ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

ELABORACIÓN DE UNA MASA DE HARINAS TRIGO-ARROZ LAMINADA DE HUMEDAD INTERMEDIA PARA ALIMENTOS GOURMET

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL

MÓNICA MERCEDES CHIMBORAZO CARRILLO
(mrcy_ch@hotmail.com)

DIRECTOR: ING. OSWALDO ACUÑA
(oswaldo.acuna@epn.edu.ec)

Quito, Septiembre 2015

© Escuela Politécnica Nacional 2015

Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Mónica Mercedes Chimborazo Carrillo, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Mónica Mercedes Chimborazo Carrillo

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Mónica Mercedes Chimborazo Carrillo, bajo mi supervisión.

Ing. Oswaldo Acuña

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Gracias Señor tu tiempo es perfecto!

AGRADECIMIENTO

A mis padres por su apoyo incondicional en todo momento.

A mi hermanita Linda, por tu comprensión, tiempo y por siempre estar ahí en los momentos un poco complicados, pero también felices…gracias sis.

A mis amig@s Alejandra Torres (Ale-burguer), de inicio a fin junto a mí, gracias por el tiempo, sacrificios que hiciste y por todo lo que toco aprender, Liseth Simbaña, Carla Ávila, gracias por su apoyo, risas y locuras compartidas!. Silvia Chillagana amigas de años gracias. Gabriela Loachamin, siempre dándome ánimos. Lorena Ruano, por todos los acolites y Victor Y. siempre pendiente y sacándome una sonrisa gracias amigueiñs.

Mi gratitud a la Ing. Ana Lucía Balarezo Ph.D, Ing. Victor Hugo Pumisacho, Ing. Neyda Espín por haber sido una guía en el momento que más necesite.

A dos personas increíbles: mi querida Cristina Zambrano, gracias por todo tu apoyo, tiempo y subidas de ánimo a pesar de la distancia siempre pendiente. Mi querido Santiago Lovato, gracias por el tiempo dedicado (a pesar de estar ocupado, siempre sacabas un tiempito), paciencia full jajaja, sugerencias, risas, guía, pero sobre todo gracias a los dos por compartir sus conocimientos y experiencias conmigo.

Un especial agradecimiento a Magali Shuguli, Maga por haber hecho mi paso por la “Cuencana” más ameno, más alegre, pero sobre todo gracias amiga por abrirme las puertas de tu hogar y permitirme compartir con tu linda familia.

Chico Leo, gracias porque siempre estabas dispuesto a probar lo que hacía en la planta.

A Don Carlos Calle, Gerente de la empresa en donde surgió el tema del proyecto, gracias por su comprensión

Al Ing. Oswaldo Acuña, por su dirección, paciencia, comprensión durante todo el proyecto y por compartir sus conocimientos, gracias.

Al Ing. Patricio Castillo Ph.D, por las sugerencias, tiempo dedicado a revisar el proyecto, palabras de ánimo, su ayuda desinteresada, su apoyo y gestión fueron fundamentales para culminar la investigación, muchas gracias!

Al Ing. Edwin Vera, Ph.D, por toda la cooperación brindada para finalizar el proyecto, gracias.

La razón actúa por razones que el corazón nunca las entenderá, gracias cricri!

And, a famous person with a beautiful soul....thx Rob.

DEDICATORIA

A mi querida madre, Blankis Carrillo

gracias por siempre apoyarme!

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
ÍNDICE DE CONTENIDOS	i
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Aspectos agrícolas del trigo *(Tritucum durum)*	1
1.1.1 Origen	1
1.1.2 Clasificación taxonómica	1
1.1.3 Descripción botánica	2
1.1.4 Principales componentes del grano de trigo	4
1.1.4.1 Carbohidratos	5
1.1.4.2 Proteínas	5
1.1.4.3 Fibra	5
1.1.4.4 Lípidos	6
1.1.4.5 Cenizas	6
1.1.5 Requerimientos agroecológicos	6
1.1.6 Diversidad	7
1.1.7 Producción de trigo en el Ecuador	7
1.1.8 Principales usos del trigo	10
1.2 Aspectos agrícolas del arroz (*Oryza sativa*)	10
1.2.1 Origen	10
1.2.2 Clasificación taxonómica	11
1.2.3 Descripción botánica	11
1.2.4 Principales componentes del grano de arroz	13
1.2.4.1 Carbohidratos	13
1.2.4.2 Proteínas	14
1.2.4.3 Fibra	14
1.2.4.4 Lípidos	14
1.2.4.5 Cenizas	14
1.2.5 Requerimientos agroecológicos	14
1.2.6 Diversidad	15
1.2.7 Producción de arroz en el Ecuador	15
1.2.8 Principales usos del arroz	19
1.3 Análisis reológicos	19
1.3.1 Análisis de farinograma	19
1.3.2 Análisis de extensograma	20
1.3.3 Alveógrafo de Chopin	21

1.4 Tecnología de barreras en alimentos 22
1.4.1 Actividad de agua y su efecto sobre los microorganismos 25
1.4.2 pH 26
1.4.3 Sustancias inhibidoras 27
1.4.4 Potencia óxido – reducción 27
1.4.5 Temperatura 27

1.5 Productos de humedad intermedia 28

2. PARTE EXPERIMENTAL 32
2.1 Materiales 32
2.1.1 Materia prima 32
2.1.1.1 Materia prima principal 32
2.1.1.2 Materia prima secundaria 32
2.1.2 Materiales y equipos 32
2.1.2.1 Materiales 32
2.1.2.2 Equipos 33

2.2 Caracterización física, química de las materias primas 33
2.2.1 Caracterización física 33
2.2.2 Caracterización química 34

2.3 Determinación de la formulación de harinas e ingredientes para la elaboración de masa 35
2.3.1 Determinación de la composición de mezclas de harinas trigo-arroz 35
2.3.2 Determinación de la formulación de ingredientes para la elaboración de la masa 37

2.4 Determinación de la tecnología para la elaboración de una masa laminada 39
2.4.1 Pesaje de ingredientes 39
2.4.2 Mezclado–Amasado 39
2.4.3 Corte en amasijos 39
2.4.4 Moldeo 39
2.4.5 Laminado 40
2.4.6 Corte de las láminas 40
2.4.7 Deshidratado 40
2.4.8 Enfriamiento 40
2.4.9 Envasado 40
2.4.10 Almacenamiento 41

2.5 Evolución de la aceptabilidad del producto sometido a fritura 41

2.6 Determinación del tiempo de vida útil de la masa laminada 42

2.7 Caracterización del producto desarrollado 43
2.7.1 Caracterización química 43
2.7.2 Caracterización física 43

2.8 Estimación de los costos de producción 44

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 45
3.1 Caracterización física, química de las materias primas 45
3.1.1 Caracterización física 45
3.1.1.1 Granulometría 45
3.1.2 Caracterización química 48

3.2 Determinación de la formulación de harinas e ingredientes para la elaboración de masa laminada 49
3.2.1 Análisis de farinograma 49
3.2.2 Análisis de extensograma 52

3.3 Determinación de la tecnología para la elaboración de una masa laminada 54
3.3.1 Masas laminadas como producto de humedad intermedia 54

3.4 Evaluación de la aceptabilidad del producto sometido a fritura 57

3.5 Determinación del tiempo de vida útil de la masa laminada envasada en bolsas de polietileno de alta densidad 61
3.5.1 Acidez titulable de las láminas frescas 62
3.5.2 Actividad de agua de las láminas frescas 65
3.5.3 Color de las láminas frescas 67
3.5.4 Análisis microbiológico de las láminas frescas 73

3.6 Caracterización del producto desarrollado 76
3.6.1 Caracterización química 76
3.6.2 Caracterización física 77

3.7 Estimación de los costos de producción 77
3.7.1 Ubicación 77
3.7.2 Dimensionamiento y especificación de equipos 80
3.7.3 Requerimiento de personal 86
3.7.4 Inversión 86

3.7.4.1 Materiales directos 87
3.7.4.2 Mano de obra directa 87
3.7.4.3 Carga fabril 88
3.7.5 Costos de producción 88

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 90
4.1 Conclusiones 90
4.2 Recomendaciones 91

BIBLIOGRAFÍA 92

ANEXOS 105

ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
Tabla 1.1.	Composición del grano de trigo	5
Tabla 1.2.	Requerimientos agroclimáticos del cultivo de trigo	6
Tabla 1.3.	Variedades de trigo cultivadas	7
Tabla 1.4.	Producción de trigo en el Ecuador por provincias (Tm)	9
Tabla 1.5.	Variedades de trigo liberadas por el INIAP	9
Tabla 1.6.	Composición nutricional del grano de arroz	13
Tabla 1.7.	Requerimientos agroclimáticos del cultivo de arroz	15
Tabla 1.8.	Clasificación del arroz de acuerdo a su tamaño	15
Tabla 1.9.	Principales productores de arroz en el Ecuador	17
Tabla 1.10.	Variedades de arroz liberadas por el INIAP	18
Tabla 1.11.	Clasificación de los microorganismos en función de su temperatura de desarrollo	28
Tabla 2.1.	Métodos aplicados para el análisis proximal de las harinas	34
Tabla 2.2.	Tratamientos propuestos para la elaboración de masa laminada	38
Tabla 2.3.	Escala hedónica de 5 puntos	41
Tabla 3.1.	Análisis proximal de harina de trigo y harina de arroz en base a 100 g de muestra	49
Tabla 3.2.	Resultados del % absorción de agua, tiempo amasado, estabilidad al amasado del análisis farinograma de las mezclas de harinas trigo-arroz y harina de trigo	49
Tabla 3.3.	Extensibilidad (mm), resistencia (U.B.) de las mezclas de harinas y harina de trigo	52
Tabla 3.4.	Análisis de aceptabilidad de los atributos de las diferentes formulaciones sometidas a fritura	57

Tabla 3.5.	Acidez titulable* de las láminas empacadas en bolsas de polietileno de alta densidad, almacenadas a diferentes temperaturas	62
Tabla 3.6.	Actividad de agua de las láminas empacadas en bolsas de polietileno de alta densidad, almacenadas a diferente temperatura	65
Tabla 3.7.	Mediciones del color de las láminas almacenadas a temperatura ambiente	67
Tabla 3.8.	Mediciones del color de las láminas almacenadas a temperatura de refrigeración	68
Tabla 3.9.	Resultados de los análisis microbiológico de las láminas almacenadas a 0, 15 y 30 días a 20 ºC	74
Tabla 3.10.	Resultados de los análisis microbiológico de las láminas almacenadas a 0, 15 y 30 días a 4 ºC	75
Tabla 3.11.	Estimación de la inversión	86
Tabla 3.12.	Materiales directos	87
Tabla 3.13.	Mano de obra directa	87
Tabla 3.14.	Mano de obra indirecta	88
Tabla 3.15.	Materiales indirectos	88
Tabla 3.16.	Detalle de la depreciación	88
Tabla 3.17.	Costo de producción	89
Tabla AV.1	Datos experimentales del perfil granulométrico de la harina de arroz	110
Tabla AV.2	Datos experimentales del perfil granulométrico de la harina de trigo	110
Tabla AVI.1	Variación de la acidez titulable* de las láminas empacadas en bolsas de polietileno de alta densidad, almacenadas a 20 y 4 ºC	111

ÍNDICE DE FIGURAS

		PÁGINA
Figura 1.1.	Plántula de trigo con raíces primarias	2
Figura 1.2.	Partes de una hoja de trigo	3
Figura 1.3.	Estructura de la espiguilla de trigo	3
Figura 1.4.	Esquema del grano de trigo	4
Figura 1.5.	Origen de las importaciones de trigo	8
Figura 1.6.	Partes de una hoja de arroz	12
Figura 1.7.	Esquema del grano de arroz	13
Figura 1.8.	Porcentaje de producción de arroz por provincias	16
Figura 1.9.	Farinograma	20
Figura 1.10.	Extensograma	21
Figura 1.11.	Alveógrafo de Chopin	22
Figura 1.12.	Estabilidad de los alimentos basado en el tecnología de barrera	24
Figura 3.1.	Perfil granulométrico de la harina de arroz	45
Figura 3.2.	Perfil granulométrico de la harina de trigo	46
Figura 3.3	Diagrama de flujo de la elaboración de la masa laminada	56
Figura 3.4.	Medias del parámetro de color de las 8 formulaciones	58
Figura 3.5.	Medias del parámetro de apariencia de las 8 formulaciones	58
Figura 3.6.	Medias del parámetro crocancia de las 8 formulaciones	59
Figura 3.7.	Medias del parámetro sabor de las 8 formulaciones	60
Figura 3.8.	Medias de la variación de la acidez del producto durante el tiempo de almacenamiento	63

Figura 3.9.	Acidez del producto almacenado a 20 º C (a) y 4º C (b)	64
Figura 3.10.	Medias de la Aw de la lámina respecto a la temperatura (a) y tiempo (b) de almacenamiento	66
Figura 3.11.	Localización en la cartilla cromática y escala ***L*** (luminosidad) de las láminas almacenadas a 20 ºC (a) y 4 ºC (b)	69
Figura 3.12.	Medias de Luminosidad del color respecto a la temperatura (a) y tiempo (b) de almacenamiento	70
Figura 3.13.	Medias de la coordenada ***a*** respecto a la temperatura (a) y tiempo de almacenamiento (b)	72
Figura 3.14.	Medias de la coordenada ***b*** respecto a la temperatura (a) y tiempo de almacenamiento (b)	73
Figura 3.15.	Análisis proximal de las láminas almacenadas a 4 ºC	76
Figura 3.16.	Balance de masa para un año de proceso para la obtención de una masa laminada de harinas trigo-arroz	79
Figura 3.17.	Mezcladora de harinas	80
Figura 3.18.	Laminadora de masas	82
Figura 3.19.	Secador	82
Figura 3.20.	Refrigerador	83
Figura 3.21.	Selladora	84
Figura 3.22.	Balanza	85
Figura 3.23.	Mesa de acero inoxidable	85
Figura 3.24.	Estructura organizacional	86

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I	
Evaluación sensorial del grado de aceptabilidad de diferentes formulaciones de una masa laminada sometida a fritura	106
ANEXO II	
Método de determinación de la actividad de agua	107
ANEXO III	
Método de determinación del color	108
ANEXO IV	
Método de determinación de la acidez	109
ANEXO V	
Datos experimentales del perfil granulométrico de la harina de arroz y harina de trigo	110
ANEXO VI	
Determinación del tiempo de vida útil de las láminas empacadas en bolsas de polietileno de alta densidad a 20 y 4 ºC durante a los 0 y 30 días de almacenamiento	111

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de elaborar una masa laminada de humedad intermedia, a partir de harinas de trigo y arroz, para lo cual se trabajó con tres mezclas de harinas 60 – 40 %, 70 – 30 %, 80 – 20 %, respectivamente y una muestra de harina 100 % trigo. Se evaluó a cada mezcla de harinas a través de análisis de extensograma y farinograma, que incluyeron: absorción de agua, tiempo de amasado, resistencia y extensibilidad de la masa, que permitieron determinar la mezcla más adecuada, que se obtuvo al sustituir el 20 % de harina de trigo. Para la elaboración de la formulación de masa laminada de humedad intermedia también se utilizó sal, propionato de calcio y vinagre a dos niveles de sustitución: 1,90 – 2,50 %; 0,15 – 0,23 %, 6,00 – 7,00 %, respectivamente. Se aplicó un diseño experimental 2^3, completamente al azar, con dos repeticiones. Se determinó que la tecnología para el desarrollo de la masa laminada fue mezclado-amasado por 6 min, corte en amasijos, moldeo, laminado (2 mm), corte de láminas (10 x 10 cm), deshidratado 90 ºC por 6 min, enfriamiento, envasado y almacenamiento. Las láminas elaboradas se sometieron a fritura por inmersión a 170 ºC, por 15 s, para ser expuestas a un panel sensorial no entrenado, que evaluaron los atributos de apariencia, color, sabor y crocancia, a través de una prueba hedónica de 5 puntos. Los resultados obtenidos se analizaron con el programa Statgraphics, mediante el análisis de varianza (ANOVA), se aplicó la prueba de Tukey al 95 % de confiabilidad y se estableció que la formulación de mayor agrado fue la que contenía: harina de trigo 80,00 %, harina de arroz 20,00 %, agua 55,00 %, sal 2,50 %, propionato de calcio 0,23 % y vinagre 7,00 %, con base al peso de la harina. La estabilidad del producto envasado en bolsas de polietileno de alta densidad se estudió en función de la evolución de la acidez, actividad de agua, color y desarrollo de microorganismos a temperatura ambiente y refrigeración, durante 30 días de almacenamiento y presentaron un tiempo de vida útil de 46 y 71 días, respectivamente. La estimación de los costos de producción se calculó en 0,07 USD/lámina. La estabilidad permite catalogarlo como un alimento de humedad intermedia con características de producto gourmet.

INTRODUCCIÓN

Los cereales han sido la base de la alimentación de la humanidad desde mucho tiempo por su gran aporte de carbohidratos. La harina de trigo por su contenido de proteína (gluten) permite obtener una masa viscoelástica, extensible, resistente y capaz de retener aire durante la fermentación (Marquéz, 2007, p. 72). La utilización de harina de arroz contribuye a dar un valor agregado a este cereal, aprovechar de alguna forma su excedente en el país y presentar una alternativa de uso de las harinas (Delgado, 2011, p. 3).

A nivel mundial el trigo representa el 31% del consumo total. La superficie cosechada en el 2009, fue de de 223 mil hectáreas, con un rendimiento del 2,9 % y se obtuvieron 650 millones de toneladas. Para el 2012, su producción ascendió a 690 millones de toneladas (OPEPA, 2012, p.1). En Ecuador, el trigo es uno de los cereales de mayor consumo; sin embargo, la producción es inferior al volumen de demanda. Según datos históricos la producción de trigo en la década de los años 60 fue de 94 007 toneladas y en el año 2000 tan solo 9 000 toneladas, que cubrieron solo el 2 % del requerimiento (FOASTAT, 2010, p. 3; INIAP, 2005, p. 3).

En cuanto al arroz (Oryza sativa) el país es autosuficiente, es el cultivo más extenso con 340 000 ha sembradas. Las zonas de mayor cultivo son Guayas (43 %), Los Ríos (40 %), Manabí (11 %) y otras provincias (6 %). El país normalmente exporta arroz pilado y en el año 2007 se exportaron 93 mil TM y en el año 2009, 5 mil TM. Los mercados tradicionales son Colombia, Perú, y Venezuela (SIGAGRO, 2008, p. 8).

La estabilidad de un producto está relacionado con la actividad de agua (a_w), que en la forma más simple se define como la cantidad de agua disponible en un alimento para reacciones químicas, bioquímica (reacciones enzimáticas, Maillard, oxidación de lípidos) o microbiológicas, su valor se encuentra establecido entre 0 y 1 (Aguilar, 1997, p. 45). Cada microorganismo presenta diferente tolerancia a la reducción de la a_w. Así, los mohos se inhiben a a_w inferior a 0,7, levaduras a a_w

menor a 0,8, bacterias a a_w menor de 0,9 (Fellows, 2007, p. 54).

A los productos se los clasifica en: perecederos por poseer una a_w mayor a 0,98 y no perecederos debido a que alcanzan un valor de a_w menor a 0,60. Dentro de esta escala de a_w se encuentra varios productos con diferente estabilidad, entre ellos los productos de humedad intermedia, que comúnmente presentan una actividad de agua que oscila entre 0,60 y 0,93 (Millán y Quintero, 2011, p. 835), son alimentos en los que se permite aplicar un tratamiento térmico, usar solutos (azucares, sales, almidones) para retener agua y así controlar su a_w. También se admite el uso de conservantes que reduzcan la proliferación de microorganismos. Su elaboración debe garantizar una estabilidad al ataque microbiológico, similar a los alimentos desecados, pueden ser almacenados a temperatura ambiente o refrigeración (Gómez, Carmona y Fernández, 1991, p. 3).

El término de alimentos gourmet se origina de una combinación de características, como, alta calidad, cierto grado de distinción, alto precio, origen, cultura de la población que los convierten en un alimento único, producción limitada, consumo fácil y diferente. La definición no es propia al producto sino es construida por productores y consumidores. Algunos de los rubros que se incluyen son futas, mermeladas, aceites, quesos, embutidos, bebidas, snacks, alimentos étnicos, productos de panadería, bocadillos, etc. (AMCHAM, 2010, p. 3).

El objetivo de esta investigación fue desarrollar una masa laminada de humedad intermedia, para alimentos gourmet, con base en una mezcla de harinas trigo-arroz con adición de ingredientes secundarios (sal, vinagre, propionato de calcio) para facilitar la elaboración, lo que permitirá ofrecer a los consumidores un producto agradable y responder a las nuevas tendencias de consumo de alimentos de fácil preparación. Entre los que se encuentran los alimentos semi-elaborados, congelados, aperitivos y bocadillos (Rodríguez y Magro, 2008, p. 395; Achón, 2003, p. 6). Este producto se puede utilizar de dos formas: como un ingrediente para elaborar sopas después de rellenarlas y como tipo snack luego de someterle a la fritura.

ABREVIATURAS

a_w: actividad de agua

ºC: grado centígrado

cm: centímetros

g : gramos

ha: hectárea

kg: kilogramo

L: luminosidad

mill miles

mm: milímetros

msnm: metros sobre el nivel del mar

TM: tonelada métrica

U.B.: Unidades Brabender

ufc : unidades formadoras de colonias

µm: micras

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 ASPECTOS AGRÍCOLAS DEL TRIGO *(Tritucum durum)*

1.1.1 ORIGEN

El trigo es uno de los cultivos más antiguos. Se cree que fue domesticado en la zona del valle fértil de Irak hace 9 600 a 8 500 años A.C., para después ser distribuido a todos los continentes. Actualmente, es uno de los principales cereales cultivados por sus múltiples usos que se le puede dar (Benavides, Hernández, Ramírez y Sandoval, 2010, pp. 10-11).

En el 2012, se reportó una producción mundial de 651 millones de toneladas. Los países con mayor producción son: China, India, Estados Unidos, Unión Europea y Rusia (ODEPA, 2012, p. 4)

1.1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

El trigo presenta la siguiente clasificación taxonómica (USDA y NRS, 2010, p. 2):

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae
Género:	Tritucum
Especie:	Durum
Nombre Científico:	Tritucum durum

1.1.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

A continuación se describen las partes que conforman el trigo: raíz, tallo y hojas. La raíz está conformada por raíces primarias o seminales y raíces secundarias o adventicias. Las raíces primarias son las que aparecen en el momento de la germinación (Figura 1.1.) y pertenecen al embrión, proporcionan firmeza a la planta y su desarrollo puede alcanzar hasta 2 m de profundidad. Las raíces secundarias son asociadas con el inicio del macollaje, es decir los primeros brotes que aparecen en el nudo de la planta (Kirby,Curtis, Rajaram y Gómez, 2002, p.1).

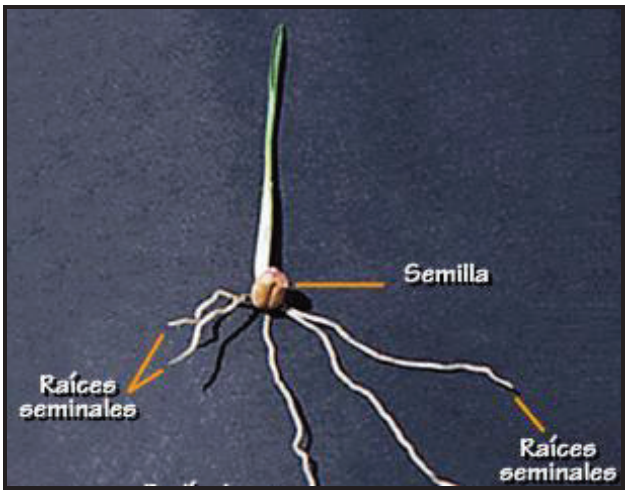


Figura 1.1. Plántula de trigo con raíces primarias
(Falguenbaum y Mouat, 1998, p.1)

El tallo puede alcanzar alturas desde 60 a 180 cm, el número de nudos y entrenudos varía de acuerdo con su variedad. Es hueco, cilíndrico y erecto (León y Rosell, 2007, p. 1; Parson, 1986, p. 12).

Las hojas son lanceoladas y miden de 15 a 25 cm de largo y de 0,5 a 1,0 cm de ancho. Están formadas por una vaina, que envuelve al nudo, y el limbo o lámina.

En cada unión del limbo y vaina existe una prolongación, que se conoce como lígula y que sirve para evitar el daño, causado por la lluvia y los insectos al tejido meristemático de la vaina. El limbo envuelve ligeramente al tallo con dos

prolongaciones llamadas aurículas, como se indica en la Figura 1.2. (Clavijo, 1980, p. 20; Parson, 1986, p. 12).

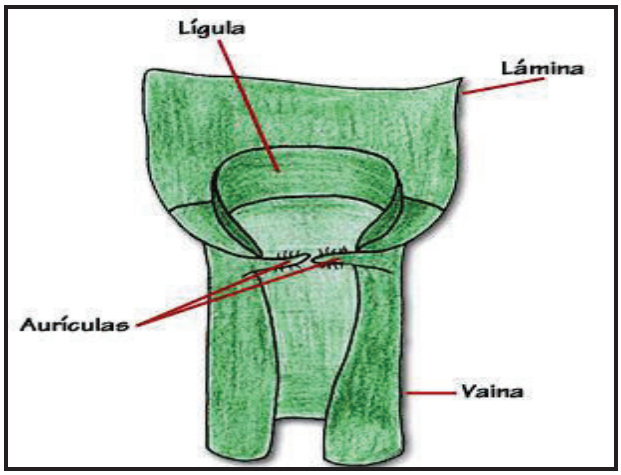


Figura 1.2. Partes de una hoja de trigo
(Falguenbaum y Mouat, 1998, p.6)

La inflorescencia es una espiga que está situada en el extremo del tallo, en el eje central denominado raquis, de forma alterna. Por lo general, posee de 20 a 30 espiguillas, las mismas que tienen de 5 a 9 flores. Las espiguillas están compuestas de dos brácteas (glumas), de 3 a 5 antecios, los que están formados de lemma, arista, pálea y de una flor, como se observa en la Figura 1.3. (León y Rosell, 2007, p. 20; INTA, 2001, p. 16).

