,69 \bar{x} 8,27

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B3. “Características Fisicoquímicas de las Pastas Alimenticias con 20 minutos de precocción”

CARACTERÍSTICA	TRATAMIENTO		
	a_1b_0	a_1b_1	a_1b_2
Forma	rosca	rosca	rosca
Tamaño	corto	corto	Corto
Color	Verde olivo claro	Verde olivo	Verde oscuro
Picaduras/puntos blancos	No	No	No
Trizado o azoado	No	No	No
Humedad	11,28 / 10,68 \bar{x} 10,98	9,97 / 9,19 \bar{x} 9,58	9,63 / 10,66 \bar{x} 10,14

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B4. “Características Fisicoquímicas de las Pastas Alimenticias con 40 minutos de precocción”

CARACTERÍSTICA	TRATAMIENTO		
	a_2b_0	a_2b_1	a_2b_2
Forma	rosca	rosca	rosca
Tamaño	corto	corto	Corto
Color	mostaza	Verde olivo	Verde oscuro
Picaduras/puntos blancos	si	si	si
Trizado o azoado	No	No	No
Humedad	9,73 8,66 \bar{x} 9,19	10 9,61 \bar{x} 9,80	10,43 8,6 \bar{x} 9,51

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

**ANEXO B3: EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL PRODUCTO TERMINADO;
PASTA COCIDA**

Tabla B5. “Caracterización de las Pastas Alimenticias cocidas obtenidas a base de harina de trigo sin tratamiento de precocción”

CARACTERÍSTICA	TRATAMIENTO					
	a ₀ b ₀		a ₀ b ₁		a ₀ b ₂	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
CONSISTENCIA						
Nervio (min)	8,25	8,5	7,5	9,3	9	9,27
Elasticidad	Muy elástica	Muy elástica	Muy elástica	Muy elástica	Muy elástica	Muy elástica
Homogeneidad	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho
Resistencia al corte	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Capacidad de ligar masa	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Pegajosidad	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
ASPECTO						
Color	Ligero Verde claro	Ligero Verde claro	Verde claro	Verde claro	Verde	Verde
Brillo	si	si	si	si	si	si

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B6. “Caracterización de las Pastas Alimenticias cocidas obtenidas a base de harina de trigo con 20 min de precocción”

CARACTERÍSTICA	TRATAMIENTO					
	a ₁ b ₀		a ₁ b ₁		a ₁ b ₂	
CONSISTENCIA	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Nervio (min)	3	2,45	3,25	3	2,55	3
Elasticidad	Elástica	Elástica	Elástica	Elástica	Elástica	Elástica
Homogeneidad	si	si	si	si	si	si
Resistencia al corte	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Capacidad de ligar masa	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente
Pegajosidad	Ligera	Ligera	Ligera	Ligera	Ligera	Ligera
ASPECTO						
Color	Verde olivo claro	Verde olivo claro	Verde olivo	Verde olivo	Verde oscuro	Verde oscuro
Brillo	Ligero	Ligero	Ligero	Ligero	Ligero	Ligero

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B7. “Caracterización de las Pastas Alimenticias cocidas obtenidas a base de harina de trigo con 40 min de precocción”

CARACTERÍSTICA	TRATAMIENTO					
	a ₂ b ₀		a ₂ b ₁		a ₂ b ₂	
CONSISTENCIA	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Nervio (min)	2,5	2,15	2	2,5	2,5	2,75
Elasticidad	Elástica	Elástica	Elástica	Elástica	Elástica	Elástica
Homogeneidad	Poco	Poco	poco	poco	poco	poco
Resistencia al corte	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Capacidad de ligar masa	Insuficiente	Insuficiente	Insuficiente	Insuficiente	Insuficiente	Insuficiente
Pegajosidad	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
ASPECTO						
Color	mostaza	mostaza	Verde olivo	Verde olivo	Verde oscuro	Verde oscuro
Brillo	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

ANEXO B.3.1.: COMPORTAMIENTO EN LA COCCIÓN

Tabla B8. “Comportamiento en la cocción de las Pastas Alimenticias obtenidas a base de harina de trigo sin tratamiento de precocción”

CARACTERÍSTICA	TRATAMIENTO					
	a_0b_0		a_0b_1		a_0b_2	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Relación agua de cocción/pasta	10:1	10:1	10:1	10:1	10:1	10:1
Tiempo de cocción						
Término al dente	8,25	8,50	7,50	9,30	9,00	9,27
Sin nervio	13,0	14,0	8,50	12,0	12,0	11,0
Relación cantidad de agua absorbida/cantidad de muestra cocida	129,27	130,88	131,63	131,58	130,39	132,91
Pérdida por cocción	3,00	2,50	2,50	2,50	3,00	2,50
Materia orgánica total	2,50	3,00	2,50	3,50	2,50	2,0

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B9. “Comportamiento en la cocción de las Pastas Alimenticias obtenidas a base de harina de trigo con 20 min de precocción”

CARACTERÍSTICA	TRATAMIENTO					
	a ₁ b ₀		a ₁ b ₁		a ₁ b ₂	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Relación agua de cocción/pasta	10:1	10:1	10:1	10:1	10:1	10:1
Tiempo de cocción						
Término al dente	3,00	2,45	3,25	3,00	2,55	3,00
Termino totalmente cocido (sin nervio)	3,5	3,25	3,50	3,30	3,3	3,50
Relación cantidad de agua absorbida/cantidad de muestra cocida	95,37	84,73	64,76	87,20	115,78	67,90
Pérdida por cocción	7,00	6,50	6,00	5,50	6,50	7,50
Materia orgánica total	5,00	4,50	5,00	6,00	4,00	6,50

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B10. “Comportamiento en la cocción de las Pastas Alimenticias obtenidas a base de harina de trigo con 40 min de precocción”

CARACTERÍSTICA	TRATAMIENTO					
	a ₂ b ₀		a ₂ b ₁		a ₂ b ₂	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Relación agua de cocción/pasta	10:1	10:1	10:1	10:1	10:1	10:1
Tiempo de cocción						
Término al dente (min)	2,5	2,15	2,00	2,50	2,50	2,00
Termino totalmente cocido (sin nervio; min)	3,00	2,45	3,00	3,00	3,50	3,00
Relación cantidad de agua absorbida/cantidad de muestra cocida	62,48	49,62	42,59	38,29	43,28	40,41
Pérdida por cocción	9,00	8,00	10,50	9,50	7,50	7,00
Materia orgánica total	5,50	3,50	5,00	4,00	6,00	6,50

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

ANEXO B4: EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO

Tabla B11 “Resultados de la evaluación sensorial; Color”

