

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

TESIS

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO REOLOGICO
DE HARINA DE TRIGO EMPLEANDO CONCENTRADO
PROTEICO DE KIWICHA (*AMARANTHUS CAUDATUS*)
COMO MEJORADOR, PARA SU APLICACIÓN EN LA
ELABORACIÓN DE PRODUCTO DE PANIFICACIÓN –
LAMBAYEQUE 2015”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

Autor:

Bach. Gómez Farfán Luis Leoncio

Asesor:

Ing. Símpalo López, Walter Bernardo

Línea de Investigación

Ingeniería de Procesos Productivos

Pimentel - Perú

2017

Título de la Tesis

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO REOLOGICO DE HARINA DE TRIGO
EMPLEANDO CONCENTRADO PROTEICO DE KIWICHA (*Amaranthus
caudatus*) COMO MEJORADOR, PARA SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN
DE PRODUCTO DE PANIFICACIÓN – LAMBAYEQUE 2015”

Aprobación de la tesis

Luis Leoncio Gómez Farfán
Autor

Ing. Símpalo López, Walter Bernardo
Asesor Metodológico

Aprobado por:

Ms. Mechato Anastasio, Augusto Antonio
Presidente de Jurado

Ing. Símpalo López, Walter Bernardo
Secretario de Jurado

Ms. Williams Esteward Castillo Martinez
Vocal de jurado /Asesor

DEDICATORIA

Con todo el cariño para mis padres que hicieron todo en la vida para lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre en mi corazón

A mi esposa Marily e hijo Noah, quienes influyeron en mi esfuerzo día a día le dedico cada una de estas páginas de mi tesis.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

Al jurado:

Ms. Augusto Mechato Anastasio, Ing. Walter Bernardo Símpalo López e Ing. William Castillo, quienes en forma acertada han contribuido con valiosos aportes orientados a mejorar el informe y así poder culminarlo en forma satisfactoria.

Al asesor:

Ms. Williams Castillo, quien me brindó sus conocimientos metodológicos para hacer posible la realización de la presente Tesis

EL AUTOR

ÍNDICE DE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA:	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:.....	3
1.3 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA:	3
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN:	5
1.6 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:.....	5
OBJETIVO GENERAL	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS:.....	6
2.2 ESTADOS DEL ARTE:	7
2.3 BASES TEÓRICO – CIENTÍFICAS	8
2.4 DEFINICIÓN DE LA TERMINOLOGÍA:.....	27
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO	28
3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	28
3.3 HIPÓTESIS:.....	29
3.4 VARIABLES	29
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:.....	30
3.6 MÉTODOS, TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.7 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS:.....	33
3.9 CRITERIOS ÉTICOS:	37
3.10 CRITERIOS DE RIGOR CIENTÍFICO:.....	38
CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	39

4.1	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	39
4.2	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	51
	CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1	CONCLUSIONES	53
5.2	RECOMENDACIONES.....	54
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
	ANEXO	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición química de algunos cereales, en base a 100 g de producto.	10
Tabla 2 Composición Química Y Valor Nutricional De Kiwicha (Contenido En 100 Gr De Kiwicha Cruda)	14
Tabla 3 Contenido De Aminoácidos En La Kiwicha (G/100 G De Proteína).....	15
Tabla 4 Operacionalización De Las Variables Independientes	30
Tabla 5 Operacionalización De Las Variables Dependientes.....	30
Tabla 6 Tabla de matriz de mezclas de harina de trigo y concentrado proteico de kiwicha.	37
Tabla 7 Composición química de la harina de trigo para panificación.....	39
Tabla 8 Composición Química De La Harina De Trigo Preparada	39
Tabla 9 Características fisicoquímicas de la harina de kiwicha.	40
Tabla 10 Matriz Experimental Decodificada Para Los Diferentes Tratamientos, Con Los Respectivos Resultados De Los Parámetros Reológico	41
Tabla 11 Análisis de varianza para la variable dependiente tiempo de desarrollo de la masa. ($r^2 = 0.9986$)	42
Tabla 12 Análisis de varianza para la variable dependiente consistencia de la masa. ($r^2 = 0.9962$)	44
Tabla 13 Análisis de varianza para la variable dependiente absorción de agua de la masa. ($r^2 = 0.9804$)	46
Tabla 14 Análisis de varianza para la variable dependiente resistencia a la extensión de la masa. ($r^2 = 0.9987$).....	48
Tabla 15 Análisis de varianza para la variable dependiente extensibilidad de la masa. ($r^2 = 0.9849$)	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo mecánico para el comportamiento reológico de la masa	17
Figura 2. Elemento de maxwell.	18
Figura 3. Relación De Curvas De Esfuerzo	19
Figura 4. Farinogramas De Dos Clases De Harina	23
Figura 5. Farinogramas De Harinas De Trigo De Acuerdo A Su Fuerza Y Elasticidad	23
Figura 6. Amilogramas De Harinas De Trigo	24
Figura 7. Extengramas De Harina De Trigo	26
Figura 8. Obtención Del Concentrado Proteico De Kiwicha.....	32
Figura 9. Efecto del concentrado proteico en el tiempo de desarrollo de masa la kiwicha.	43
Figura 10. Efecto Del Concentrado Proteico De Kiwicha En La Consistencia De La Masa	45
Figura 11. Efecto Del Concentrado Proteico De Kiwicha En La Absorción De Agua De La Masa.....	47
Figura 12. Efecto del concentrado proteico de kiwicha en la resistencia a la extensión de la masa.....	49
Figura 13. Efecto del concentrado proteico de kiwicha en la extensibilidad de la masa.	51

RESUMEN

En el estudio se evalúa el efecto de la adición de concentrado proteico de Kiwicha como mejorador de masas, en harina de trigo destinada a panificación y harina preparada. Las concentraciones evaluadas fueron de 2, 4 y 6% de concentrado proteico, los análisis se realizaron en un Farinografo y Extensografo marca Brabender, para evaluar el comportamiento reológico de las masas en los diferentes tratamientos. Para evaluar la significancia de los tratamientos se realizó el análisis de varianza correspondiente para el diseño. Se obtuvo la proteína purificada y concentrada del grano de kiwicha por método de precipitación isoeléctrica con un contenido aproximado de 85%. La adición del concentrado proteico de kiwicha hace que el tiempo de desarrollo de las masas para la harina preparada disminuya y su resistencia aumente, y para la harina de panificación aumente la consistencia y disminuye su extensibilidad.

Palabras Claves: Concentrado proteico, Kiwicha, resistencia, consistencia, extensibilidad.

ABSTRACT

In the study the effect of the addition of Kiwicha protein concentrate as a mass improver in wheat flour intended for baking and prepared flour is evaluated. The concentrations evaluated were 2, 4 and 6% protein concentrate, the analyzes were performed in a Farinografo and Extensografo brand Brabender, to evaluate the rheological behavior of the masses in the different treatment. To evaluate the significance of the treatments, the corresponding analysis of variance was performed for the design. The purified and concentrated protein of the kiwifruit grain was obtained by isoelectric precipitation method with an approximate content of 85%. The addition of the kiwifruit protein concentrate causes the development time of the doughs for the prepared flour to decrease and its strength increase, and for the baking flour to increase the consistency and decrease its extensibility.

Keywords: Protein Concentrate, Amaranth, farinogram, extensogram.

INTRODUCCIÓN

“El trigo es uno de los cereales más cultivados y representa una de las principales fuentes de alimento para el consumo humano y animal. Su importancia deriva de las propiedades fiscal y químicas del grano que permiten su empleo en la alimentación humana y en la elaboración de un gran número de subproductos” (Consejo Internacional de Cereales y Departamento de Agricultura de Estados Unidos, 1999).

En Perú la mayoría de productos resultado de la industria de la panadería se fabrican a partir de trigo importado, siempre podrá emplearse otras fuentes, es decir otros cereales, que permitan enriquecer el producto final, siempre que estén dentro de los parámetros permitidos por ley. Dada la sustitución por otras fuentes (harinas de otros cereales) existe la necesidad del estudio reológico de estas nuevas mezclas, lo que se busca en una nueva mezcla es la retención de gas y formación de miga, una característica que principalmente la aporta el gluten de la harina de trigo; determinar las proporciones adecuadas de las nuevas harinas en la mezcla es importantísimo en la formulación de un nuevo producto de panadería. Es decir, obtener mezclas de harinas que den masas con características reológicas adecuadas para elaborar diferentes productos de panificación (Proyecto PHPPF, 2009).

Se define gluten y se refiere su importancia como componente fundamental en la elaboración de panes y productos de panadería, su composición química y su funcionalidad, lo cual le confiere la calidad única de formar una masa viscoelástica capaz de ser horneada para producir el pan.

El objetivo principal de esta investigación es usar aislado proteico de Kiwicha como mejorador de las características reológicas de la harina de trigo.

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación Problemática:

Conforme han transcurrido los años han surgido diversas investigaciones referentes al uso de harinas de cereales y leguminosas como complementos para la elaboración productos de panadería y pastelería, contribuyendo a variar la industria de la panificación.

Al creciente costo del trigo que se ha evidenciado en los últimos años se han desarrollado harinas compuestas, con las características apropiadas para los diversos productos de la panificación, es indispensable el uso de harina de trigo ya que representa el ingrediente principal en la industria panadera y galletera. Estas industrias siempre se verán fortalecidas dado que la población siempre irá en crecimiento y por ende se dará el incremento en la demanda de este cereal y en este camino se seguirán generando una serie de investigaciones para parcialmente remplazarlo buscando siempre las características apropiadas que permitan obtener un producto aceptado por el consumidor. Así mismo las exigencias del actual mercado por la gran diversificación de consumidores se han formulado nuevas mezclas de harinas donde la harina de trigo es sustituía total o parcialmente por otras harinas de origen vegetal que enriquecen la mezcla final aportando muchos nutrientes y beneficios al consumidor, la Food and Agriculture Organization (FAO) en los años 60 llamó a estas harinas, harinas compuestas (Elías 1999; Mühlenchemie 2012).

El trigo es uno de los principales cereales que constituye en la actualidad, la base económica de las culturas, cuya producción mundial totaliza 567 millones de TM, siendo los principales productores: China 17,30%, EE.UU. 11,50%, India 9,40%, Rusia 7,9%. El comercio mundial de la gramínea se caracteriza por las importaciones que alcanzan a 112 millones de TM, las regiones y países más importantes que compran éste cereal son Asia 18,40%, Rusia 16,60%, Europa 14,10% y China 11,30% (Rizzo 2001).

La producción de trigo en el Perú siempre ha sido deficitaria, el bajo rendimiento se debe principalmente a la deficiente tecnología aplicada en el proceso de producción, como también al amplio número de productores minifundistas dedicados a este cultivo; debido a esto, el requerimiento de trigo es satisfecho en más del 98% con las importaciones de Canadá, Estados Unidos y Argentina, restando un 2% para el mercado nacional (PROMPERU 2013).

Las harinas compuestas se empezaron a emplear para demostrar que si era posible mezclar la harina de trigo con cereales distintos a este y leguminosas para hacer panes y galletas aceptadas por el consumidor y esto es también puede considerarse como una tecnología de harinas compuestas (FAO, 1995). Como ejemplo esta la harina de sorgo y maíz para hacer tortillas. Así lo sostiene el trabajo desarrollo por Reyes, Palomo, y Bressani quienes proponen mejorar la calidad nutricional, calidad química, nutritiva y sensorial de pan preparado con harina compuesta trigo arroz; los niveles evaluados fueron 15, 20, 30, 40, 50 y 60% de harina de arroz, llegando a obtener que a mayor nivel de arroz la textura es más harinosa, se logró aumentar la calidad proteica del pan con niveles 30 y 40% como los más apropiados, aportando además adecuadas cantidades de calorías, proteína y sodio (2004).

Evaluar el comportamiento reológico de las masas de harina de trigo (*Triticum aestivum* L) es clave en el desarrollo de una nueva mezcla, ya que influye en la aceptabilidad por el consumidor, diseño de equipos, procesamiento y manejo de productos terminados, factores que de no ser tomados en cuenta. El claro estudio de las propiedades reológicas y texturales de un alimento es fundamental en la investigación y desarrollo de nuevos productos, el diseño de equipos, el mejoramiento de procesos, y el control de calidad de materias primas, productos intermedios y terminados. La incorporación de harinas obtenidas a partir de fuentes distintas al trigo como cereales andinos a una mezcla de panificación se realiza de forma intuitiva, obteniendo productos poco aceptables, y que presentan problemas para la comercialización debido a que no cumplen los requisitos mínimos de calidad, aplicando

combinación de mezclas no apropiadas para la formulación de diversos productos de panificación.

1.2 Formulación del problema:

¿Cuál es el efecto de la adición, como mejorador de panificación del concentrado Proteico de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en las propiedades reológicas de dos tipos de harina de trigo?

1.3 Delimitación de la investigación:

La investigación se desarrolló en la Universidad Nacional del Santa, en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, enmarcada en identificar el efecto en las propiedades reológicas de una mezcla combinada (harina de trigo y concentrado proteico de kiwicha).

1.4 Justificación e importancia:

Problemas de desnutrición y malnutrición son alarmantes en el Perú sobre todo en infantes menores de 5 años y en poblaciones geográficas diversas; es una necesidad urgente proponer alternativas de solución y hacer frente a este problema social, esto es posible a través del aprovechamiento de la infinidad de recursos naturales existentes en nuestro país. Si bien este alimento es básico y principal para la alimentación, sin embargo no se aprovecha, no se le brinda el apoyo sobre todo económico que permita despegar la explotación agrícola e industrial; a estos factores se suma la falta de difusión y promoción de las bondades nutricionales de estos alimentos.

En el Perú se encuentra en el puesto siete, de los países que más consume productos de panificación en latina américa, llegando a consumir 28 kg de pan al año, producto indispensable a la hora de desayunar (ASPAN, 2013).