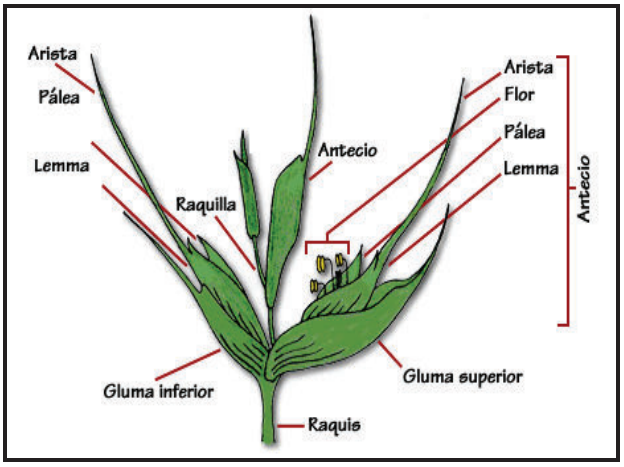


Figura 1.3. Estructura de la espiguilla de trigo
(Falguenbaum y Mouat, 1998, p.10)

El fruto es una cariópside que presenta una forma ovoide y un color blanco-amarillo y amarillo-ámbar. El grano posee, en uno de los extremos, cierto número de pelos conocidos como cepillo o pincel y el otro extremo es aplanado.

En la Figura 1.4., se observa el esquema del grano de trigo y sus partes (INTA, 2001, p. 17; Perry y Belford, 2000, p. 26; León y Rosell, 2007, p. 19):

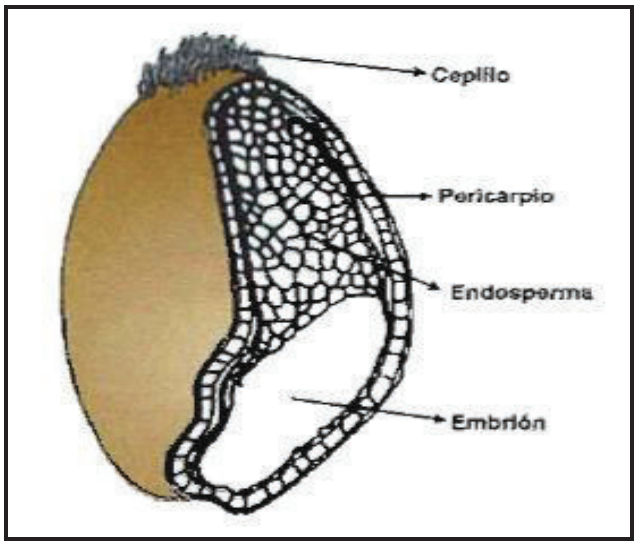


Figura 1.4. Esquema del grano de trigo
(INTA, 2001, p.17)

El pericarpio es la capa protectora de la semilla de trigo, representa el 13 % del peso del grano. El endosperma es de composición amilácea y de color blanco. En esta parte se almacenan los alimentos para al embrión y representa la mayor parte del grano de trigo. El germen o embrión da origen a la nueva planta, está compuesto de escutelo, plúmula y radícula; representa el 2 % del peso del grano de trigo y es fuente de vitaminas B y E.

1.1.4 PRINCIPALES COMPONENTES DEL GRANO DE TRIGO

En la Tabla 1.1., se indica la composición del grano de trigo.

Tabla 1.1. Composición del grano de trigo

COMPONENTE	PORCENTAJE
Humedad	8,0 – 18,0
Almidón	65,0 – 70,0
Proteínas	7,0 – 18,0
Fibra	2,0 – 2,5
Lípidos	1,5 – 2,5
Ceniza	1,5 – 2,0

(León y Rosell., 2007, p.31)

1.1.4.1 Carbohidratos

Los carbohidratos en el trigo están constituidos por almidón, que se encarga de reservar energía para producir las reacciones metabólicas de la planta. Sus gránulos son esféricos y presentan un tamaño de 10 a 20 µm. Está conformado por dos polímeros: amilosa (30 %) y amilopectina (70 %) (Gil, 2010, p. 99; Malik, 2009, p. 8).

1.1.4.2 Proteínas

La mayor parte de las proteínas del trigo se encuentran en el endosperma y varían del 10 al 18 % del contenido total. Las proteínas, que forman la estructura conocida como glúten, representan del 30 al 70 % (gliadina, glutenina) y las proteínas que no forman gluten (albúminas y globulinas) representan un contenido del 20 al 80 % del total de la composición del trigo (León y Rosell, 2007, p. 33).

1.1.4.3 Fibra

Se encuentra en el salvado, es de tipo polisacárido y se elimina al realizar la molienda (Vásquez, De Cos y López, 2005, p. 126).

1.1.4.4 Lípidos

El contenido de lípidos en el grano de trigo es bajo. Está formado por ácidos grasos, esteroles, glicéridos, fosfoglicéridos. En mayor cantidad se encuentran los triglicéridos en el germen (León y Rosell, 2007, p. 35).

1.1.4.5 Cenizas

El contenido de cenizas se encuentra en el salvado y en el endosperma. Su contenido es menor al 1 %. Poseen en mayor cantidad potasio, fósforo, calcio, cobre y magnesio (León y Rosell, 2007, p. 36).

1.1.5 REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS

En la Tabla 1.2. , se presentan los requerimientos agroecológicos del cultivo de trigo.

Tabla 1.2. Requerimientos agroclimáticos del cultivo de trigo

FACTORES AGROECOLÓGICOS	REQUERIMIENTOS
Temperatura	15 - 31 ºC
Luz	12 horas
Pluviosidad	300 - 1300 mm
Altitud	0 - 3500 msnm
pH	6,5 – 7,5
Suelo	Franco, franco-arenoso

(León y Rosell, 2007, p. 20; Parson, 1986, p.23)

1.1.6 DIVERSIDAD

Las variedades de trigo cultivadas a nivel mundial y las características de cada una se indican en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3. Variedades de trigo cultivadas

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	CARACTERÍSTICAS
Trigo candeal	*Triticum aestivium*	Elaboración de pastelería
Trigo club	*Triticum compactum*	Bajo contenido de gluten
Trigo almidonero silvestre	*Triticum dicoccoide*	Específicamente cultivado en la India
Trigo duro	*Triticum durum*	Posee alto contenido de proteínas para formar el gluten
Trigo espelta	*Triticum spelta*	Resistente a climas y enfermedades

(León y Rosell, 2007, p.25)

1.1.7 PRODUCCIÓN DE TRIGO EN EL ECUADOR

En el Ecuador existen 14 700 ha sembradas de trigo, que tienen una producción de 13 000 TM (MAGAP, 2011). Es uno de los cereales de mayor demanda en el país, con un consumo anual de 470 000 TM; sin embargo, la producción interna solo abastece del 1 al 4 % del consumo total (INEC, 2011, p.3; MAGAP, 2011, p. 7).

En los años 70, los países desarrollados daban créditos concesionales o donaban productos como ayuda alimentaria a los países en vías de desarrollo, entre ellos a Ecuador, lo que permitió una mayor oferta de productos agrícolas que tenían mejor calidad y menor precio por ser subsidiados, por lo tanto no era atractiva la inversión en este campo.

Esta situación llevó a los agricultores ecuatorianos a cambiar de cultivo por uno que tenga más rentabilidad. El efecto fue el descenso de la producción nacional. En 1960, el país tuvo una producción de 94 007 TM y en el 2010, la producción

fue de 8 533 TM, lo que creó una dependencia de importación de trigo (MAGAP, 2009, p. 1; INEC, 2011, p. 2; INIAP, 2009, pp. 1-3; Salgado, 2002, p. 1).

En la Figura 1.5., se indica el origen de las importaciones de trigo, para cubrir la demanda en Ecuador.

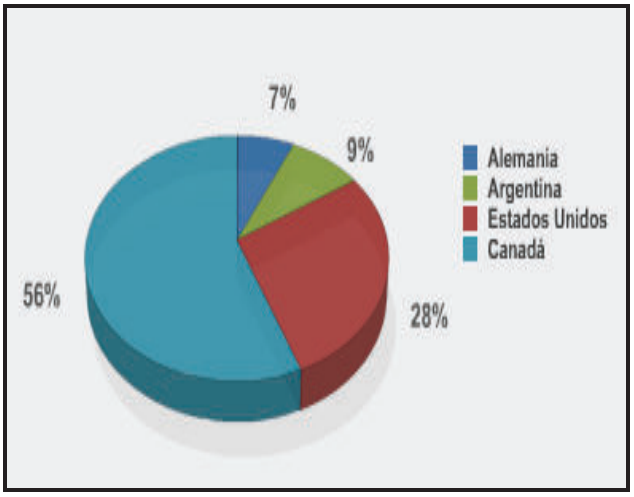


Figura 1.5. Origen de las importaciones de trigo
(MAGAP, 2009, p.42)

Dada la importancia de este cereal para el país y la escasez de la oferta nacional del mismo, las autoridades se han visto en la necesidad de invertir en un plan de recuperación y fomento del trigo. El plan entró en vigencia en el 2008, con el objetivo de incrementar la capacidad de producción hasta 80 000 ha, liberar variedades de buena calidad con resistencia a enfermedades, aumentar el rendimiento, garantizar la seguridad alimentaria, reducir la dependencia a las importaciones y evitar los altos precios del cereal y de los subproductos (INIAP, 2009, p. 4).

En la actualidad, según datos del INEC (2011) la producción de trigo en el Ecuador se encuentra en las provincias de Bolívar, Chimborazo, Pichincha, Imbabura, Azuay, Cañar, Cotopaxi, Loja, El Oro, Tungurahua, Carchi (p. 2). En la Tabla 1.4. se indica la producción de trigo en Ecuador por provincias.

Tabla 1.4. Producción de trigo en el Ecuador por provincias (TM)

AÑO	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
PROVINCIAS							
AZUAY	179	243	224	137	110	66	97
BOLÍVAR	2 799	2 405	2 188	2 419	2 672	2 491	1 653
CAÑAR	200	63	82	371	--	189	189
CARCHI	66	183	474	111	774	1 022	307
COTOPAXI	142	480	90	269	138	198	1 187
CHIMBORAZO	952	937	1 371	564	284	805	1 966
IMBABURA	2 985	1 902	1 852	3 353	2 419	3 697	213
LOJA	206	307	164	215	308	190	1 910
PICHINCHA	2 389	1 657	895	1 470	1 269	2 572	82
TUNGURAHUA	10	50	29	20	55	13	--
EL ORO	286	203	111	313	96	72	--

(INEC, 2011, p.1)

Este cereal es de gran importancia para la alimentación de la población ecuatoriana. Las variedades de trigo en el Ecuador han sido liberadas por el INIAP y se indican en la Tabla 1.5.

Tabla 1.5. Variedades de trigo liberadas por el INIAP

VARIEDAD	AÑO	ESTADO
Ruminahui	1968	
Amazonas	1968	
INIAP-ROMERO-73	1974	
INIAP-CAYAMBE 73	1974	
INIAP-ANTISANA	1978	
INIAP- ALTAR 82	1984	
INIAP-TUNGURAHUA 82	1984	
INIAP-COTOPAXI 88	1989	
INIAP-CHIMBORAZO	1990	VIGENTE
INIAP-COJITAMBO 92	1993	VIGENTE
INIAP-Sangay	1994	
INIAP-Quilindana-94	1994	

(INIAP, 2011, p.2)

Tabla 1.5. Variedades de trigo liberadas por el INIAP (continuación...)

VARIEDAD	AÑO	ESTADO
INIAP-Cotacachi-98	1998	
INIAP-Zhalao	2003	VIGENTE
Vivar 2010	2010	VIGENTE
Mirador 2010	2010	VIGENTE
San Jacinto 2010	2010	VIGENTE

(INIAP, 2011, p.2)

1.1.8 PRINCIPALES USOS DEL TRIGO

El uso del trigo está vinculado, desde la antigüedad, al consumo humano. El cereal requiere la aplicación de tecnología para transformar el grano en harina o sémola, las que se utilizan como materia prima para desarrollar productos de consumo masivo como pan, pastas, bebidas, cereales, galletas, también en la alimentación animal, para elaborar piensos, forraje, etc. (Gil, 2010, p. 104).

1.2 ASPECTOS AGRÍCOLAS DEL ARROZ (*Oryza sativa*)

1.2.1 ORIGEN

El arroz es considerado como el segundo cereal de mayor producción y consumo a nivel mundial. Existen diversas hipótesis de cuándo y dónde se inició el cultivo; sin embargo, por pruebas encontradas se deduce que tuvo su origen en las regiones de Asia tropical y subtropical (Benavides et al., 2010, p. 4; Parsons, 1987, p. 4).

En el 2011 se reportó una producción mundial de 700 millones TM. Los principales países productores son los asiáticos con un 90 % de la producción total (ODEPA, 2012, p. 1).

1.2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

El arroz presenta la siguiente clasificación taxonómica (INIA, 2004, p. 20)

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Monocotiledóneas
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales/ Cyperales
Familia:	Poaceas
Género:	Oryza
Especie:	Sativa
Nombre científico:	Oryza sativa

1.2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El arroz es una planta de ciclo anual. Su raíz está formada por dos ramificaciones: raíces primarias y raíces permanentes. Las raíces primarias son poco ramificadas, que se desarrollan durante la germinación. Las raíces permanentes son relativamente gruesas, poco ramificadas al inicio de la etapa de brotación y al terminar el desarrollo se vuelven gruesas y con abundante ramificación, lo que ayuda al anclaje (INIA, 2004, p. 29; Parsons, 1987, p. 9).

El tallo presenta una estructura erguida y cilíndrica, con nudos y entrenudos. Su altura puede ir desde 0,80 a 1,40 m de altura (INIFAP, 2000, p. 27; Parsons, 1987, p. 12).

Las hojas presentan una forma lineal y miden de 50 a 75 cm de largo y de 1 a 2 cm de ancho. La hoja está formada por: vaina**,** lámina/limbo y cuello. La vaina está situada en el nudo, tiene una hendidura central alargada que rodea al entrenudo. La lámina tiene forma lineal, alargada, poco ancha y está formada por

el haz que presenta nervaduras centrales prominentes y el envés que es la parte inferior. El cuello está compuesto por lígula y aurícula. La lígula es de forma triangular y brota de la base del cuello. La aurícula tiene forma falcada y presenta en sus extremos unas pequeñas prolongaciones. En la Figura 1.6. se señalan las partes de la hoja de arroz (CIAT, 2005, p. 7; INIA, 2004, p. 31-32).

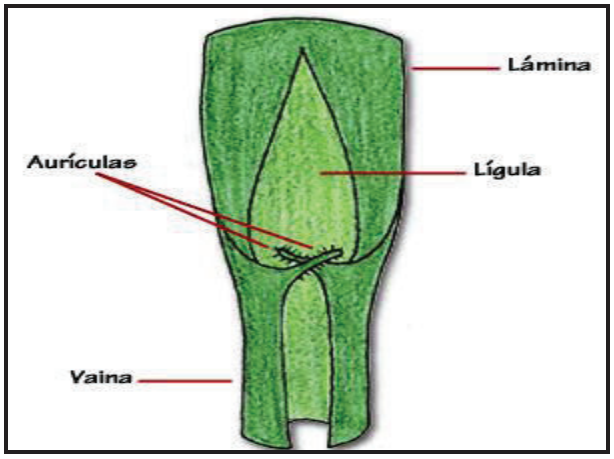


Figura 1.6. Partes de una hoja de arroz
(Falguenbaum y Mouat, 1998, p.8)

Las flores son verdes-blanquecinas, que nacen del último nudo del tallo y se agrupan en una estructura llamada espiga, cuyo conjunto se denomina panícula. Cada una puede contener entre 50 – 300 espiguillas y tener de 15 a 45 cm de longitud (SAG y DICTA, 2003, p. 12; INIA, 2004, p. 33; Pearson, 1987, p. 14). También está conformada por estambres y a la cascarillas del grano (lema y palea) le rodea el pistilo (INIA, 2004, p. 33; INIFAP, 2000, p. 27).

El fruto es indehiscente, alargado, oblongo y está conformado por: pericarpio, endosperma y embrión. El pericarpio es de color crema o marrón y está formado por lemma, palea, raquilla y arista. El endosperma es el lugar de almacenamiento del almidón, además se encarga de proveer de nutrientes al embrión durante la germinación. El embrión se encuentra en el lado ventral del grano y está conformado por la plúmula, radícula y mesocótilo**.** En la Figura 1.7. se observan las partes que componen el grano de arroz (CIAT, 1981, p. 11; INIA, 2004, p. 34).

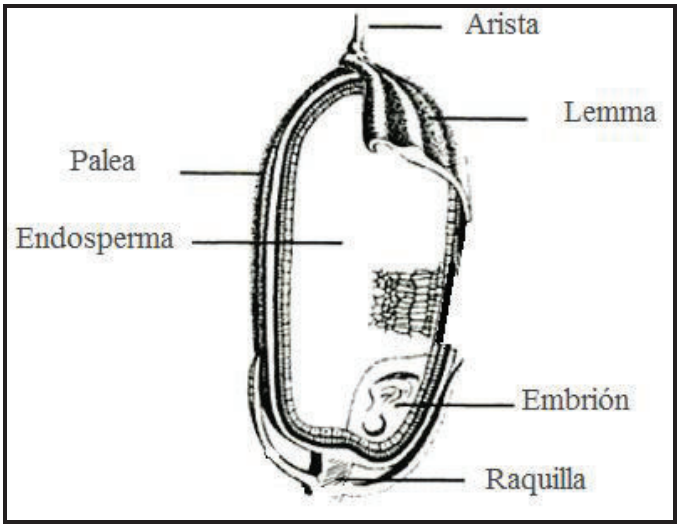


Figura 1.7. Esquema del grano de arroz
(CIAT, 1981, p.12)

1.2.4 PRINCIPALES COMPONENTES DEL GRANO DE ARROZ

En la Tabla 1.6., se indica la composición del grano de arroz

Tabla 1.6. Composición nutricional del grano de arroz

COMPONENTES	PORCENTAJES
Humedad	12
Almidón	65 -70
Proteínas	7 - 14
Fibra	2 - 2,5
Grasa	1,5 - 2,5
Ceniza	1,5 - 2
Azúcares	1,5 - 2

(Falguenbaum y Moua, 1998, p.13)

1.2.4.1 Carbohidratos

La cantidad de almidón, que existe en el grano de arroz, alcanza el 80 % y está conformado por amilosa y amilopectina, cuyos porcentajes varían de acuerdo con

la variedad. Los gránulos del almidón tienen un tamaño de 2 a 5 µm (León y Rosell, 2007, p. 136).

1.2.4.2 Proteínas

El arroz es el cereal que menor cantidad de proteína contiene (7 %). La proteína que se encuentra en mayor cantidad es la glutelina con un porcentaje que va del 75 al 90 %, con respecto a la cantidad total de proteína (León y Rosell, 2007, p. 137; Pinciroli, 2010, p. 8).

1.2.4.3 Fibra

Se encuentra en las capas externas del salvado y se elimina junto con la cascarilla (León y Rosell, 2007, p.136).

1.2.4.4 Lípidos

El contenido mayoritario de lípidos, en el grano de arroz, se encuentra en el salvado (León y Rosell, 2007, p. 137-138).

1.2.4.5 Cenizas

El mayor contenido de cenizas se encuentra en el salvado, pero se elimina con la molienda. Los minerales que se pierden junto con la cascarilla de arroz son sílice, calcio, sodio y magnesio (León y Rosell, 2007, p. 136).

1.2.5 REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS

En la Tabla 1.7., se presenta los requerimientos agroecológicos del cultivo de arroz.

Tabla 1.7. Requerimientos agroclimáticos del cultivo de arroz

FACTORES AGROECOLÓGICOS	REQUERIMIENTOS
Temperatura	20 - 38 º C
Luz	12 horas
Pluviosidad	500 – 2 500
Altitud	2 500 msnm
pH	6,5 - 7
Suelo	arcillo, arenoso

(INIAP, 2011, p. 1)

1.2.6 DIVERSIDAD

En el mundo existen diferentes variedades de arroz; sin embargo, la de mayor importancia es *Oryza sativa*, en la Tabla 1.8. se señala la clasificación de acuerdo con su tamaño.

Tabla 1.8. Clasificación del arroz de acuerdo con su tamaño

TIPO	LONGITUD mm	ANCHO mm
Corto	≤ 5,20	< 2,0
Medio	< 5,2 – 6,0	< 3,0
Largo A	> 6,0	2,3 – 3,0
Largo B	> 6,0	≥ 3,0

(León y Rosell, 2007, p.130)

1.2.7 PRODUCCIÓN DE ARROZ EN EL ECUADOR

El arroz es un cereal transitorio en Ecuador. Las provincias de mayor producción son Los Ríos (34 %) y Guayas (61 %), el 5 % restante se distribuye en otras provincias de la costa, valles cálidos de la amazonia y sierra (INEC, 2010, p. 2).

En la Figura 1.8., se indica el porcentaje de producción de arroz por provincias. Según el III Censo Nacional Agrícola, la superficie cultivada de arroz en el país

es de 400 000 ha aproximadamente, con un rendimiento por ha de 4 TM, una producción de 1 579 406 y una demanda de 119 kg/habitante/anuales (INEC, 2011, p. 3).

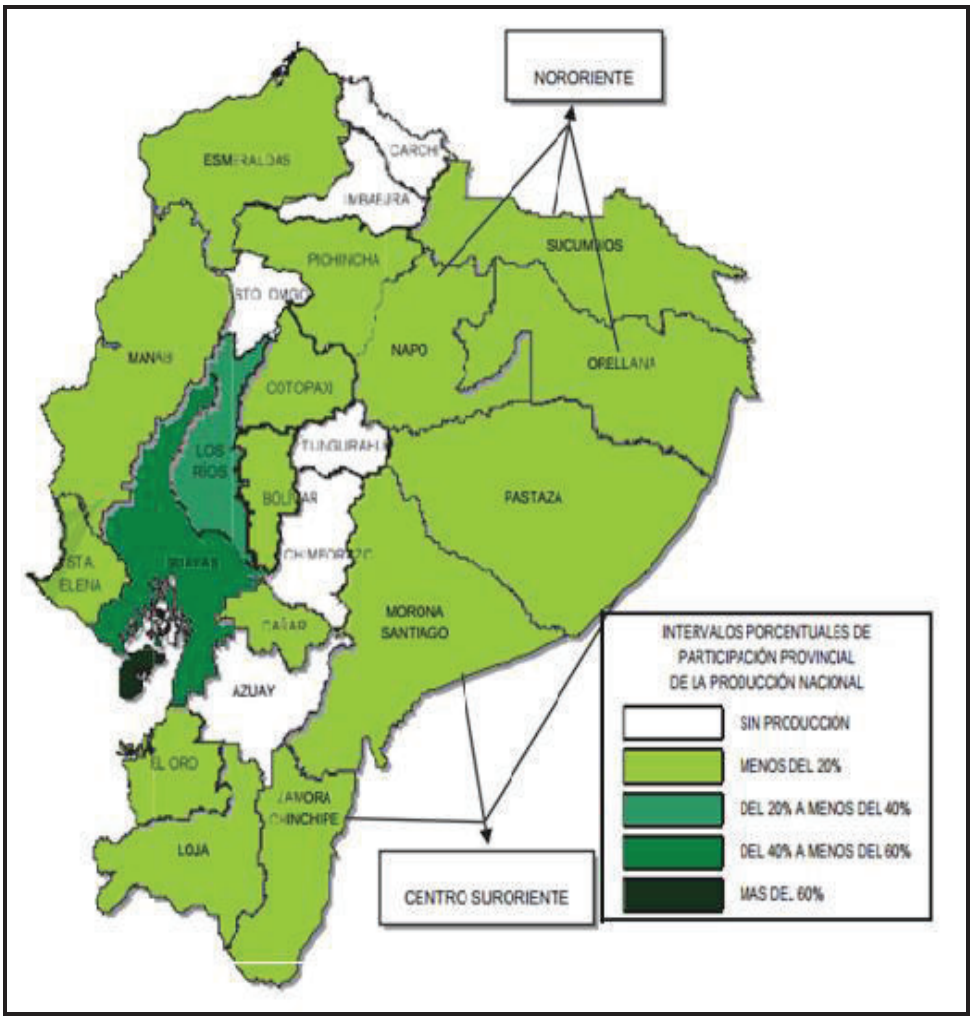


Figura 1.8. Porcentaje de producción de arroz por provincias
(INEC, 2010, p.37)

El Ecuador es autosuficiente en arroz, además su producción tradicionalmente se exporta a Colombia, Perú, Chile y ocasionalmente a Venezuela. A nivel de la Comunidad Andina de Naciones, la participación en exportaciones del país fue: arroz con cáscara ocupa el segundo lugar con un volumen del 12,80 % del total; arroz sin cáscara abarca el primer lugar con un porcentaje del 97,00 %; arroz elaborado tiene una participación del 87,70 % y arroz quebrado del 63,60 % del total (INEC, 2011, pp. 7, 28; Delgado, 2011, p. 1).