TRATAMIENTO	RÉPLICAS	
	R1	R2
a_0b_0	4	5
a_0b_1	5	5
a_0b_2	5	6
a_1b_0	4	5
a_1b_1	4	5
a_1b_2	5	6
a_2b_0	3	4
a_2b_1	3	4
a_2b_2	4	5

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B12 “Resultados de la evaluación sensorial; Olor”

TRATAMIENTO	RÉPLICAS	
	R1	R2
a_0b_0	4	4
a_0b_1	4	5
a_0b_2	5	6
a_1b_0	4	4
a_1b_1	5	5
a_1b_2	5	6
a_2b_0	4	4
a_2b_1	4	5
a_2b_2	4	5

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B13 “Resultados de la evaluación sensorial; Sabor”

TRATAMIENTO	RÉPLICAS	
	R1	R2
a_0b_0	4	5
a_0b_1	5	6
a_0b_2	4	5
a_1b_0	4	5
a_1b_1	5	6
a_1b_2	5	5
a_2b_0	2	3
a_2b_1	4	4
a_2b_2	3	4

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B14 “Resultados de la evaluación sensorial; Firmeza”

TRATAMIENTO	RÉPLICAS	
	R1	R2
a_0b_0	4	4
a_0b_1	5	5
a_0b_2	4	4
a_1b_0	5	5
a_1b_1	5	5
a_1b_2	5	5
a_2b_0	5	5
a_2b_1	5	6
a_2b_2	4	6

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B15 “Resultados de la evaluación sensorial; Pegajosidad”

TRATAMIENTO	RÉPLICAS	
	R1	R2
a_0b_0	5	5
a_0b_1	6	6
a_0b_2	5	5
a_1b_0	4	5
a_1b_1	4	5
a_1b_2	4	5
a_2b_0	2	3
a_2b_1	3	3
a_2b_2	2	3

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B16 “Resultados de la evaluación sensorial; Apelmazamiento”

TRATAMIENTO	RÉPLICAS	
	R1	R2
a_0b_0	4	5
a_0b_1	5	6
a_0b_2	5	5
a_1b_0	4	4
a_1b_1	5	6
a_1b_2	4	5
a_2b_0	3	4
a_2b_1	4	4
a_2b_2	3	4

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B17 “Resultados de la evaluación sensorial; Aceptabilidad”

TRATAMIENTO	RÉPLICAS	
	R1	R2
a_0b_0	4	5
a_0b_1	5	6
a_0b_2	5	5
a_1b_0	4	4
a_1b_1	5	6
a_1b_2	4	5
a_2b_0	3	4
a_2b_1	4	4
a_2b_2	3	4

Fuente: Laboratorio de Cereales UTA – FCIAL 2010

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

ANEXO B.4.1: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS GENERADOS POR LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Tabla B18 “Análisis de Varianza del Atributo Sensorial Color”

Analysis of Variance for Color - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tiempo Precoccio	4,77778	2	2,38889	43,00	0,0001
B:Porcentaje Extra	3,44444	2	1,72222	31,00	0,0002
C:Replica	3,55556	1	3,55556	64,00	0,0000
INTERACTIONS					
AB	0,222222	4	0,0555556	1,00	0,4609
RESIDUAL	0,444444	8	0,0555556		
TOTAL (CORRECTED)	12,4444	17			

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

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B19 “Análisis de Varianza del Atributo Sensorial Olor”

Analysis of Variance for Olor - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tiempo Precoccio	0,777778	2	0,388889	2,80	0,1197
B:Porcentaje Extra	4,11111	2	2,05556	14,80	0,0020
C:Replica	1,38889	1	1,38889	10,00	0,0133
INTERACTIONS					
AB	0,888889	4	0,222222	1,60	0,2646
RESIDUAL	1,11111	8	0,138889		
TOTAL (CORRECTED)	8,27778	17			

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

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B20 “Análisis de Varianza del Atributo Sensorial Sabor”

Analysis of Variance for Sabor - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tiempo Precoccio	10,1111	2	5,05556	52,00	0,0000
B:Porcentaje Extra	4,11111	2	2,05556	21,14	0,0006
C:Replica	2,72222	1	2,72222	28,00	0,0007
INTERACTIONS					
AB	0,555556	4	0,138889	1,43	0,3088
RESIDUAL	0,777778	8	0,0972222		
TOTAL (CORRECTED)	18,2778	17			

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

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B21 “Análisis de Varianza del Atributo Sensorial Firmeza”

Analysis of Variance for Firmeza - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tiempo Precoccio	0,777778	2	0,388889	4,00	0,0625
B:Porcentaje Extra	0,111111	2	0,0555556	0,57	0,5862
C:Replica	2,72222	1	2,72222	28,00	0,0007
INTERACTIONS					
AB	1,22222	4	0,305556	3,14	0,0788
RESIDUAL	0,777778	8	0,0972222		
TOTAL (CORRECTED)	5,61111	17			

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

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B22 “Análisis de Varianza del Atributo Sensorial Pegajosidad”

Analysis of Variance for Pegajosidad - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tiempo Precoccio	28,0	2	14,0	112,00	0,0000
B:Porcentaje Extra	0,333333	2	0,166667	1,33	0,3164
C:Replica	2,0	1	2,0	16,00	0,0039
INTERACTIONS					
AB	0,666667	4	0,166667	1,33	0,3370
RESIDUAL	1,0	8	0,125		
TOTAL (CORRECTED)	32,0	17			

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

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B23 “Análisis de Varianza del Atributo Sensorial Apelmazamiento”

Analysis of Variance for Apelmazamiento - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tiempo Precoccio	20,1111	2	10,0556	45,25	0,0000
B:Porcentaje Extra	0,111111	2	0,0555556	0,25	0,7847
C:Replica	2,72222	1	2,72222	12,25	0,0081
INTERACTIONS					
AB	0,888889	4	0,222222	1,00	0,4609
RESIDUAL	1,77778	8	0,222222		
TOTAL (CORRECTED)	25,6111	17			

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

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B24 “Análisis de Varianza del Atributo Sensorial Aceptabilidad”

Analysis of Variance for Aceptabilidad - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tiempo Precoccio	5,77778	2	2,88889	23,11	0,0005
B:Porcentaje Extra	3,11111	2	1,55556	12,44	0,0035
C:Replica	2,0	1	2,0	16,00	0,0039
INTERACTIONS					
AB	0,555556	4	0,138889	1,11	0,4148
RESIDUAL	1,0	8	0,125		
TOTAL (CORRECTED)	12,4444	17			

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

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

ANEXO B.4.2.: PRUEBAS DE TUCKEY PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS

Tabla B25 “Prueba de Tuckey para el Atributo Sensorial Color”

Multiple Range Tests for Color by Porcentaje Extracto

```

-----
Method: 95,0 percent Tukey HSD
Level      Count    LS Mean      Homogeneous Groups
-----
0           6         4,16667      X
1           6         4,33333      X
2           6         5,16667      X
-----
Contrast                Difference      +/- Limits
-----
0 - 1                    -0,166667      0,388181
0 - 2                    *-1,0           0,388181
1 - 2                    *-0,833333     0,388181
-----

```

* denotes a statistically significant difference.