Dado que en el Perú se importa sustanciales cantidades de trigo para utilizarse en la industria panificadora, es de interés científico y tecnológico estudiar recursos naturales autóctonos que permitan reducir los volúmenes de las importaciones de granos y cereales del extranjero,

y que al ser incluidos en los productos alimenticios estos mantengan su calidad nutritiva, física y sensorial. En los últimos años el alza del precio internacional del trigo provocó que los importadores opten por otras variedades como el soft red winter y el trigo de primavera de Estados Unidos que se mezclan con el trigo canadiense para producir harina para pan (MAGAP, 2008).

Estas variaciones de precio son las que están afectando fuertemente a la industria molinera nacional, porque el trigo representa el 70% del costo de la harina, insumo que es utilizado en la fabricación de pan y fideos.

“En la industria de la panificación son dos las propiedades fundamentales que debe reunir una harina de trigo: las cualidades fermentativas y sus cualidades plásticas. Las primeras se refieren a la capacidad amilásica que debe poseer una harina y que modernamente se cuantifica por el número de caída; mientras que las cualidades plásticas están asociadas a la reología de la masa y se cuantifican mediante extensografía y farinografía; siendo hoy en día los métodos utilizados para estudiar la calidad de harinas”, (Lezcano, 2010).

Las proteínas presentan una amplia variedad de aplicaciones en la industria alimentaria ya que hacen posible la buena cremosidad, textura, opacidad y adherencia en un sistema alimenticio. Ciertas industriales como la panificadora, fideera y galletera, necesitan de proteínas para incorporar a las harinas de trigo pobres en este componente, de forma que permitan obtener productos de alta calidad fisicoquímica y nutritiva, por ello, valiéndose de las propiedades que poseen las proteínas de kiwicha, y como estas podrían contribuir en la mejora de las propiedades reológicas de las masas y por ende del pan, debiendo para ello determinar el efecto de las proporciones de esta fuente de proteína en las mezclas compuestas, de forma que el tecnólogo al conocer estas propiedades pueda estandarizar sus procesos y obtener productos de calidad.

1.5 Limitaciones de la Investigación:

Difusión limitada de estudios reológicos en mezclas de harinas, dentro del ámbito nacional.

1.6 Objetivos de la Investigación:

Objetivo General

Evaluar el efecto de la adición del concentrado proteico de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en las propiedades reológicas en dos tipos de harina de Trigo

Objetivos Específicos

1. Obtener proteínas purificadas y concentradas de la harina de kiwicha en base a las propiedades de solubilización y precipitación isoeléctrica.
2. Determinar el efecto en las propiedades reológicas de amasado, la adición del concentrado proteico de kiwicha para dos tipos de harina de trigo.
3. Determinar el efecto en las propiedades reológicas de extensibilidad, la adición del concentrado proteico de kiwicha para dos tipos de harina de trigo.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudios:

Para la presente investigación se reporta a continuación los estudios realizados:

En la investigación realizada por Mayela Bautista Justo, Alejandra Denisse Castro Alfaro, Ernesto Camarena Aguilar, Katarzyna Wrobel, Kazimierz Wrobel, Guadalupe Alanís Guzmán, Zeferino Gamiño Sierra y Víctor Da Mota Zanella, titulada **“Desarrollo de pan integral con soya, chía, linaza y ácido fólico como alimento funcional para la mujer”** para la Sociedad Latinoamericana de Nutrición en el 2007– México.

Formuló seis panes no tradicionales (integrales) elaborados a partir de trigo integral, linaza, chía y ácido fólico, consumidor objetivo mujeres. Luego de la evaluación realizada por los panelistas (calidad sensorial) se demuestra la aceptabilidad. Los panes formulados revelan presentar un valor nutritivo aceptable y podrían contribuir a mejorar algunas deficiencias nutricionales en las mujeres (Bautista; Castro; Camarena 2007).

En la investigación realizada por Eduardo Rodríguez Sandoval, Alexandra Lazcano, Galo Sandoval titulada **“Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua y papa en las propiedades termo mecánicas y de panificación de masas”** en el 2012, evalúa las propiedades las características físicas y termo mecánicas del pan fabricado a partir de una mezcla de trigo - quínoa y trigo - papa. Empleó sustituciones entre 10 al 20%, para ambos tipos de harinas. Las propiedades funcionales evaluadas fueron índice de solubilidad de agua (ISA), índice de absorción de agua (IAA), y poder de hinchamiento (PH). Se reportó valores de hasta IAA (4,48), ISA (7,45%) y PH (4,84) para la mezcla trigo - papa y menores en quinua - trigo. La harina compuesta con quínoa presentó los menores valores de asentamiento y estabilidad de la cocción, lo cual, es un buen indicador de conservación del pan (Rodríguez; Lazcano; Sandoval 2012).

El Estudio titulado “**Estudio reológico de las mezclas de harinas: trigo (*Triticumvulgare*), cebada (*Hordeumvulgare*) y papas (*Solanumtuberosum*) para la utilización en la elaboración de pan**”, realizado por Galo Sandoval, Mario Álvarez, Mayra Paredes, Alexandra Lazcano en el 2011, trabajó mezclas de harinas a partir de cebada Cañicapa, trigo Cojitambo y trigo rojo de primavera del oeste de Canadá), y papa Gabriela, con las proporciones de 10, 20 y 30% (p/p). Realizó estudios en un Farinógrafo Brabender, a fin de evaluar la capacidad de absorción de agua, la estabilidad e índice de tolerancia y el tiempo de desarrollo. La mezcla que reunió las características deseadas fue: harina de trigo rojo sustituida con el 10, 20 y 30% de harina de cebada Cañicapa; y la mezcla de harina de trigo rojo con harina de trigo Cojitambo en un 30%. Se logró la aceptación del consumidor de aquellos con un porcentaje de sustitución del 20 y 30% de cebada (Galo; Alvarez; Mayra; Lezcano 2011).

2.2 Estados del Arte:

Según Rosell, en su tesis titulada “Mejora de la funcionalidad de proteínas libres de gluten: Aplicación de productos fermentados”, se propone el enriquecimiento proteico de los productos fermentados libres de gluten y el uso de coadyuvantes tecnológicos que permitan modificar la funcionalidad de sus proteínas así como la mejora de la calidad del producto (2008). Se evaluó el efecto de emplear en las mezclas de harinas aislados proteicas obtenidos a partir de soja, guisante, albumen de huevo y suero lácteo, y como estas afectaban las propiedades funcionales y reológicas de masas de arroz. Presentó mejores resultados (propiedades viscoelásticas) los aislados de soja y guisante. Se logró mejorar las características tecnológicas de los panes que no contenían gluten enriquecidos en proteína. La adecuación de la formulación y el proceso de panificación ha permitido obtener un pan libre de gluten enriquecido en proteína de soja y con unas características tecnológicas adecuadas (Rossell 2008).

Visentin, estudió el efecto de sustituir parte del porcentaje de harina de trigo por harina de soja e incorporar concentrado proteico de suero de queso y como esto influía en las propiedades físicas de la masa y calidad del pan de molde. A través de análisis farinográficos y alveográficos y con ayuda de un panel sensorial (entrenado) se logró demostrar que las propiedades físicas de la masa se modifican. El agregado de WPC a un nivel de 6% de reemplazo, incrementó el puntaje químico del pan de 40.2 a 41.4, mientras que con 6% de harina de soja se elevó a 52.2 (2009).

Güemes, en el 2009 evaluó el efecto de la adición de proteínas de lactosuero a pan dulce tipo “concha” sobre las propiedades químicas y de texturas de las masas y panes, plantió un experimento con diferentes concentraciones de suero comercial y precipitado por calor, se evaluó la adhesividad y el análisis de perfil de textura en masa y panes, finalizada las experiencias se evidenció la mejora de la firmeza del pan debido a la presencia del lactosuero comercial en comparación al suero precipitado por calor, pero sin una diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) entre los porcentajes de suero. Existe un efecto del tipo y concentración de suero en la adhesividad de las masas. Respecto a la textura los panes formulados con suero precipitado por calor presentaron mejores características que el pan formulado con suero comercial (Güemes 2009).

2.3 Bases teórico – científicas

2.3.1 Los cereales:

Los granos de cereales han sido y siguen siendo importantes fuentes de carbohidratos, proteínas, vitaminas del complejo B y minerales en la dieta mundial. Los cereales más utilizados son: trigo (*Triticum aestivum L.*), arroz (*Oryza sativa L.*), maíz (*Zea mays L.*), mijo (*Panicum miliaceum L.*), sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*), cebada (*Hordeum vulgare L.*), centeno (*Sécale cereale L.*) y avena (*Avena sativa L.*) (Roderuck y Fox, 1987).

En una alimentación adecuada, cuando los cereales representan entre el 50 y 66 % de los alimentos consumidos, se obtienen fuentes de vitamina C, vitamina A (o sus precursores, los carotenoides) y minerales para adultos, y alimentos ricos en proteínas para el crecimiento de los niños (Roderuck y Fox, 1987). La calidad nutricional de los cereales es un componente integral de los alimentos, ya que representan el mayor componente de los alimentos mundiales. La calidad nutritiva de los granos de cereales está determinada por sus componentes principales, los carbohidratos, proteínas y lípidos, y la digestibilidad total (Bhatia y Rabson, 1987). En la tabla 1, se muestra la composición química de algunos cereales (Muñoz, 2010).

Para todas las proteínas de cereales, que son mezclas compuestas de varias clases de proteínas, la lisina es el primer aminoácido limitante seguido por treonina en la mayoría de los cereales y el triptófano en el maíz (Bhatia; Rabson, 1987).

A continuación se dan algunas características principales de los cereales, enfatizando su composición de aminoácidos indispensables que son importantes en la alimentación, ya que en ello se fundamenta la calidad de las proteínas.

Tabla 1

Composición química de algunos cereales, en base a 100 g de producto.

Característica	Unidad -	Cereal			
		Maíz	Trigo	Avena	Amaranto
Energía	kc	365.00	359.00	389.00	374.00
Proteína total	g	9.42	12.60	16.89	14.45
Digestibilidad	%	85.00	95.00	95.00	95.00
Hidratos de carbono	g	74.26	73.40	66.27	66.17
Grasa total	g	4.74	2.60	6.90	6.51
Agua	g	10.80	9.10	8.22	9.84
Cenizas	g	0.78	2.30	1.72	3.04
Ác. grasos saturados	g	0.60	0.31	1.22	1.66
Ác. grasos monoinsaturados	g	1.30	0.30	2.18	1.43
Ác. grasos poliinsaturados	g	2.50	0.77	2.53	2.89
Fibra dietética (AOAC)	g	3.20	3.30	6.60	6.70
Ác. ascórbico (C)	mg	0.00	0.00	0.00	4.20
Tiamina (B1)	mg	0.34	0.59	0.76	0.08
Riboflavina (B2)	mg	0.08	0.22	0.14	0.21
Niacina (B3)	mg	1.60	4.40	0.96	1.29
Ácido Pantoténico	mg	0.43	0.94	1.35	1.05
Vitamina B6	mg	0.62	0.34	0.12	0.22
Ácido fólico	Mg	19.00	43.00	56.00	49.00
Vitamina A	Mg	47.00	0.00	0.00	0.00
Alfa tocoferol (E)	mg	0.00	1.01	1.09	0.00
Tocoferol total	mg	0.00	1.01	1.09	0.00
Calcio	mg	158.00	58.00	54.00	153.00
Hierro	mg	2.71	3.60	4.72	7.59
Magnesio	mg	147.00	160.00	177.00	266.00
Fósforo	mg	235.00	332.00	523.00	455.00
Potasio	mg	284.00	370.00	429.00	366.00
Sodio	mg	1.00	3.00	2.00	21.00
Zinc	mg	2.21	2.60	3.97	3.18
Cobre	mg	0.19	0.41	0.63	0.78
Manganeso	mg	0.50	4.06	4.92	2.26
Fitoesterol	mg	0.00	0.00	0.00	24.00

Fuente: Muñoz, 2010. * Déficit en aminoácido

2.3.1.1 Trigo:

El trigo es la planta más ampliamente cultivada del mundo, es la cosecha más importante de los Estados Unidos y Canadá y crece en extensas zonas en casi

todos los países de América Latina, Europa y Asia (Garza, 2007).

La producción mundial de trigo en la campaña 2009/marzo 2010 totalizó 678 millones de TM, siendo los principales productores: Unión Europea 20,41%, China 16,88%, India 11,89%, Rusia 9,1%, EE. UU. 8,89%, Canadá 3,9% (Agro panorama, 2010).

De acuerdo a la campaña agrícola 2011-2012, la superficie sembrada nacional de trigo fue de 152,579 hectáreas, un incremento de 2.1% mayor que la campaña anterior, la superficie sembrada ha mantenido crecimientos moderados pero constantes desde la campaña 2004 - 2005, este nivel de producción es insuficiente para cubrir con la demanda interna que se acerca a 1, 659,023 toneladas anuales, decir, que la producción no alcanza a cubrir demanda requerida por los molinos (MINAG – OEEE, 2013).

Perú en cuanto a producción de trigo es deficitario y para cubrir el consumo nacional de este alimento debe importarse de los principales países productores, como Argentina, Estados Unidos y Canadá. Estas importaciones vienen aumentando con los años, generando una dependencia cada vez mayor por este producto (MINAG – OEEE, 2013).

El valor nutritivo del trigo siempre ha sido una fuente importante de alimento para la humanidad, ya que aporta con hidratos de carbono (fibra cruda, almidón, maltosa, glucosa, pentosanos, galactosa, rafinosa) compuestos nitrogenados (principalmente proteínas: albúmina, globulina, prolamina y gluteinas), lípidos (ac.Grasos:mirístico, palmítico, esteárico, oleico, linolenico, linoico), sustancias minerales (K, P,S)y pequeñas cantidades de vitaminas (inositol, colina el

complejo B), enzima(β -amilasa, celulosa, glucosidasas) y otras sustancias como pigmentos (Garza, 2007).