Las épocas de mayor producción de arroz se dan entre el periodo comprendido entre los meses de Abril y Mayo. Esta producción cubre el 46 % del total anual nacional. El segundo periodo de mayor producción inicia en el mes de Octubre y termina en Noviembre y llega a una producción del 32 %. El porcentaje restante (22 %) se cubre con las cosechas de los meses de Enero, Marzo, Junio y Septiembre. En la Tabla 1.9., se muestran las principales empresas productoras de arroz en Ecuador.

Tabla 1.9. Principales productores de arroz en el Ecuador

NOMBRE	CIUDAD
Agrícola Arrocera Agriarroz S.A.	Guayaquil
Agrícola el Arrozal Agrorrozal S.A.	Guayaquil
Agrícola Induarroz SA	Guayaquil
Agrícola Soloarroz S.A.	Guayaquil
Agro Industrial Super Arroz S.A.	Babahoyo
Agroarrozcorp S.A.	Daule
Arrocera la Palma Cia. Ltda.	Samborondón
Arroz chino y pi-poo achipipo c.l.	Quito
Beneficiamiento e Industrialización Arrocera Bitarroz S.A.	Daule
Comarroz Daule S.A.	Daule
Comercializadora Agrícola - Industrial de Arroz Hermanos López Sociedad Anónima – Coherlo	Milagro
Comercializadora de Arroz Cristo Rey S.A.	Charapoto
Compañía Agrícola de Exportación De Arroz Limpio "Cadeal" S.A.	Guayaquil
Coparroz S.A.	Guayaquil
Ecuatoriana de Arroz S.A. Ecuarroz	Guayaquil
Gabarroza S.A.	Guayaquil
Inarroz S.A.	Guayaquil
Indarrozsa S.A.	Manta
Industria Arrocera Portilla S.A. Portiarroz	Milagro
Industria Ecuatoriana del Arroz S.A. I.N.E.D.A.	Guayaquil
Industrial y Agrícola Ganarroz S.A.	Guayaquil
Industrializadora de Arroz Suzuki S.A. Indusuki	Guayaquil
La Casa Del Arroz Cia. Ltda.	Loja
Miarroz S.A.	Guayaquil

(INEC, 2011, p.7)

Tabla 1.9. Principales productores de arroz en el Ecuador (continuación…)

NOMBRE	CIUDAD
Moliarroz S.A.	Babahoyo
Produarroz s.a.	Yaguachi
Productora de Arroz Proarroz S.A.	Guayaquil
Secadora de Arroz Tres Postes Trespos S.A.	Baque. Moreno
Servicios Arroceros Cia.Ltda. Serarroz	Machala

(INEC, 2011, p.7)

La tierra para el cultivo de arroz se encuentra distribuida de la siguiente forma: los grandes productores representan el 50 % de la tierra destinada a cultivar el cereal, los medianos productores poseen el 32 % de tierra y los pequeños productores tienen una participación del 17 % de la tierra cultivada (INEC, 2011, p. 33).

En el país, el INIAP es la entidad encargada de liberar las nuevas variedades a través del programa de arroz. En la Tabla 1.10. se indican las variedades liberadas y vigentes.

Tabla 1.10. Variedades de arroz liberadas por el INIAP

VARIEDADES	AÑO	ESTADO
INIAP-2	1971	
INIAP-6	1971	
INIAP-7	1976	
INIAP-415	1979	VIGENTE
INIAP-10	1986	
INIAP-11	1987	VIGENTE
INIAP-12	1993	VIGENTE
INIAP-14-Filipino	1999	VIGENTE
INIAP-15 Boliche	2006	VIGENTE
INIAP-16	2006	VIGENTE
INIAP-17	2010	VIGENTE
INIAP-18	2011	VIGENTE

(INIAP, 2011, p. 3)

1.2.8 PRINCIPALES USOS DEL ARROZ

El arroz es un cereal básico de la alimentación humana. El arroz flor que es el de mayor consumo, se obtiene después de someterlo al proceso de descascarillado y pulido. Además, se transforma en harina para fabricar galletas, pastas, bebidas y masas preparadas. El salvado de arroz se emplea para realizar piensos, forraje y extraer aceite (FAO, 1990, p. 29; FAO, 2001, p. 1).

1.3 ANÁLISIS REOLÓGICOS

El comportamiento reológico de las masas de harina se determina por la aplicación de algunos de los siguientes análisis:

1.3.1 ANÁLISIS DE FARINOGRAMA

Este tipo de análisis se realiza en un farinógrafo, el cual consta de una mezcladora-amasadora de capacidad de 300 g, en su interior posee dos brazos que giran en sentido contrario para mezclar la muestra. Una bureta para agregar el agua hacia la mezcladora-amasadora. Las características de la masa se evidencian en una gráfica que se le conoce como farinograma, en el eje de las ordenadas se encuentra la consistencia (U.B.) y en el eje de las abscisas el tiempo (min).

Los parámetros que se determinan son (SAGARPA, 2006, p. 2; Lallemand, 2009, p. 2):

a) **Porcentaje de absorción de agua (%):** revela la cantidad de agua necesaria para alcanzar una consistencia de masa determinada a las 500 Unidades Brabender (U.B.), cuyo valor es la referencia que deben llegar las masas y esto refleja que se encuentran con una estructura semi-elástica no pegajosa.

b) Tiempo de llegada (min): es el intervalo de tiempo en cual la masa llega a las consistencia de referencia, es decir a las 500 U.B.

c) Tiempo de amasado o tiempo pico (min): señala el tiempo total transcurrido desde el inicio de la operación de amasado hasta cuando la mezcla de agua-harina alcanza su máximo desarrollo, punto A de la Figura 1.9.

d) Tolerancia al amasado o tiempo de estabilidad (min): es el lapso de tiempo en el cual la mezcla mantiene su consistencia, la curva se mantiene dentro de las 500 U.B., punto B en la Figura 1.9, y refleja que no ha sido sobre-amasada.

e) Tiempo de decaimiento o de salida (min): indica el tiempo en el cual la mezcla se retira de las 500 U.B. es decir la masa ya es sobre-amasada, punto C en la Figura 1.9.

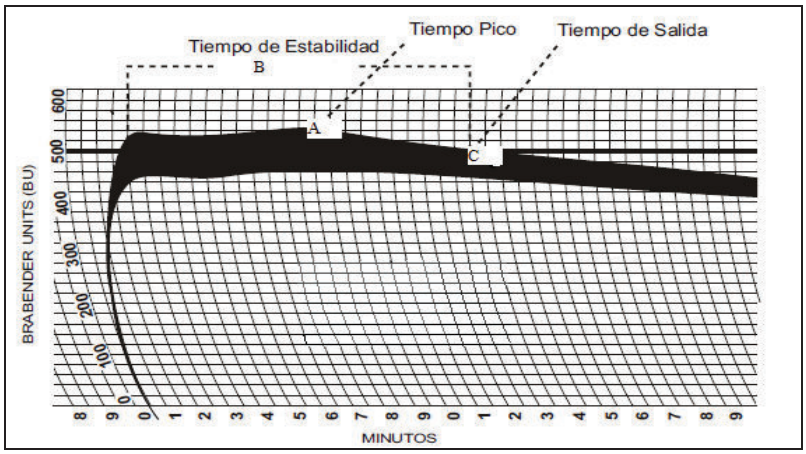


Figura 1.9. Farinograma (Lallemand, 2009, p.2)

1.3.2 ANÁLISIS DE EXTENSOGRAMA

Este análisis se realiza en un extensógrafo, el cual está provisto de un homogenizador de bola, un rodillo, bandejas, cámara de extensógrafo y un porta bandeja.

El procedimiento consiste en elaborar una masa de harina-agua, colocarla en el homgenizador de bola por 1 min para uniformizar la muestra. Después la masa es situada en el rodillo para moldearla en forma de cilindros. Los amasijos se ponen en una bandeja, que posee en sus extremos unos sujetadores para cerrarla. La bandeja se lleva a la cámara del extensógrafo por 135 min a 30 ºC. El análisis finaliza al colocar la bandeja en un porta bandeja para iniciar la elongación de la masa con el uso de un gancho. El comportamiento de la masa se reflejará en el gráfico de extensograma, en el cual se determinarán los siguientes parámetros (León y Rosell, 2007, pp. 43-44; Panelli, 2003, p. 3):

a) **Resistencia:** que representa la masa a la extensión cuando se aplica una fuerza y se considera el punto más alto de la curva (Figura 1.10.).

b) **Extensibilidad:** de la masa se determina desde el inicio de la curva hasta el final de la misma, puntos A y B en la gráfica, se expresa en mm (Figura 1.10.).

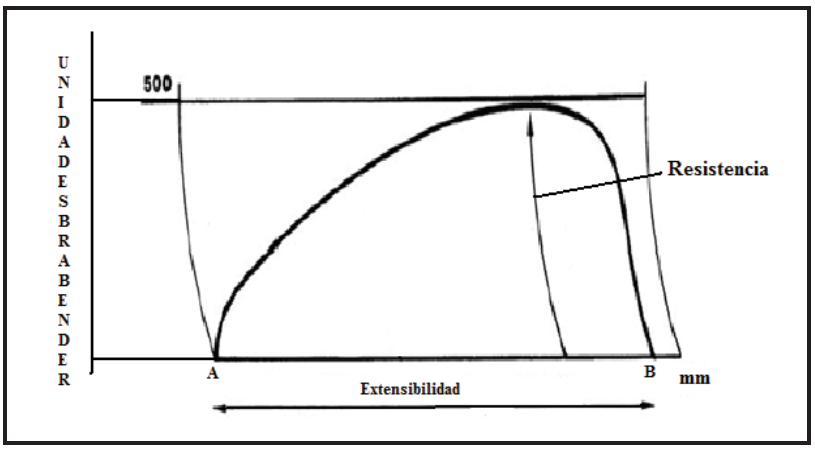


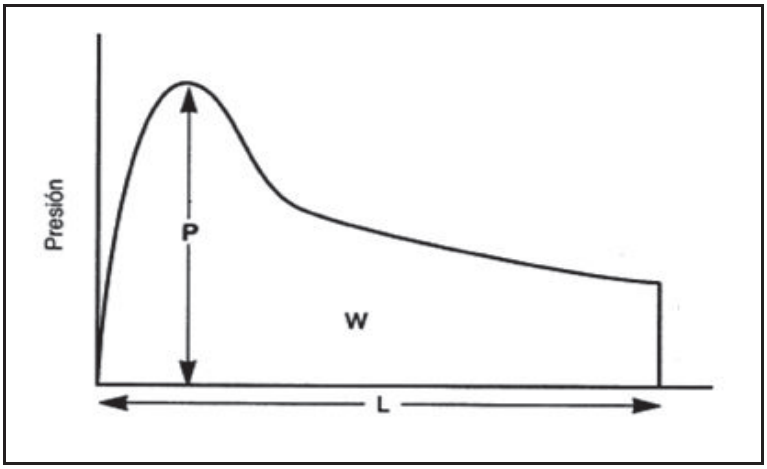
Figura 1.10. Extensograma

(León y Rosell, 2007, p.44)

1.3.3 ALVEOGRAMA DE CHOPIN

Este análisis se realiza en el alveógrafo, el cual está formado por una amasadora y cámara de reposo. El proceso consiste en mezclar la harina con agua hasta obtener una masa homogénea. Se obtienen 4 muestras para colocarlas en la

cámara de reposo por 28 min, al finalizar el tiempo cada masa se ubica en una bandeja de forma redonda para inyectarle aire, hasta que se rompe la masa, para simular el proceso de fermentación. En la Figura 1.11., se indican los parámetros determinados con el uso de este equipo. La tenacidad (P) representa la resistencia de la masa a la extensión y se expresa en mm. La extensibilidad (L) indica la longitud de la curva y la fuerza de la harina (W), la misma que representa el área bajo la curva (León y Rosell, 2007, p. 43; Grupo Molinero, 2005, p. 3).



P: tenacidad **w:** fuerza **L:** extensibilidad

Figura 1.11. Alveógrafo de Chopin
(León y Rosell, 2007, p.44)

1.4 TECNOLOGÍA DE BARRERAS EN ALIMENTOS

La conservación de los alimentos se inició desde la antigüedad, cuando el hombre utilizaba el enfriamiento, azucarado, salado, ahumado y secado al sol, como métodos rudimentarios que pretendían extender el tiempo de vida útil de los alimentos. En muchos lugares, la conservación de los alimentos se realizaba en función de la estación del año en la que se encontraban (Barreiro y Sandoval, 2006, p. 55).

El incremento de la población y los cambios en la forma de vida han provocado un aumento en la demanda de alimentos, por lo que ha sido necesario el desarrollo

de tecnologías que permitan una mayor conservación de los alimentos durante el periodo de almacenamiento, sin producir cambios organolépticos ni nutritivos, con el fin de entregar un producto de calidad al consumidor (Gutiérrez, 2000, p. 386; Barreiro y Sandoval, 2006, p. 56).

La aplicación de la tecnología de barreras o métodos combinados ha tenido muy buena aceptación en la industria alimentaria. Estos métodos se basan en la combinación de diversos factores como: tratamiento térmico, acidificación, adición de antimicrobianos y reducción de actividad de agua. Su aplicación garantiza calidad, seguridad, estabilidad y conservación de las propiedades nutritivas del producto, debido a que evitan el desarrollo de microorganismos y reacciones físico-químicas que reducen el tiempo de vida útil de los alimentos (Murno, 2006, p. 5; Aguilar, 1997, p. 11).

La técnica de aplicación consiste en exponer al microorganismo en un medio desfavorable, con el fin de prevenir, reducir, controlar o eliminar su presencia.

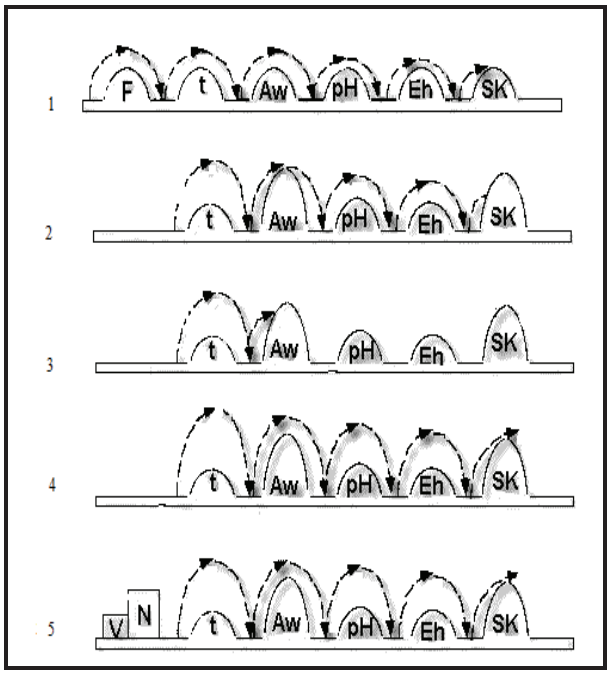
Estos obstáculos van a alterar su equilibrio interno, las células no están en la capacidad de compensar los cambios producidos. Además, el tratar de superar estas barreras implica un gasto de energía, el cual los microorganismos no pueden recuperarlo y hace que se mantenga en la fase de adaptación.

A continuación, en la Figura 1.12., se indica el efecto de la tecnología de barreras en los alimentos (DNIA, 2011, p. 5):

En el primer ejemplo se observa que el alimento está protegido por varios obstáculos como temperatura, conservantes, actividad de agua, los cuales el microorganismo no logra superar; sin embargo, esto no sucede en la realidad, debido a que la efectividad de cada barrera no es total. En el ejemplo dos, los obstáculos son cinco, los de mayor importancia son la actividad de agua y la adición de conservantes. Los microorganismos no logran superar a los obstáculos, ya que sus barreras presentan diferente intensidad.

En la situación tres, se trata de un alimento que desde el inicio de su proceso presenta baja carga microbiana, por lo que las barreras de mayor importancia son la actividad de agua y la presencia de conservante. El ejemplo cuatro representa a un alimento que al iniciar su proceso ya está contaminado, por las malas actividades de higiene, lo que hace que ninguna barrera logre impedir su deterioro.

El último ambiente, al que se expone al microorganismo, es el de un alimento con alto contenido de nutrientes y vitaminas, pero como se observa las barreras no fueron impedimento para el desarrollo de microorganismos, por lo que lo más importante es la efectividad de una barrera, que el número de obstáculos que se utilice para evitar daños.



F: tratamiento térmico
t: tratamiento a baja temperatura
Sk: conservantes
Aw: actividad de agua
Eh: potencial oxireducción
V: vitaminas **N**: nutrientes

Figura 1.12. Estabilidad de los alimentos basado en la tecnología de barrera (DNIA, 2011, p.5)

1.4.1 ACTIVIDAD DE AGUA Y SU EFECTO SOBRE LOS MICROORGANISMOS

La actividad de agua establece la disponibilidad de agua con que cuentan los microorganismos, en los alimentos, para su desarrollo y reacciones de deterioro, su valor se encuentra entre 0 y 1 (Aguilar, 1997, p. 12).

Se define como (Casp y Abril, 2003, p. 79):

$$a_w = p/p_o \qquad [1]$$

Donde:

a_w: Actividad de agua
p : Presión parcial del agua en el alimento
p_o : Presión de vapor del agua pura a la misma temperatura

El agua de los alimentos se encuentra en tres formas (Rodríguez y Simón, 2008, p. 216-217):

a) **Agua ligada:** Las moléculas de agua se encuentran unidas a puentes de hidrógeno y fuerzas de Van der Waals. Su proporción en los alimentos varía de 3 a 5 % del total del alimento. Actúa como componente completo del sólido y no puede ser congelada a bajas temperaturas (- 40 ºC), ni usada como disolvente. Posee valores correspondientes de a_w de 0,00 a 0,25.

b) **Agua débilmente ligada:** Sus moléculas están enlazadas a puentes de hidrógeno. Los alimentos de alta humedad, como son las frutas, presentan agua débilmente ligada en sus tejidos con una a_w de 0,25 – 0,75. Este tipo de agua puede intervenir en diferentes reacciones químicas, pero al igual que el agua ligada no puede ser congelada.

c) **Agua libre:** En los alimentos de alta humedad representa el 95 % del total de agua que contiene y sus valores de a_w van de 0,75 a 1,00. Puede ser congelada y, mediante procesos de secado, eliminada del producto.

El deterioro de los alimentos está relacionado con su contenido de a_w. Al disminuir su disponibilidad se reduce el crecimiento de microorganismos y las reacciones de deterioro que se dan en el alimento.

Cada microorganismo tiene valores de a_w indispensables para su desarrollo. Los mohos necesitan a_w mayores a 0,60. Las bacterias pueden desarrollarse a valores de a_w superiores a 0,91. Las levaduras necesitan valores de a_w superior a 0,80 para su desarrollo (Barreiro y Sandoval, 2006, p. 57).

La respuesta de los microorganismos, al encontrarse sometidos a este factor de estrés, es establecer un mecanismo de osmoregulación, el cual consiste en extraer agua del citoplasma de sus células para mantener su medio interno equilibrado. Sin embargo, el mecanismo involucra un consumo de una parte de la energía disponible para su crecimiento, por lo que en la mayoría de los casos sus células no pueden recuperase, ni proliferarse y permanecen en la fase de latencia o mueren (FAO, 2004, p. 3).

1.4.2 pH

El crecimiento de los microorganismos se ve afectado por la acción del pH en los alimentos. Los valores óptimos para su desarrollo dependen del microorganismo. Los mohos crecen en un rango de pH de 4,5 a 6,8, las bacterias prefieren un pH de 6,7 a 7,5 y las levaduras tienen un pH óptimo de 5,0 a 6,5 (Aguilar, 1997, p. 59).

1.4.3 SUSTANCIAS INHIBIDORAS

Estas sustancias son adicionadas al producto de forma intencional para prolongar su tiempo de vida. Su función es destruir la membrana de la célula de los microorganismos para obstaculizar su actividad.

1.4.4 POTENCIAL ÓXIDO – REDUCCIÓN

El potencial óxido – reducción indica el tipo de microorganismo que se puede desarrollar de acuerdo con el ambiente en el que se encuentra el alimento. El objetivo de disminuir la cantidad de oxígeno es retardar la respiración de los microorganismos y así prolongar la vida útil del alimento (Casp y Abril, 2003, p. 81).

De acuerdo con la necesidad de oxígeno, los microorganismos se clasifican en (Casp y Abril, 2003, p. 80):

a) **Microorganismos aerobios:** Este tipo de microorganismos necesitan de oxígeno para desarrollarse. Ejemplo: *Bacillus, Pseudomonas*

b) **Microorganismos anaerobios:** Este tipo de microorganismos no necesitan oxígeno para su desarrollo. Ejemplo: *Staphylococcus*

1.4.5 TEMPERATURA

La temperatura contribuye al desarrollo de los microorganismos en los alimentos. En la Tabla 1.11., se presenta la clasificación de los microorganismos en función de la temperatura en la que se pueden desarrollar en un alimento (Casp y Abril, 2003, p. 82).

Tabla 1.11. Clasificación de los microorganismos en función de su temperatura de desarrollo

MICROORGANISMO	TEMPERATURA MÍNIMA (ºC)	TEMPERATURA ÓPTIMA (ºC)
Mesófilos	20 - 45	37
Psicrótrofos	0	15 - 20
Psicrófilos	0	25 - 35
Termófilos	45 - 65	55

(Casp y Abril, 2003, p. 82)

1.5 PRODUCTOS DE HUMEDAD INTERMEDIA

El término de Productos de Humedad Intermedia se dio a conocer en la década de los años 60, para describir a ciertos productos que presentan una resistencia a los ataques microbiológicos, similar a los alimentos desecados (Gómez, Carmona y Fernández, 1991, p. 125)

Dentro de las características de un producto de humedad intermedia se encuentran (Gómez et al., 1991, p. 126):

- Aquellos que se mantienen inalterados fundamentalmente por la reducción de la actividad de agua. Este valor aún no se lo precisa con exactitud, por lo que oscila en diferentes niveles: 0,60 – 0,90; 0,60 – 0,93; 0,65 – 0,85; 0,70 – 0,90.

- En el procesamiento permiten aplicar un tratamiento térmico

- Usar solutos (azucares, sales, almidones) para retener agua y así controlar la a_w.

- Dentro de los ingredientes se admite el uso de conservantes que reduzca la proliferación de microorganismos.

A continuación se detallan algunos ejemplos de productos de humedad intermedia y su procedimiento de elaboración:

Puré de fréjol

El procedimiento para elaborar puré de fréjol se detalla a continuación (Figuerola, Estévez y Avendaño (2008), pp. 1- 6):

Retirar las impurezas del fréjol para clasificarlo, el material seleccionado se lavó y remojó en agua por 16 horas. Posteriormente se cocieron y molieron los fréjoles. El puré que se obtuvo tenía una humedad del 61 %. Se evaporó el contenido de agua por la aplicación de baño en agua hasta llegar al 25 y 30 % de humedad respectivamente.

A estas muestras se agregaron el resto de ingredientes como sal, almidón de maíz, propionato de sodio. Para bajar la humedad se añadió glicerol en dos niveles 10 y 15 %. Finalmente se envasaron a 75 ºC en un material de poliestireno a temperatura ambiente por 30 días. A 0, 15 y 30 días de almacenamiento se realizaron análisis de: pH, acidez, humedad, actividad de agua, microbiológicos (mohos, levaduras, aerobios mesófilos).

Para realizar la evaluación sensorial de los purés se aplicó una escala hedónica de 9 puntos, el panel estuvo conformado por jueces entrenados y no entrenados. A cada uno se le entregó una muestra la que previamente se le añadió agua en 1,4 veces peso y calentó por 20 min en baño en agua a 90 ºC. Los atributos que se solicitó analizar fueron: apariencia, sabor, salado, color, textura, dulzor.

En los productos desarrollados el parámetro de a_w osciló entre 0,80 - 0,84, el pH entre 6,20 - 6,24 y los microbiológicos no se obtuvo contaminación. El nivel sensorial reportó una calificación de buena y no hubo diferencias significativas entre los tratamientos que se analizó.

Base de Frutas

También se produce productos de humedad intermedia a base de frutas, como el que realizó Millán y Quintero (2011): cuyo trabajo consistió en elaborar una formulación y optimización de un producto osmóticamente deshidratado y de humedad intermedia a base de melón, parchita y limón, las operaciones para de elaboración fueron: selección y caracterización de la fruta en cuanto a su forma, tamaño, madurez; limpieza y desinsectación; pelado del melón; cortado en cuadros del melón; extracción de pulpa de parchita; obtención de jugo de limón; secado en el que se aplicó un diseño experimental 2^3.

A los cubos de melón se les determinó su humedad inicial. Los componentes de la mezcla en la que se sumergieron a los cubos de melón fueron agua, jugo de limón, pulpa de parchita, en total se obtuvo 6 formulaciones. Las formulaciones se evaluaron por un panel entrenado y se aplicó una escala de 7 puntos.

La formulación que presentó mayor aceptabilidad fue la que estaba compuesta por 70 % de parchita, 10 % de limón y 20 % de agua. Se almacenó a la formulación de mayor agrado por 16 días a temperaturas de 0, 5 y 10 ºC. Los análisis que se realizaron al producto final fueron mohos, a_w y levaduras. Durante el tiempo de almacenamiento el producto presentó una a_w de 0,87, no presentó contaminación microbiana (pp. 835-840).