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B26 “Prueba de Tuckey para el Atributo Sensorial Olor”

Multiple Range Tests for Olor by Porcentaje Extracto

```

-----
Method: 95,0 percent Tukey HSD
Level      Count    LS Mean      Homogeneous Groups
-----
0           6         4,0           X
1           6         4,66667      X
2           6         5,16667      X
-----
Contrast                Difference      +/- Limits
-----
0 - 1                    *-0,666667     0,613769
0 - 2                    *-1,16667      0,613769
1 - 2                    -0,5           0,613769
-----

```

* denotes a statistically significant difference.

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B27 “Prueba de Tuckey para el Atributo Sensorial Sabor”

Multiple Range Tests for Sabor by Porcentaje Extracto

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
0	6	3,83333	X
2	6	4,33333	X
1	6	5.0	X

Contrast	Difference	+/- Limits
0 - 1	*-1,16667	0,513516
0 - 2	-0,5	0,513516
1 - 2	*0,666667	0,513516

* denotes a statistically significant difference.

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B28 “Prueba de Tuckey para el Atributo Sensorial Firmeza”

Multiple Range Tests for Firmeza by Tiempo Precoccion

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
2	6	4,0	X
0	6	4,33333	X
1	6	4.5	X

Contrast	Difference	+/- Limits
0 - 1	-0,166667	0,513516
0 - 2	0,333333	0,513516
1 - 2	0.5	0,513516

* denotes a statistically significant difference.

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B29 “Prueba de Tuckey para el Atributo Sensorial Pegajosidad”

Multiple Range Tests for Pegajosidad by Tiempo Precoccion

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
2	6	2,66667	X
1	6	4,66667	X
0	6	5,66667	X

Contrast	Difference	+/- Limits
0 - 1	*1,0	0,582272
0 - 2	*3,0	0,582272
1 - 2	*2,0	0,582272

* denotes a statistically significant difference.

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B30 “Prueba de Tuckey para el Atributo Sensorial Apelmazamiento”

Multiple Range Tests for Apelmazamiento by Tiempo Precoccion

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
2	6	2,83333	X
1	6	4,66667	X
0	6	5,33333	X

Contrast	Difference	+/- Limits
0 - 1	0,666667	0,776363
0 - 2	*2,5	0,776363
1 - 2	*1,83333	0,776363

* denotes a statistically significant difference.

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B31 “Prueba de Tuckey para el Atributo Sensorial Aceptabilidad por tiempo de pre-cocción”

Multiple Range Tests for Aceptabilidad by Tiempo Precoccion

```

-----
Method: 95,0 percent Tukey HSD
Level      Count      LS Mean      Homogeneous Groups
-----
2          6          3,66667      X
1          6          4,66667      X
0          6          5,0          X
-----
Contrast      Difference      +/- Limits
-----
0 - 1          0,333333      0,582272
0 - 2          *1,33333      0,582272
1 - 2          *1,0          0,582272
-----
* denotes a statistically significant difference.

```

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

Tabla B32 “Prueba de Tuckey para el Atributo Sensorial Aceptabilidad por Porcentaje de extracto”

Multiple Range Tests for Aceptabilidad by Porcentaje Extracto

```

-----
Method: 95,0 percent Tukey HSD
Level      Count      LS Mean      Homogeneous Groups
-----
0          6          4,0          X
2          6          4,33333      X
1          6          5,0          X
-----
Contrast      Difference      +/- Limits
-----
0 - 1          *-1,0          0,582272
0 - 2          -0,333333      0,582272
1 - 2          *0,666667      0,582272
-----
* denotes a statistically significant difference.

```

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

ANEXO B.5: EVALUACIÓN NUTRICIONAL DEL PRODUCTO TERMINADO

Tabla B33 “Composición Proximal de la Pasta Precocida enriquecida con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*)”

COMPONENTE	Resultado del Mejor tratamiento a ₁ b ₁	Referencia NTE INEN 1375	
		Con vegetales	100% Harina de Trigo
Humedad	10,81	Máx. 14%	Máx. 14%
Cenizas	1,05	Máx. 1,5%	Máx. 0,85%
Extracto etéreo	0,24	N/E	N/E
Proteína	14,40	Mín. 10%	Mín. 10,5 %
Fibra	1,75	N/E	N/E
Carbohidratos Totales	82,57	N/E	N/E

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

ANEXO B.6: EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL PRODUCTO TERMINADO

Tabla B34 “Composición Proximal de la Pasta Precocida enriquecida con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*)”

Microorganismo	Resultado del Mejor tratamiento a ₁ b ₁	Referencia NTE INEN 1375
Aerobios mesófilos ufc/g	290	10 ⁵
NMP coliformes /g	<10	25
NMP coliformes fecales /g (E. coli)	<10	< 3
Mohos y Levaduras / g	<10	3 * 10 ²

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

ANEXO B.4.3. GRÁFICOS DE LOS PROMEDIOS DE LAS RESPUESTAS SENSORIALES DE LOS TRATAMIENTOS

GRÁFICO N. 6: “Promedio Sensorial del Atributo Color en el Producto Final”

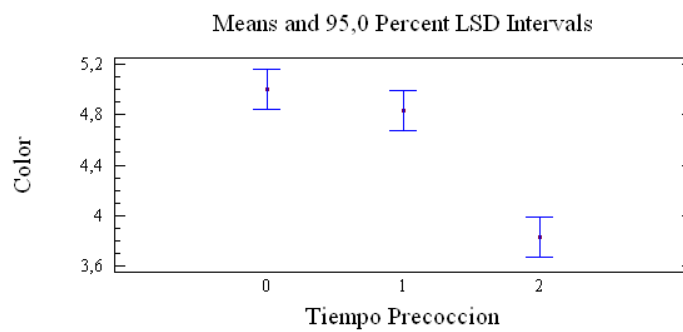


GRÁFICO N. 7: “Promedio Sensorial del Atributo Olor en el Producto Final”