Casi todo el trigo se destina a la fabricación de harinas para panificación y pastelería. En general, las harinas procedentes de variedades de grano duro se destinan a las panificadoras y a la fabricación de pastas alimenticias, y las procedentes de trigos blandos a la elaboración de masas pasteleras (MINAG – OEEE, 2011).

Para la elaboración de un buen pan, la harina debe proceder en gran proporción de trigos fuertes, puesto que esta harina se caracteriza por su satisfactoria cantidad y calidad de proteína, fuerza y estabilidad de masa, adecuada producción de gas y actividad amilásica contenido de humedad menor a 14% para almacenarla con seguridad y buen color, según Brandt (2005).

➤ Propiedades Funcionales de la Proteína de Trigo la harina de trigo tiene importantes proteínas específicamente las proteínas del gluten que le confieren a la masa una funcionalidad única diferenciándola del resto de las harinas obtenidos de otros cereales, desde el punto de vista reológico la masa de harina de trigo se comporta como un fluido viscoelástico, volviendo a la masa más elástica y extensible., que se desarrolle la malla de gluten, estos cambios reológicos se evidencian a través de un reómetro llamado farinógrafo (Temas en Ciencia y Tecnología, 2009, p.30).

Los ensayos reológicos son muy aplicativos e importantes en el desarrollo de nuevas mezclas ya que permiten clasificar a las harinas de trigo según el uso: para panificación, pastas y galletas.

De los tres tipos de harina la que mejor se cotiza y tiene una mayor demanda en el mercado es la harina para panificación, ya que permite tener productos únicos que no se pueden obtener con ningún otro cereal. Es el trigo que presenta este equilibrio, comúnmente se busca alcanzar el equilibrio entre gliadinas y gluteninas en las mezclas de trigos desbalanceados. (Temas en Ciencia y Tecnología, 2009, p.30).

2.3.1.2 Kiwicha:

El valor energético de la kiwicha es mayor que el de otros cereales.

Contiene de 15 a 18% de proteínas, contienen un alto valor de aminoácidos (lisina). El grano de kiwicha contiene calcio, fósforo, hierro, potasio, zinc, vitamina E y complejo de vitamina B. Su fibra, comparada con la de otros cereales, es muy fina y suave. No es necesario separarla de la harina, es más, juntas constituyen una gran fuente de energía. Los granos de almidón varían en diámetro de 1 a 3.5 micrones, al igual que los de la quinua, y mucho más pequeños que los del trigo y el maíz. Su estructura diminuta los hace útiles en la industria (Ministerios de Agricultura, 2004).

➤ Composición de la Kiwicha

La kiwicha cereal andino, con alto valor nutricional, como se puede verificar en la tabla 2, el valor energético aportado por la kiwicha ha representado ser mayor en comparación a otros cereales, esta contiene entre el 15 al 18% de proteínas, el maíz llega a valores del 10%; contienen un alto valor de aminoácidos, como la lisina, posee calcio, fósforo, hierro, potasio, zinc, vitamina E y complejo de

vitamina B, su fibra, comparada con la del trigo y otros cereales, es muy fina y suave, no es necesario separarla de la harina, juntas constituyen una importante fuente de energía, (Collazos, 1975).

Tabla 2

Composición Química y valor nutricional de Kiwicha (Contenido en 100 gr de kiwicha cruda)

Elemento	Unid	Valor	Elemento	Unid	Valor
Calorías	cal	377	Calcio	mg	236
Agua	g	12.0	Fósforo	mg	453
Proteínas	g	13.5	Hierro	mg	7.5
Grasas	g	7.1	Retinol	mcg	-
Carbohidrat.	g	64.5	Vit. B1(Tiamina)	mcg	0.30
Fibra	g	2.5	Vit.B2 (Riboflamina)	mcg	0.01
Ceniza	g	2.4	Vit. B5 (Niacina)	mcg	0.40
			Ac. Ascórbico reduc.	mcg	1.3

Fuente: Collazos et al., (1975),

➤ Valor Biológico de la kiwicha

Según la FAO, el balance de aminoácidos está cercano al requerido para la nutrición humana, el aminoácido limitante es la leucina, presenta un alto valor biológico comparado al del trigo (73%) y soya (74%), las proteínas de origen animal no tienen aminoácidos limitantes (1996). La Kiwicha destaca por su alto contenido en lisina excelente complementación aminoacídica comparado con las proteínas de maíz, arroz y trigo. La proteína está presente en el embrión (65%) (Robinson 1991). El contenido de proteína en diferentes especies de amaranto es variado, la semilla presenta entre 5 a 8% de grasa y una concentración de escualeno, aproximadamente 6% mayor en comparación a otro cereal (Lyon y Becker, 1987; Joeb, 1992). También contiene gran cantidad de minerales, principalmente calcio, magnesio y hierro.

Tabla 3
Contenido de Aminoácidos en la kiwicha (g/100 g de proteína)

Aminoácido	g
Lisina	6.2
Histidina	2.8
Arginina	10.6
Acido Aspártico	8.9
Acido Glutámico	17.2
Treonina	3.7
Serina	5.7
Prolina	4.1
Glicina	7.3
Alanina	4.2
Valina	4.4
Cistina	1.6
Metionina	2.3
Isoleucina	3.9
Leucina	5.9
Tirosina	4.1
Metionina	4.3

Fuente: (Collazos, 1975).

2.3.2 Harina

2.3.2.1 Clasificación de las Harinas

2.3.2.1.1 Harinas fuertes

Se caracterizan por contener más glutenina y menor gliadina, dando origen a un gluten que es más tenaz, inelástico, resultan ser difícilmente mecanizarles, producen panes redondos pero de poco volumen. (Zhao, 2010).

2.3.2.1.2 Harinas débiles

En la industria de la panificación es común emplear de agentes reductores y oxidantes para regular la cantidad de los enlaces de sulfuro cruzados que vienen a ser los responsables de la propiedades reológicas de la masa; los agentes oxidantes más empleados son los peróxidos, los bromatos, los per sulfatos y el ácido dehidroascórbico y

entre los reductores destacan los sulfitos, la cisteína, el glutatión o cualquier otro compuesto que tenga grupos sulfhidrilo libres, como la lactoglobulina de la leche (Pérez y García, 2013).

2.3.3 Reología de las masas

El comportamiento de las masas de harina de trigo está determinado por las propiedades reológicas que le otorga particularidades en el manejo mecánico, así mismo influye en la calidad del producto final. Conocer el comportamiento reológico de las masas y sus propiedades es de mucha importancia (Launay, 1990; Mani, 1992). Las masas obtenidas a partir de harina de trigo son materiales viscoelásticos (Launay 1990; Weipert 1990; Petrofky y Hosney 1995; Rao 1995), que poseen las características de un líquido viscoso y un sólido elástico, con un comportamiento no lineal, ya que depende del esfuerzo y del tiempo (Navickis, 1989). La Figura 1 muestra el modelo mecánico que describe el comportamiento viscoelástico de la masa, éste sugiere que frente a la aplicación de un esfuerzo o deformación, el componente que responde primero es la parte elástica del material (Resorte A); posteriormente hay una respuesta simultánea de los componentes elástico y el viscoso (B,C) y por último aparece la respuesta del componente viscoso (D).

La masa sometida a fuerzas externas propicia que los enlaces débiles que mantienen juntos a sus constituyentes pueden romperse y reformarse con esfuerzo, (Masi, 1998). Las características reológicas de masas fermentadas dependen de la estructura y el arreglo de los constituyentes y las fuerzas que actúan entre ellos. Las propiedades reológicas de las masas son análogas a las propiedades del gluten (Mani 1992; Schober, 2002). La glutenina es la responsable de brindar firmeza y fuerza; la gliadina es el

adhesivo (USWA, 1985). Las características de las masas son debidas principalmente al gluten (Wang y Kokini, 1995).

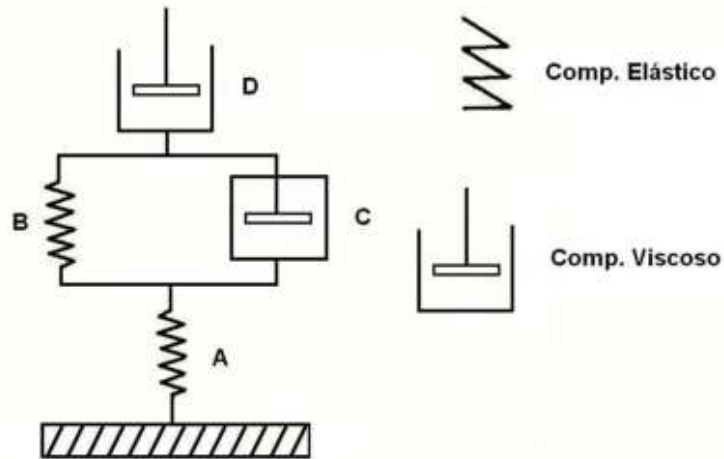


Figura 1. *Modelo mecánico para el comportamiento reológico de la masa*
Fuente: (Pomeranz, 1977).

Varias son las razones para determinar las propiedades reológicas de alimentos: para el diseño de plantas, en el cálculo de operaciones básicas para transferencia de calor, masa, cantidad de movimiento y dimensiones de tuberías y válvulas. También se aprovechan para control instrumental de calidad del material crudo previo el procesamiento, de productos intermedios durante la manufactura, y de los productos finales después de la producción.

Sirven para evaluar la calidad preferida por el consumidor por medio de correlaciones entre las medidas reológicas y pruebas sensoriales. Permiten elucidar la estructura o composición de alimentos y analizar los cambios estructurales que ocurren durante un proceso (Alvarado, 1996).

2.3.3.1 Materiales Visco elástico

El término viscoelasticidad es el comportamiento que presentan muchos fluidos que pueden exhibir elasticidad y flujo al ser sometidos a un corte. La

mayoría de las pastas y emulsiones concentradas, geles, suelen mostrar viscoelasticidad. Esto se traduce en el comportamiento siguiente: a bajas deformaciones, el fluido viscoelástico se comporta como un sólido elástico. A altas deformaciones, estos fluyen de forma viscosa; es decir, como líquidos (Rojas, Briceño y Avendaño, 2012). La causa del comportamiento viscoelástico es la misma que produce la viscoplasticidad y la tixotropía. Un material viscoelástico posee una estructura interna que es capaz de almacenar energía a bajas deformaciones, energía que libera luego al cesar la deformación para volver a su configuración original, de manera similar a un resorte. Claro está, si la deformación es de magnitud suficiente, la estructura interna colapsa y se produce el flujo del material (Rojas; Briceño; Avendaño 2012). La descripción más simple del flujo viscoelástico ideal de un líquido (o comportamiento viscoelástico lineal) la proporciona el modelo de Maxwell. Este consiste en un resorte y un pistón en serie, como se muestra en la Figura 2; esta configuración recibe el nombre de elemento de Maxwell. El resorte representa la respuesta elástica del fluido, en tanto el pistón representa el flujo viscoso (Rojas; Briceño; Avendaño 2012).

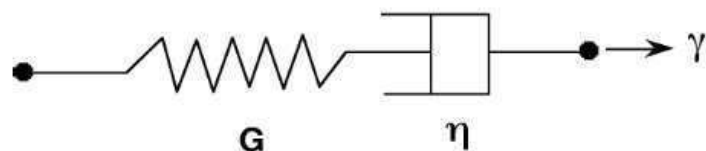


Figura 2 *Elemento de Maxwell.*

Fuente: (Rojas; Briceño; Avendaño, 2012)

El material viscoelástico se comporta de la siguiente forma: Ante la aplicación de un esfuerzo, un material viscoelástico responde deformándose instantáneamente con algún comportamiento elástico, la tensión aplicada produce una deformación.

A partir del instante cero, el material fluye de acuerdo a un modelo reológico de forma que la tensión se relaja al aproximarse el material a una nueva posición de equilibrio. Si el esfuerzo cesa en cualquier momento antes de la relajación, el material se retrotrae recuperando algo de su forma inicial.

Este comportamiento se puede apreciar en la figura 3, donde se indica que todo fluido es algo visco elástico. Sin embargo, la visco elasticidad solo se hace notar cuando el tiempo de relajación es apreciado.

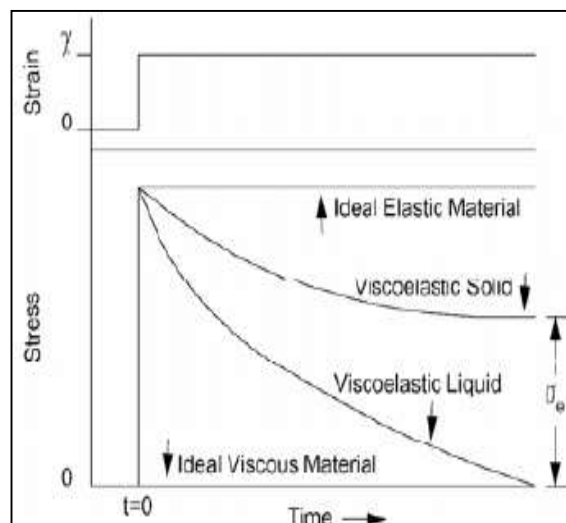


Figura 3: Relación de curvas de esfuerzo

Fuente: (Ramírez, 2006)

2.3.3.2 Cualidades de la harina

Las cualidades plásticas se caracterizan por el grado de elasticidad, tenacidad y flexibilidad de la masa. A menudo se emplea el término de fuerza para referirse

al cuerpo de la masa, esta noción de fuerza panadera se utiliza para clasificar el trigo, ya que un trigo fuerte dará una harina de fuerza (Rollin, 1962). Las propiedades plastoelásticas de la harina repercute sobre: La absorción de agua (rendimiento), La manejabilidad (masas gruesas y pegajosas), La tolerancia de la masa (facultad de soportar procesos de reposo muy prologados), Las propiedades del gluten (determinar en gran manera las características plásticas), Las propiedades fermentativas (que varían en función de las cantidades que posee de azúcar simple, enzimas y de los gránulos de almidón dañado, ya que las enzimas las ataca fácilmente). Para medir la cantidad panadera de la masa se ha desarrollado numerosos métodos, entre ellos:

2.3.3.2.1 Farinógrafo

El farinógrafo, instrumento que mide la consistencia de la masa, es la fuerza que se necesita para poder mezclarla a una velocidad constante y lograr la absorción del agua necesaria y así alcanzar la consistencia deseada (Pantanelli, 1996). Este instrumento permite generar una curva en la cual se reproduce el conjunto de características que determinan la calidad de la harina. La curva se va a prolongar hasta un punto máximo de consistencia, esto decaerá a medida que las proteínas se desdoblán en gluten y caen, debido a la pérdida de resistencia por el amasado continuo (Lazcano 2010).