Nache

Otro producto elaborado fue a base de nanche (*Byrsonima Crassifolia*) en diferentes mezclas, para consumo directo o adicionándolo a otro producto, las operaciones para obtención fueron: caracterización de la materia prima; limpieza y desinfección de la fruta; escaldado del nache. Para determinar la formulación más adecuada se aplicó un diseño de mezclas y se seleccionó la que presentó un valor de a_w menor o igual a 0,85.

La estabilidad del producto final se evaluó durante 90 días a temperatura ambiente, refrigeración y 35 ºC. Los análisis que se realizaron fueron pH, a_w y microbiológicos. La a_w del producto final estuvo dentro del valor fijado durante la temperatura ambiente y 35 ºC, no presentó contaminación microbiana.

A temperatura de refrigeración el producto presentó una reducción de actividad de agua por lo que se descartó esta temperatura para su almacenamiento, sin embargo no reportó contaminación de microorganismos (Fuentes, Arana, 2005, pp. 193-199).

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 MATERIALES

2.1.1 MATERIA PRIMA

2.1.1.1 Materia prima principal

En la elaboración de la masa laminada de humedad intermedia, se utilizó como materia prima principal harinas de trigo y harina de arroz, adquiridos en el supermercado Santa María, ubicado en la parroquia de Calderón, cantón Quito.

2.1.1.2 Materia prima secundaria

Como materias primas secundarias que se empleó en la obtención del producto fueron: sal y vinagre adquiridos en el supermercado Santa María, ubicado en la parroquia de Calderón, cantón Quito y propionato de calcio que se compró en la empresa Levapan.

2.1.2 MATERIALES Y EQUIPOS

2.1.2.1 Materiales

- Bolsas de polietileno de alta densidad de 19 x 15 cm
- Bureta de 10 ml
- Erlenmeyers de 150 y 200 ml
- Pipetas de 10 ml
- Bandeja de acero inoxidable
- Vasos de precipitación de 100 ml
- Fenolftaleína

2.1.2.2 Equipos

- Balanza electrónica Mettler, modelo PE 3600, 2 kg, 0.01 g
- Mezcladora Knwood, 1 kg, modelo BD-B7
- Laminadora Shulle, modelo A -180
- Estufa de convección Treas, modelo 625 - A
- Selladora térmica de fundas PRONTO A
- Colorimetro de Minolta, modelo CR–200
- Medidor de actividad de agua modelo Luff , a_w Wert Messer 6826 2827
- Tamizador Portable Sieve Shaker, RX-20; Tamices U.S.A Standard Test Sieve Nº (80, 100, 140, 200)
- Paletas de mezclado

2.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICA – QUÍMICA DE LAS MATERIAS PRIMAS

2.2.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA

El análisis granulométrico de la harina de trigo y arroz, se determinó según la norma INEN 517, (INEN, 2013, p. 2), para lo cual se siguió el siguiente procedimiento: cada una de las harinas se pasaron por tamices de diferente tamaño de agujero que corresponde a la numeración 80, 100, 140, 200, dispuestos en cascadas y colocados en un vibrador, durante un tiempo de agitación de 15 min. A continuación, se pesó el material retenido y pasante de cada tamiz. Los resultados obtenidos fueron tabulados, con el objetivo de calcular sus respectivos porcentajes y determinar del tamaño de partícula, para luego ser empleadas en la elaboración de la masa laminada.

2.2.2 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA

Para la caracterización química y nutricional de las harinas, se aplicó las técnicas de la del AOAC, 2005, el detalle de las mismas se presenta en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Métodos aplicados para el análisis proximal de las harinas

Análisis	Método	Descripción
Proteína	920.165	En una mezcla de acido sulfúrico se digieren las proteínas, el amonio formado se titula con ácido clorhídrico, y se determina la concentración de nitrógeno y por consiguiente el contenido de proteína.
Humedad	925.10	Se seca la muestra en un horno a 130 ºC y se determina la humedad por pérdida de peso.
Fibra cruda	962.09	Se calcina la muestra, el contenido de fibra es la pérdida de peso después del proceso.
Cenizas	923.03	La muestra se quema a 550 ºC y los residuos que quedan después de este proceso es la cantidad de ceniza que tiene el producto. Se calcula por diferencia de peso.
Extracto etéreo	920.85	Se separa la grasa de la muestra con la aplicación de éter de petróleo
Carbohidratos Totales	Cálculo por diferencia	Este valor se obtiene al sumar los contenidos de humedad, proteína, grasa, cenizas, fibra cruda y restar del 100%.

(AOAC, 2005)

2.3 DETERMINACIÓN DE LA FORMULACIÓN DE HARINAS E INGREDIENTES PARA LA ELABORACIÓN DE MASA

2.3.1 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE MEZCLAS DE HARINAS DE TRIGO-ARROZ

Se prepararon mezclas de harinas de trigo-arroz en diferentes proporciones: 60 – 40 %, 70 – 30 % y 80 – 20 % y una muestra de harina 100 % de trigo, las que fueron sometidas a dos tipos de análisis reológicos:

- Análisis de farinograma

Este análisis se realizó en el farinógrafo Bradenber, modelo 810144, el cual está formado por una mezcladora-amasadora con capacidad de 300 g, y un dial registrador del comportamiento que presenta la mezcla harina-agua al amasado. Se aplicó el método 54 - 21 de la AACC (Alvares y Mácas, 2011, pp. 7-11).

Para realizar el análisis se siguió el siguiente procedimiento:

- Se pesaron 300 g de cada muestra de mezcla de harinas de trigo-arroz y de la harina 100% trigo.

- Cada muestra, por separado, se vertió en la mezcladora.

- Se añadió agua contenida en una volumétrica, hasta que la aguja del dial, registró 500 U.B.

Los parámetros que se obtuvieron de este análisis fueron (SAGARPA, 2006, p. 2; Lallemand, 2009, p. 2):

- Absorción de agua (%).

- Tiempo de amasado o tiempo pico (min).

- Tolerancia al amasado o tiempo de estabilidad (min).

Estos valores se interpretaron en la gráfica de farinograma y se muestran en el acápite 3.2.1

- Análisis de extensograma

El análisis se realizó en un extensógrafo Bradenber, modelo 86000 y se aplicó el método 54 - 10 de la AACC (Alvares y Mácas, 2011, pp. 20-25):

Para realizar este análisis se utilizó la masa obtenida en el farinograma, debido a que contiene el porcentaje de absorción de agua que registra a las 500 U.B.

Se retiró la masa de la mezcladora del farinograma.

Se dividió en tres porciones de 120 g aproximadamente.

Cada porción homogenizada fue colocada en el homogenizador de bola por 1 min.

La masa en forma de bola, se situó en el rodillo para darle forma de cilindros.

Se colocaron los amasijos en bandejas, las que poseen en sus extremidades ajustadores.

Después las bandejas con los amasijos fueron colocados en la cámara a temperatura de 30 ºC durante 45, 90 y 135 min.

Transcurridos estos tiempos, los amasijos fueron situados en el portabandejas, se pulsó el botón de arranque para iniciar la operación, en el cual el brazo de gancho descendió a velocidad constante estiró la masa hasta su ruptura.

De este análisis se obtuvieron los siguientes parámetros:

- Resistencia (R)
- Extensibilidad (E)

Estos valores se registraron en la en la gráfica de extensograma para interpretarlos y se presentan en el acápite 3.2.2.

2.3.2 DETERMINACIÓN DE LA FORMULACIÓN DE INGREDIENTES PARA LA ELABORACIÓN DE LA MASA

Los ingredientes que se emplearon para la elaboración de la masa laminada fueron las mezclas de harinas de trigo-arroz, agua, sal, propionato de calcio y vinagre.

Diseño experimental

El número de combinaciones entre los ingredientes y las harinas se obtuvieron mediante la aplicación de un diseño experimental 2^3, completamente al azar, se evaluaron 8 tratamientos, con su respectiva réplica, los mismos que se tabularon en la Tabla 2.2. La proporción de harinas trigo-arroz se seleccionó de acuerdo con los resultados obtenidos del acápite 2.3.1, el que se mantuvo fijo como base de cálculo para los demás ingredientes.

Niveles de sustitución del vinagre:

$a_{1:}$ 6,00 %
$a_{2:}$ 7,00%

Niveles de sustitución de propionato de calcio:

b_1: 0,15 %

b_2: 0,23 %

Niveles de sustitución de sal:

c_1: 1,90 %

c_2 : 2,50 %

Tabla 2.2. Tratamientos propuestos para la elaboración de masa laminada

Tratamientos	Sal	Propionato de calcio	Vinagre	Descripción niveles de ingredientes		
				Sal %	Propionato de calcio %	Vinagre %
F_1	c_1	b_1	a_2	1,90	0,15	7,00
F_2	c_2	b_2	a_1	2,50	0,23	6,00
F_3	c_1	b_2	a_2	1,90	0,23	7,00
F_4	c_2	b_2	a_2	2,50	0,23	7,00
F_5	c_2	b_1	a_2	2,50	0,15	7,00
F_6	c_1	b_2	a_1	1,90	0,23	6,00
F_7	c_1	b_1	a_1	1,90	0,15	6,00
F_8	c_2	b_1	a_1	2,50	0,15	6,00

2.4 DETERMINACIÓN DE LA TECNOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA MASA LAMINADA

Para la elaboración de la masa laminada a partir de las mezclas de harinas de trigo-arroz se siguieron las siguientes etapas:

2.4.1 PESAJE DE INGREDIENTES

El pesaje de harinas de trigo-arroz, propionato de calcio, sal, vinagre y agua se realizó con ayuda de una balanza electrónica Mettler, modelo PE 3600. Por cada formulación se prepararon 600 gramos de muestra.

2.4.2 MEZCLADO – AMASADO

Esta operación se llevó a cabo en una mezcladora-amasadora de capacidad de 1 kg, marca Kenwood, la que tiene incorporada un mezclador tipo paleta. Se procedió a verter los ingredientes sólidos y se la encendió para mezclar los ingredientes. Cuidadosamente se agregaron los líquidos (agua, vinagre) para iniciar el amasado por un tiempo de 6 min.

2.4.3 CORTE EN AMASIJOS

Después del mezclado-amasado se formó un amasijo y con un cuchillo se procedió a dividirlo en piezas de 40 g.

2.4.4 MOLDEO

Los amasijos se colocaron sobre una bandeja de acero inoxidable para impartir un ligero amasado manual, hasta lograr un espesor aproximado de 2 cm.

2.4.5 LAMINADO

El laminado de los amasijos se realizó con una laminadora Shulle, modelo A-180, la cual está formada por dos rodillos lisos que son los encargados de extender a la masa en forma de lámina. Esta operación inicia con la abertura entre rodillos de 4 mm y se procedió a pasar el amasijo y por pasadas sucesivas de la masa se disminuyó el grosor a 2 mm.

2.4.6 CORTADO DE LAS LÁMINAS

La masa laminada se colocó en bandejas de acero inoxidable y con ayuda de un cuchillo se cortó para obtener láminas cuadras de 10 x 10 cm.

2.4.7 DESHIDRATADO

Para realizar el deshidratado de las láminas se investigó el proceso a tres condiciones de temperaturas 50, 70 y 90 ºC por 6 min, con un flujo de aire de 5 m/s, en una estufa de transferencia de calor por convección Treas, modelo 625 - A .

2.4.8 ENFRIAMIENTO

Las bandejas fueron retiradas de la estufa para ser enfriadas a temperatura ambiente.

2.4.9 ENVASADO

Las láminas enfriadas se envasaron en bolsas de polietileno de alta densidad, con un contenido total de 6 láminas.

2.4.10 ALMACENAMIENTO

El producto envasado fue almacenado a temperatura de refrigeración.

Las láminas deshidratadas se enfriaron a temperatura ambiente. Posteriormente se envasaron en paquetes de 6 unidades y se almacenaron en refrigeración por cinco días, para analizar durante cada día la presencia de algún cambio físico en la muestra y determinar la temperatura más adecuada.

2.5 EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO SOMETIDO A FRITURA

Las láminas elaboradas con las formulaciones de la Tabla 2.2. fueron sometidas a fritura por inmersión a 170 ºC, por 15 s. La evaluación de su aceptabilidad se valoró por un panel no entrenado, conformado por 32 panelistas de ambos sexos. Los panelistas calificaron los atributos de apariencia, color, sabor y crocancia, valorados a través de una prueba hedónica de 5 puntos. En la Tabla 2.3., se muestra la escala que se empleó.

Tabla 2.3. Escala hedónica de 5 puntos

ESCALA	PUNTAJE
Me gusta muchísimo	5
Me gusta un poco	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta un poco	2
Me disgusta muchísimo	1

A cada panelista se le entregó en días diferentes, entre las 10 y 11 de la mañana, 3 muestras de láminas fritas, las que se colocaron sobre papel absorbente para retirar el exceso de aceite. Estas pesaron aproximadamente 11 g cada una, preparadas el mismo día y codificadas con dos dígitos al azar.

También se entregó un vaso con agua para eliminar cualquier sensación residual presente en la boca por la degustación y la respectiva hoja de encuesta.

Antes de realizar la degustación se realizó una explicación a cada panelista, sobre el producto, los atributos que analizará y la forma de proceder.

La metodología aplicada para este análisis es la descrita por Watts, Ylimaki, Jeffery y Elías, 1989, p. 66-73. El formato de la encuesta se presenta en el ANEXO I.

Los resultados obtenidos en la encuesta se evaluaron con el programa Statgraphics Plus 4.0, mediante el análisis de varianza (ANOVA), se aplicó la prueba de Tukey al 95 % de confiabilidad para establecer la formulación o formulaciones que presente un mayor grado de aceptabilidad entre los panelistas.

2.6 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA MASA LAMINADA

Con los resultados obtenidos del acápite 2.5 de las diferentes formulaciones, se determinó la vida útil de la masa laminada. Las láminas fueron empacadas en bolsas de polietileno de alta densidad y se sometió a dos condiciones de temperaturas: temperatura ambiente y temperatura de refrigeración durante 30 días.

Se tomó muestras del producto a los 0, 10, 20 y 30 días de almacenamiento para la determinar la evolución de los siguientes parámetros:

- Determinación de la Actividad de Agua: se utilizó el equipo Medidor de Actividad de Agua West Messer, el procedimiento se indica en el ANEXO II.

- Determinación Color: Se determinó con el equipo Colorímetro de Minolta modelo CR-200, el procedimiento se encuentra descrito en el ANEXO III.

- Determinación de la Acidez: se aplicó el método 942.15. AOAC., (2005) en el ANEXO IV se detalla su determinación.

En las muestras seleccionadas a 0, 15 y 30 días de almacenamiento se realizaron análisis microbiológicos con las técnicas descritas por la AOAC, 2005:

Eschericha.coli (ufc/g) método 991.14, mohos (ufc/g) método 997.02, Staphylococcus aureus método 2003.07, Bacillus cereus método 980.31, Salmonella spp método 997.02

2.7 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO DESARROLLADO

2.7.1 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA

En la Tabla 2.1., se indican los métodos aplicados para determinar la composición proximal del producto.

2.7.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICA

Se determinaron las siguientes características:

- Dimensiones: las láminas fueron colocadas sobre una superficie plana y con la ayuda de un flexómetro se determinó el largo, ancho y espesor.

- Peso: se determinó el peso de las láminas con una balanza electrónica Mettler, modelo PE 3600.

- Color: para establecer el color del producto desarrollado se procedió a ubicar las láminas sobre una mesa y se determinaron los parámetros ***L*** (luminosidad), ***a*** (-a: verde, +a: rojo), ***b*** (-b: azul, +b amarillo) con un Colorímetro de Minolta modelo CR-200.

2.8 ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN

Después de determinar el proceso de elaboración de la masa laminada y la formulación de mayor aceptabilidad, se procedió a realizar la estimación de los costos de producción. Para lo cual se consideraron los costos que intervienen en la fabricación del producto final.

Para determinar los costos de uso de los equipos se proformó su valor y en función de su vida útil se calculó el costo de uso. El costo de mano de obra directa se determinó en base al sueldo básico y una jornada de trabajo de 8 horas diarias, 5 días y un total de 252 días al año. El costo de suministros se determinó en función de los requerimientos energéticos y de agua de los equipos en las diferentes etapas del proceso para la obtención del producto.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA – QUÍMICA DE LAS MATERIAS PRIMAS

3.1.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA

3.1.1.1 Granulometría

Los resultados del análisis granulométrico de la harina de arroz indicaron que el 93,51 % de la harina de arroz tiene un tamaño menor a 180 micras y el 6,49 % una granulometría mayora 180 micras. Estos datos muestran que el 93,51 % pasó por el tamiz No. 80 y un 79,58 % por el tamiz No. 100. En la Figura 3.1. se evidencia el porcentaje de pasante acumulado de harina por tamiz.

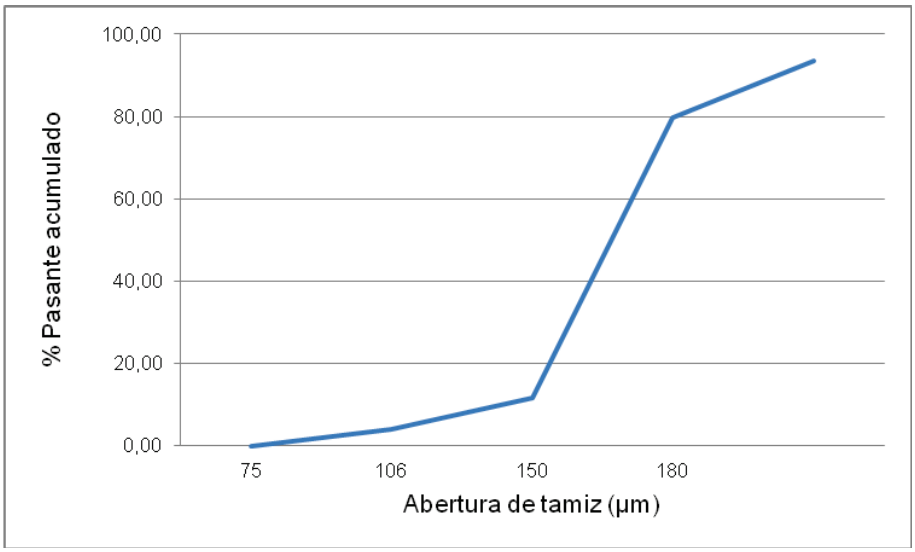


Figura 3.1. Perfil granulométrico de la harina de arroz

En la Figura 3.2., se presenta el perfil granulométrico de harina de trigo, se determinó que el 96.20% del peso de la harina de trigo tiene un tamaño menor a 180 micras y un 77,01% pasó por el tamiz No 100.

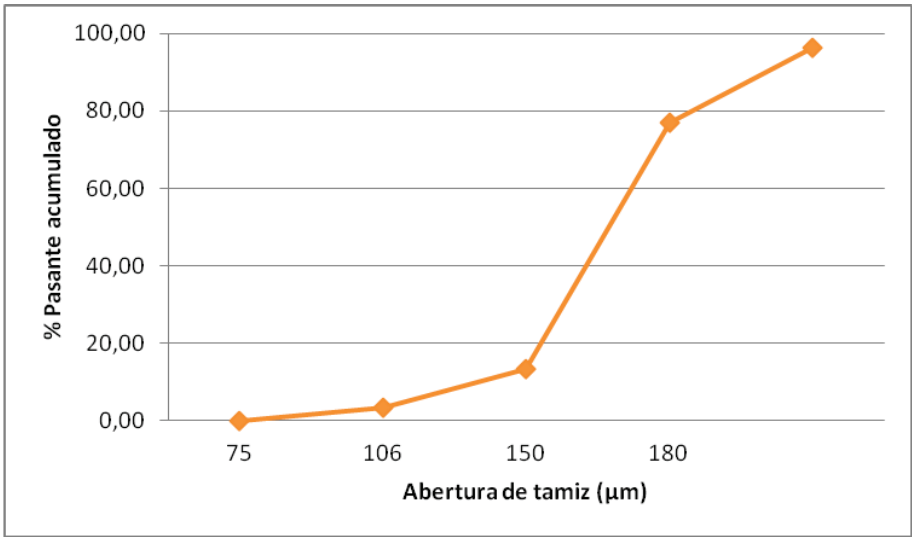


Figura 3.2. Perfil granulométrico de la harina de trigo

De los resultados mostrados en las figuras anteriores se concluye que este tipo de harinas están en la categoría de finas, debido a que su tamaño de partícula es menor a 212 micras (Sandoval, Fernández y Ayala, 2005, p. 77). En la Tabla AV.1. del ANEXO V, se presentan los datos experimentales de los pesos de harinas retenidos en cada tamiz.

Debido a que el perfil granulométrico de las harinas que se emplean como materia prima, para el desarrollo de alimentos para humanos y animales influye en las características del producto a obtener, a continuación se detallan algunos proyectos que proporcionan los resultados del tamaño de partícula y el uso que se les dio:

En la investigación que realizó Sandoval (2012), determinó que para la elaboración de panes con mezclas de harinas: trigo y cebada el tamaño de partícula debía fijarse en 105 micras, para obtener un producto de calidad (Sandoval, 2012 p. 125).

En otros proyectos como el que reportó Márquez (2007), el tamaño de partícula de la harina de cebada que se empleó para panificación fue la que presentó un tamaño de 200 micras (p 70). De igual forma Rodríguez, Lascano y Sandoval

(2012), para sustituir harina de trigo por harina de papa o quinua se utilizó una granulometría de harinas de 180 micras (pp. 200-201).

También, Surco y Alvarado (2010) reportaron que, el perfil granulométrico de harina de trigo y harina de sorgo para emplearlas en panificación, seleccionaron la que presentó una similitud de tamaño que fue la que se retuvo en el tamiz 80, es decir 180 micras (p. 22).

Por otro lado, para elaborar panes y pastas alimenticias con base de mezclas de harinas de cebada, maíz, quinua, trigo se estableció que es recomendable usar un tamaño de partícula de 105 micras (Lascano, 2010, p. 58). De igual forma Arroba (2011) evidenció que para la elaboración de pastas alimenticias precocidas y enriquecidas a partir de extracto vegetal de brócoli la molienda se realiza hasta que el 95 % de la harina pase por el tamiz No 70, es decir una abertura menor a 180 micras (p. 29).

Del mismo modo, Astaíza, Ruíz y Elizalde (2010) sugirieron, que la harina de quinua y harina zanahoria para aplicarlas en el enriquecimiento de pastas alimenticias se utilice molinos tipo disco hasta obtener harinas con una granulometría de 500 micras (p. 45).

A parte de estos trabajos se encontraron otros productos como hidrolizado enzimático de proteína de chocho en el que se determinó que el 76,87 % las partículas de hidrolizado pertenecen a harinas tipo fina debido a que poseen un tamaño menor a 300 micras (Simbaña, 2011, p. 43). Higinio (2011) elaboró una mezcla instantánea a base de arroz, cañihua, kiwicha para formular harinas con alto valor nutritivo y señaló que el tamaño de partirla a emplear fue la del tamiz Nº 18 (p. 26).

Pereira (2011) con el objetivo de elaborar leche de quinua, indicó que la quinua seca fue sometida a una molienda y después tamizada en la que se registró que un 91.98 % de las partículas de harina tiene un tamaño menor a 212 micras (p. 46).

Torres (2011), señaló que la granulometría para elaborar tés medicinales debe dar como resultado de la molienda polvos gruesos con un tamaño de partícula de 850 micras, debido a que el 81,40 % del material pasa por el tamiz No 10 (p. 65).

Por otra parte Peducassé (2003) mencionó en su artículo que el tamaño de partícula de harinas para el consumo de lechones destetados a los 21 días deberá estar entre 500 – 700 micras. Para evitar posibles lesiones en el intestino de los animales. Para evitar posibles lesiones en el intestino de los animales (p. 20).

De lo expuesto anteriormente, se puede concluir que es necesario establecer el tamaño de partículas para determinar ciertos aspectos como características de equipo, operaciones de elaboración, costos de producción, funcionalidad y calidad del producto final, En algunos productos interviene en el desenvolvimiento del animal, lesiones gastrointestinales, digestibilidad y eficiencia alimentaria

3.1.2 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA

En la Tabla 3.1. se exponen los resultados del análisis proximal que se realizó a las harinas. Se concluyó que en la harina de arroz los componentes mayoritarios fueron: carbohidratos, supera en un 6,40 % al contenido en la harina de trigo; fibra con 0,92 %, con un incremento del 15,2 % en relación al contenido que presenta la harina de trigo. Sin embargo, la composición de proteínas es superior con el 34,14 % en el trigo; el contenido de cenizas 0,68 %, supera en un 8,82 % a la harina de arroz. En general el contenido tuvo niveles aceptables al encontrarse dentro de los requisitos establecidos por la Norma INEN y el Reglamento Bromatológico para la harina de trigo y harina de arroz respectivamente 616:2006 (INEN, 2006, p. 3; IMPO, 2005, p. 164).

Tabla 3.1. Análisis proximal de harina de trigo y harina de arroz en base a 100 g de muestra

HARINAS	CARBOHIDRATOS %	HUMEDAD %	PROTEÍNA %	FIBRA %	GRASA %	CENIZAS %
Trigo	73,06	14	10,72	0,78	0,76	0,68
Arroz	78,06	12,5	7,06	0,92	0,84	0,62

Media ±DS; n=2

3.2 DETERMINACIÓN DE LA FORMULACIÓN DE HARINAS E INGREDIENTES PARA LA ELABORACIÓN DE MASA LAMINADA

3.2.1 ANÁLISIS DE FARINOGRAMA

Los resultados de los análisis de porcentaje de absorción de agua, tiempo de amasado y estabilidad de las mezclas de harinas de trigo-arroz y harina de trigo se presentan en la Tabla 3.2.