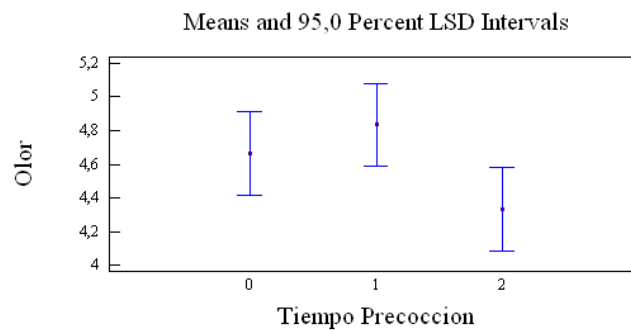


GRÁFICO N. 8: “Promedio Sensorial del Atributo Sabor en el Producto Final”

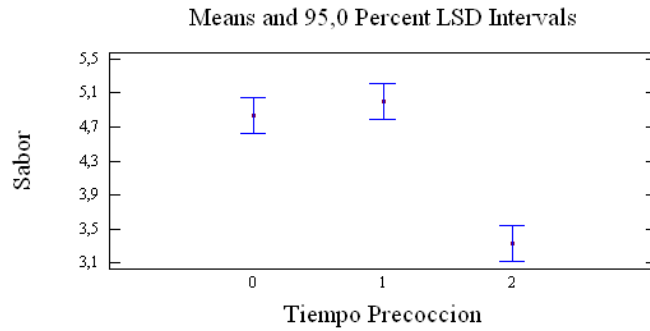


GRÁFICO N. 9: “Promedio Sensorial del Atributo Firmeza en el Producto Final”

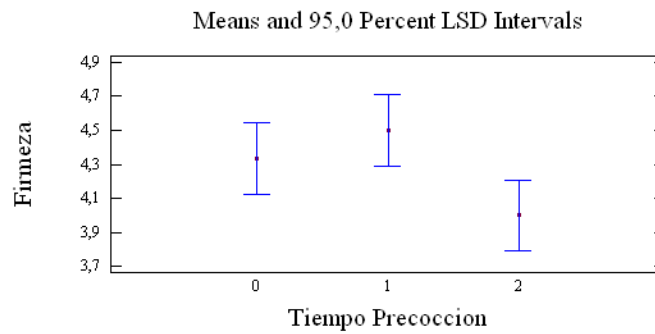


GRÁFICO N. 10: “Promedio Sensorial del Atributo Pegajosidad en el Producto Final”

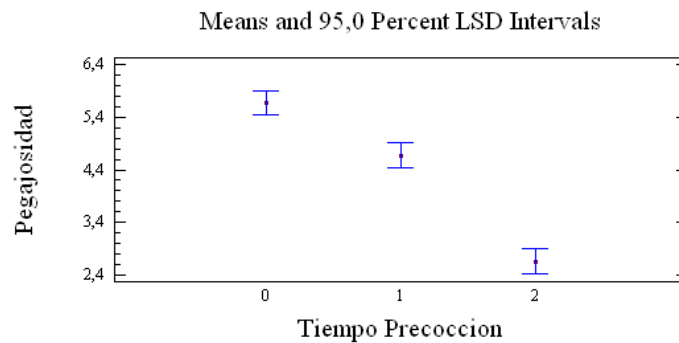


GRÁFICO N. 11: “Promedio Sensorial del Atributo Apelmazamiento en el Producto Final”

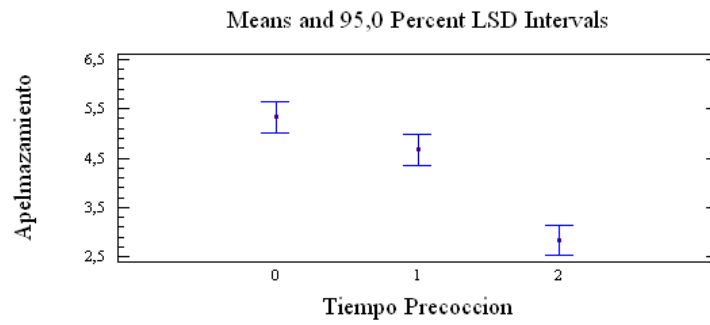
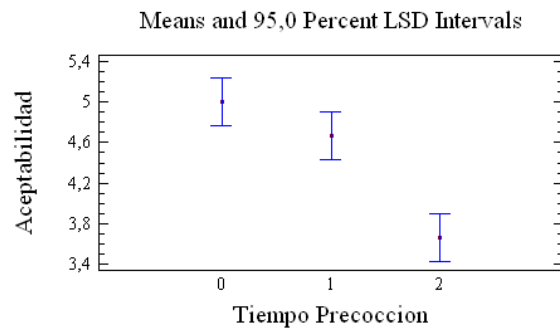


GRÁFICO N. 12: “Promedio Sensorial del Atributo Aceptabilidad en el Producto Final”



ANEXO B.4.4. GRÁFICOS DE LAS INTERACCIONES DE LAS RESPUESTAS SENSORIALES DE LOS TRATAMIENTOS

GRÁFICO N. 13: “Interacción AB en el Color del Producto Final”

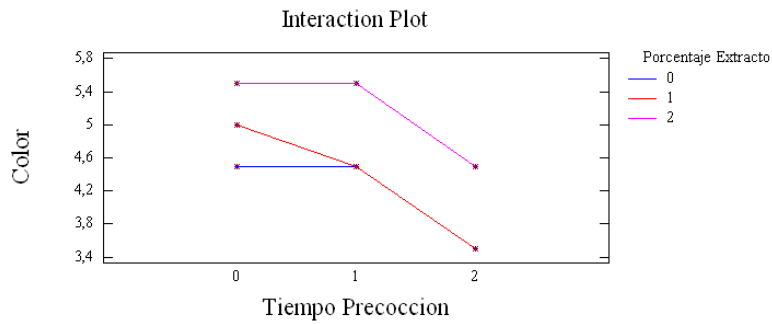


GRÁFICO N. 14: “Interacción AB en el Olor del Producto Final”

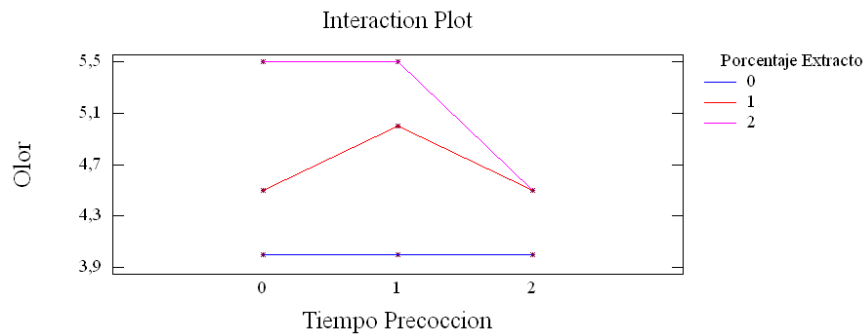


GRÁFICO N. 15: “Interacción AB en el Sabor del Producto Final”