El equipo está compuesto por una amasadora de dos brazos, que giran a 55 y 82 rpm., respectivamente, conectado a un dinamómetro compensado, cuyos movimientos se transmiten, por un sistema de palancas con amortiguador de aceite a un dispositivo tipo báscula, y este último conectado a un aparato registrador, donde se graba en un papel la resistencia que opone la masa al trabajo mecánico a que se le somete en la amasadora (Benion 1970). Según Benion, la forma de la curva varía según el tipo de harina y la naturaleza de los aditivos (1970). Los índices que normalmente se determinan con el farinógrafo son:

- 1. Consistencia de la masa.-** Esta característica y la capacidad de absorción de agua se deducen de la cantidad de agua necesaria para producir una masa de consistencia correcta que llegue a la línea 500 U.B. Cuando se prueba una harina con buena capacidad de absorción, se tendrá que ajustar, pues el pico de la curva subirá por encima de este nivel. El ajuste se ha de hacer con cada tipo de harina, para mantener el pico de la curva en esta línea.
- 2. Evolución de la masa.-** Es de gran importancia para poder determinar el

tiempo de amasado. Cada harina necesita su tiempo de amasado y el farinógrafo es sumamente útil para indicar este tiempo. La situación del punto más alto de la curva indica el tiempo que puede ser necesario para la confección de la masa en condiciones industriales.

Hay muchas harinas comerciales de las que se obtiene pan de baja calidad a causa de que la masa ha sido poco trabajada. Igualmente se estropean harinas por exceso de trabajo. Las harinas con alto contenido proteico (aptas para pastas) llevan asociado un tiempo largo de amasado.

3. Estabilidad de la masa.- Indica el tiempo que transcurre hasta que se debilita la masa y es una medida de la cantidad de fermentación que resistirá una harina y, en cierto modo, es un indicativo de la tolerancia de la misma al tiempo de fermentación. También es una medida del exceso de amasado que resiste una harina, antes que esta empiece a debilitarse.

4. Debilitamiento de la masa.- Queda representado por la caída de la curva por debajo de la línea de 500 U.B., durante un periodo determinado del amasado. Las harinas fuertes darán valores bajos,

mientras que las débiles darán valores altos.

La clasificación más general se interpreta en la figura 4 con dos harinas distintas. Se pueden observar grandes diferencias principalmente en la gran estabilidad de la harina fuerte y el grado de decaimiento pronunciado en la harina débil.

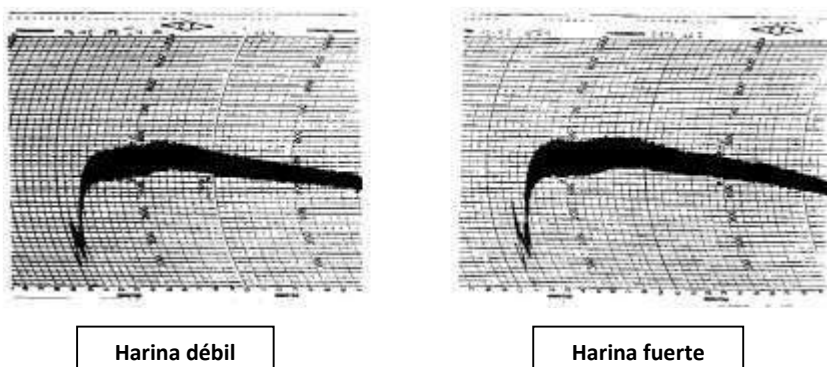


Figura 4 *Farinogramas de dos clases de harina*

Fuente: Información técnica del trigo, 2001

En la figura 5 De izquierda a derecha: harinas fuertes y de arriba a abajo: harinas más elásticas (más ancho más elástica).

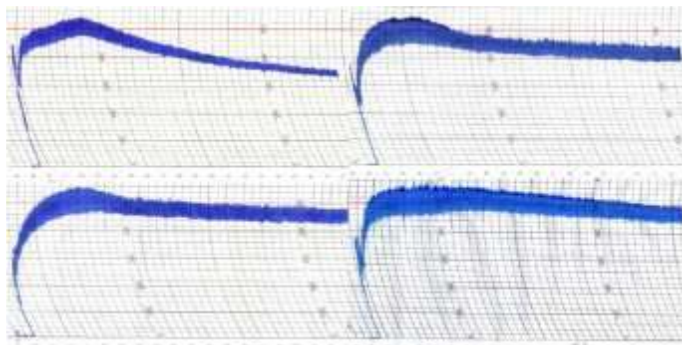


Figura 5: *Farinogramas de harinas de trigo de acuerdo a su fuerza y elasticidad*

Fuente: (Lascano, 2009)

2.3.3.2.2 Amilografo

El valor del amilógrafo permite evaluar el efecto de la α -amilasa en el proceso de elaboración de los productos de panificación. Brinda información referente a la calidad del almidón y contenido de enzimas. La valoración de la propiedad gelatinizadora de la harina permite saber con anterioridad a la estructura de la miga, la necesidad de añadir harinas especiales, aditivos diastásicos, etc. Valores correctos para panificación se sitúan entre 400-500 AU. Las harinas procedentes de trigos germinados darán valores inferiores a 400 AU y no son aptas para panificación (Ferrerías 2009).

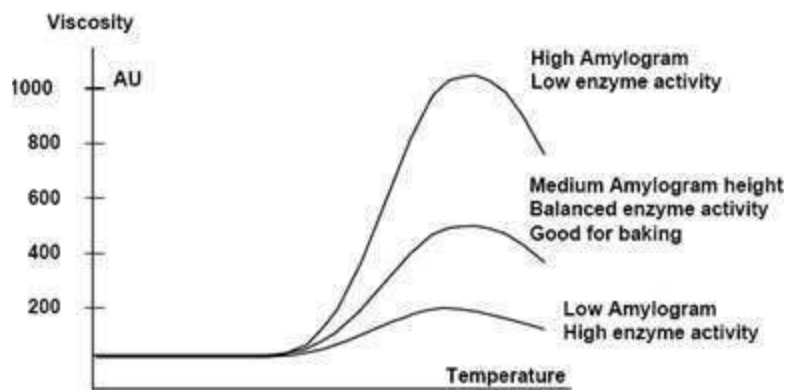


Figura 6: Amilogramas de harinas de trigo

Fuente: (Lascano, 2009)

2.3.3.2.3 Extensografo

El Extensógrafo mide la estabilidad de la masa y la resistencia que la misma opone durante el período de reposo. Los principales índices que se obtienen de la curva son: Resistencia R, altura del extensograma (EU.) correspondientes al punto de base situado a

5cm de distancia del comienzo de la curva, Resistencia R1, altura máxima de la curva, Extensibilidad E, corresponde a la longitud de la base desde el comienzo hasta el final del extensograma (mm), Extensibilidad E1, longitud de la base desde el comienzo de la curva hasta el final del punto correspondiente a la máxima resistencia R1, La resistencia R/E, Área del extensograma, fuerza de la masa, área bajo la curva del extensograma (Wonalixia 2010).

La harina de buena calidad dará curvas cada vez más elevadas, demostrando su buena estabilidad. Para la interpretación de los resultados se toma la altura de la curva a los 5 cm. La extensibilidad viene dada por la longitud de la curva; el área abarcada representa la energía, pues prácticamente está compuesta por: cantidad de deformación y fuerza necesaria para efectuarla.

Un valor alto de energía unido a gran extensibilidad, indica una harina fuerte. Un valor bajo de energía y gran extensibilidad, muestra una harina floja inadecuada para panificación, y es mas a propósito para galletas, harinas preparadas con levaduras artificiales o para pastas. Una masa corta da una curva alta y baja extensibilidad.

Stanley y col. (1998) menciona que las únicas propiedades reológicas necesarias

para un buen comportamiento durante la panificación parecen ser la extensibilidad y una viscosidad lo suficientemente grande. La aptitud de una harina para panificación utilizando los análisis extensográficos se puede evaluar mediante la siguiente clasificación:

1. Óptimo: relación entre 0.5 y 1.
2. Bueno: relación no inferior a 0.35
3. Discreto: relación no inferior a 0.25
4. Mediocre: no inferior a 0.1
5. Bajo: relación inferior a 0.1

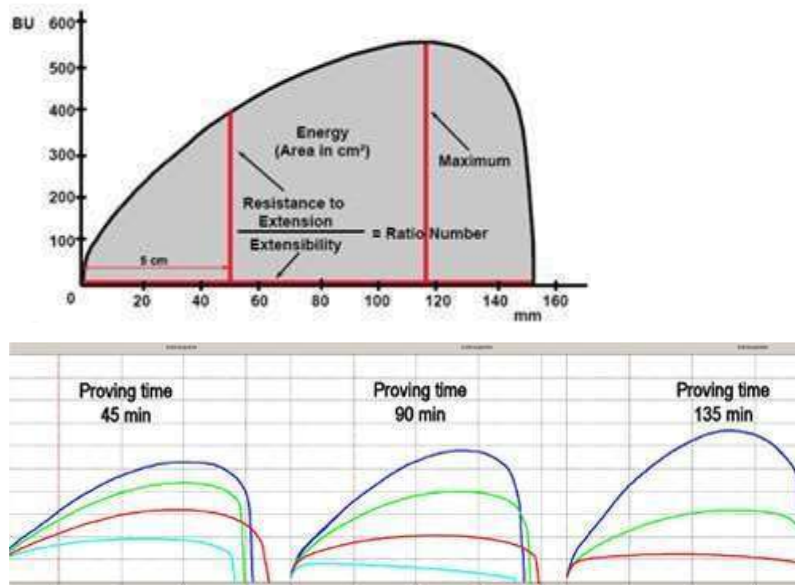


Figura 7: Extengramas de harina de trigo

Fuente: (Lascano, 2009)

2.4 Definición de la terminología:

Cereales: Son gramíneas, herbáceas cuyos granos o semillas están en la base de la alimentación (Zuleta, 2015).

Kiwicha: o amaranto en el resto de latinoamérica es una planta de la familia de las amarantáceas de rápido crecimiento, con hojas, tallos y flores morados, rojos y dorados (Chancasana, 2016).

Reología: La Reología estudia la deformación de un cuerpo sometido a esfuerzos externos, es decir la deformación y flujo de materias primas, productos intermedios y productos terminados en la industria de alimentos (Virues, 2014).

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y Diseño de la Investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Según su finalidad será aplicativa, se pretende con esta investigación lograr enriquecimiento en los productos de la panificación, empleando para ello harina Trigo y concentrado proteico de kiwicha.

Según el manejo de variables es experimental, se manejaran variables cuantitativas independientes (% de harina de trigo, % de aislado proteico y su efecto sobre las variables dependientes, tenacidad, índice de hinchamiento, punto de ruptura, fuerza de la harina y índice de elasticidad).

Según su contexto será de laboratorio, la investigación se realizara en las instalaciones de la Universidad Nacional del Santa, en el laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales.

3.1.2 Diseño de la investigación

Diseño de estudios cuantitativos, investigación experimental.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

a. Harina de trigo (*Triticumvulgare*).

Preparada: Se empleó la harina de la marca Blanca Flor de la empresa ALICORD
De panificación: Se empleó la harina de la marca Nicolini de la empresa ALICORD

- b. Kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Mercado Moshoqueque - Chiclayo – Lambayeque, proveniente de los valles de la sierra de Ancash.

3.2.2 Muestra

08 kilos de harina de trigo

05 kilos de kiwicha

3.3 Hipótesis:

Hi: La adición de concentrado proteico de kiwicha afectan significativamente en las propiedades reológicas (Tiempo de desarrollo de la masa (min), consistencia (FU), absorción de agua (%), resistencia a la extensión (BU), Extensibilidad (mm)) de las masas de 2 tipos de harina de trigo.

Ho: La adición de concentrado proteico de kiwicha no afectan significativamente en las propiedades reológicas (tiempo de desarrollo de la masa (min), consistencia (FU), Absorción de agua (%), Resistencia a la extensión (BU), Extensibilidad (mm)) de las masas de 2 tipos de harina de trigo.

3.4 Variables

Variable independiente: Tipo de Harina y el porcentaje de concentrado proteico de Kiwicha, en las formulaciones de las mezclas.

Variable dependiente: Tiempo de desarrollo de la masa (min), consistencia (FU), absorción de agua (%), resistencia a la extensión (BU), Extensibilidad (mm)

3.5 Operacionalización de las variables:

3.5.1 Variable Independiente: Tipo de Harina

Tabla 4
Operacionalización de las variables Independientes

Variable Independiente	Dimensiones	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
Tipo de Harina	Harina de Panificación	Balanza
	Harina Preparada	Balanza

Fuente: Elaborado por el autor, 2015

3.5.2 Variable Dependiente: Características reológicas

Tabla 5
Operacionalización de las variables dependientes

Variable Dependiente	Tratamientos del estudio	
	Indicadores	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
	Tiempo de desarrollo de la masa (min)	Farinógrafo
	Consistencia (FU)	Farinógrafo
	Absorción de agua (%)	Farinógrafo
	Resistencia a la extensión (BU)	Extensografo
	Extensibilidad (mm)	Extensografo

Fuente: Elaborado por el autor, 2015

3.6 Métodos, técnicas de investigación

3.6.1 Método para la obtención de aislado proteico de Kiwicha

A. Determinación del número de extracciones

Se aplicó la metodología de Medrano desarrollada en 1990.