La composición de las mezclas de harinas fueron establecidas para el desarrollo de una masa no elástica y sin sabor a trigo (Reque, 2007, p. 13; Ferrera, 2009, p. 27).

Tabla 3.2. Resultados del % absorción de agua, tiempo amasado, estabilidad al amasado del análisis de farinograma de las mezclas de harinas de trigo-arroz y de trigo

MUESTRA trigo: arroz %	% ABSORCIÓN DE AGUA	AMASADO (min)	ESTABILIDAD (min)
Mezcla (60-40)	57,5	7,0	10
Mezcla (70-30)	56,2	6,5	13
Mezcla (80-20)	55,0	6,0	14
Harina (100)	64,6	4,5	16

Media ±DS; n=2

En la Tabla 3.2., se observa que existe una pérdida de absorción de agua directa en las mezclas, con referencia a la harina de trigo en el orden del 8 %.

Estos resultados podrían deberse a que la hidratación de una harina se encuentra vinculada al contenido de amilosa y amilopectina. La amilopectina representa tres cuartos del gránulo de almidón, ésta es una molécula ramificada. La amilosa es una molécula lineal, representa una cuarta parte en el almidón y es la responsable de la absorción de agua e influye en la retrogradación del almidón (Ferrera, 2009, p. 29).

Algunos trabajos realizaron un análisis de la absorción de agua en diferentes mezclas de harinas los que se detallan a continuación:

Según Lascano (2010), en un trabajo que realizó sobre el estudio reológico de mezclas de harinas de cereales, expuso que en el proceso de molienda de los granos de los cereales para la obtención de harina se produce un daño en el almidón, lo que podría provocar un incremento en la absorción de agua hasta tres veces más (p. 72).

El tamaño de los gránulos de almidón también pueden influenciar en la absorción de agua, a un tamaño menor de almidón mayor absorción (Lascano, 2010, p. 74), en efecto el diámetro de los gránulos de trigo se encuentra entre 20 y 38 µm, mientras que en el arroz su tamaño fluctúa entre 5 y 10 µm.

Surco y Alvarado (2010) señalaron que la presencia de polisacáridos feculentos (hemicelulosa, celulosa) en la harina incrementa la absorción de agua (p. 24), razón a la que podría deberse que el valor de la absorción de agua en la harina de trigo sea mayor que en las mezclas de harinas de trigo-arroz, como se puede observar en la Tabla 3.2.

Otro factor importante de acuerdo a Ruiz y Urabáez (2010), para que se incremente el porcentaje de absorción de agua en la harina es su contenido de

proteína, como es el caso de la harina de trigo (100 %) que no ha perdido su proteína (p. 52).

En una harina de trigo que se obtenga un valor de absorción de agua inferior al 55 % se considera como harina débil, debido a que no permitirá obtener una masa estable y elástica (Vásquez, 2009, p. 20).

Respecto al tiempo de amasado, se determinó que la mezcla 80 – 20 %, alcanzó un tiempo de 6,0 min, con un incremento del 7,6 % en relación a la mezcla 70 – 30 % y del 25 %, con referencia a la harina de trigo 100 % que obtuvo un tiempo de desarrollo de masa de 4,5 min.

Lascano (2010) señaló que una harina de trigo para que se le considere de buena calidad debe mantener un tiempo de desarrollo que fluctúe entre 4 y 5 min. Este tiempo también podría estar relacionado con la calidad de gluten o la velocidad de absorción de agua de las harinas (p. 75). Los valores de las mezclas de harinas reportados de este análisis se encuentran dentro de dicho parámetro.

Los resultados obtenidos del tiempo de estabilidad de las mezclas de harinas indicaron que la mezcla 80 – 20 % superó en un 7,4 % a la estabilidad de la mezcla 70 – 30 % y ésta alcanzó una tolerancia al amasado de 13 min, con un incremento del 23 % en relación a la mezcla 60 – 40 %. La harina de trigo 100 %, evidenció que alcanzó una estabilidad de 16 min, superando a la mezcla 80 – 20 %, con un 12,5 %, a la mezcla 70 – 30 % con el 18,7 % y a la mezcla 60 – 40 % con el 37,5 %.

Estos resultados indican que a menor sustitución de harina de trigo se obtiene mayor estabilidad debido a la presencia de las proteínas (gliadina y glutenina) en la harina de trigo para formar la estructura del gluten, mientras que en la harina de arroz la mayor fracción de proteína es la glutelina (Ferrera, 2009, p. 33).

Pineda (2013) consideró harinas fuertes cuando su valor es mayor a los 7 min (p. 54). Sin embargo, para la elaboración de pastas se requiere obtener una

mezcla de harinas con una estabilidad superior a los 12 min (Lascano, 2010, p. 80).

3.2.2 ANÁLISIS DE EXTENSOGRAMA

En la Tabla 3.3. se presentan los resultados del análisis de extensograma de las mezclas de harinas trigo-arroz y de trigo 100 %.

Tabla 3.3. Extensibilidad (mm), resistencia (U.B.) de las mezclas de harinas y harina de trigo

MUESTRA (trigo:arroz) %	EXTENSIBILIDAD (mm)	RESISTENCIA (U.B.)
Mezcla (60-40)	80	470
Mezcla (70-30)	82	550
Mezcla (80-20)	85	600
Harina de trigo (100)	130	850

Media ±DS; n=2 U.B. = Unidades Brabender

Los datos indican que la extensibilidad de la mezcla 80 – 20 % es superior con el 3,50 % a la mezcla 70 – 30 % y esta a su vez supera a la mezcla 60 – 40 % con el 2,40 %. En tanto que la harina de trigo 100 %, alcanzó una extensibilidad de 130 mm, con un incremento del 36,90 % con respecto a la mezcla 70- 30 % y del 38,46 % superando a la mezcla 60 – 40 %. Esto ilustra que a mayor contenido de proteínas (gliadina y glutelina) que forman el gluten la masa tendrá mayor extensibilidad y al estar diluida la proteína en la harina de arroz su extensibilidad se reduce. (Pineda, 2013, p. 51)

Estos resultados podría deberse al contenido de almidón dañado, debido a que este puede influir en las características reológicas de la masa volviéndola menos extensible, también esta variación puede darse por efecto de la disminución del contenido de proteína de trigo (Lascano, 2010, p. 87).

En cuanto tiene que ver con la resistencia que presenta las masas cuando se aplica una fuerza, se puede observar que la mezcla 70 – 30 %, muestra un valor del 14,50 % respecto a la mezcla 60 – 40 %, también mezcla 80 – 20 % revelan una resistencia del 8,33 % en comparación a la mezcla 70 – 30 %. La harina de trigo 100 % registró una resistencia que supera a la mezcla 60 – 40 % con el 44,70 % y 35,29 % respecto a la mezcla 70 – 30 %.

Investigaciones realizadas sobre las propiedades de farinograma en masas de harinas para elaborar pastas y pan señalan diferencias en sus parámetros, Jara (2006), determinó que los porcentajes óptimos de mezcla para pastas a base de harina de quinua y harina arroz fue 50:50, debido a que en dichas proporciones permitió obtener mayor resistencia y mantuvo su forma la masa (p. 25).

En general, de acuerdo a los análisis señalados por diferentes autores (Mínguez, 2012, p. 28; Álvarez, 2011, p. 84), reportaron que los parámetros de extensibilidad y resistencia disminuyen cuando se incrementa la absorción de agua en las masas, debido a que los gránulos de almidón son pequeños y permiten mayor absorción en la mezcla de harinas.

Con los resultados reológicos obtenidos y tomando en cuenta lo anterior expuesto para realizar la selección de la mezcla de harinas más adecuada para elaborar la masa laminada se analizó los siguientes criterios:

- Absorción de agua, la mezcla 80 – 20 % que presentó menor absorción debido a que una mayor absorción de agua podrían indicar presencia de almidón dañado, la relación de amilosa/amilopectina afectan las propiedades reológicas de la masa y se obtendría un producto de baja calidad. En el caso de la mezclas con mayor contenido de harina de arroz su hidratación es mayor.

- El tiempo de desarrollo de la mezcla, el cual se encuentra dentro del parámetro mencionado por Lascano (2010, p. 84) para considérala como una harina moldeable fue de 6 min.

- La estabilidad al amasado de la mezcla de harinas trigo-arroz 80 – 20 % presentó un tiempo de 14 min. lo que indica que es una masa fuerte estructuralmente y permitirá realizar el moldeo.

- Extensibilidad y resistencia al amasado, a medida que la sustitución de harina arroz por la harina de trigo se incrementa disminuyeron los dos parámetros y como consecuencia del bajo contenido de gluten.

Por lo arriba descrito, se concluyó que la mezcla más adecuada fue la que tenía una composición de 80 % harina de trigo y 20 % harina de arroz.

3.3 DETERMINACIÓN DE LA TECNOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA MASA LAMINADA

Con los resultados obtenidos en los análisis reológicos de las mezclas de harinas acápite 3.2, y corroborando los datos presentados en la Tabla 2.2. y el acápite 2.4. se procedió a elaborar la masa laminada de humedad intermedia.

A las láminas elaboradas se les determinó el contenido de humedad (23,04 %), actividad de agua 0,88 el producto fue envasado en unidades en bolsas de polietileno de alta densidad y se almacenó a temperatura ambiente y refrigeración.

3.3.1 MASAS LAMINADAS COMO PRODUCTO DE HUMEDAD INTERMEDIA

El producto desarrollado es un alimento de masa húmeda de consumo intermedio, para su conservación se estudiaron los siguientes factores combinados:

- Conservante, se utilizó propionato de calcio, a dos concentraciones, se espera prevenir el desarrollo de hongos en las láminas, por el desequilibrio

interno que produce este tipo de sales en sus células. Durante el tiempo de almacenamiento no se observó cambios, ni desarrollo de microorganismos a las concentraciones de 0,15 y 0,23 %.

- pH, la concentración de acido acético en la masa lamida de humedad intermedia, tiene doble funcionalidad. Saborizante, eliminar el sabor característico del trigo. Conservante, su uso disminuye la propagación de bacterias y levaduras al cambiar el pH del medio acuoso en que se desarrollan (Cubero, 2002, p. 102). El producto presentó un pH inicial de 4,9 y se incrementó hasta 5,1 durante los 30 días de almacenamiento, a las dos condicione utilizadas 6 y 7 %.

- La sal cumple diferentes funciones en la masa como son; efecto bactericida, fortalece el gluten, su ausencia da como resultado una masa pegajosa, blanda poco manejable debido, a que las enzimas proteolíticas degradan a las proteínas que forman el gluten además, resalta el sabor en el producto (Boatella, Codony y López, 2004, pp. 93-94).

- Deshidratación, al reducir la cantidad de agua libre disponible en las láminas, se disminuye el crecimiento de microorganismos, su contenido será insuficiente y evitará la proliferación de bacterias, mohos, y levaduras. Las láminas fueron sometidas a tres condiciones de temperatura 50, 70 y 90 ºC por 6 min. Se registro una caída de humedades del 28 %, 25 % y 23,04 %, respectivamente.

- Envase, se seleccionó un envase que tenga características como protección del producto, impedir perdida de sabor, con permeabilidad al agua, 25 ºC de 10^{-13} cm^3. cm cm^{-2} s^{-1} Pa^{-1} y al oxígeno de 10^{-13} cm^3. cm cm^{-2} s^{-1} Pa^{-1}.

A las temperaturas de deshidratación de 50 y 70 ºC se observó condensación de agua, mientras que con la temperatura de 90 ºC no se evidenció esta condensación, por lo que el tratamiento térmico de 90 ºC previo al envasado fue el

adecuado. En la Figura 3.3., se detalla el procedimiento para la obtención de la masa laminada.

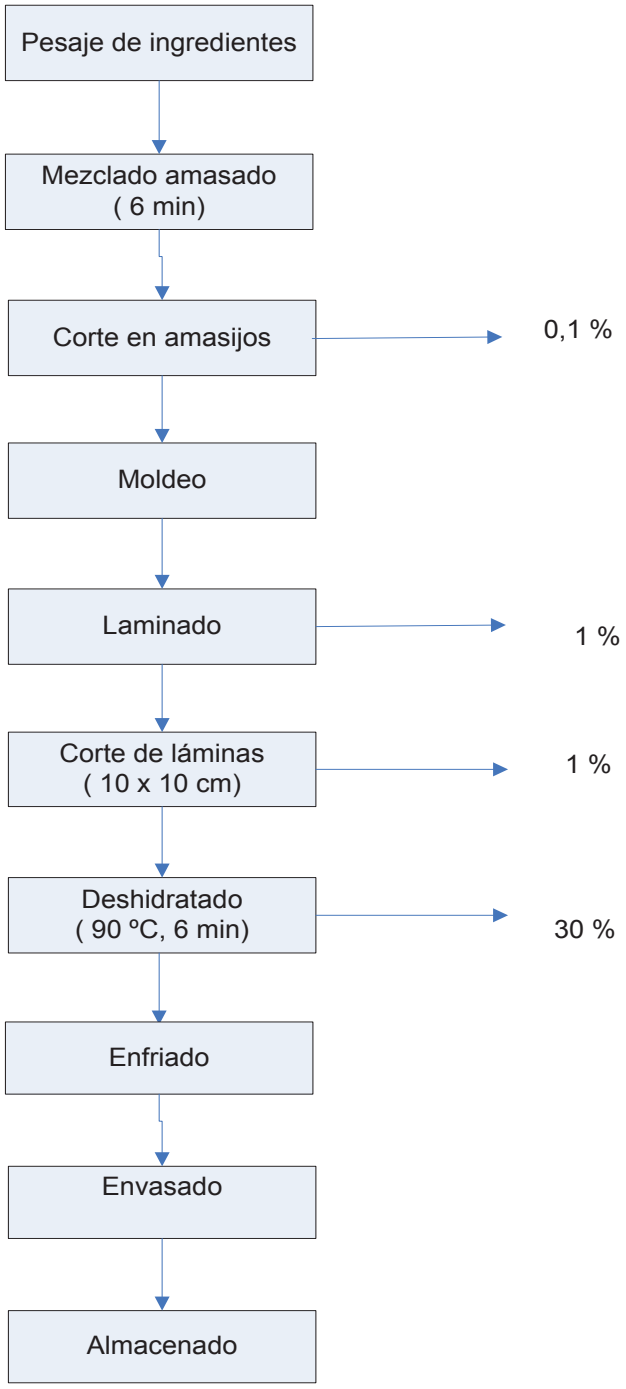


Figura 3.3. Diagrama de flujo de la elaboración de una masa laminada

3.4 EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO SOMETIDO A FRITURA

Los atributos evaluados en el análisis de aceptabilidad fueron color, apariencia, crocancia y sabor de las diferentes muestras, por medio de una escala hedónica de 5 puntos que van desde me gusta muchísimo a me disgusta muchísimo.

En la Tabla 3.4. se indican los resultados en base al análisis estadístico que se obtuvieron de las medias de las 8 formulaciones, además se indican cuales son los atributos organolépticos que presentaron diferencias estadísticas significativas; es decir valores seguidos de letras diferentes (A y B) existe diferencia; valores seguidos de letras iguales no fueron significativamente diferentes a un nivel de confianza del 95 %.

Tabla 3.4. Análisis de aceptabilidad de los atributos de las diferentes formulaciones sometidas a fritura

FORMULACIÓN	COLOR	APARIENCIA	CROCANCIA	SABOR
h.t h.a X xx s ■ ■■ v * ** p.c a				
1x* ■■	2,5 A	2,5 A	3 A	1,5 A
2xx** ■	3 A	2,5 A	3 A	1,5 A
3x** ■■	3 A	2,5 A	3 A	1,5 A
4xx** ■■	4 A	2 A	3 A	5 B
5xx* ■■	3 A	3 A	2,5 A	2,5 A
6x** ■	3 A	2,5 A	2 A	2,5 AB
7x* ■	3 A	2,5 A	2 A	1 A
8xx* ■	2,5 A	3 A	2,5 A	1,5 A

n=32panelistas

h. t = harina de trigo{80%}

h. a = harina de arroz{20%}

v = vinagre $\begin{cases} ■ = 6\% \\ ■■ = 7\% \end{cases}$

s = sal $\begin{cases} x = 1{,}90\% \\ xx = 2{,}50\% \end{cases}$

p. c = propionatodecalcio $\begin{cases} * = 0{,}15\% \\ ** = 0{,}23\% \end{cases}$

a = agua {55%}

El análisis de varianza sobre el parámetro de color indica que no existen diferencias significativas entre las medias de las 8 formulaciones. Al analizar Figura 3.4. de medias, se observa una ligera variación en la formulación 4; sin embargo, esta variación no influye significativamente, debido a que el análisis reportó valores p mayores a 0,05.

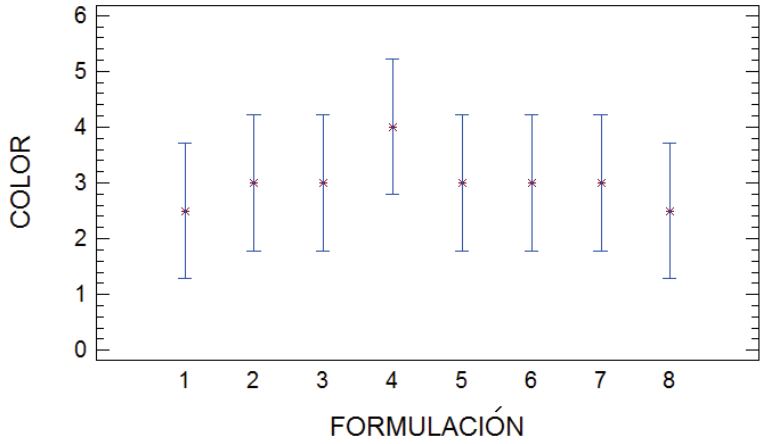


Figura 3.4. Medias del parámetro de color de las 8 formulaciones

El análisis estadístico que se realizó para el atributo de apariencia se muestra en la Figura 3.5. el cual señala que el valor p es mayor a 0,05 de significancia, que se interpreta que no hay diferencia estadística entre las 8 formulaciones, con un nivel de confianza del 95%.

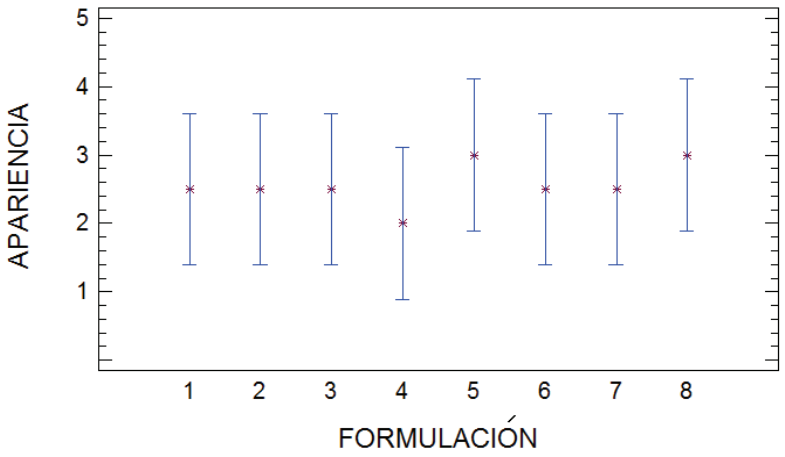


Figura 3.5. Medias del parámetro de apariencia de las 8 formulaciones

El análisis de varianza que se realizó para el atributo de crocancia de las 8 formulaciones, indicó que no existen diferencias notables entre sus medias ya que presentan un valor p mayor a 0,05, lo que significa que estadísticamente no se determinó semejanzas (Figura 3.6).

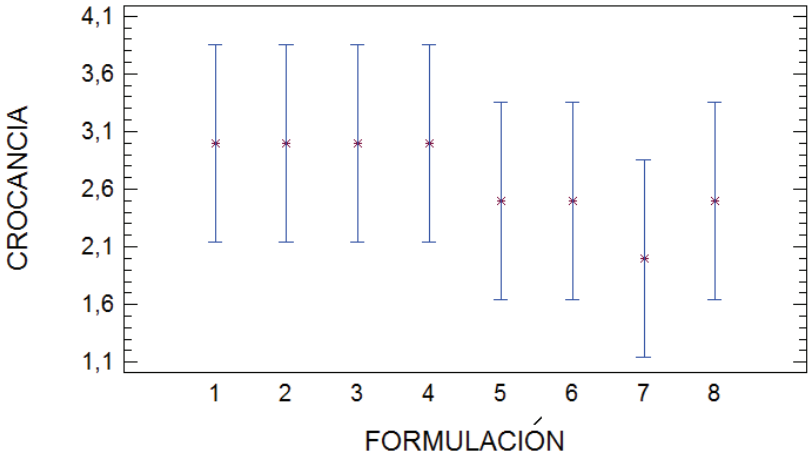


Figura 3.6. Medias del parámetro de crocancia de las 8 formulaciones

Estos resultados indican que las variaciones de las proporciones de vinagre, sal, propionato de calcio que se utilizó para elaborar las formulaciones, no influyen de forma significativa sobre el color, apariencia y crocancia en las láminas sometidas al análisis de aceptabilidad, debido a que no se obtuvieron diferencias significativas.

Respecto a los atributos de color, apariencia y crocancia de las láminas que se analizó, los resultados señalan que los panelistas otorgaron una calificación que corresponde a las categorías: “Me gusta un poco”, “Ni me gusta, ni me disgusta” y “Me disgusta un poco”. Con base a estas respuestas se concluyó que estos atributos no influyen significativamente para seleccionar la formulación de mayor aceptabilidad.

En la Figura 3.7. se representa el análisis de varianza para el atributo de sabor, en cual se refleja que existe diferencia entre las medias de las formulaciones, debido a que se obtuvo un valor p de 0,0026.

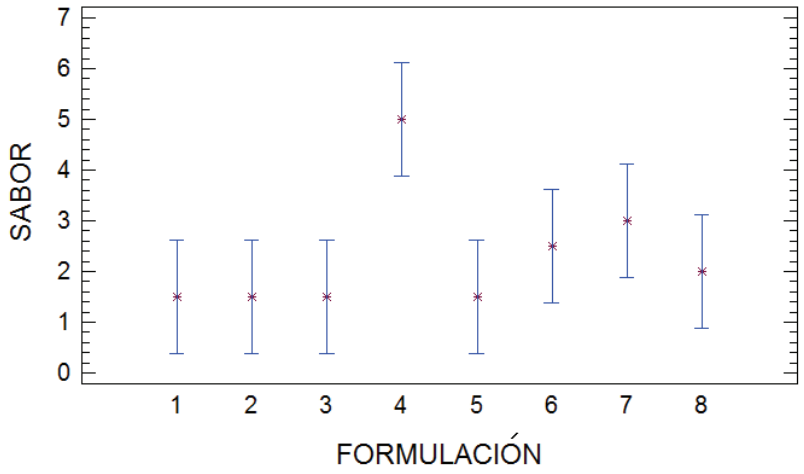


Figura 3.7. Medias del parámetro de sabor de las 8 formulaciones

Para determinar las formulaciones que diferían, se aplicó la prueba de significancia de Tukey al 95 %.

Dicha prueba reportó que la formulación F_4 (2,50 % de sal, 0,23 % de propionato de calcio, 7,00 % de vinagre, 80,00 % de harina de trigo, 20,00 % de harina de arroz, 55,00 % de agua) (B) fue significativamente más aceptada con respecto a las 7 formulaciones restantes, como se indica en la Tabla 3.4., por lo que se les asignó letras diferentes.

Las formulaciones F_1 (1,90 % de sal, 0,15 % de propionato de calcio, 7,00 % de vinagre, 80,00 % de harina de trigo, 20,00% de harina de arroz, 55,00 % de agua), F_2 (2,50 % de sal, 0,23 % de propionato de calcio, 6,00 % de vinagre, 80,00 % de harina de trigo, 20,00 % de harina de arroz, 55,00 % de agua), F_3 (1,90 % de sal, 0,23 % de propionato de calcio, 6,00 % de vinagre, 80,00 % de harina de trigo, 20,00 % de harina de arroz, 55,00 % de agua), F_5 (2,50 % de sal, 0,15 % de propionato de calcio, 7,00 % de vinagre, 80,00 % de harina de trigo, 20,00 % de harina de arroz, 55,00 % de agua), F_7 (1,90 % de sal, 0,15 % de propionato de calcio, 6,00 % de vinagre, 80,00 % de harina de trigo, 20,00 % de harina de arroz, 55,00 % de agua) y F_8 (2,50 % de sal, 0,15 % de propionato de calcio, 6,00 % de vinagre, 80,00 % de harina de trigo, 20,00 % de harina de arroz,

55,00 % de agua), se las identificó con la misma letra (A), para señalar que no alcanzó diferencias significativas al 95 % de confianza.

A la formulación F_6 (1,90 % de sal, 0,23 % de propionato de calcio, 6,00 % de vinagre, 80,00 % de harina de trigo, 20,00 % de harina de arroz, 55,00 % de agua) se le asignó las letras AB, ya que no se determinó un efecto significativo respecto a las otras formulaciones.

Al procesar los comentarios realizados por los panelistas se obtuvo que al 81% les agradó el sabor de muestra F_4 (2,50 % de sal, 0,23 % de propionato de calcio, 7,00 % de vinagre, 80,00 % de harina de trigo, 20,00 % de harina de arroz, 55,00 % de agua) y esto se refleja en la escala hedónica de 5 puntos que ubicó a este atributo en la categoría “Me gusta mucho” y “Me gusta muchísimo”. El 19 % de los panelistas situó al sabor en las categorías “Me disgusta un poco” y “No me gusta, ni me disgusta”.