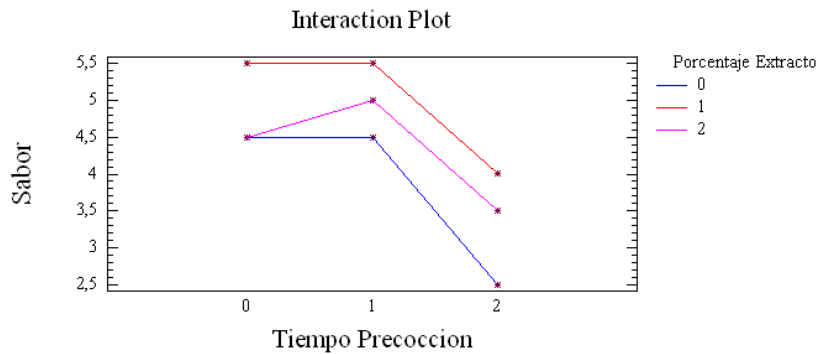


GRÁFICO N. 16: “Interacción AB en el Firmeza del Producto Final”

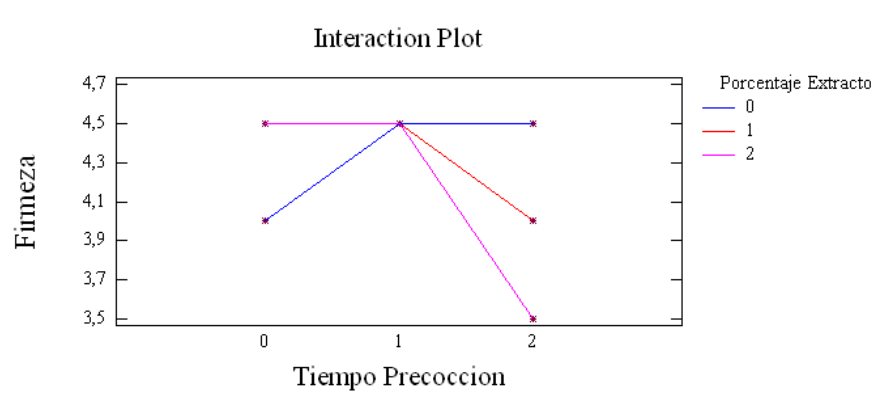


GRÁFICO N. 17: “Interacción AB en el Pegajosidad del Producto Final”

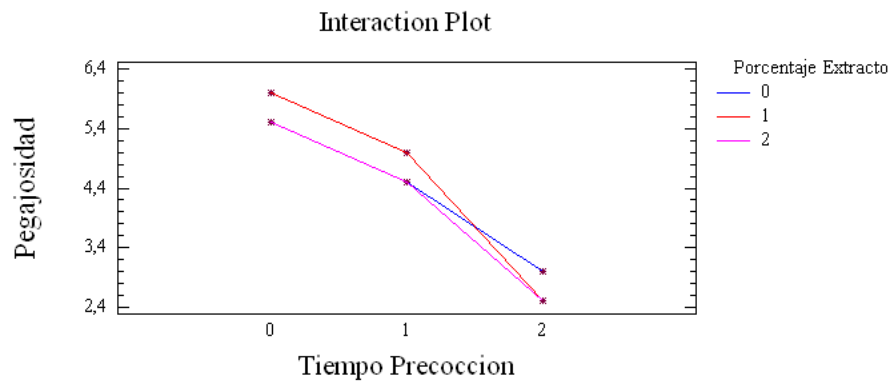


GRÁFICO N. 18: “Interacción AB en el Apelmazamiento del Producto Final”

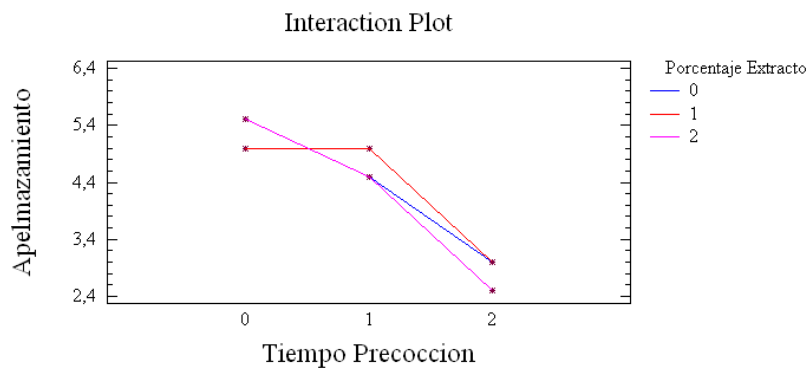
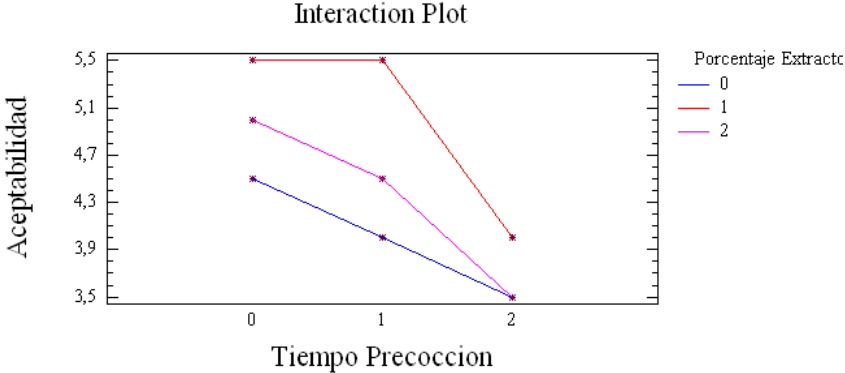


GRÁFICO N. 19: “Interacción AB en el Aceptabilidad del Producto Final”