B. Solubilización de las proteínas en medio alcalino

Se aplicó la metodología de Medrano desarrollada en 1990.

C. Precipitación en el entorno del pH isoelectrico

Se aplicó la metodología de Medrano desarrollada en 1990.

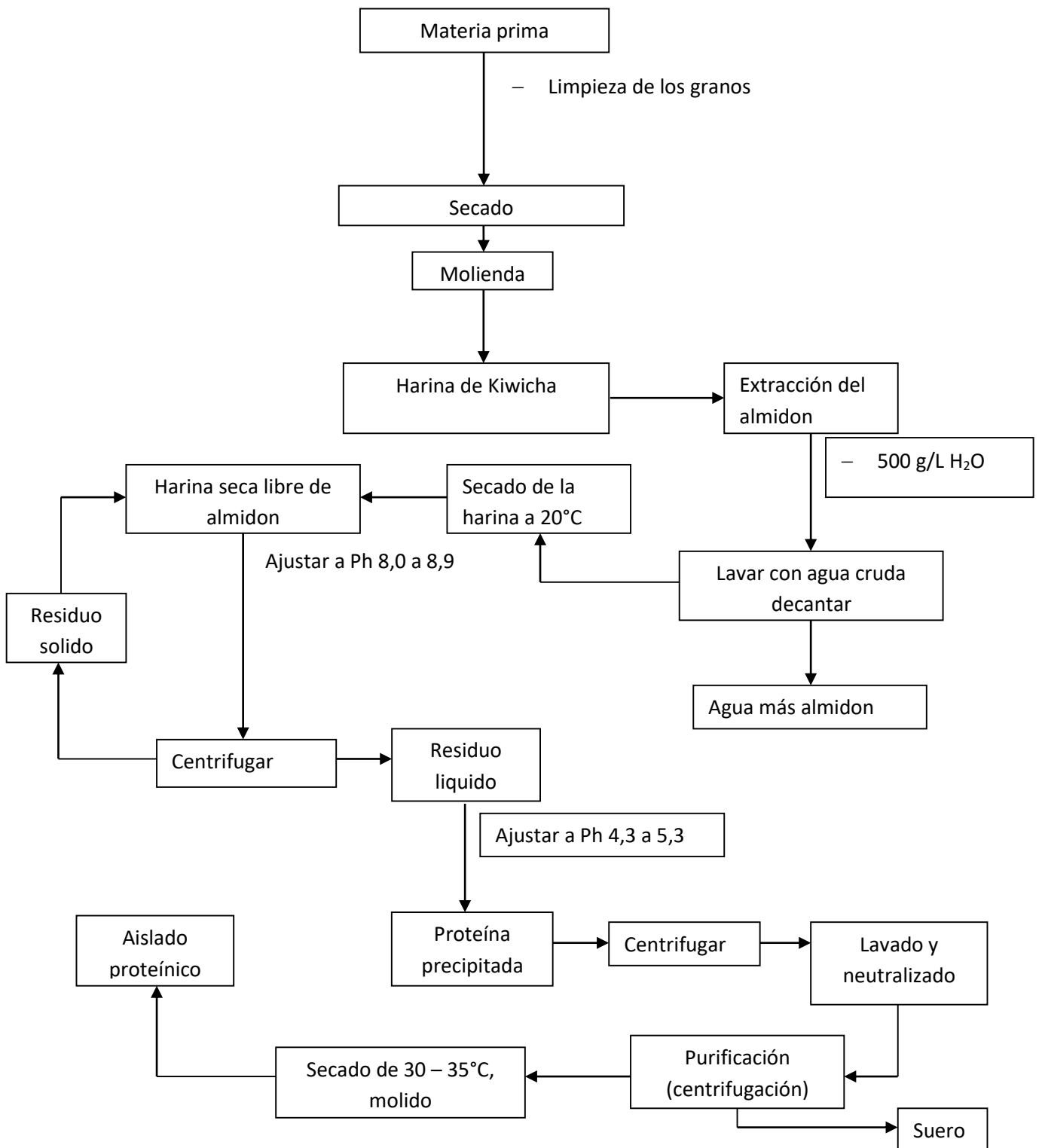


Figura 8 Obtención del concentrado proteico de Kiwicha

3.7 Procedimiento para la recolección de datos:

Los análisis se efectuarán en los laboratorios de la Universidad Nacional del Santa – Chimbote.

3.7.1 Proceso de evaluación reológica de las mezclas de las diferentes harinas, formuladas por el programa Desing – Expert 8.0.

A. Análisis amilografico

Materiales Muestra:

Mezcla de harina de harina de trigo y concentrado proteico de kiwicha.

Equipos: Amilografo Brabender

Reactivos: Agua destilada.

Procedimiento

Amilografía corresponde al método oficial de la AACCC.

1. Se midió 450 ml de agua destilada mediante una pera graduada.
2. Se determinó la humedad de la muestra de harina a usar en el ensayo.
3. Se pesó 80 gr de la muestra de harina.
4. Se colocó la harina dentro de un matraz y verter agua de la pera gradualmente y agitar constantemente hasta solubilizar (evitar la formación de grumos) y obtener una mezcla homogénea. Dejar una porción de agua en la pera.
5. Una vez obtenida la solución homogénea, se incorporó al cilindro de calentamiento y el sobrante en el matraz realizar un enjuague con la porción de agua sobrante en la pera e incorporar todo al cilindro.
6. Se introdujo el agitador dentro del cilindro e inicio el proceso de calentamiento.

7. Las condiciones iniciales del proceso son: Temperatura: 20°C; Velocidad de calentamiento: 1.5°C/min.
8. Al finalizar la prueba se registra la curva y la tabla de los resultados del proceso: Unidades Brabender (UA), Temperatura (°C) y Tiempo (min)

B. Análisis Farinografico

Se realizó en el equipo Farinógrafo Brabender Mod-No. 8 110, se midieron las propiedades dinámicas de la masa a través de la resistencia que ésta le opone al amasado mecánico en condiciones controladas, como las siguientes:

1. Tiempo de homogenización de la muestra.
2. Volumen de agua necesario para el amasado
3. Peso de la muestra sometida a amasado.
4. Tiempo de amasado

Procedimiento

1. Se pesó la cantidad de acuerdo a la humedad presente en la muestra, analizada en el cuadro estándar para el procedimiento (Micro-Farinógrafo Brabender).
2. Se incorporó a la amasadora la harina a analizar en estado seco, solo para homogenizar completamente.
3. Pasado el minuto de tiempo de amasado en seco, se realizó la descarga de agua destilada sobre la amasadora hasta hidratar por completo la muestra.
4. Se retiró la muestra amasada de las paredes de la amasadora sin tocar sus espas (Si se tocan se disparará el valor y este resultara erróneo).
5. Una vez que se llega a la curva en donde se encuentran las 500 unidades Brabender se deja trabajar por 25 minutos.
6. En el computador se obtiene un farinograma del que se extrae la siguiente Información para la interpretación de resultados:

- a. % de absorción de agua de la harina hasta alcanzar una determinada consistencia (depende de la cantidad y calidad de gluten y la dureza de endospermo).
- b. Y se relaciona con la cantidad de pan a obtener por kg de harina).
- c. Tiempo de desarrollo de la masa (minutos necesarios para alcanzar la máxima consistencia).
- d. Tiempo de estabilidad o tolerancia al amasado (minutos durante los cuales la masa mantiene la máxima consistencia).
- e. La absorción de agua se define como el porcentaje de agua respecto al peso de harina que es necesario añadir para obtener una masa de consistencia determinada.

$$\text{Absorción de agua \%} = \frac{V + P - 300}{3}$$

Dónde:

V = volumen en ml de agua añadida para obtener una masa con una consistencia máxima de 500 U.B.

P = peso en g de harina utilizada, equivalente a 300 g con el 15% de humedad.

C. Análisis Extensográfico

El extensografo supe información complementaria a la del farinografo. Debe recordarse que, como bien apunta Bennion (1967), tan importante como la fuerza de una masa es su extensibilidad.

El aparato estira la masa que esta se rompe y paralelamente registra en una gráfica la fuerza necesaria para estirla y la elongación. De esta forma se obtiene la siguiente información:

- Extensibilidad de la masa: longitud de la base de la curva, en milímetros.
- Resistencia a la extensión: altura de la curva, medida a los 50 mm del punto inicial.

- Energía de rompimiento: área bajo la curva.
- Índice de proporcionalidad: se obtiene al dividir el valor de la resistencia entre el de la extensibilidad.

Cuanto mayor es el índice de proporcionalidad más “aguante” tiene la masa. Así, si este valor es muy pequeño la masa en cuestión es muy extensible en comparación con su resistencia a la extensión, por lo cual, durante la fermentación en el proceso de panificación, dicha masa se volverá floja y mostrara tendencia a “correrse” hacia los lados (Brabender, 1964).

3.8 Análisis estadísticos e interpretación de los datos

Se empleó el Diseño factorial completo 2x4 con 2 réplicas, teniendo como variables independientes el Tipo de Harina y el Porcentaje de concentrado proteico de kiwicha (%) y como variables dependientes Tiempo de desarrollo de la masa (min), Consistencia (FU), Absorción de agua (%), Resistencia a la extensión (BU) y Extensibilidad (mm)

Para plantear los tratamientos experimentales a realizar se empleara el paquete estadístico Desing – Expert 8.0. En la cuadro 3.3 se detallan los diversas corridas experimentales a realizar.

Tabla 6

Tabla de matriz de mezclas de harina de trigo y concentrado proteico de kiwicha

Std	Run	Block	Factor 1	Factor 2
			A:Tipo de Harina	B:Concentrado proteico de kiwicha %
10	1	Block 1	Harina de panificación	4
1	2	Block 1	Harina de panificación	0
7	3	Block 1	Harina de preparada	2
6	4	Block 1	Harina de panificación	2
16	5	Block 1	Harina de preparada	6
15	6	Block 1	Harina de preparada	6
2	7	Block 1	Harina de panificación	0
5	8	Block 1	Harina de panificación	2
4	9	Block 1	Harina de preparada	0
14	10	Block 1	Harina de panificación	6
8	11	Block 1	Harina de preparada	2
9	12	Block 1	Harina de panificación	4
13	13	Block 1	Harina de panificación	6
12	14	Block 1	Harina de preparada	4
11	15	Block 1	Harina de preparada	4
3	16	Block 1	Harina de preparada	0

Fuente: Elaborado por el autor, 2015

3.9 Criterios éticos:

Para la presente investigación se aplicará y usara de manera determinante los siguientes principios indicados líneas abajo. Respetando las normas técnica peruana de harinas. Norma codex para la harina de trigo.

3.9.1 El principio de la autonomía:

“Define el derecho de toda persona a decidir por sí misma en todo lo que le afecten de una u otra manera, con conocimiento de causa y sin coacción de ningún tipo. Determina también el correspondiente deber de cada uno de respetar la autonomía de los demás” (Alarcón, 2015).

3.9.2 El principio de la beneficencia

“Determina el derecho de toda persona de vivir de acuerdo con su propia concepción de la vida, a sus ideales de perfección y felicidad. Íntimamente relacionado con el principio de autonomía, determina también el deber de cada uno de buscar el bien de los otros, no de acuerdo a su propia manera de entenderlo, sino en función del bien que ese otro busca para sí “(Alarcón, 2015).

3.9.3 El principio de la no-maleficencia

“Determina el derecho de toda persona a no ser discriminada por consideraciones biológicas, tales como raza, sexo, edad, situación de salud, etc. Determina el correspondiente deber de no hacer daño, aun cuando el interesado lo solicitara expresamente” (Alarcón, 2015).

3.9.4 El principio de la justicia

“Define el derecho de toda persona a no ser discriminada por consideraciones culturales, ideológicas, políticas, sociales o económicas. Determina el deber correspondiente de respetar la diversidad en las materias mencionadas y de colaborar a una equitativa distribución de los beneficios y riesgos entre los miembros de la sociedad” (Alarcón, 2015).

3.10 Criterios de rigor científico:

Al realizar los análisis para la evaluación reológica de las mezclas de harinas de trigo y concentrado proteico, serán garantizados los resultados de los siguientes análisis: Amilografico, Farinografo y extensografo por la Universidad Nacional agraria la molina, en donde se desarrollara dichos análisis, teniendo una gran confiabilidad de sus resultados.

Son equipos son reconocidos a nivel a internacional por la reproducibilidad de los resultados, y tiene un respaldo de varios artículos de investigación científica a nivel internacional. Los fundamentos reologicos se mencionan en la parte del marco teórico.

CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1.1 Características fisicoquímicas de la materia prima:

A continuación en el cuadro 4.1 se muestra la composición química de la harina de trigo para panificación, para los diversos tratamientos experimentales establecidos en el cuadro 3.3. La harina de trigo empleada presenta un contenido de proteínas del 9.6 ± 0.2 % y una humedad del 13 ± 0.45 %.

En el cuadro 4.2 se muestra el composición química de la harina de trigo preparada, en la cual se puede observar que tiene menos contenido de grasa que la harina de panificación.

En cuanto a la composición de la harina de kiwicha empleada esta presenta las características químicas indicadas en la tabla 9.

Tabla 7

Composición química de la harina de trigo para panificación.

Componente	Porcentaje
Proteína	9.6 ± 0.2
Grasa	1.5 ± 0.12
Humedad	13 ± 0.45

Tabla 8

Composición química de la harina de trigo preparada

Componente	Porcentaje
Proteína	9.6 ± 0.3
Grasa	0.93 ± 0.1
Humedad	10.7 ± 0.21

Tabla 9
Características fisicoquímicas de la harina de kiwicha.