Con base en los resultados reportados en este análisis se consideró que el atributo de sabor era el que mayor influencia tenía para los panelistas y se seleccionó la formulación F_4 cuya composición es: 2,50 % de sal, 0,23% de propionato de calcio y 7,00 % de vinagre.

3.5 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA MASA LAMINADA ENVASADA EN BOLSAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

Las láminas crudas se envasaron en bolsas de polietileno de alta densidad, por ser un material que presenta características adecuadas como: no permitir migración de olores y sustancias del material hacia el producto, resistente a impactos, útil a temperaturas que oscilan entre – 40 y 120 ºC, bajo peso (German, 2013, p. 11).

El producto envasado se almacenó a temperaturas ambiente y refrigeración por un período de 30 días. Se midió la evolución de los parámetros acidez, actividad de agua (a_w) y color a los 0, 10, 20 y 30 días.

El análisis microbiológico se realizó a los días 0, 15 y 30 con las muestras almacenadas a las dos temperaturas ambiente y refrigeración.

3.5.1 ACIDEZ TITULABLE DE LAS LÁMINAS FRESCAS

El Reglamento Sanitario de los alimentos Nº 977/96 (2010) indica que el límite máximo permitido respecto a la acidez titulable para masas preparadas a partir de harinas es de 0,25 % de ácido sulfúrico.

En la Tabla 3.5., se presentan los resultados obtenidos de las mediciones de la acidez titulable de las láminas almacenadas a diferentes temperaturas durante 30 días.

Tabla 3.5. Acidez titulable* de las láminas empacadas en bolsas de polietileno de alta densidad, almacenadas a diferentes temperaturas

	ACIDEZ (%)	
TIEMPO (días)	**20 º C**	**4º C**
0	0,014±0,01	0,014±0,01
10	0,020±0,01	0,022±0,01
20	0,022±0,01	0,022±0,01
30	0,031±0,01	0,025±0,01

*Expresada en ácido sulfúrico
Media ±DS; n=3

Como se observa en la Tabla 3.5.,la acidez del producto varía respecto a los días de almacenamiento.

En las láminas envasadas en bolsas de polietileno de alta densidad, que se encontraban a temperatura ambiente, la acidez titulable se incrementó en un 30,0 % al día 10 y un 54,8 % a los 30 días, respecto al día cero.

La acidez titulable de las láminas almacenadas a temperatura de refrigeración aumentó en un 36,3 % al día 10 y el producto almacenado al día 30 se incrementó en un 44,0 %, respecto al día cero del ensayo.

Con estos resultados se realizó un análisis de varianza, que determinó que esta variable es estadísticamente significativa debido al valor-p menor a 0,05, con un nivel de confianza del 95 %. En la Figura 3.8., se muestra el gráfico de medias de la variación de la acidez en función el tiempo de almacenamiento.

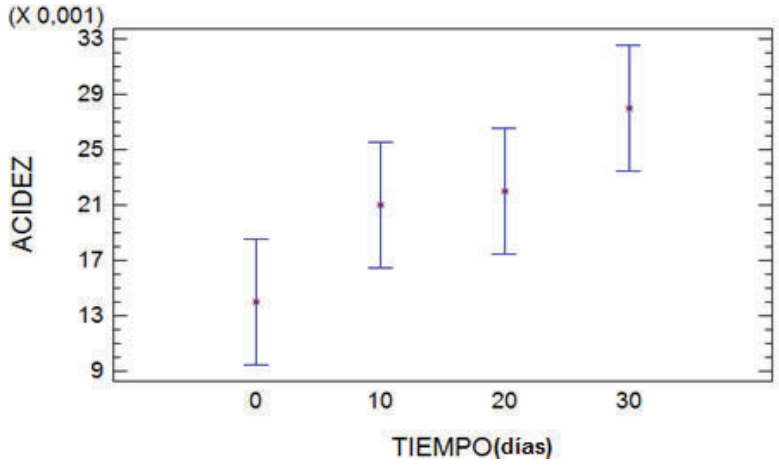
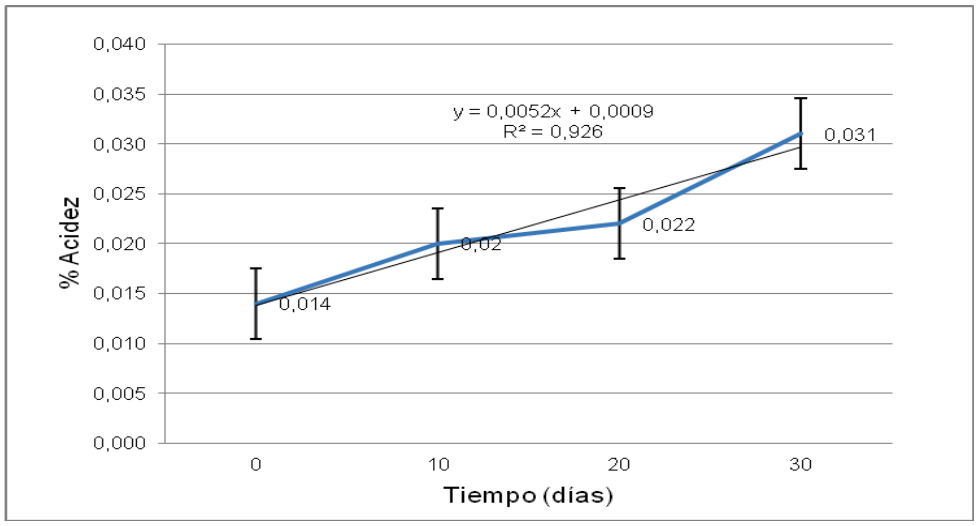


Figura 3.8. Medias de la variación de la acidez del producto durante el tiempo de almacenamiento

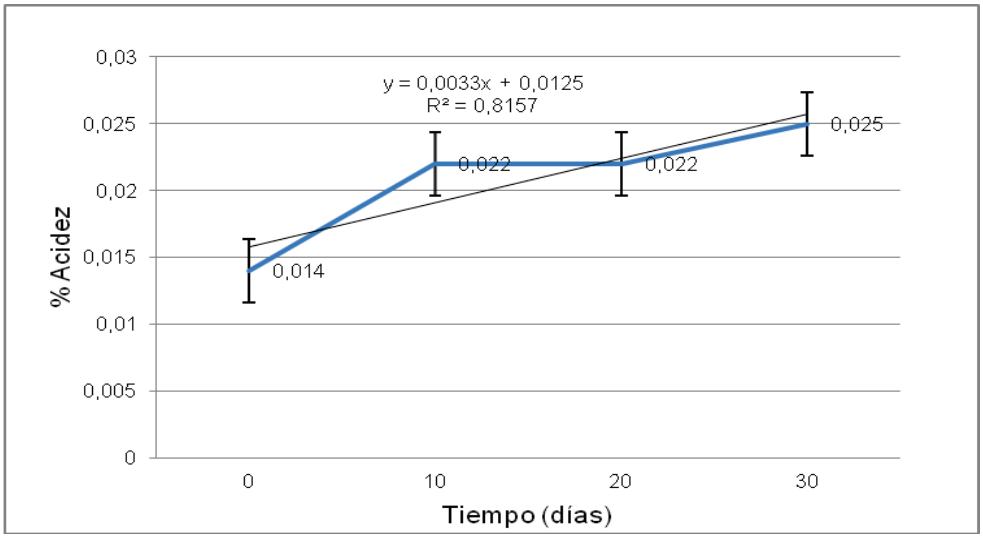
Con base en este análisis y tomando como referencia que el valor máximo de acidez de las láminas es de 0,25 %, se elaboraron gráficas de la acidez en función del tiempo de almacenamiento a las dos temperaturas.

En las Figuras 3.9. se muestran los gráficas de la evolución de la acidez almacenadas a 20 y 4 ºC.

Se determinó que la vida útil del de las láminas crudas, empacadas en bolsas de polietileno de alta densidad y almacenadas a 20 ºC, alcanzó el valor máximo de acidez titulable (0,25 %), a los 46 días; mientras que, las almacenadas a 4 ºC tuvieron mayor tiempo de vida útil, que llegó a los 71 días, con lo que se deduce que la temperatura influye en el tiempo de vida de las láminas, esto debido a que a temperatura de refrigeración detiene las reacciones que deterioran al producto almacenado.



(a)



(b)

Figura 3.9. Acidez del producto almacenado a 20 ºC (a) y 4 ºC (b)

Con la ecuación de las Figuras 3.9. se determinó el tiempo requerido para alcanzar la acidez permitida para el consumo de este tipo de producto, como se señala en el Anexo VI.

3.5.2 ACTIVIDAD DE AGUA DE LAS LÁMINAS FRESCAS

En la Tabla 3.6., se muestran los valores obtenidos de actividad de agua de las láminas almacenadas a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración en bolsas de polietileno de alta densidad, durante 30 días.

Tabla 3.6. Actividad de agua de las láminas empacadas en bolsas de polietileno de alta densidad, almacenadas a diferentes temperaturas

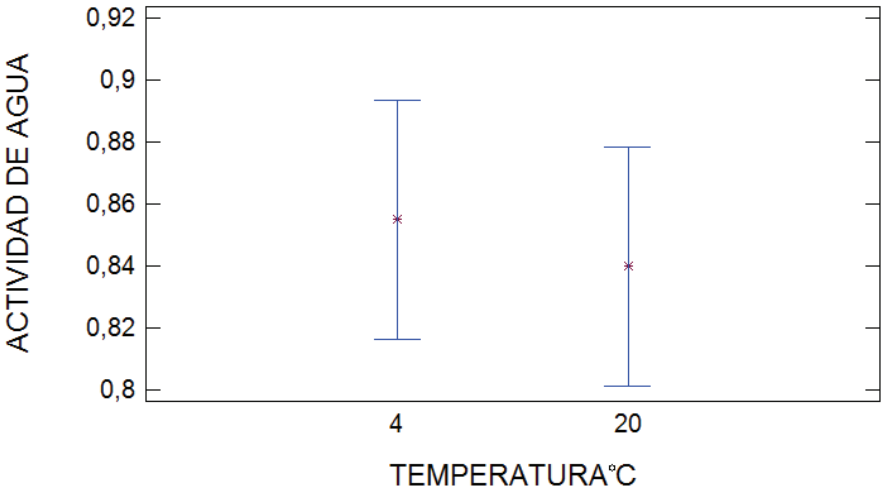
TIEMPO (días)	TEMPERATURA	
	20 º C	4 º C
0	0,88±0,01	0,88±0,01
10	0,84±0,01	0,86±0,01
20	0,80±0,00	0,85±0,01
30	0,76±0,01	0,83±0,00

*Media ±DS; n=3

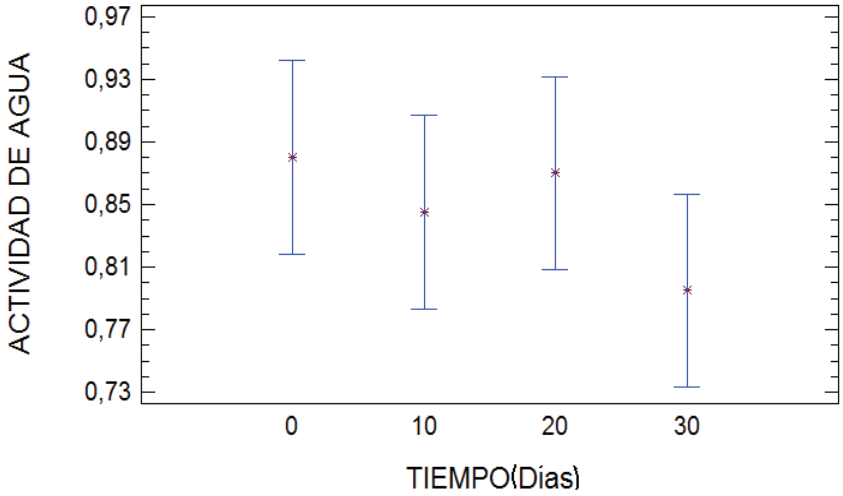
En el período de almacenamiento la a_w de las láminas a temperatura ambiente decrece 4,50 % al día 10 y en 13,69 % hasta el día 30. Las láminas almacenadas a temperatura de refrigeración también evidenciaron un descenso de la actividad de a_w, sin embargo esta variación es menor, del día 0 al día 10 decreció en un 2,20 %, y hasta el día 30 se evidencia un descenso del 5,60 %.

El análisis de varianza reportó que el tiempo y temperatura no influyó sobre la actividad de agua, debido a que poseen un valor-p mayor a 0,05.

En la Figura 3.10., se muestra la evolución de las medias de la actividad de agua en función de la temperatura y tiempo de almacenamiento.



(a)



(b)

Figura 3.10. Medias de la a_w de la lámina respecto a la temperatura (a) y tiempo (b) de almacenamiento

3.5.3 COLOR DE LAS LÁMINAS FRESCAS

En la Tabla 3.7., se indica los valores de los parámetros de color que son ***a*** (-a: verde, +a: rojo), ***b*** (-b: azul, +b amarillo) y ***L*** (luminosidad) que se registraron de las láminas crudas almacenadas a temperatura ambiente a los 0, 10, 20 y 30 días. Con respecto a los parámetros ***a*** y ***b***, los el color se encuentra en el cuadrante –a: +b y con respecto al parámetro ***L*** muestra que su luminosidad con tendencia al color blanco.

Tabla 3.7. Mediciones del color de las láminas almacenadas a temperatura ambiente

TIEMPO (días)	TEMPERATURA AMBIENTE		
	L	a	b
0	78,20 ±0,00	-2,70±0,00	36,00 ±0,01
10	84,24 ±0,02	-3,27 ±0,04	34,63 ±0,00
20	82,79 ±0,00	-4,70±0,00	32,75±0,03
30	82,90 ±0,01	-4,60 ±0,01	32,34 ±0,05

Media ±DS; n=3 L = (luminosidad) a= (-a: verde, +a: rojo) b= (-b: azul, +b amarillo)

Durante el período de almacenamiento, las láminas incrementaron su luminosidad, en un 5,6 % desde al día 0 al día 30. Respecto al parámetro ***a***, se puede observar que disminuyó en un 41,30 % a los 30 días. El parámetro ***b*** tuvo un descenso del 10,16 % desde el inicio del almacenamiento hasta finalizar el período.

Las lecturas de las láminas almacenadas a temperatura de refrigeración se muestran en la Tabla 3.8., las cuales señalan que el producto se encuentra en el cuadrante –a: +b, lo que indica que las láminas al día 0, 10, 20 y 30 exhiben una tonalidad clara brillante.

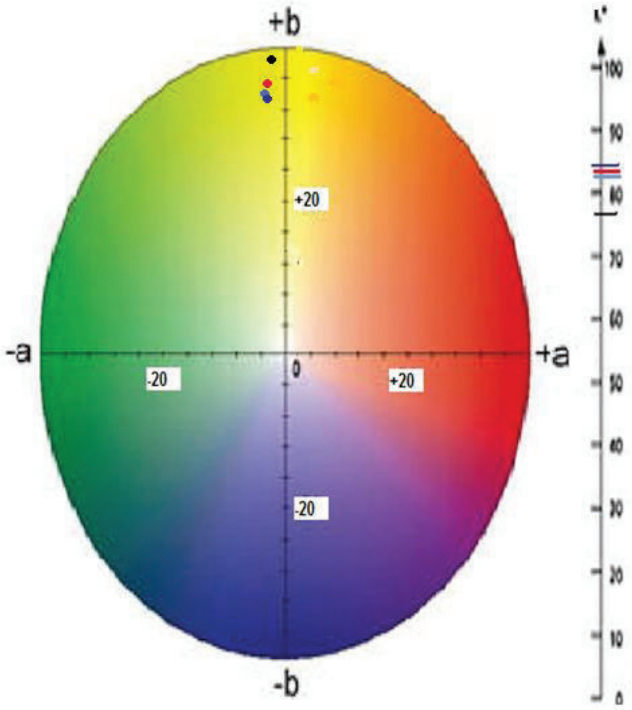
Tabla 3.8. Mediciones del color de las láminas almacenadas a temperatura de refrigeración

TIEMPO (días)	TEMPERATURA REFRIGERACIÓN		
	L	a	b
0	79,67 ±0,02	-2,78±0,02	36,00±0,00
10	80,80 ±0,00	-3,63±0,00	34,63±0,05
20	82,12±0,02	-4,60±0,01	32,75±0,04
30	81,80±0,01	-4,58±0,03	32,34±0,00

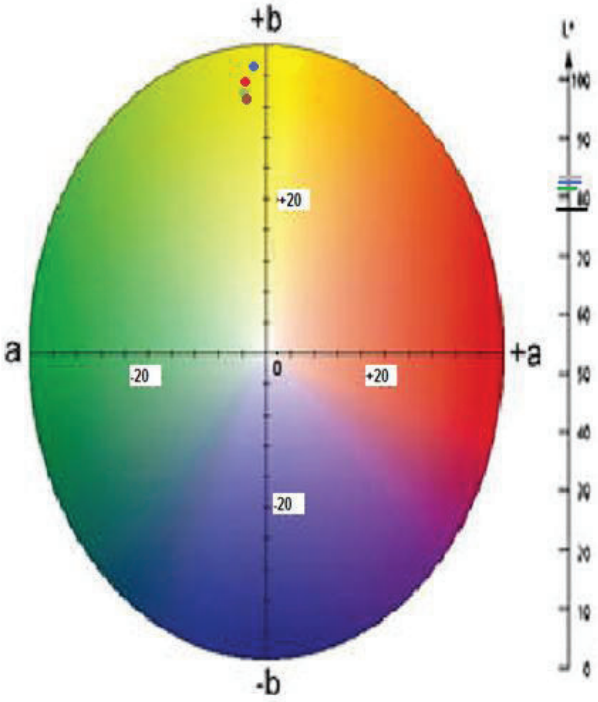
Media ±DS; n=3 L (luminosidad) a= (-a: verde, +a: rojo) b= (-b: azul, +b amarillo)

Durante el período de almacenamiento, las láminas incrementaron su luminosidad, en un 2,60 % desde al día 0 al día 30. Respecto al parámetro ***a***, se puede observar que disminuyó en un 39,30 % a los 30 días. El parámetro ***b*** tuvo un descenso del 10,16 % desde el inicio del almacenamiento hasta finalizar el período.

En la Figura 3.11., se indica la cartilla cromática y la escala ***L***, con los resultados de cada parámetro (***a***, ***b***, ***L***) que se realizó a las láminas almacenadas a las dos condiciones de temperatura.



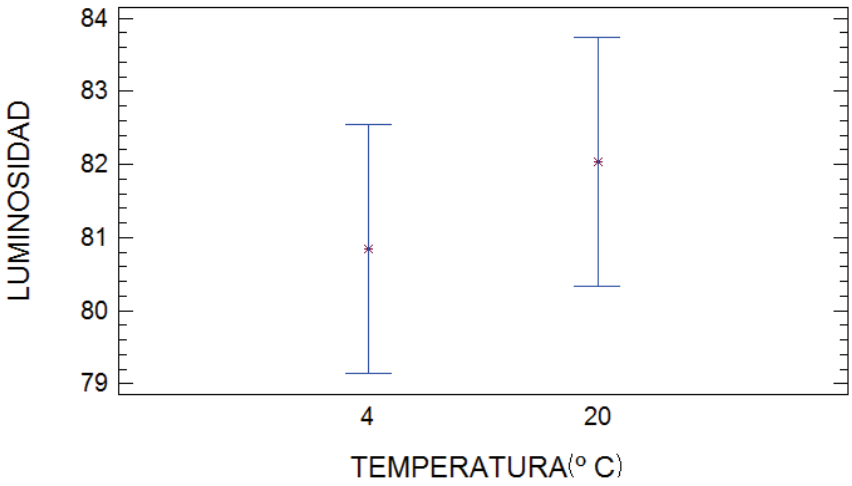
(a)



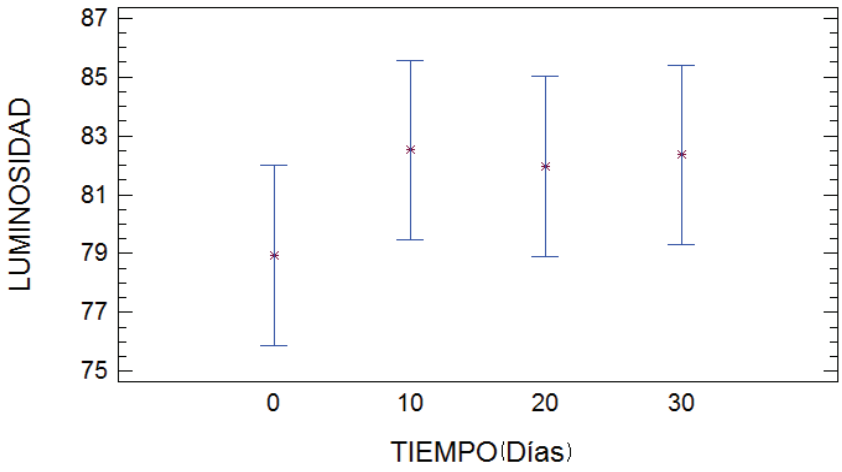
(b)

Figura 3.11. Localización en la cartilla cromática y escala L (luminosidad) de las láminas almacenadas a 20 ºC (a) y 4 ºC (b)

El análisis de varianza indica que la temperatura y el tiempo de almacenamiento respecto al parámetro de luminosidad (***L***) de las láminas crudas, no tienen influencia significativa, debido, a que obtuvo un valor estadístico superior a 0,05 con un nivel de confianza del 95 %. En la Figura 3.12., se muestra las medias de la luminosidad de las láminas a diferentes temperaturas y tiempos de almacenamiento.



(a)



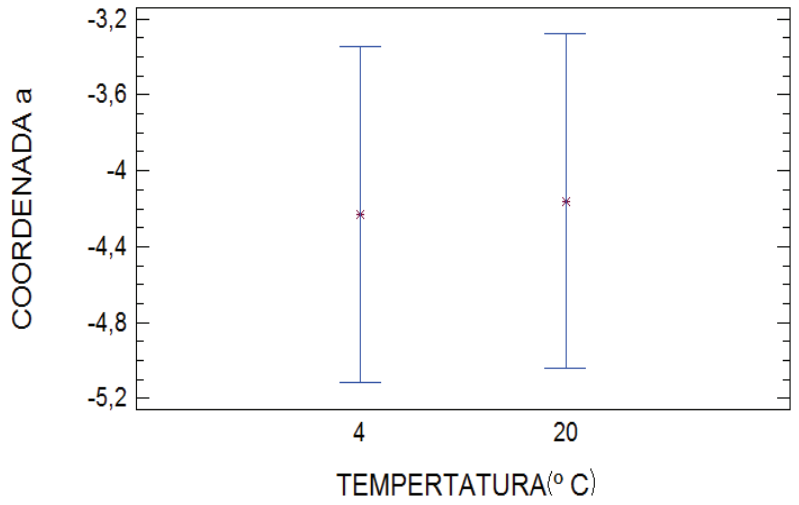
(b)

Figura 3.12. Medias de Luminosidad del color respecto a la temperatura (a) y tiempo (b) de almacenamiento

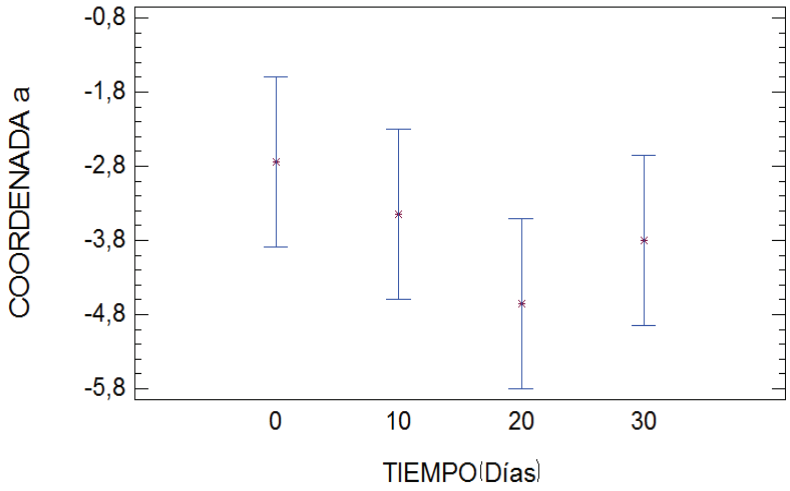
En estudio sobre el parámetro ***L*** en la corteza de pan con harina al 100 % de trigo, señaló que el producto se encontraba con una tendencia hacia el eje de mayor luminosidad (Ruíz y Urbáez, p. 116).

Pineda (2013), realizó dos formulaciones para elaborar pan cuyas formulaciones fueron: F_1 harina de trigo al 100 %, F_2 80 % harina de trigo y 20 % harina de malanga, los resultados reportaron que al incrementar el contenido de harina de malanga su luminosidad era mayor, lo que podría deberse a que a menor contenido de alfa-milasa produce una menor luminosidad (p. 58).

Del análisis de varianza correspondiente a la coordenada ***a*** durante los 30 días de almacenamiento, se determinó que temperatura y tiempo de almacenamiento no influyen en los cambios de este parámetro, debido a que se obtuvo un valor-p mayor al 0,05, con un nivel de confianza del 95 %. El gráfico de medias de la coordenada *a* respecto al tiempo de almacenamiento se encuentra en la Figura 3.13.