ANEXO C

RENDIMIENTO DEL PRODUCTO

ANEXO C.1. BALANCE DE MATERIALES

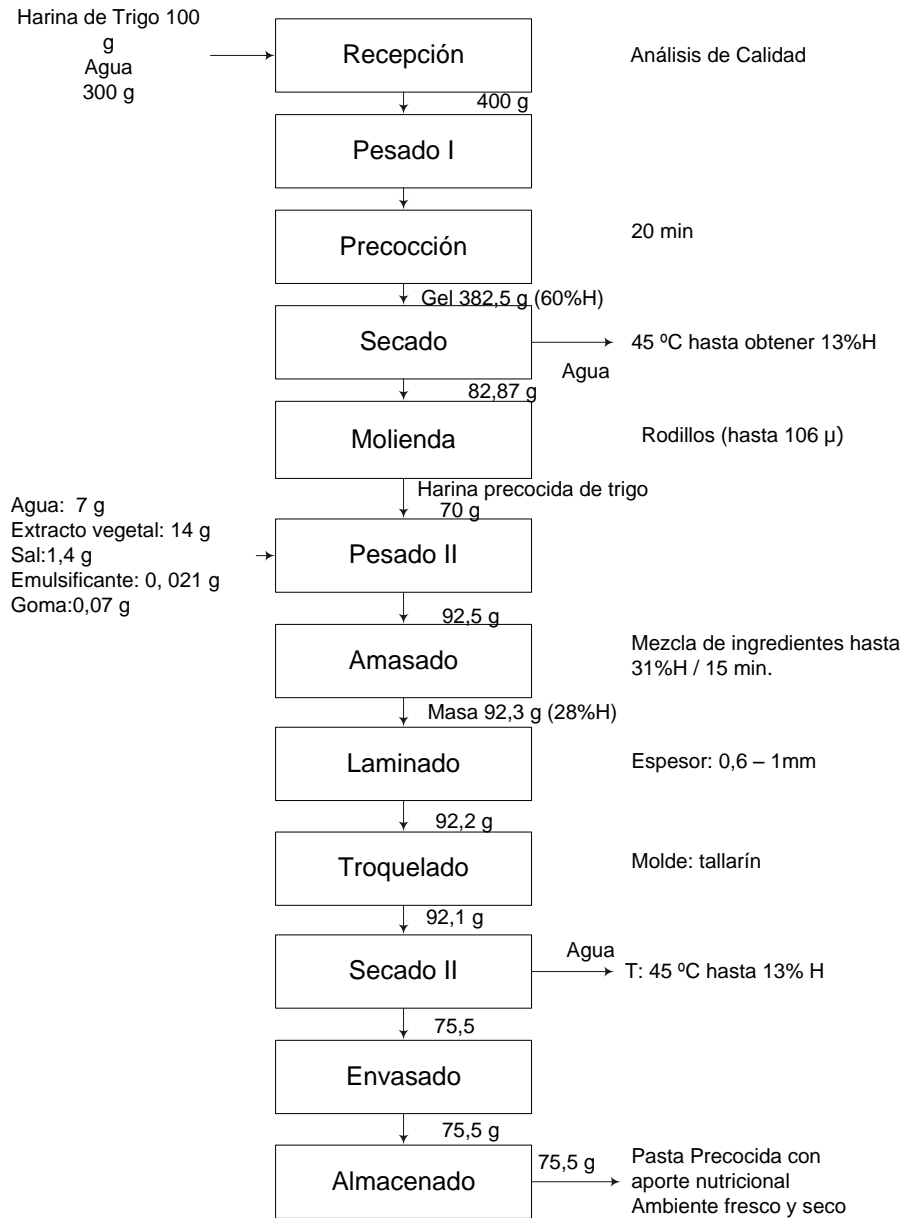


GRÁFICO N. 20 “Balance de Materiales para la Obtención de la Pasta Alimenticia de tipo precocido con enriquecimiento vegetal a partir del extracto de brócoli (*Brassica oleracea*)

Elaborado por: Carmen Elena Arroba Buenaño

ANEXO C.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Tabla C1 “Materiales directos e indirectos”

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Harina de Trigo	Kg	50	35	35,0
Aditivos	g	465	7.5	7.5
Fundas de envase	u	125	2,5	4,0
TOTAL				46.5

Tabla C2 “Equipos y Utensilios”

Equipo	Costo (\$)	Vida Útil (años)	Costo Anual	Costo Diario	Costo Hora	Horas de uso	Costo uso (\$)
Balanza 25 kg	100	10	10,00	0,03	0,004	0,25	0,001
Cocina industrial doble quemador	60	10	6,00	0,02	0,003	0,5	0,001
Secadero estático	1000	25	40,00	0,14	0,017	8	0,139
Molino de martillos	1800	25	72,00	0,25	0,031	0,5	0,016
Amasadora	1900	25	76,00	0,26	0,033	0,25	0,008
Laminadora – Troqueladora	500	25	20,00	0,07	0,009	0,25	0,002
TOTAL(\$)							0,167

Tabla C3 “Suministros”

Servicio	Unidad	Consumo	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Agua	m ³	2,00	0,01	0,02
Luz	Kw/h	12,50	0,13	1,63
Gas	Kg	2,70	1,00	2,70
TOTAL (\$)				4,36

Tabla C4 “Personal”

Hombres	Sueldo	Costo Diario (\$)	Costo Hora (\$)	Horas utilizadas	Total (\$)
2	334,84	16,74	2,09	8	16,72
TOTAL					33,44