Componente	Porcentaje
Proteína	15.9± 0.15
Grasa	4.34± 0.27
Humedad	4.62 ± 0.34
Cenizas	2.6± 0.12

4.1.2 Análisis Reologicos

En la matriz experimental decodificada cuadro 4.4, se puede observar los diferentes tratamientos a realizados, determinadas por el programa Desing expert 8.0.

De las 16 diferentes tratamientos, se han realizado análisis farinógrafo y extensografo, para poder determinar cómo afecta la adición de concentrado proteico de kiwicha en los parámetros tecnológicos para elaboración de productos de panificación empleando harina de trigo para panificación y harina preparada.

Tabla 10

Matriz experimental decodificada para los diferentes tratamientos, con los respectivos resultados de los parámetros reológico

Std	Run	Factor 1	Factor 2	Response 1	Response 2	Response 3	Response 4	Response 5	Response 6	Response 7
		A:Tipo de Harina	B:Concentrado proteico de kiwicha	Tiempo de desarrollo de la masa	Consistencia	Absorción de agua	Resistencia a la extensión (30 min)	Resistencia a la extensión (60 min)	Extensibilidad (30 min)	Extensibilidad (60 min)
			%	minutos	FU	%	BU	BU	mm	mm
10	1	Harina de panificación	4	3.1	659	60.9	760	1056	135	104
1	2	Harina de panificación	0	3.8	631	59.3	738	1175	144	85
7	3	Harina de preparada	2	16.9	533	56.4	813	1212	97	82
6	4	Harina de panificación	2	3.4	629	58.8	698	962	154	131
16	5	Harina de preparada	6	8.54	560	57.9	683	978	124	95
15	6	Harina de preparada	6	8.92	553	57.3	678	970	120	97
2	7	Harina de panificación	0	3.9	624	59.9	742	1075	148	89
5	8	Harina de panificación	2	3.85	639	59.5	687	955	158	137
4	9	Harina de preparada	0	18.35	516	59.1	474	677	111	119
14	10	Harina de panificación	6	3.89	767	62.8	689	1189	130	80
8	11	Harina de preparada	2	16.2	539	56.6	805	1201	99	88
9	12	Harina de panificación	4	3.58	667	60.2	751	1063	132	110
13	13	Harina de panificación	6	3.17	751	62.3	692	1197	134	82
12	14	Harina de preparada	4	15.89	540	56.2	769	1012	112	91
11	15	Harina de preparada	4	15.55	531	56.8	773	1006	108	89
3	16	Harina de preparada	0	18.55	505	59.3	481	687	119	122

4.1.2.1 Efecto del concentrado proteico de kiwicha en el tiempo de desarrollo de la masa

Se evaluó el efecto de la concentración del concentrado proteico de kiwicha en el tiempo de desarrollo de la masa. En la tabla 11 se presenta el análisis de varianza para esta variable dependiente, en el cual se puede observar que el ajuste al modelo es estadísticamente significativa, así como el tipo de harina y la concentración de concentrado proteico de kiwicha (p-valor calculado menor a 0.05), concluyendo que la concentración del concentrado proteico, va afectar en el tiempo de desarrollo de las masas para ambos tipos de harina.

Tabla 11
Análisis de Varianza para la variable dependiente tiempo de desarrollo de la masa. ($R^2 = 0.9986$)

Recurso	Suma de cuadrados	grados de libertad	cuadrados medios	valor F	Valor p
Model	617.01	7	88.14	805.29	< 0.0001
A-Tipo de Harina	508.62	1	508.62	4646.74	< 0.0001
B-Concentrado proteico de kiwicha	56.49	3	18.83	172.02	< 0.0001
AB	51.90	3	17.30	158.07	< 0.0001
Pure Error	0.88	8	0.11		
Cor Total	617.88	15			

En la figura 9 se puede ver cómo afecta la adición de concentrado proteico en harina de panificación no afecta en el tiempo de desarrollo de la masa, a su vez conforme aumentamos la concentración de concentrado proteico en la harina preparada disminuye el tiempo de desarrollo de la masa, indicando que la adición de este concentrando permitiría en obtener el

desarrollo de masa en menor tiempo, igualando a una harina para panificación

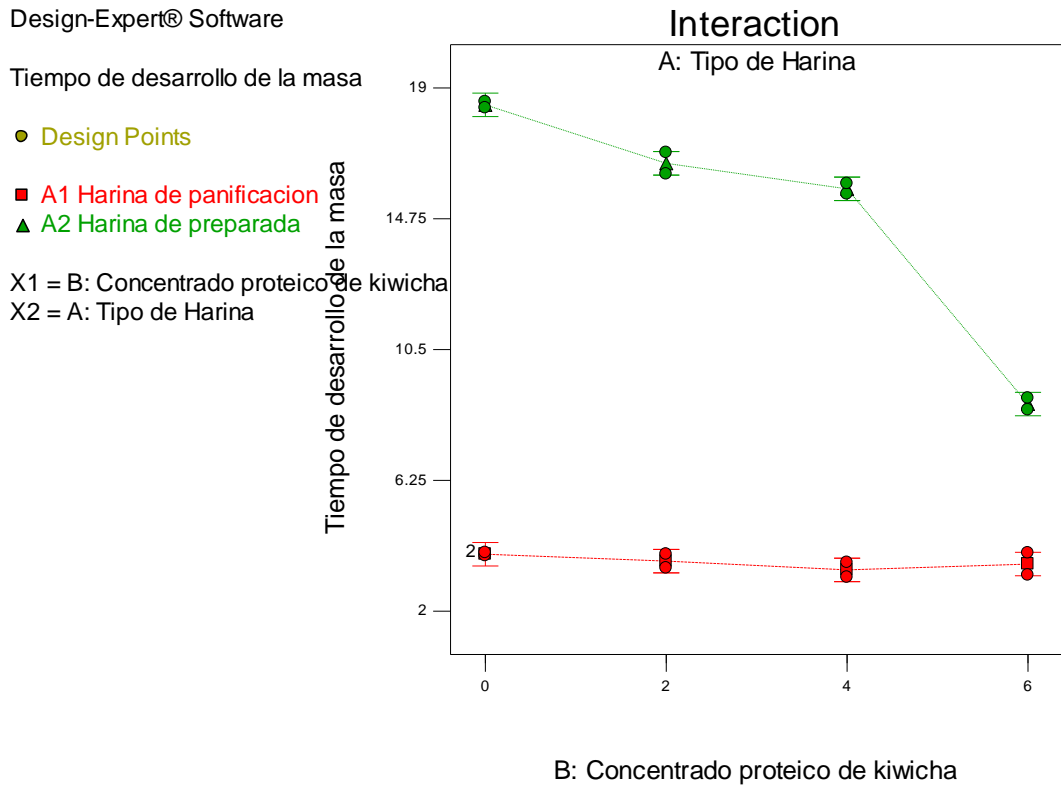


Figura 9. Efecto del concentrado proteico en el tiempo de desarrollo de masa la kiwicha.

4.1.2.2 Efecto del concentrado proteico de kiwicha en la consistencia de la masa

Se evaluó el efecto de la concentración del concentrado proteico de kiwicha en consistencia de la masa. En el tabla 12 se presenta el análisis de varianza para esta variable dependiente, en el cual se puede observar que el ajuste al modelo es estadísticamente significativa, así como el tipo de harina y la concentración de concentrado proteico de kiwicha (p-valor calculado menor a 0.05), concluyendo que la concentración del concentrado proteico, va afectar en la consistencia de las masas para ambos tipos de harina.

Tabla 12

Análisis de Varianza para la variable dependiente consistencia de la masa. ($R^2 = 0.9962$)

Recurso	Suma de cuadrados	grados de libertad	cuadrados medios	valor F	Valor p
Model	98521.00	7	14074.43	297.87	< 0.0001
A-Tipo de Harina	74256.25	1	74256.25	1571.56	< 0.0001
B-Concentrado proteico de kiwicha	17965.50	3	5988.50	126.74	< 0.0001
AB	6299.25	3	2099.75	44.44	< 0.0001
Pure Error	378.00	8	47.25		
Cor Total	98899.00	15			

En la figura 10 se puede ver que la adición de concentrado proteico en la harina preparada no afecta en la consistencia de la masa, a su vez conforme aumentamos la concentración de concentrado proteico en la harina panificación aumenta la consistencia de la masa, indicando que mayor concentración de concentrado proteico aumenta la consistencia de la masa.

Design-Expert® Software

Consistencia

● Design Points

■ A1 Harina de panificacion

▲ A2 Harina de preparada

X1 = B: Concentrado proteico de kiwicha

X2 = A: Tipo de Harina

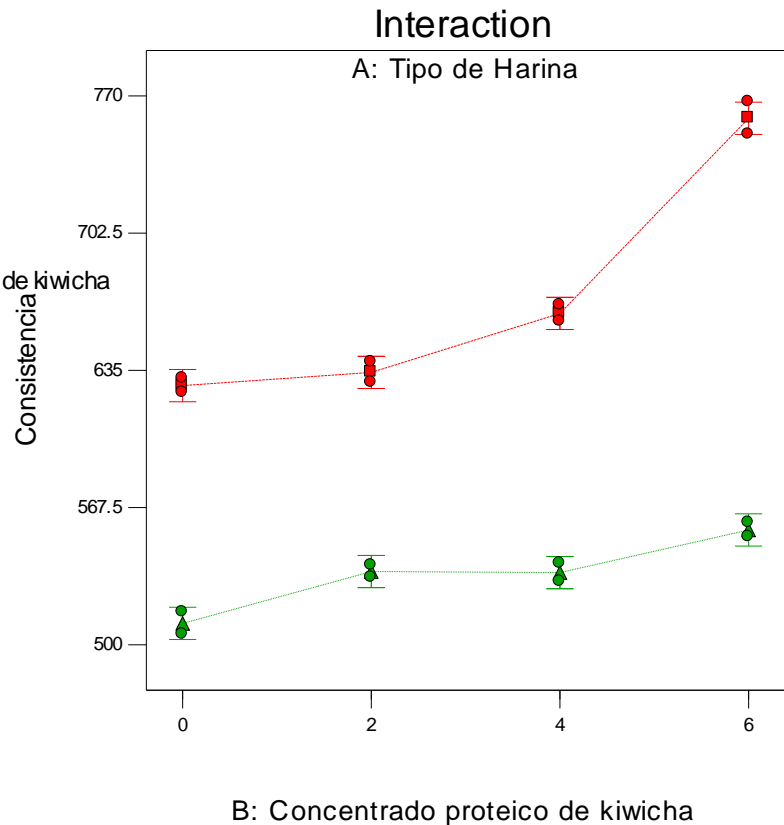


Figura 10 Efecto del concentrado proteico de kiwicha en la consistencia de la masa

4.1.2.3 Efecto del concentrado proteico de kiwicha en la absorción de agua de la masa

Se evaluó el efecto de la concentración del concentrado proteico de kiwicha en consistencia de la masa. En la tabla 13 se presenta el análisis de varianza para esta variable dependiente, en el cual se puede observar que el ajuste al modelo es estadísticamente significativa, así como el tipo de harina y la concentración de concentrado proteico de kiwicha (p-valor calculado menor a 0.05), concluyendo que la concentración del concentrado proteico, va afectar en la absorción de agua de las masas para ambos tipos de harina.

Tabla 13

Análisis de Varianza para la variable dependiente absorción de agua de la masa. ($R^2 = 0.9804$)

Recurso	Suma de cuadrados	grados de libertad	cuadrados medios	valor F	Valor p
Model	59.74	7	8.53	57.14	< 0.0001
A-Tipo de Harina	36.30	1	36.30	243.02	< 0.0001
B-Concentrado proteico de kiwicha	11.66	3	3.89	26.01	0.0002
AB	11.79	3	3.93	26.30	0.0002
Pure Error	1.19	8	0.15		
Cor Total	60.94	15			

En la figura 11 se puede ver que la adición de concentrado proteico en la harina preparada hace disminuir la absorción de agua de la masa, caso contrario sucede para la harina de panificación conforme aumenta la concentración de concentrado proteico aumenta la absorción de agua de la masa.

Design-Expert® Software

Absorción de agua

● Design Points

■ A1 Harina de panificación

▲ A2 Harina de preparada

X1 = B: Concentrado proteico de kiwicha

X2 = A: Tipo de Harina

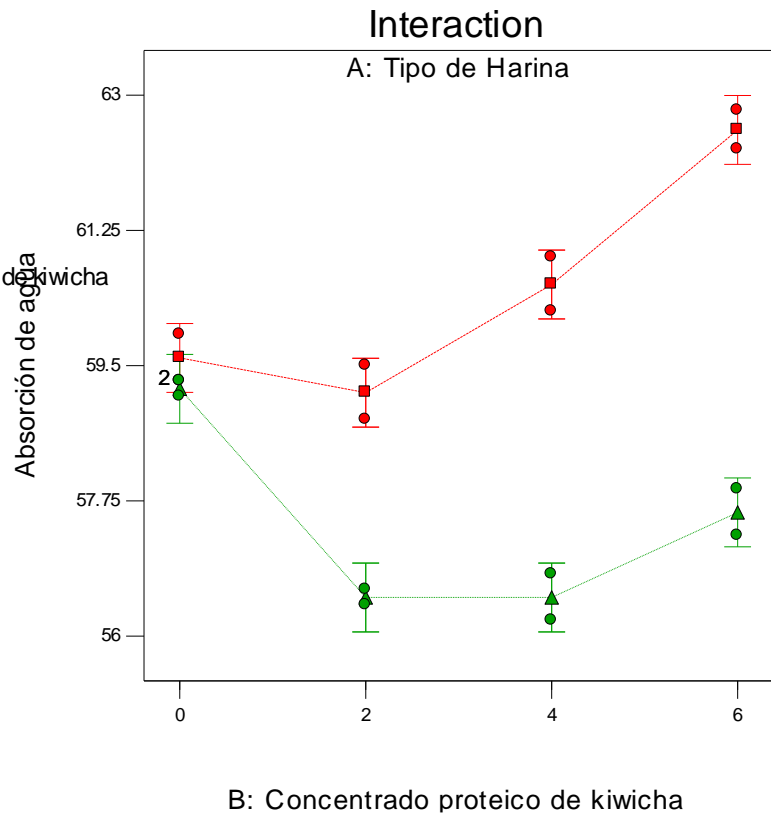


Figura 11 Efecto del concentrado proteico de kiwicha en la absorción de agua de la masa

4.1.2.4 Efecto del concentrado proteico de kiwicha en la resistencia a extensión de la masa

Se evaluó el efecto de la concentración del concentrado proteico de kiwicha en resistencia a la extensión de la masa. En la tabla 14 se presenta el análisis de varianza para esta variable dependiente, en el cual se puede observar que el ajuste al modelo es estadísticamente significativa, así como el tipo de harina y la concentración de concentrado proteico de kiwicha (p-valor calculado menor a 0.05), concluyendo que la concentración del concentrado proteico, va afectar en resistencia a la extensión de la masa para ambos tipos de harina.