(a)



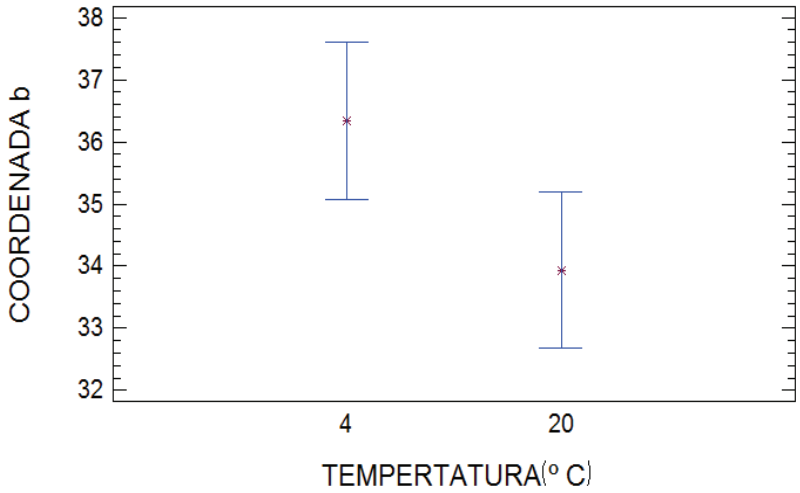
(b)

Figura 3.13. Medias de la coordenada ***a*** respecto a la temperatura (a) y tiempo de almacenamiento (b)

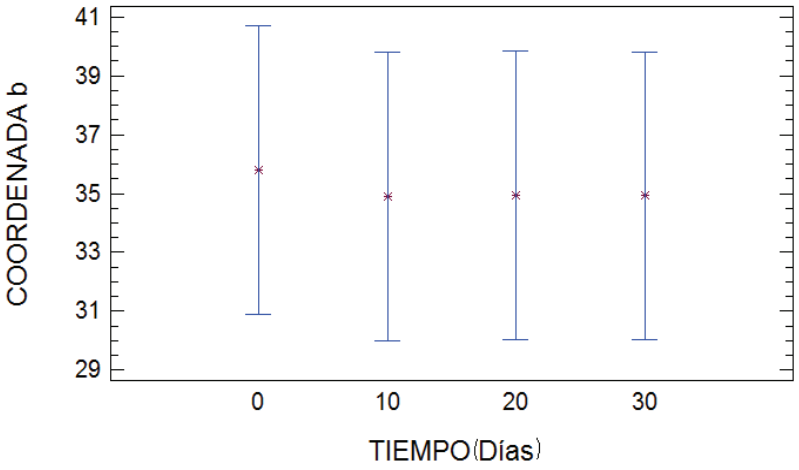
En las Tablas 3.7. y 3.8. se indican los valores obtenidos de la coordenada ***b*** de las láminas crudas a los días 0, 10, 20, 30 almacenadas a diferentes temperaturas.

Los resultados del análisis estadístico determinaron que la temperatura y el tiempo durante el almacenamiento no influyen en la variación de los valores de la coordenada ***b*** del producto.

En la Figura 3.14., se muestra la variación de la coordenada ***b***, respecto a la temperatura y tiempo de almacenamiento.



(a)



(b)

Figura 3.14. Medias de la coordenada ***b*** respecto a la temperatura (a) y tiempo de almacenamiento (b)

3.5.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS LÁMINAS FRESCAS

En las láminas elaboradas y almacenadas a las dos condiciones de temperatura en los días 0, 15 y 30 se efectuaron análisis microbiológicos para determinar su calidad.

Los resultados del análisis microbiológico de Mohos, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereu*, Salmonella sp., constan en la Tabla 3.9. y 3.10., respectivamente. La norma técnica de referencia que se utilizó fue RMNº1020-2010 la cual establece los niveles mínimos y máximos microbiológicos para productos elaborados a base de harinas, con o sin relleno y almacenadas en refrigeración.

Tabla 3.9. Resultados de los análisis microbiológico de las láminas almacenadas a 0, 15 y 30 días a 20 ºC

TIEMPO (días)	PARÁMETRO	UNIDAD	TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO	LÍMITE/g	
			20 ºC	m	M
0	Mohos	ufc/g	< 10	10^2	10^3
	E.coli	ufc/g	< 10	10	20
	Bacillus C.	ufc/g	< 10	10^2	10^4
	Salmonella spp. /25g	Detección/25 g	Ausencia	Ausencia/25g	---
	S. aureus	ufc/g	< 10	10	20^2
15	Mohos	ufc/g	< 10	10^2	10^3
	E.coli	ufc/g	< 10	10	20
	Bacillus C.	ufc/g	< 10	10^2	10^4
	Salmonella spp. /25g	Detección/25 g	Ausencia	Ausencia/25g	---
	S. aureus	ufc/g	< 10	10	20^2
	Mohos	ufc/g	< 10	10^2	10^3
	E.coli	ufc/g	< 10	10	20
30	Bacillus C.	ufc/g	< 10	10^2	10^4
	Salmonella spp. /25g	Detección/25 g	Ausencia	Ausencia/25g	---
	S. aureus	ufc/g	< 10	10	20^2

Norma RMNº1020-2010/MINSA
m = límite mínimo (ufc/g)
M= límite máximo (ufc/g)

Tabla 3.10. Resultados de los análisis microbiológico de las láminas almacenadas a 0, 15 y 30 días a 4 ºC

TIEMPO (días)	PARÁMETRO	UNIDAD	TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO	LÍMITE/g	
			4 ºC	m	M
0	Mohos	ufc/g	< 10	10^2	10^3
	E.coli	ufc/g	< 10	10	20
	Bacillus C.	ufc/g	< 10	10^2	10^4
	Salmonella spp. /25g	Detección/25 g	Ausencia	Ausencia/25g	---
	S. aureus	ufc/g	< 10	10	20^2
15	Mohos	ufc/g	< 10	10^2	10^3
	E.coli	ufc/g	< 10	10	20
	Bacillus C.	ufc/g	< 10	10^2	10^4
	Salmonella spp. /25g	Detección/25 g	Ausencia	Ausencia/25g	---
	S. aureus	ufc/g	< 10	10	20^2
	Mohos	ufc/g	< 10	10^2	10^3
	E.coli	ufc/g	< 10	10	20
30	Bacillus C.	ufc/g	< 10	10^2	10^4
	Salmonella spp. /25g	Detección/25 g	Ausencia	Ausencia/25g	---
	S. aureus	ufc/g	< 10	10	20^2

Norma RMNº1020-2010/MINSA
m = límite mínimo (ufc/g)
M= límite máximo (ufc/g)

Los resultados del análisis de microbiológico de mohos, E.coli, Bacillus cereu, Salmonella, spp. aureos en masas laminadas a 20 y 4 ºC al día 0, 15 y 30, señalan que no existe desarrollo de microorganismos. Además los valores obtenidos son menores a los recomendados por la norma respectiva.

3.6 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO DESARROLLADO

3.6.1 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA

En el producto almacenado a temperatura de refrigeración, se realizó el análisis proximal de carbohidratos, humedad, proteína, cenizas, grasa y fibra en la Figura 3.15., se presenta los resultados.

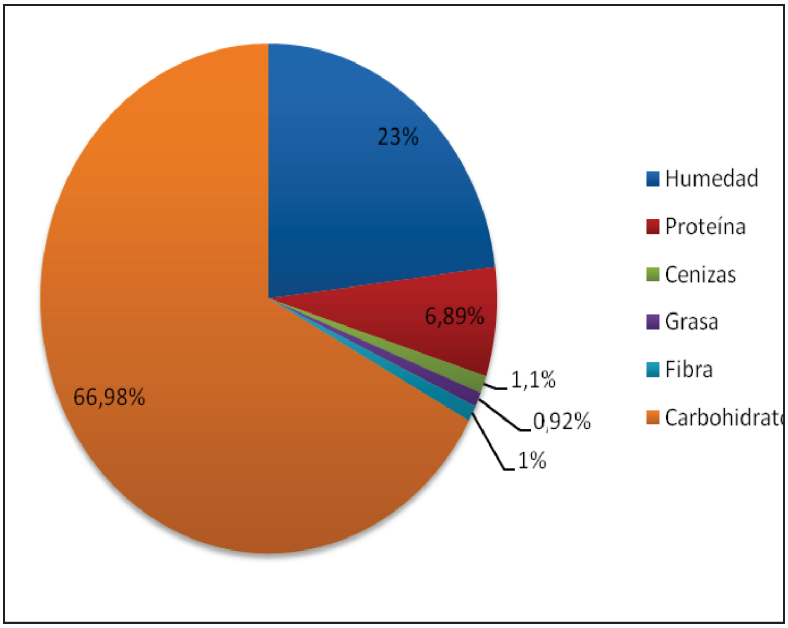


Figura 3.15. Análisis proximal de las láminas almacenadas a 4 ºC

Como se puede observar en la figura el mayor contenido de la composición pertenece a los carbohidratos con el 66,98 %, la humedad el 23 % y proteína con 6,89 %. El contenido de humedad se encuentra dentro de lo establecido en la norma INEN-1375 (2000), que indica que su valor máximo es de 28 %.

En general el contenido tuvo niveles aceptables al encontrarse dentro de los requisitos establecidos por la Norma INEN y COVENIN para pastas frescas (INEN, 2006, p. 3; COVENIN, 1994, p. 4).

3.6.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICA

- Dimensiones de las láminas fueron 10 x 10 cm y espesor de 2 mm.
- Peso de cada lámina fue de 11 g.
- Color amarillento brillante.
- Presentación en bolsas de polietileno de alta densidad con 6 láminas

3.7 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

3.7.1 UBICACIÓN

Para determinar la capacidad de producción de la planta se consideró la demanda del producto y disponibilidad de la materia prima. Los que fueron evaluados con base a los datos reportados en el año 2010, por el Banco Central del Ecuador e Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, respectivamente. La demanda de pastas alimenticias (rellenas, cocidas o preparadas de otro forma), en el 2010 fue de 173,72 Ton/año (BCE, 2010. p. 3), se estima cubrir el 3 % de la demanda.

La ubicación de la planta procesadora, fue una decisión relevante debido a que la localización influirá directamente en los gastos de la empresa, para esto se consideró la disponibilidad de servicios básicos, energía eléctrica, agua potable, alcantarillado, teléfono, camino carrosable, mano de obra y acceso a la materia prima.

De acuerdo al acceso a la materia prima, la planta debería ubicarse cerca a las comercializadoras de harina de trigo, harina de arroz, para evitar un gasto alto y pérdida del tiempo en transportación.

Con estos antecedentes se decidió ubicar la planta en Calderón, cantón Quito, se tomó en cuenta que el abastecimiento sería de las provincias de Imbabura, Pichincha y Carchi principalmente.

Se programa la comercialización de las láminas crudas en bolsas de polietileno de alta densidad, con un contenido de 72 g (6 láminas), por lo que se realizará una producción de 8 2073 paquetes al año.

En la Figura 3.16,. se presenta el diagrama de flujo del proceso de obtención de la masa laminada, que permite la determinación de la conversión de materias primas en producto final, mediante el balance de masa y la identificación de las características del equipo se establece los requerimientos de energía.

Se determinó que las etapas de elaboración de la masa laminada de humedad intermedia, se inicia con una cantidad de 7 900 kg de materia prima, luego se realiza el mezclado-amasado por 6 minutos, posteriormente un corte de amasijos, en el que se produce una pérdida del 0,1 %, luego efectúa el moldeo manual, a continuación se lamina la masa y se obtiene el 1% de pérdida, al término del laminado se ejecuta el corte de las láminas con 7813,17 kg de masa, se procede a deshidratar las láminas a 90 º C por 6 min y se obtiene 5 414 kg de producto, se deja enfriar las láminas a temperatura ambiente y envasa en paquetes de 6 láminas. Finalmente se almacena a temperatura de refrigeración (Figura 3.16.)

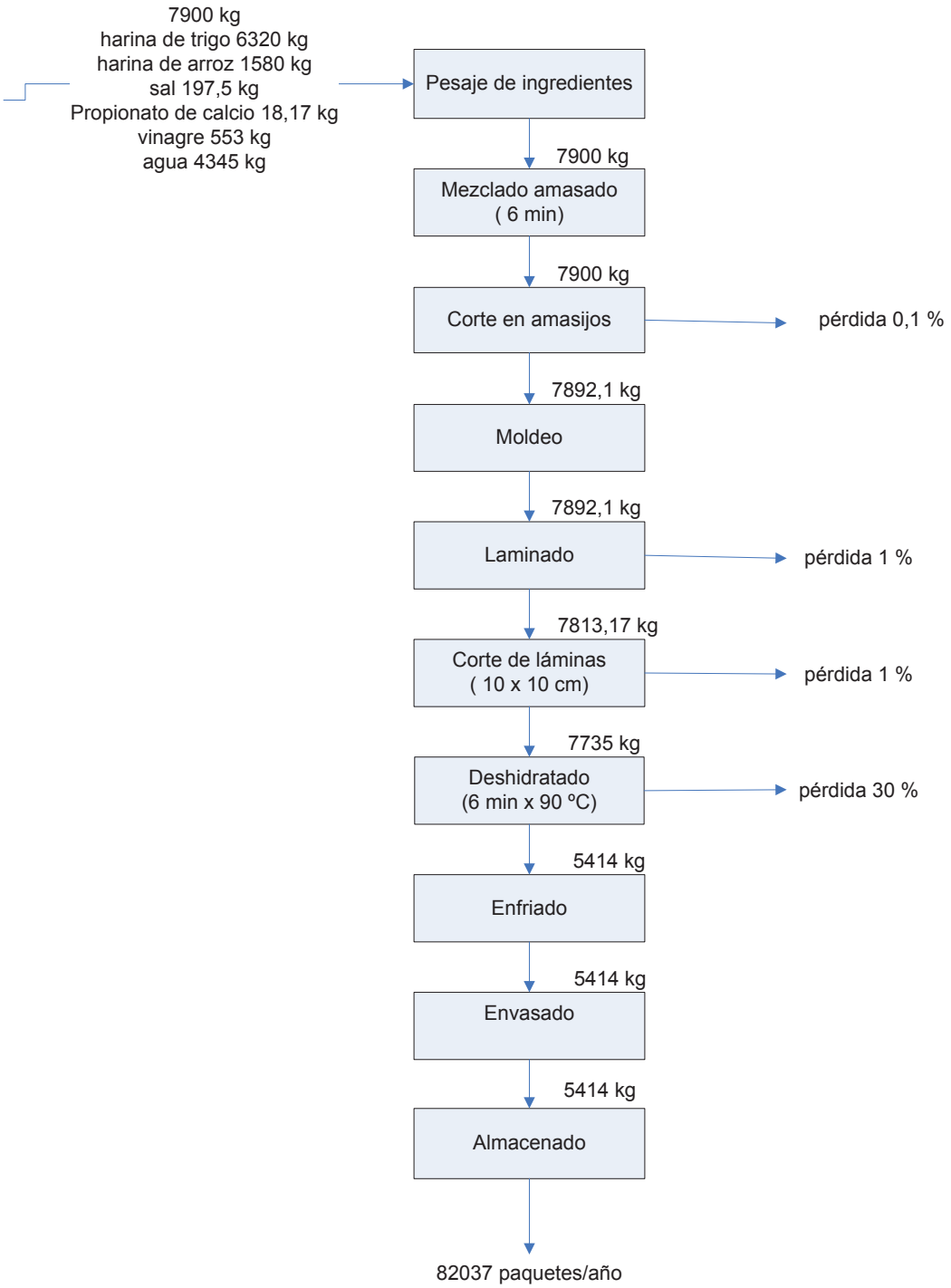


Figura 3.16. Balance de masa para un año de proceso para la obtención de la masa laminada trigo-arroz

3.7.2 DIMENSIONAMIENTO Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS

- ✓ **Mezcladora-amasadora**

Características de construcción

El material de construcción es acero inoxidable

Características técnicas

- Capacidad: 40 kg/h
- Potencia de motor: 3 Hp
- Dimensiones: largo 606 mm, ancho 448 mm, altura 451 mm

Figura 3.17. Mezcladora de harinas

- ✓ **Laminadora**

Características de construcción

El material de construcción es acero inoxidable

Características técnicas

- Capacidad: 40 kg /h
- Potencia de motor: 2 Hp
- Dimensiones: largo 857 mm, ancho, altura 1280 mm

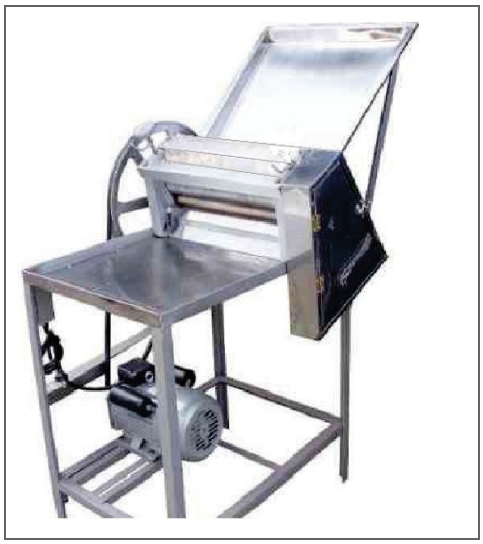


Figura 3.18. Laminadora de masas

✓ **Secador de armario**

Características de construcción

El material de construcción es acero inoxidable

Características técnicas

- Capacidad: 1935 kg de producto
- Corriente eléctrica: 220 V
- Potencia de motor: 6 kw

- Dimensiones: 1,50 x 100 x 170 m

Figura 3.19. Secador

✓ **Refrigerador**

Características de construcción

El material de construcción es acero inoxidable

Características técnicas

- Capacidad: 1935 kg de producto
- Corriente eléctrica: 220 V
- Potencia de motor: 6 kw
- Dimensiones: 100 x 80 x 170 cm

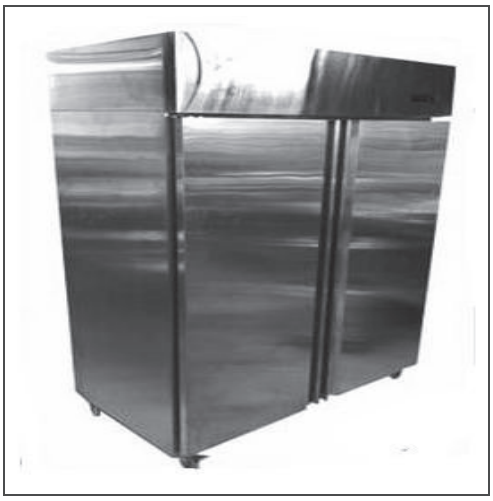


Figura 3.20. Refrigerador

- ✓ **Selladora**

Características de construcción

El material de construcción es acero inoxidable

Características técnicas

- Corriente eléctrica: 110 V
- Potencia: 400w
- Dimensiones: 40 x 15 cm

Figura 3.21. Selladora

- ✓ **Balanza electrónica**

Características de construcción

El material de construcción es acero inoxidable

Características técnicas

- Capacidad: 100 kg
- Corriente eléctrica: 110 V
- Potencia: 400 w
- Dimensiones: 40 x 30 cm

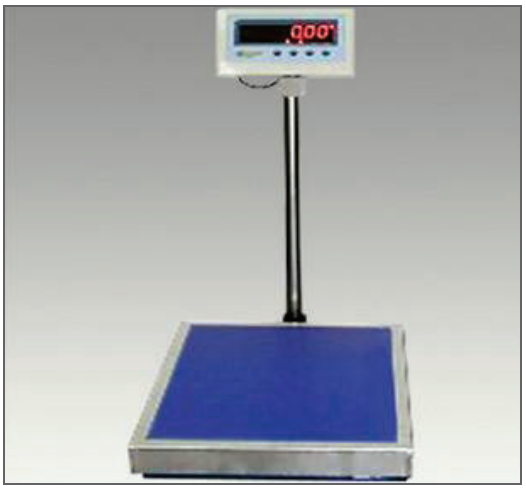


Figura 3.22. Balanza

- ✓ **Mesa de acero inoxidable**

Características de construcción

El material de construcción es acero inoxidable

Características técnicas

- Capacidad: 100 kg
- Dimensiones: 2,16 x 0,90 x 0,85 m

Figura 3.23. Mesa de acero inoxidable

3.7.3 REQUERIMIENTO DE PERSONAL

En la Figura 3.24., se detalla el personal que se requiere para elaborar el producto, los mismos que deben estar capacitados para cumplir con el proceso designado.

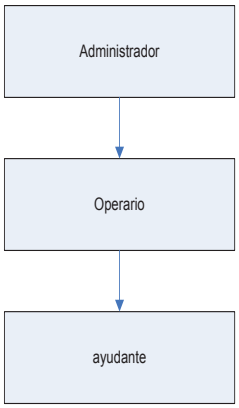


Figura 3.24. Estructura organizacional

3.7.4 INVERSIÓN

En la Tabla 3.11., se indica el resumen de la inversión la cual fue de 36 409,03 USD

Tabla 3.11. Estimación de la inversión

CONCEPTO	VALOR (USD)
Maquinaria y equipos	10 107,49
Arriendo	2 400,00
Material Directo	8 151,22
Mano de Obra Directa	10 707,70
Carga Fabril	5 042,62
TOTAL	**36 409,03**

3.7.4.1 Materiales directos

Los materiales directos empleados en la elaboración de la masa laminada alcanzaron un valor de 8 151,22 USD y se detallan en la Tabla 3.12.

Tabla 3.12. Materiales directos

DENOMINACIÓN	CANTIDAD (kg)	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
Harina de trigo	6 320,00	0,88	5 561,60
Harina de arroz	1 580,00	1,12	1 769,60
Propionato de calcio	18,17	3,50	63,60
Sal	197,50	0,75	148,13
Vinagre	553,00	1,10	608,30
	TOTAL		**8 151,22**

3.7.4.2 Mano de obra directa

Se consideró que la mano de obra directa estaría integrada por dos operarios para la producción, su costo total fue de 10 707,70 USD, como se muestra en la Tabla 3.13.

Tabla 3.13. Mano de obra directa

DENOMINACIÓN	Nº	SUELDO MENSUAL (USD)	TOTAL ANUAL (USD)
Operarios	2	318	7632,00
Cargas sociales	40,3		3 075,696
		TOTAL	**10 707,70**

3.7.4.3 Carga Fabril

A continuación en las Tablas 3.14., 3.15. y 3.16., se detalla el monto respecto a la carga fabril: mano de obra indirecta, materiales indirectos, depreciación, respectivamente.

Tabla 3.14. Mano de obra indirecta

DENOMINACIÓN	Nº	SUELDO MENSUAL (USD)	TOTAL ANUAL (USD)
Administrador	1	400	4 800,00
	%		
Cargas sociales	32,3		1 550,40
		TOTAL	**6 350,40**

Tabla 3.15. Materiales indirectos

DENOMINACIÓN	CANTIDAD (unidades)	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
Bolsas de P.A.D.	80 892	0,036	**2 912,100**

Tabla 3.16. Detalle de la depreciación

CONCEPTO	VIDA ÚTIL (Años)	COSTO (USD)	VALOR ANUAL (USD)
Maquinaria y equipos	5	0.107,49	2 021,50

3.7.5 COSTO DE PRODUCCIÓN

El costo de producción alcanzaron un monto de 35 185,55 USD y la lámina de humedad intermedia tiene valor de 0, 07 USD, se indican en la Tabla 3.17.

Tabla 3.17. Costo de producción

CONCEPTO	(USD)	%
Mano de Obra Directa	10 707,70	30,43
Materiales Directos	8 151,22	23,17
Carga Fabril		
Mano de Obra Indirecta	6 350,40	18,05
Materiales Indirectos	2 912,11	8,28
Depreciación	2 021,50	5,75
Suministros	2 642,62	7,51
Arriendo	2 400,00	6,82
TOTAL	**35 185,55**	100
unidades producidas g	4 73782	
Costo por unidad	0,07	

La presentación del producto final es de 6 unidades por paquete, considerando que la demanda será de 6 miembros por familia y el precio de venta al público es de 1,45 USD por paquete.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La mezcla de harinas que mostró mejores características para la elaboración de la masa laminada de humedad intermedia fue la mezcla de harina de trigo 80 % y harina de arroz 20 %, las características reológicas reflejaron que con el 55 % de absorción de agua, 14 min de estabilidad durante el amasado, 85 mm de extensibilidad y 600 U.B. de resistencia al estiramiento permitió obtener una masa moldeable apta para elaborar masas laminadas.

- La masa laminada es un alimento de consumo intermedio, siendo necesario someterle a fritura por inmersión en aceite a 170 ºC por 15 s.

- Mediante el análisis de aceptabilidad se estableció que la formulación de mayor agrado entre los panelistas fue la que contenía la siguiente composición: 2,50 % de sal, 0,23% de propionato de calcio, 7,00 % de vinagre, harina de trigo 80,00 %, harina de arroz 20,00 % y agua al 55,00 %.

- De los resultados del análisis de aceptabilidad también se concluyó que el atributo de sabor fue el que más influyó en los panelistas para su selección.

- El tiempo de vida útil de la masa envasada en bolsas de polietileno almacenada al ambiente, fue de 46 días y en refrigeración fue de 71 días.

- Considerando una producción de 8 2037 paquetes/año de masa laminada y con una inversión de 36 409,03 USD, se determinó que el costo de producción tendrá un valor de $ 0,07 por unidad.

4.2 RECOMENDACIONES

- Dar a conocer la elaboración de estas láminas a través de algunos seminarios-talleres a los chefs.

- A través del desarrollo de este producto se demuestra que con la mezcla de harinas trigo-arroz es factible elaborar productos de panificación y pastelería dando de esta manera un valor agregado al arroz nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS

1. Achón, M., Alonso, E., Varela, G., García, A. (2003). Alimentos Precocinados. Recuperado de http://www.publicaciones-isp.org/ productos/t063.pdf (Marzo, 2012).