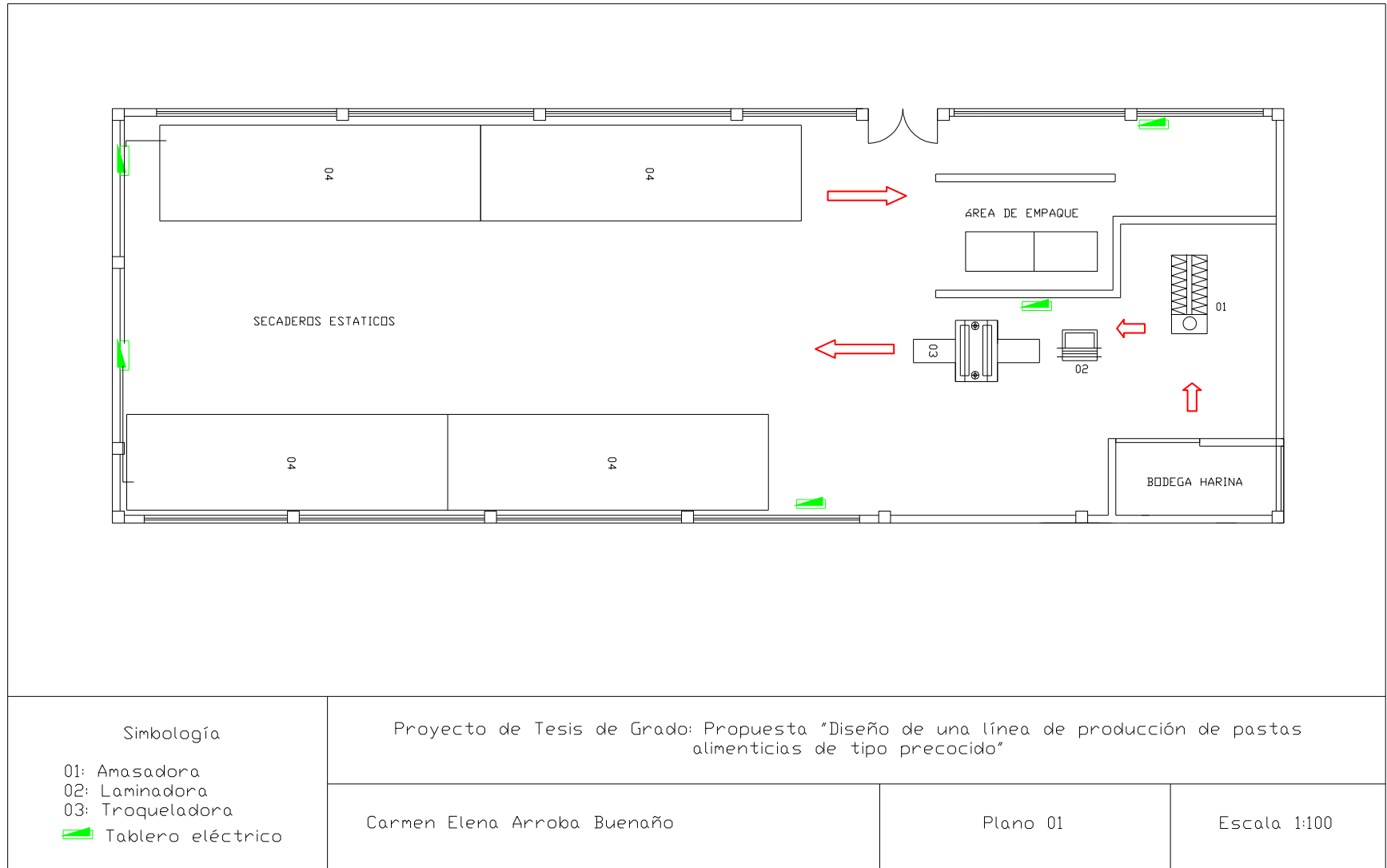
Tabla C5 “Rol de Pagos”

Provisiones de Ley	Valor (\$)
Sueldo básico unificado	240,00
Décimo Tercero	240,00
Décimo cuarto	240,00
Vacaciones	120,00
Fondos de reserva	240,00
Aporte al IESS	269,28
Aporte al SECAP	14,40
Aporte al IECE	14,40
Total (\$)	1138,08
Sueldo Mensual	334,84

Tabla C6 “Inversión Estimada para el Procesamiento de la Pasta Alimenticia de tipo precocido enriquecida con extracto vegetal de brócoli”

CAPITAL DE TRABAJO	MONTO
1. Materiales Directos e Indirectos	46,5
2. Equipos	0,17
3. Suministros	4,36
4. Personal	33,44
TOTAL (\$)	84,47
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN POR PARADA	50 Kg
COSTO UNITARIO (1 kg)	\$ 1,68
COSTO UNITARIO (400g)	\$0,68
Utilidad 20%	\$ 0,14
PRECIO DE VENTA	\$0,82

ANEXO C.3. PLANO DE PROPUESTA



ANEXO D

PROCEDIMIENTOS DE

ANÁLISIS

ANEXO D1: ANÁLISIS FARINOGRÁFICO

1. Determinar el contenido de humedad de la harina.
2. Hacer circular el agua por el termostato y el farinógrafo al menos 1 hora antes de usar el instrumento.
3. Durante el ensayo, la temperatura del Agua y de la amasadora deberá ser de $30 \pm 0,2$ °C.
4. Lubricar la amasadora con una gota de Agua entre la pared posterior y cada una de las paletas.
5. Ajustar la posición de los pesos de la balanza para obtener una deflexión cero del indicador con las paletas girando en vacío.
6. Ajustar el brazo de la pluma de tal forma que coincidan las lecturas en el sector de la balanza y en el papel móvil. Ajustar el amortiguador de tal manera que con el motor girando el tiempo requerido por el indicador de la balanza para ir de 1.000 a 100 U.B. sea de $1,0 \pm 0,2$ s.
7. Poner en la amasadora el peso equivalente a $300 \pm 0,1$ g de harina con el 15% de humedad.
8. Tapar la amasadora. Llenar la bureta con Agua destilada a $30^\circ \pm 5^\circ$. Si fuese necesario, llevar la harina a $30^\circ \pm 10^\circ$.
9. Colocar el papel de tal manera que la pluma esté en contacto con una línea de 9 min.
10. Mezclar durante 1 minuto. Comenzar a añadir Agua destilada de la bureta en la esquina delantera de la derecha de la amasadora cuando la pluma cruce la línea de 0 minutos. Añadir Agua destilada en cantidad suficiente para que la consistencia máxima de la masa sea de 500 U.B.
11. Cuando la masa se adhiera a las paredes de la amasadora, rasparla con una espátula de plástico. Cubrir la amasadora hasta el final del ensayo.
12. Si la cantidad de Agua destilada utilizada en el ensayo no se ha añadido en un intervalo de 25 segundos o si la consistencia máxima de la masa difiere de 500

± 20 U.B., se repite el ensayo corrigiendo la cantidad de Agua PA-ACS y añadiéndola en 25 segundos de forma que la masa adquiriera una consistencia máxima de 500 ± 20 U.B. Una vez alcanzada la consistencia máxima, continuar el ensayo durante 12 minutos.

Referencia.

Métodos de la Asociación Internacional de Química Cerealista (I.C.C.).

ANEXO D2: HUMEDAD

El contenido de humedad de un producto alimenticio se determina con la ayuda de una balanza infrarroja.

1. Triturar el producto alimenticio, si fuere necesario, hasta obtener partículas finas a manera de harina.
2. Verificar el estado encerado del equipo.
3. Pesar $3 \pm 0,1$ g de la muestra y llevarlo al plato de determinación de humedad en el equipo, balanza infrarroja.
4. Iniciar la determinación analítica procediendo según las especificaciones técnicas del equipo
5. Una vez obtenido el resultado en el tiempo de análisis respectivo reportarlo para su posterior análisis.

ANEXO D3: TIEMPO DE COCCIÓN

1. Pesar $30 \pm 0,1$ g de muestra.
2. Cortar los espaguetis en estructuras de 5cm de largo.
3. Hervir 300mL de agua en un recipiente de 500mL.
4. Mantener el volumen de agua en el 90% de su volumen original.
5. Agregar los espaguetis al agua y comenzar a contar el tiempo.
6. Revolver ocasionalmente para evitar que los espaguetis se peguen a la base del recipiente.
7. Tomar una muestra de espagueti cada 1min y colarlo entre placas de vidrio, presionando las placas.
8. Cuando el nervio central de color claro del spagueti desaparece, el almidón está gelatinizado. Esto permite determinar el tiempo de cocción.