Tabla 14
Análisis de Varianza para la variable dependiente resistencia a la extensión de la masa. (R2 = 0.9987)

Recurso	Suma de cuadrados	grados de libertad	cuadrados medios	valor F	Valor p
Model	1.432E+005	7	20457.49	859.11	< 0.0001
A-Tipo de Harina	4935.06	1	4935.06	207.25	< 0.0001
B-Concentrado proteico de kiwicha	60383.69	3	20127.90	845.27	< 0.0001
AB	77883.69	3	25961.23	1090.24	< 0.0001
Pure Error	190.50	8	23.81		
Cor Total	1.434E+005	15			

En la figura 12 se puede ver que la adición de concentrado proteico en la harina preparada hace aumentar la resistencia a la extensión de la masa alcanzando valores cercanos a la de harina de panificación. Para la harina de panificación conforme aumenta la concentración de concentrado proteico no afecta a la resistencia a la extensión de la masa.

Design-Expert® Software

Resistencia a la extension (30 min)

● Design Points

■ A1 Harina de panificacion

▲ A2 Harina de preparada

X1 = B: Concentrado proteico de kiwicha

X2 = A: Tipo de Harina

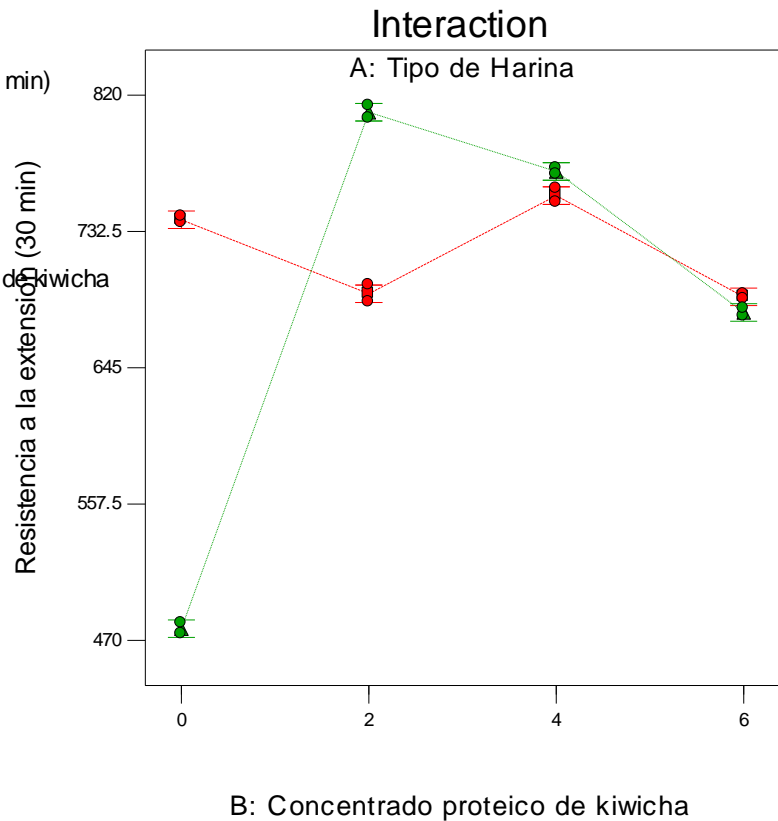


Figura 12 Efecto del concentrado proteico de kiwicha en la resistencia a la extensión de la masa.

4.1.2.5 Efecto del concentrado proteico de kiwicha en la extensibilidad de la masa

Se evaluó el efecto de la concentración del concentrado proteico de kiwicha en la extensibilidad de la masa. En la tabla 15 se presenta el análisis de varianza para esta variable dependiente, en el cual se puede observar que el ajuste al modelo es estadísticamente significativa, así como el tipo de harina y la concentración de concentrado proteico de kiwicha (p-valor calculado menor a 0.05), concluyendo que la concentración del concentrado proteico, va afectar en extension de la masa para ambos tipos de harina.

Tabla 15

Análisis de Varianza para la variable dependiente extensibilidad de la masa. ($R^2 = 0.9849$)

Recurso	Suma de cuadrados	grados de libertad	cuadrados medios	valor F	Valor p
Model	5133.44	7	733.35	74.74	< 0.0001
A-Tipo de Harina	3751.56	1	3751.56	382.32	< 0.0001
B-Concentrado proteico de kiwicha	156.19	3	52.06	5.31	0.0263
AB	1225.69	3	408.56	41.64	< 0.0001
Pure Error	78.50	8	9.81		
Cor Total	5211.94	15			

En la figura 13 se puede ver que la adición de concentrado proteico en la harina preparada hace aumentar la extensibilidad y para la harina de panificación conforme aumenta la concentración de concentrado proteico la extensibilidad de la masa disminuye.

Design-Expert® Software

Extensibilidad (30 min)

● Design Points

■ A1 Harina de panificación

▲ A2 Harina de preparada

X1 = B: Concentrado proteico de kiwicha

X2 = A: Tipo de Harina

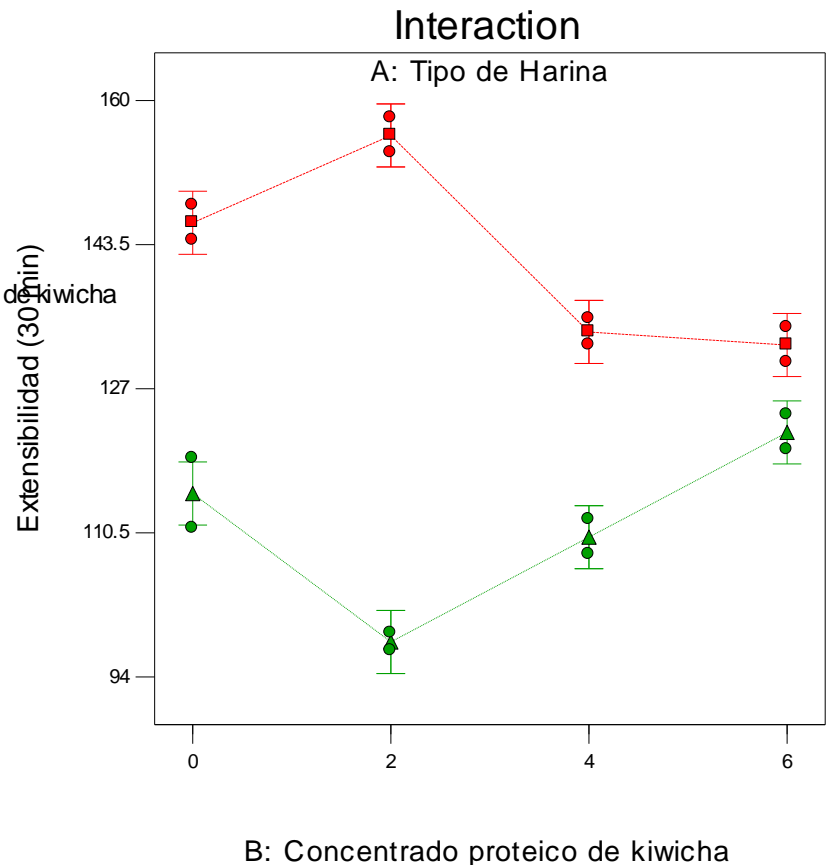


Figura 13 Efecto del concentrado proteico de kiwicha en la extensibilidad de la masa.

4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Absorción de agua (%), estabilidad (FU) y tiempo de desarrollo (min). Se ha reportado en investigaciones que el contenido de proteína influye positivamente en las características farinográficas de las harinas (Bloksma, 1990). La calidad del producto de panificación se ve influenciado por la absorción de agua del farinograma (Khatkar, B y et al., 2002). Investigaciones realizadas por Dhaliwal S. y et al. (1987) encontrando una correlación directa entre la facilidad de absorción de agua y la estructura de las proteínas, coincidiendo con el trabajo reportado por Yamamoto H, et al. (1996) ambos evaluaron las propiedades de molienda de 3 variedades comerciales australianas de trigo resultando la variedad Cortázar con valor más alto de absorción de agua en comparación a otras variedades, atribuyendo esta característica a su alto contenido proteico, favoreciendo la retención de agua.

El tiempo de desarrollo es el tiempo necesario para la hidratación de las proteínas. Peña-Bautista R. et al (2008) evaluó la calidad de la cosecha de trigo en México y reportó que trigos con tiempo de desarrollo promedio de 1.7min resultan aptos para la elaboración de productos de panificación mecanizada ya que contarían con un gluten débil. En nuestro caso al adicionar el concentrado proteico los tiempo de desarrollo de masa disminuyeron de 18.35 min. a 8.73, debido al alto valor de calidad proteica por tener un valor alto de volumen de sedimentación (traducida en mayor fuerza de unión proteica) lo que probablemente ayudo a la formación de las uniones proteínas moléculas de agua, por ello necesita de un menor tiempo para hidratación de las proteínas.

La masa de pan requiere una combinación de fuerza, extensibilidad y tolerancia, que depende principalmente del tipo de aplicación final, la calidad de la harina, la absorción de agua y las condiciones de mezclado.

La extensibilidad también es importante en otras aplicaciones de las levaduras y los leudantes químicos, por ejemplo en galletas, pizzas, tortillas, galletas dulces y saladas. Baños B, et al (2006) evaluaron la extensibilidad de la harina de trigo cuando se le adiciona concentrado de cebada, en el cual concluyeron que este concentrado de cebada tiene un efecto significativo sobre la extensibilidad.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se obtuvo la proteína purificada y concentrada del grano de kiwicha por método de precipitación isoelectrica con una con un contenido aproximado de 85%.
- La adición del concentrado proteico de kiwicha hace que el tiempo de desarrollo de las masas para la harina preparada disminuya, que aumente la consistencia y absorción de agua de la harina de panificación.
- La adición del concentrado proteico de kiwicha hace que la resistencia extensión de la harina preparada aumente y la extensibilidad de la harina de panificación disminuya.

5.2 Recomendaciones

- Se debe de complementar el estudio empleando otros mejoradores tales como ácido ascórbico y como estos puede influir en el comportamiento reológico de la masa.
- Se debe evaluar el efecto de otras aislados proteicos a base de granos oriundos del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRIL,V.2003. "Técnicas de Investigación Científica".Centro de Estudios de Posgrado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador. 113p.
- ANZALDUA – MORALES, A. 1998. "Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica". Editorial Acribia, Zaragoza- España. 198.p
- Baños B, Hernández J, Martínez J, Reyes M. Morales I, Guemes N. 2006. Propiedades de textura, extensibilidad y adhesividad de masas elaboradas con mezclas de harina de *Jatropha curcas* y concentrado de cebada. A Brief History of Barley Food. Cereal food Word. 51(01):4-7
- BELTON.P.S (1999). On the elasticity of wheat gluten, Journal of cereal Science.
- BENION E.1970."Fabricación del Pan". Editorial Acribia Zaragoza- España. Pags: 340-348.
- Bloksma, A.H. 1990. Dough structure, dough rheology, and baking quality. Cereal Foods World. 35:237-245
- CALAVERAS, J.(1996).Tratado de panificación y Bollería. (1ra. Edición). España: AMV Ediciones.
- CONSULTORES CEREALISTAS: 2007. "Alveografo NG". Disponible es:<http://www.concereal.com/es/productos/alveoconsisto.htm>
- DE LA LLAVE, A. 2004. "Efecto de la adición de fibra soluble sobre las Características fisicoquímicas y sensoriales en un producto de panificación Tesis licenciatura. Ingeniería de Alimentos. Departamento de ingeniería Química y Alimentos. Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla , Pags: 29-30
- Dhaliwal, S.A., Mares, D.J., Marshall, D.R. 1987. Effect of 1B/1R chromosome translocation on milling and quality characteristics of bread wheats. Cereal Chem. 64(2):72-76
- FERNÁNDEZ J. 2004. "Propiedades y Reología de Alimentos".Universidad de Alemania. España. Disponible en <http://www.ual.es/~jfernand/TA/Tema4/Tema4> .Propiedades físicas y Reología.pdf.