2. Aguilar, J. (1997). *Temas en Tecnología de Alimentos*: *Actividad de agua*. (1ra Ed.). México D.F; Instituto Politécnico Nacional.

3. Alvares, D. y Mácas M. (2011), *Reingeniería del farinógrafo y extensógrafo de los Laboratorios de Investigación en Tecnología de Alimentos Perteneciente a la Facultad de Ciencia e Ingeniería de alimentos de la Universidad Técnica de Ambato*. Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico, Automatización y Control. Escuela Politécnica del Ejército, Quito, Ecuador.

4. AMCHAM, 2013. "Estudio de mercado de alimentos gourmet-Estados Unidos". http://www.amchamchile.cl/sites/default/files/Productos20Gourment.pdf, (Marzo, 2012).

5. A.O.A.C (Association of Official Analytic Chemists). (2005). *Official methods of analysis of A.O.A.C International*. (18º Edition). Maryland, USA: A.O.A.C. International.

6. Arroba, C. (2011). *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*. Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

7. Astaíza, M., Ruíz, L. y Elizalde, A. (2010). Elaboración de pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) y

zanahoria (*Daucus carota*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8 (1), 43-53.

8. Barreiro, J. y Sandoval, A. (2006). *Operaciones de Conservación de Alimentos por bajas Temperaturas: Tecnología de barreras*. (1ra Ed.). Caracas, Venezuela: Equinoccio, Caracas.

9. B.C.E. (2009). Exportaciones de arroz. Recuperado de http://www.bce.fin.ec/

10. Benavides, A., Hernández, R., Ramírez, H. y Sandoval, A. (2010). Trigo. En Buenavista. (Ed.). *Tratado de Botánica Económica Moderna* (pp. 4, 10 – 11) Saltillo, México.

11. Biesalski, H. y Grimon, P. (2005). *Nutrición*. Recuperado de http://books.google.com.ec/booksidXqTwTkBh4QC&pgPR4dqBiesalskiyGrimon,2005hlessaei8619UaX0FJCC9QTxtYC4DAved0CDAQ6AEwAAvonepage&qBiesalski20y20Grimon2C202005.

12. Boatella, J., Codony, R. y López, P. (2004). Química y bioquímica de los alimentos*: sal*. (1ra Edición). Barcelona, España: univ. de Barcelona.

13. Casp, A. y Abril, J. (2003). Procesamiento de conservación de alimentos*: Métodos industriales de conservación de alimentos*. (2da Ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.

14. CIAT. (1981). *Morfología de la planta de arroz*. Recuperado de http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAU383.pdf (Enero, 2012).

15. CIAT. (2005). *Morfología de la planta de arroz*. Recuperado de http:// wciatcgiarorgricewebpdfsmorfologiaplantaarroz.pdf (Enero, 2012).

16. Clavijo, A. (1980). Resumen General de los Principales Aspectos Agronómicos de los Diferentes Granos en Colombia*: Trigo*. (1ra edición). Bogotá, Colombia.

17. COVENIN, 1983. *Harina de arroz*. Requisitos. Recuperado de http://www sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1876-83.pdf (Septiembre, 2012).

18. COVENIN, 1994. *Pastas Alimenticias*. Recuperado de http:// wwwsencamergob.ve/sencamer/normas/1452-93.pdf (Diciembre, 2012).

19. Cubero, N., Monferre, A., y Villalta, J. (2002). *Aditivos Alimentarios*. (1ra. ed.). Madrid, España: Mundi. Prensa.

20. Delgado, F. (2011). *Arroz del Ecuador*. Recuperado de http://www. ecuaquimica.com/info_tecnica_arroz.pdf (Enero, 2012).

21. DNI. (2011). *Procesamiento y conservación de frutas*. Recuperado de http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/fundam/ p5.pdf (Abril, 2012).

22. Falguenbaum, H. y Mouat, P. (1998). *Cereales*. Recuperado de http://www7.uc.cl/sweduc/catalogo (Febrero, 2012).

23. FAO. (1990). *Utilización de alimentos tropicales: cereales*. Recuperado de http://www.fao.org/docrep/V4700S/v4700s0m (Febrero, 2012).

24. FAO. (2001). *Sistema de información de los recursos del pienso: Oryza sativa*. Recuperado de http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afris /es/Data /312.HTM (Enero, 2012).

25. FAO. (2004). *Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas*. Recuperado de ftp:// ftp.fao.org /docrep /fao/ 008/ y5771s /y5771s00.pdf, (Marzo, 2012).

26. FAO. (2004). *Perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas*. Recuperado de hppt://ftp.fao.org/docrep /fao/007/ y5143s/y5143s00.pdf, (Diciembre, 2011).

27. Fellows, P., 2007, "Efecto de la actividad de agua en los alimentos", Tecnología del procesamiento de alimentos, 2da Edición, Editorial Acribia, Zaragoza, España.

28. Ferrera, R. (2009). *Análisis reológicos de las diferentes fracciones de harina obtenidas en la molienda del grano de trigo*. Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera en Industrias Agrarias y Alimentarias, Universidad de Salamanca. Salamanca. España.

29. Figuerola, F., Estévez, A. y Avendaño, O. (2008). *Desarrollo de un alimento de humedad intermedia de fréjol* (*Phaseolus vulgaris L*.). Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 58 (2), 193-200. (Marzo, 2014).

30. FOASTAT. (2010). *Área cosechada, producción y rendimiento del trigo en el Ecuador*: Recuperado de http://faostat.fao.org (Marzo, 2012).

31. Fuentes, R. y Arana R. (*2005).Elaboración* de un alimento de humedad intermedia de nanche (*Byrsonima Crassifolia*) *utilizando diseño de mezclas*. Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, Universidad Autónoma de León. Nuevo León, México.

32. García, P., 1983. "*Fundamentos de nutrición*". (1ra ed.). San José, Costa Rica: Euned.

33. Gil, A. (2010). *Tratado de nutrición: composición y calidad nutritiva de los alimentos* (pp, 99,101-102,104-105). Madrid, España: Médica Panamericana, S.A.

34. German, M. (2013). *Evaluación del empacado y sellado al vacío en fundas de polietileno de alta densidad en la vida de anaquel de quesos frescos y semiduros.* Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

35. Gómez, R., Carmona, M. y Fernández, J. (1991). *Estudio de los alimentos de humedad intermedia españoles I. actividad de agua y pH*. Recuperado de http://www.insacan.org/racvao/anales/1992/articulos /04-1993-09.pdf (Marzo, 2012).

36. Grupo Molinero. (2005). *Panificación.* Recuperado de http:// www.grupo molinero.com.ar/harinadetrigoydetrigointegral.pdf (Abril, 2012).

37. Gutiérrez, J., 2000, "Ciencia Bromatológica Principios Generales de los Alimentos: *Alteración de los alimentos*. Madrid, España: Díaz de Santos, S.A.

38. Higinio, V. (2011). *Elaboró una mezcla instantánea a base de arroz* (*Oryza sativa*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*), kiwicha (*Amarantus caudatus*) *por el método de cocción extrusi*ón. Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos. Universidad Nacional de Callao, Calla, Perú.

39. IMPO, (2005). *Harinas y Almidones*. (5ta Edición). Reglamento Bromatológico Nacional. Montevideo, Uruguay: Pololo.

40. INEC. (2010). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria*. Recuperado http://www.inec.gob.ec/espac/2010/ (Enero, 2012).

41. INEC. (2011).*Sistema Agroalimentario del Arroz. Recuperado* de http://www ecuadorencifras.com/sistagroalim/pdf/Arroz.pdf (Enero, 2012).

42. INEC. (2011). *Estadísticas Agropecuarias*. Recuperado de http://www.inec .gob.ec/estadisticas (Febrero, 2012).

43. INEC, 2011, "*Cadenas Agroindustriales*" Recuperado de http://www.inec.gob.ecestadisticas/optioncom_contentviewarticleid274&Itemid247langes &TBiframetrue height533&width1164 (Enero, 2012).

44. INEN. (2000). *Pastas alimenticias o fideos*. Requisitos, Recuperado de http://www.inen.gob.ec/images/pdf/nte/1375.pdf (Octubre, 2012).

45. INEN. (2006). *Harina de trigo, requisitos*. Recuperado de http://www.inen.gob.ec/images/pdf/nte/616.pdf (Octubre, 2012).

46. INEN. (2013). *Harina de origen vegetal, determinación del tamaño de partícula*. Recuperado de http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/517-1R.pdf (Mayo, 2013)

47. INIA. (2004). *El cultivo de arroz en Venezuela*. Recuperado de http://ojs.inia.gob.ve/pub/Cultivo_arroz.pdf (Febrero, 2012).

48. INIAP. (2005). *Inventario tecnológico del programa de cereales.* Estación Experimental Santa Catalina, Quito, Ecuador.

49. INIAP. (2009). *Plan de recuperación y fomento del cultivo de trigo en Ecuador, mediante el desarrollo y producción de semilla con énfasis en difusión de variedades mejoradas, transferencia de tecnología y capacitación*. Recuperado de http://www.iniap.gob.ec/sitio/index. phpoptioncomcontentviewarticleid223Itemid226 (Diciembre, 20011).

50. INIAP. (2011). *Programa nacional de cereales*. Recuperado de http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=17:cereales&catid=6:programas&Itemid=12 (Diciembre, 2011).

51. INIAP. (2011). *Variedades liberadas por el INIAP*, http://www.iniap.gob.ec/ itioindexphpoptioncomcontentviewarticleidtemid249 (Diciembre, 2011)

52. INIAP. (2011). *Programa nacional del arroz*. http://www.iniap.gob.ec, (Diciembre, 2011).

53. INIFAP. (2000). *Manual para la producción de arroz en la región central de México*. Recuperado de http://producirmejor.net/Libros/arroz /arroz17.pdf (Febrero, 2012).

54. INTA. (2001). Botánica del trigo. En Adelina Olga LARSEN y Carlos Alberto Jensen. (Ed.). *Trigo candeal manual* técnico (pp. 16 – 17). Buenos Aires, Argentina: Tres Arroyos.

55. Jara, C. (2006). *Estudio de las propiedades reológicos de la masa para pastas a base de harina de quinua.* Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos. Universidad Técnica Chile, Santiago, Chile.

56. Kirby, E., Curtis, B., Rajaram, S., Gomez, H., 2002, *Botany of the wheat plant*. Recuperado de http://www.fao.org/docrep006y4011ey4011e05 (Abril, 2012).

57. Lallemand. (2009). *Calidad de las harinas*, Recuperado de http://www.lallemandmexico.com/pdf/LBU-01-17.pdf (Septiembre, 2012).

58. Lascano, A. (2010). *Estudio reológico de mezclas de harinas de cereales: cebada* (*Hordeum vulgare*), *maíz* (Zea mays), *quinua* (*Chenopodium quinoa*), *trigo (Truticum vulgare*) *y tubérculo: papa* (Solanum tuberosum) *nacionales con trigo* (*Truticum vulgare*) *importado para orientar su uso en la elaboración de pan y pastas alimenticias*. Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

59. León, A., y Rosell, C. (2007). De tales harinas tales panes: *granos harinas y productos de panificación en Iberoamérica*. (1ra Edición). Córdoba, Argentina: Baez.

60. MAGAP. (2009). Principales productos de importación. Recuperado de http://www.magap.gob.ec/mag01/ (Diciembre, 2011).

61. MAGAP. (2011). *Superficie, Producción y Rendimiento-Transitorios*: *Trig*o. Recuperado de http:// www.magap.gob.ec/ sinagap /index.php optioncomwrapperviewwrapperItemid414 (Diciembre, 2011).

62. Malik, P. (2009). *Nutrient uptake, transport and translocation in cereals: influences of environmental and farming conditions*. Recuperado de http://pub.epsilon.slu.se/4083/1/ malik_a_091030.pdf (Enero, 2012).

63. Marquéz, A. (2007). *Elaboración y evaluación de un producto de panificación con harina de cebada.* Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca de Soto, México.

64. Mínguez, J. (2012). *Caracterización de la harina de teff para su uso en panificación.* Tesis de Maestría. Universidad de Valladolid, Valladolid, España.

65. Millán, F. y Quintero, M. (2011). *Formulación y optimización de un producto osmóticamente deshidratado y de humedad intermedia a base de melón, parchita y limón. Interciencia*, 36 (11), 835 - 840. Recuperado de http://www.interciencia.org. /v36_11/835.pdf.

66. *Murno, H. (2006). Tecnología* de Barreras. Recuperado de http:// es.scribd .com/doc/33852922/2006MurnoTecnologia-de-barreras (Marzo, 2012).

67. MINSA. (2011). *Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expedido de productos de panificación, galletería y pastelería.* Recuperado de http://www.digesa.sld.pe/NormasLegales/Normas/NORMA%20DE%20PANADERIAS.pdf

68. ODEPA. (2012). *Producción de Trigo*. Recuperado de http://www.odepa.gob.clodepawebserviciosinformacionBoletinesBTrigoenefeb12.pdf;jsessionidEA2B9791BCC47C5FE2AB95D22D6A0DF5 (Marzo, 2012).

69. Pachacma, M. (2012), *Factibilidad económica para la implantación de una planta procesadora de pastas alimenticias elaboradas con mezclas farináceas (trigo (triticum durum) - cebada (Hordeum vulgare)), a partir de la aceptabilidad de los consumidores de cantón Ambato*, Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador

70. Panelli, A. (2003). *Parámetros Industriales de la Calidad del Trigo*. Recuperado de http://www.roagro.com/Parámetros20Calidad20del20Trigo.doc, (Abril, 2012).

71. Parson, D. (1986). *Manuales para la producción agropecuaria: trigo, cebada, avena: Trigo*. Benito Juárez, México: Editorial Trilla S.A

72. Parsons. (1987). Arroz. En Trillas S.A (Ed.). *Manuales para educación agropecuaria*. (pp. 9, 12,14, 23). Benito Juárez, México.

73. Pinciroli, M. (2010). *Proteínas de arroz: propiedades estructurales y funcionales*. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream handle/10915/1828/Documentocompletopdfsequence=3, (Diciembre, 2011).

74. Pineda, S. (2013). *Utilización de harina de malanga (Xanthosoma sagittifolium) en la obtención de productos de panificación*. Proyecto de

titulación previo a la obtención de título de Ingeniera en Alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.

75. Peducassé, J. (2003). *Monitoreo de granulometría de maíz y sorgo en raciones para cerdo*. Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, BOLIVIA.

76. Pereira, S. (2011). *Elaboración de leche de quinua (Chenopodium quinoa, Willd).* Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

77. Perry, M., y Belford, R. (2000). *The wheat book principles and practice*. Recuperado de http://www.nvtonline.com.au/ wp-content/uploads/2013/ 03/ Crop-Guide-WA-The-Wheat-Book.pdf (Enero, 2012).

78. Revelo, A. (2010). *Desarrollo y evaluación de las tecnologías de un snak laminado a partir de quinua*. Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

79. Reque, J. (2007). *Estudio de la pre-factibilidad para la elaboración de harina de arroz y su utilización en panificación.* Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial. Pontificia Universidad Católica de Perú, Lima, Perú.

80. Rodríguez, E., Lascano, A., Sandoval, G. (2012). Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. *U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica, 15* (1), 199-207.

81. Rodríguez, V. y Magro, E. (2008). Hábitos Dietéticos y Tipos de Alimentación Alternativa. Recuperado de http:// basica.sep.gob.mx tiempo completo 987pdf manual_alim.pdf.

82. Rodríguez, V. y Simón, E. (2008). *Bases de la alimentación humana, En la actividad de agua y la conservación de los alimentos*. En Martínez, V., y Vicente, M. (Ed). (pp. 216-217). La Coruña, España: Netbiblo S.L.

83. Ruiz, S y Urabáez, Z. (2010). *Elaboración de panes con harinas compuestas de catebia de yuca (Manihot esculenta) y trigo*. Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Química. Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátequi, Puerto La Cruz, Venezuela.

84. SAG y DICTA. (2003). *Manual técnico para el cultivo de arroz* (Oryza Sativa). Recuperado de http://curlacavunah.files.wordpress.com/2010 /04/el-cultivo-del-arroz.pdf (Enero, 2012).

85. SAGARPA. (2006). *Informe de la calidad de trigo*. Recuperado de http://www.oeidrusbc.gob.mx/sispro/trigobc/Industrializacion/Informe Calidad.pdf (Septiembre, 2012).

86. Salgado, W. (2002). *Ayuda alimentaria o ayuda a las exportaciones*. Recuperado de http://biblioteca2012.hegoa.efaber.net/system/ ebooks/ 10995/original/Ayuda_alimentariao_ayuda_a_las_exportaciones.pdf (Diciembre, 2012).

87. Sandoval, E., Fernández, A. y Ayala, A. (2005). Reología y textura de masas: aplicaciones en trigo y maíz. *UAEM*. 25 (1), 72-78.

88. Sandoval, G., Álvarez, M., Paredes, M., Lascano, A. (2012), Estudio reológico de mezclas de harinas: Trigo (Truticum vulgare), cebada (Hordeum vulgare) y papas (solanum tuberosum) para la utilización en la elaboración de pan. *Scientia Agropecuaria,* 3 (1), 123-132.

89. SIGAGRO. (2008). *Agrocadena de Arroz y Piladoras -Panorama Nacional*. Recuperado de http://www.magap.gob.ec/mag01/ (Agosto, 2012).

90. Simbaña, C. (2011). *Estudio de las propiedades físicas y funcionales de un hidrolizado enzimático de proteína de choco y su aplicación como fertilizante.* Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

91. Surco, J. y Alvarado, J. (2010). Harinas compuestas de sorgo-trigo para panificación. *Revista Boliviana de Química*, 27(1) ,19-28.

92. Torres, M. (2011). *Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (Zingiber officinale) en la elaboración de condimentos en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa*. Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

93. Torri, C., Ribotta, P., Morcillo, M., O., Rubiolo, O., G., Pérez, G., León, A. (2003). *Influencia del contenido de almidón dañado sobre la calidad galletera en harinas triticale*. XX(1), 3-8.

94. USDA/NRCS. (2010). *Plantas Tritucum aestivum.* Recuperado de http://plants. usda. gov java/, (Mayo, 2012).

95. Vásquez, C., De Cos, A. y López, C. (2005), Generalidades sobre los cereales. En López, T., y Martínez P. (Ed.). Alimentación y Nutrición: *Manual Práctico-Teórico* (p 126.). Madrid, España.

96. Vásquez, D. 2009. *Aptitud Industrial del Trigo*. Recuperado de http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos20compartidos/18429130709133540.pdf (Enero, 2014).

97. Vélez, J., y Hernández, J. (1999). Proceso de fritura de los alimentos. *Información Tecnológica*, volumen (10), 126- 133.

98. Watts, Ylimaki, Jeffery y Elías. (1989). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos.* Recuperado de http:// www.itescam.edu.mx /principal/sylabus/fpdb/recursos/r88824.PDF (Octubre, 2012).

ANEXOS

ANEXO I

EVALUACIÓN SENSORIAL DEL GRADO DE ACEPTABILIDAD DE DIFERENTES FORMULACIONES DE UNA MASA LAMINADA SOMETIDA A FRITURA

Nombre: …….....

Fecha: …….

Observe y pruebe la muestra. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada muestra, haciendo una **"X"** en la categoría correspondiente.

COLOR

Código de las muestras	Me Gusta		No me gusta, ni me disgusta	Me Disgusta	
	Muchísimo	Un poco		Un poco	Muchísimo
30					
87					

SABOR

Código de las muestras	Me Gusta		No me gusta, ni me disgusta	Me Disgusta	
	Muchísimo	Un poco		Un poco	Muchísimo
30					
87					

APARIENCIA

Código de las muestras	Me Gusta		No me gusta, ni me disgusta	Me Disgusta	
	Muchísimo	Un poco		Un poco	Muchísimo
30					
87					

CROCANCIA

Código de las muestras	Me Gusta		No me gusta, ni me disgusta	Me Disgusta	
	Muchísimo	Un poco		Un poco	Muchísimo
30					
87					

¿Cuál es la muestra que más le gustó y porqué?

……

ANEXO II

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE AGUA

Principio

Es la relación entre la presión de vapor de agua del alimento y la del agua pura a la misma temperatura. O lo que es lo mismo, es la debida del agua disponible que existe en un alimento y depende del tipo y cantidad de interacciones del agua con otros componentes del alimento.

$$a_w = p/p_o$$

a_w : Actividad de agua

p : Presión parcial del agua en el aliment0

p_o : Presión de vapor del agua pura a la misma temperatura

Equipo e Instrumentos

Medidores de la Actividad de Agua (aw Wert Messer 6826 y 6827)

Soluciones salinas saturadas para ajuste: Cloruro de Sodio NaCl aw = 0,75 % y Cloruro de Bario $BaCl_2$ aw= 0,90 %

Procedimiento

Poner la muestras, aproximadamente un 80 % lleno si es solida y 50 % si es líquida.

Retirar el cabezal ajustada de la base A

Esperar unos minutos agitando suavemente

Colocar el cabezal ajustado en base B

Esperar hasta estabilización (2 horas)

Tomar la medida

Retirar el Cabezal y limpiarlo

ANEXO III

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE L COLOR

Procedimiento

La medición de color de las láminas elaboradas se lo realizó con el colorímetro de Minolta.

- Colocar la muestra sobre una superficie plana
- Sobre esta muestra colocar el detector de color.
- Pulsar el botón de encendido y se esperó hasta que se emita una luz para anotar los valores.
- Lo valores de las mediciones se colocan en la cartilla cromática
- Los parámetros que se obtienen son:

L: Representa la claridad

a: Representa el eje de las abscisas (x)

-a: verde

+a: rojo

b: Representa el eje de las ordenadas (y)

-b: azul

+b: amarillo

ANEXO IV

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ (Método, 942.15. AOAC., 2005)

Principio

La interpretación se basa en realizar una reacción de neutralización acido-base, a la muestra se la coloca en una solución acuosa y se titula con solución de NAOH. El indicador utilizado es fenoftaleina.

Materiales

Pipeta de 10 ml.
Bureta
Erlenmeyer de 250 ml

Procedimiento

- Tomar con una pipeta 10 ml de la muestra.
- Agregarla en 100 ml agua destilada.
- Agregar dos gotas del indicado (fenolftaleína)
- Titular con hidróxido de sodio.
- Agitar hasta obtener un color rosa el cual debe mantenerse por 30 segundos.

Cálculos

$$\%Acidez\,total = \frac{mlNAOH * 0,1N * 0,09 * 100}{mlgastado}$$

ANEXO V

DATOS EXPERIMENTALES DEL PERFIL GRANULOMÉTRICO DE LA HARINA DE ARROZ Y TRIGO

Tabla AV.1. Datos experimentales del perfil granulométrico de la harina de arroz

# Tamiz	Abertura del tamiz (µm)	Material retenido (g)	Material retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)
80	180	6,45	6,49	6,49	93,51
100	150	13,84	13,93	20,42	79,58
140	106	67,55	68,00	88,42	11,58
200	75	7,50	7,55	95,97	4,03
Fondo		4	4,03	100,00	0,00
Peso Total		99,3	100,00		

Tabla AV.2. Datos experimentales del perfil granulométrico de la harina de trigo

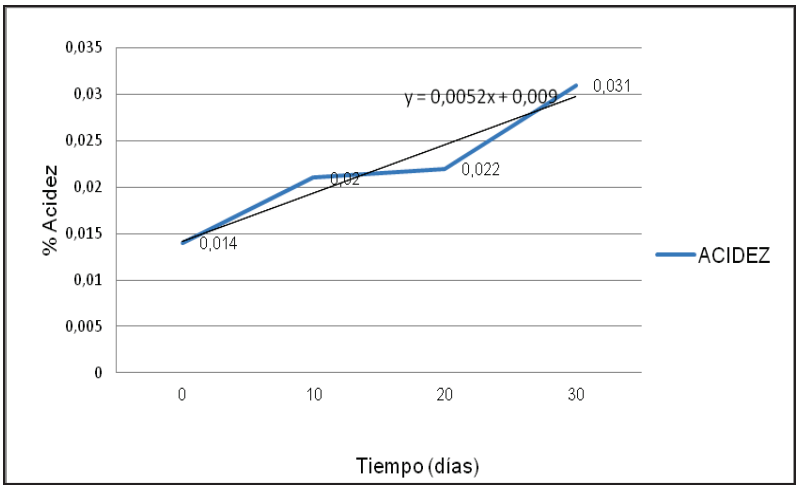
# Tamiz	Abertura del tamiz (µm)	Material retenido (g)	Material retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)
80	180	3,72	3,80	3,88	96,20
100	150	18,8	19,19	23,07	77,01
140	106	62,4	63,71	86,78	13,30
200	75	9,6	9,80	96,58	3,50
Fondo		3,43	3,50	100	0,00
Peso Total		98,0	100,00		

ANEXO VI

DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LAS LÁMINAS EMPACADAS EN BOLSAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD A 20 Y 4 ºC DURANTE LOS 0 Y 30 DÍAS DE ALMACENAMIENTO

Tabla A.VI.1 Variación de la acidez titulable* de las láminas empacadas en bolsas de polietileno de alta densidad, almacenadas a 20 y 4 ºC.

TIEMPO (días)	ACIDEZ (20 ºC y 4 ºC)	
0	0,014±0,01	0,014±0,01
10	0,020±0,01	0,022±0,00
20	0,022±0,00	0,022±0,00
30	0,031±0,00	0,025±0,00



Ejemplo de cálculo de la vida útil

Y = 0,0052x + 0,009

0,25 = 0,0052x + 0,009

X= 46 días