ANEXO D4: MATERIA ORGÁNICA

Determinación del material adherido a la pasta responsable de la pegajosidad.

1. Determinar el tiempo óptimo de cocción de la pasta alimenticia
2. Escurrir el agua de cocción de la pasta y proceder a lavar exhaustivamente la superficie de la misma.
3. En un vaso de precipitación de 500 ml colocar 300 ml de agua limpia y proceder a lavar la pasta hasta que desaparezca el desprendimiento de almidón, es decir hasta que el agua se mantenga transparente. Cambiar frecuentemente el agua de la determinación.
4. Expresar como g almidón/100 g de pasta.

ANEXO D5: PÉRDIDA POR COCCIÓN

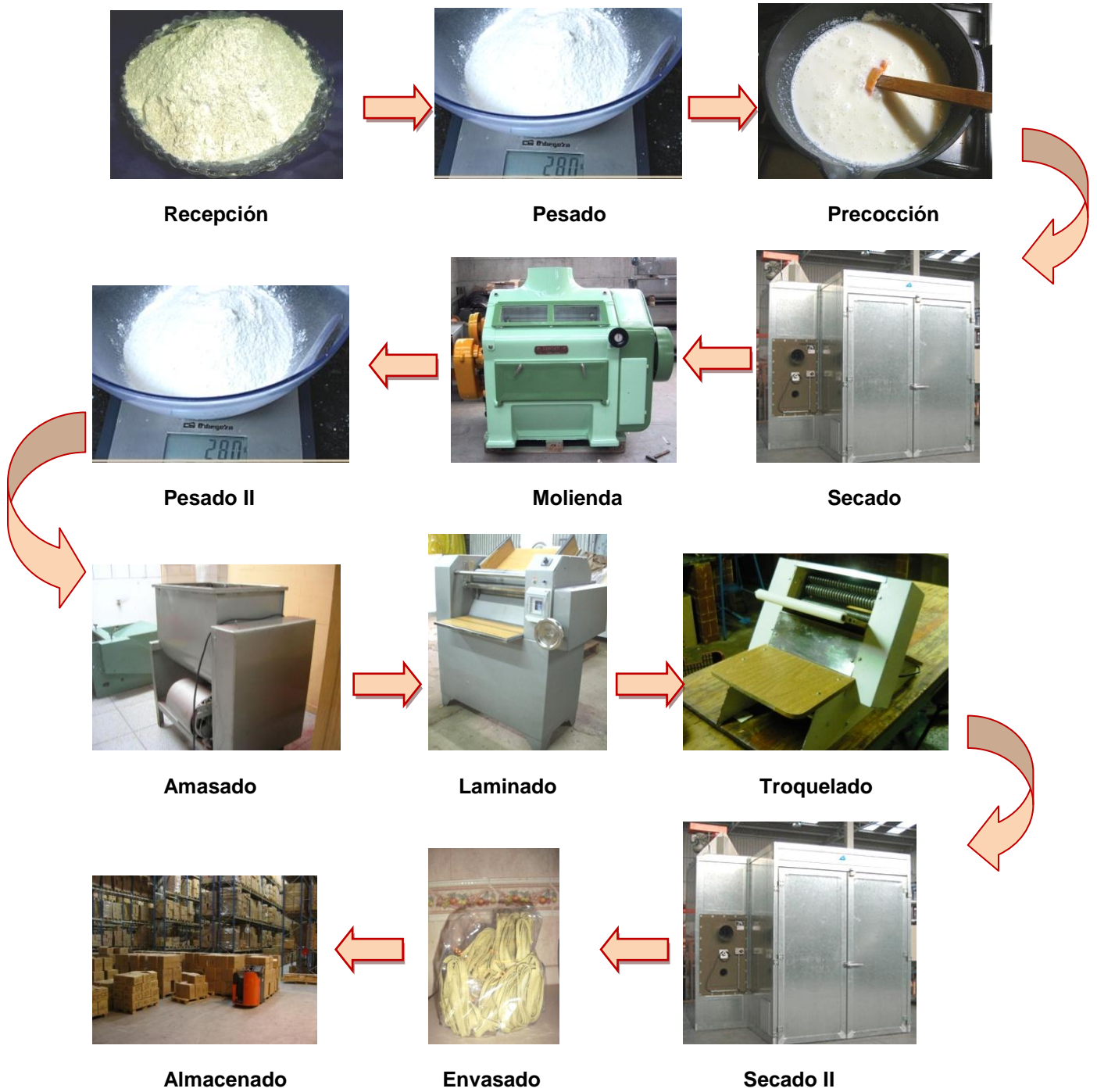
Es la cantidad de sólidos que pasa al agua.

1. Determinar el tiempo óptimo de cocción de la pasta alimenticia
2. El agua de cocción colada se mantiene aproximadamente 20 horas a 100°C hasta peso constante.
3. Pesarse el residuo sólido obtenido y determinar el porcentaje de peso perdido de la muestra (máx. 7 -8 %).

ANEXO E

FOTOGRAFÍAS

ANEXO E1: Diagrama de flujo para la producción de pastas alimenticias de tipo precocido enriquecidas con extracto vegetal de brócoli (*Brassica oleracea*)



ANEXO E2: Producto terminado.



Nivel a_0 del diseño experimental: 0 minutos de precocción



Nivel a_1 del diseño experimental: 20 minutos de precocción

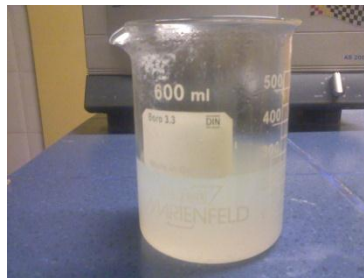


Nivel a_2 del diseño experimental: 40 minutos de precocción

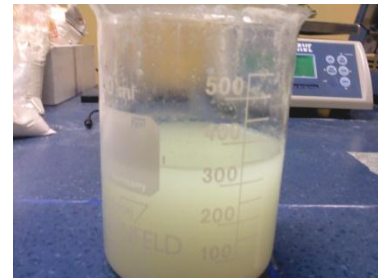
ANEXO E3: Fotografías de la determinación de materia orgánica, pérdida por cocción



0 min



20 min



40 min

ANEXO E4: “Equipos utilizados para el análisis de los productos terminados”



Farinógrafo Brabender

Determinación de las Propiedades Reológicas de la Materia Prima



BALANZA INFRARROJA

Determinación de Humedad



ESTUFA

Determinación de Pérdida por Cocción