- GARZA A. 2007. "El trigo". Universidad Autónoma de Nuevo León. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo2.shtml>
- INDECOPI. 1981 "Norma técnica Peruana NTP 206.013". Disponible en: <http://www.unprg.edu.pe/bunprg/blogs/media/users/ccamposs4>
- Khatkar, B.S., Schofield, J.D. 2002. Dynamic rheology of wheat flourdough. I. Non-linear viscoelastic behavior. J. Sci. Food Agr. 82:827-829
- MARCOS, J.2001. "Información Técnica del trigo, 2010". Disponible en http://rafaela.inta.gov.ar/publicaciones/trigo2001/misc94_6.htm
- MARQUEZ, A. 2007 "Elaboración y evaluación de una producto de :Panificación con harina de cebada ". Tesis de grado. Universidad Autónoma del estado de hidalgo, España.
- MINGA .2013 "Trigo. Principales aspectos de la cadena Agro productiva. http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomia_trigo.pdf
- MINGA. 2012. "La Quinoa como Oportunidad ". Disponible en <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/02/LA-QUINUA-COMO-OPORTUNIDAD-06-02.pdf>.
- MINSA. 2011. "Norma técnica para la fabricación, elaboración y Expendio de productos de panificación, galletería y pastelería ".Disponible en;<http://www.minsa.gob.pe/serumsBVS/SupportFiles/normas.htm>.
- PASCUAL, G Y ZAPATTA, J. 2010 "Sustitución parcial de harina de trigo (Triticumaestivum .l) por harina de kiwicha (Amaranthuscaudatus l.) usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.
- Peña-Bautista, R.J., Pérez-Herrera, P., Villaseñor, M.E., Gámez-Valdez, M.M., Mendoza-Lozano, M.A. 2008. Calidad de la cosecha de trigo en México. Ciclo Primavera-Verano 2006. Pub. especial. conasist-conatrigo. 28 p. México, D.F. México
- PINCHAO, A Y PINCHAO J. (2005). Elaboración de pan dietético a base de harina integral de trigo (TriticumVulgare) y harina de quinoa (Chenopodiumquinuace), Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.

- PIRIGO, C;CASES, BUENO, M .2011 “Caracterización de harinas de Chía (Salvia hispánica L.) Comercializadas en Rosario (Santa Fe, Argentina). Investigación científica, Argentina.
- Yamamoto, H., Worthington, S.T., Hou, G., Ng, P.K.W. 1996. Rheological properties and baking qualities of selected soft wheats grown in the United States. Cereal Chem. 73(2):215-221.

ANEXO

ANEXO A: NORMAS

ANEXO A-1: NORMA TÉCNICA NACIONAL

HARINA DE TRIGO PARA CONSUMO DOMÉSTICO Y USO INDUSTRIA

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS (ITINTEC) LIMA - PERU	NORMA TÉCNICA NACIONAL	HARINA DE TRIGO PARA CONSUMO DOMÉSTICO Y USO INDUSTRIAL	205.027 Febrero, 1986.								
<p>1. NORMAS A CONSULTAR</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">ITINTEC 205.037</td> <td>HARINAS. Determinación del contenido de humedad.</td> </tr> <tr> <td>ITINTEC 205.038</td> <td>HARINAS. Determinación de cenizas.</td> </tr> <tr> <td>ITINTEC 205.039</td> <td>HARINAS. Determinación de la acidez titulable.</td> </tr> <tr> <td>ITINTEC 209.038</td> <td>NORMA GENERAL PARA EL ROTULADO DE ALIMENTOS ENVASADOS.</td> </tr> </table>				ITINTEC 205.037	HARINAS. Determinación del contenido de humedad.	ITINTEC 205.038	HARINAS. Determinación de cenizas.	ITINTEC 205.039	HARINAS. Determinación de la acidez titulable.	ITINTEC 209.038	NORMA GENERAL PARA EL ROTULADO DE ALIMENTOS ENVASADOS.
ITINTEC 205.037	HARINAS. Determinación del contenido de humedad.										
ITINTEC 205.038	HARINAS. Determinación de cenizas.										
ITINTEC 205.039	HARINAS. Determinación de la acidez titulable.										
ITINTEC 209.038	NORMA GENERAL PARA EL ROTULADO DE ALIMENTOS ENVASADOS.										
<p>2. OBJETO</p> <p>2.1 La presente Norma establece los requisitos y condiciones que debe cumplir la harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial.</p> <p>2.2 La designación "Harina" es exclusiva del producto obtenido de la molienda del trigo.</p> <p>2.3 A los productos obtenidos de la molienda de otros granos (cereal, menestras) y tubérculos y raíces les corresponde la denominación de "Harina", seguida del nombre del vegetal de que provienen.</p>											
<p>3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 <u>Gluten</u>.- Es una sustancia de naturaleza proteica que se forma por hidratación de la harina de trigo y que tiene la característica especial de ligar los demás componentes de la harina.</p> <p>3.2 <u>Almidón</u>.- Es una sustancia hidrocarbonada que forma parte de la harina y que está constituida por pequeños gránulos, la forma de los cuales es identificatoria del vegetal de que proviene.</p> <p>3.3 <u>Leudante</u>.- Es toda sustancia química u organismo que en presencia de agua, con o sin la acción del calor provoca la producción de anhídrido carbónico.</p> <p>3.4 <u>Harina</u>.- Es el producto resultante de la molienda del grano limpio de trigo (<i>Triticum vulgare</i>, <i>Triticum durum</i>) con o sin separación parcial de la cáscara.</p> <p>3.5 <u>Harina preparada o autoleudante</u>.- Es la harina que contiene un pequeño agregado de sustancia leudante.</p> <p>3.6 <u>Harina lista para repostería</u>.- Es la mezcla constituida por harina, leudante, grasas, sal, azúcar, emulsificantes, conservadores, saborizantes y otros ingredientes autorizados.</p> <p>3.7 <u>Harina de gluten</u>.- Es el producto que queda luego de separar parte del contenido de almidón de la harina o el que resulta de agregar gluten a la harina. El producto que corresponde a estas definiciones no debe contener más de 40% de hidratos de carbono.</p>											
R.D. N° 027-86 ITINTEC DG/DN '86-02-11		5 páginas									
C.D.U. 664.71-11		"Toda reproducción indicar el origen"									

ANEXO A-2: NORMA DEL CODEX PARA LA HARINA DE TRIGO

1

Codex Standard 152-1985

NORMA DEL CODEX PARA LA HARINA DE TRIGO

CODEX STAN 152-1985

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

- 1.1 La presente Norma se aplica a la harina de trigo para el consumo humano, elaborada con trigo común, *Triticum aestivum* L. o con trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o una mezcla de los mismos, que ha sido preenvasada y está lista para la venta al consumidor o está destinada para utilizarla en la elaboración de otros productos alimenticios.
- 1.2 No se aplica:
- a ningún producto elaborado con trigo duro, *Triticum durum* Desf., solamente o en combinación con otros trigos;
 - a la harina integral, a la harina o sémola de trigo entero, a la harina fina de trigo común *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado *Triticum compactum* Host., o una mezcla de los mismos;
 - a la harina de trigo destinada a utilizarse como aditivo en la elaboración de la cerveza o para la elaboración del almidón y/o el gluten;
 - a la harina de trigo destinada a la industria no alimentaria;
 - a las harinas cuyo contenido de proteínas se haya reducido o a las que, después del proceso de molienda, hayan sido sometidas a un tratamiento especial que no sea el de secado o blanqueado, y/o a las cuales se les hayan agregado otros ingredientes distintos de los mencionados en las secciones 3.2.2 y 4.

2. DESCRIPCIÓN

2.1 Definición del producto

Por harina de trigo se entiende el producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura.

3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

3.1 Factores de calidad – generales

- 3.1.1 La harina de trigo, así como todos los ingredientes que se agreguen, deberán ser inocuos y apropiados para el consumo humano.
- 3.1.2 La harina de trigo deberá estar exenta de sabores y olores extraños y de insectos vivos.
- 3.1.3 La harina de trigo deberá estar exenta de suciedad (impurezas de origen animal, incluidos insectos muertos), en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

3.2 Factores de calidad – específicos

- 3.2.1 **Contenido de humedad** 15,5 % m/m máximo
Para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos. Se pide a los gobiernos que acepten esta Norma que indiquen y justifiquen los requisitos vigentes en su país.
- 3.2.2 **Ingredientes facultativos**
Los siguientes ingredientes pueden agregarse a la harina de trigo en las cantidades necesarias para fines tecnológicos:
- productos malteados con actividad enzimática, fabricado con trigo, centeno o cebada;
 - gluten vital de trigo;
 - harina de soja y harina de leguminosas.

ANEXO A-3: NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 206.013 1981

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 206.013
1981**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

**BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS.
Determinación de la acidez**

1981-03-02

R.D. Nº 041-81-ITINTEC DG/DN-1981-03-02
C.D.U.: 664.6

Precio basado en 06 páginas
ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

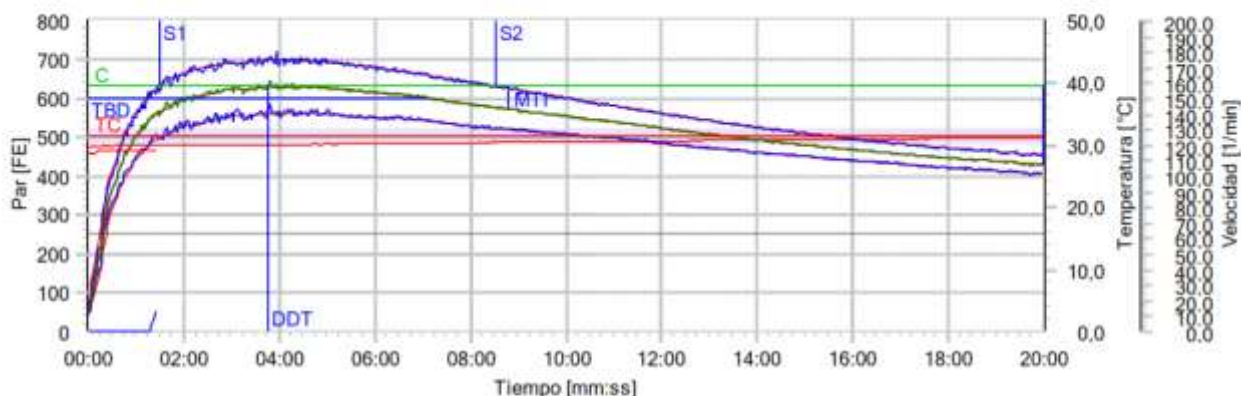
ANEXO B: FARINOGRAMAS

ANEXO B-1: FARINOGRAMA HARINA DE PANIFICACIÓN

Brabender

Farinograph® 2010

Pedido:				Velocidad:	63,0	1/ min
Número de código:	001			Tiempo de medida:	20:00	mm:ss
Muestra:	harina de panificación			Información de la mezcladora	1925864	
Método:	AACC 300			Humedad estandar de la harina	14,0	%
Evaluación:	AACC			Consistencia estandar:	500	FE
Mezcladora:	300 g			Rango mínimo de consistencia:	480	FE
Peso de la muestra:	305,7	g		Rango máximo de consistencia:	520	FE
Humedad de la harina:	15,6	%				
Absorción de agua:	56,0	%				
Additional liquid:	0,0	%				
Comentarios:	primer ensayo					



- Mezcla previa
- Valor medio
- Mínimo
- Máximo
- Temperatura de la mezcladora
- Circulator temperature
- Temperatura de dosificación
- Valor medio (suavizado)
- Mínimo (suavizado)
- Máximo (suavizado)
- Stock temperature
- Velocidad

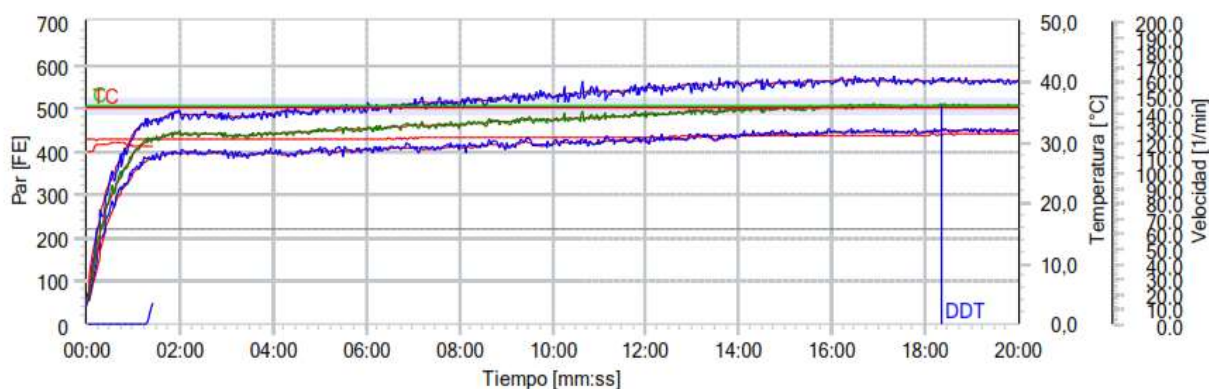
Evaluación			
Punto	Unidad	Valor	Descripción
T	mm:ss	20:01	Tiempo de medida
DT	°C	29,1	Temperatura de dosificación
DDT	mm:ss	03:48	Tiempo de desarrollo de la masa
C	FE	631	Consistencia
WZ	%	56,0	Absorción de agua
WAC	%	59,3	Absorción de agua corregida para consistencia
WAM	%	61,2	Absorción de agua corregida por humedad harina
S	mm:ss	07:02	Estabilidad
MTI	FE	59	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	mm	71	Número de calidad farinográfico
D	FE	202	Drop-off
TBD	mm:ss	07:06	Time to breakdown

ANEXO B-2: FARINOGRAMA HARINA PREPARADA



Farinograph® 2010

Pedido:							
Número de código:	001						
Muestra:	harina preparada (blanca flor)						
Método:	AACC 300	Velocidad:	63,0	1/min			
Evaluación:	AACC	Tiempo de medida:	20:00	mm:ss			
Mezcladora:	300 g	Información de la mezcladora:	1925864				
Peso de la muestra:	302,5	g	Humedad estandar de la harina:	14,0	%		
Humedad de la harina:	14,7	%	Consistencia estandar:	500	FE		
Absorción de agua:	56,0	%	Rango mínimo de consistencia:	480	FE		
Additional liquid:	0,0	%	Rango máximo de consistencia:	520	FE		
Comentarios:		primer ensayo					



- Mezcla previa
- Valor medio
- Mínimo
- Máximo
- Temperatura de la mezcladora
- Circulator temperature
- Temperatura de dosificación
- Valor medio (suavizado)
- Mínimo (suavizado)
- Máximo (suavizado)
- Stock temperature
- Velocidad

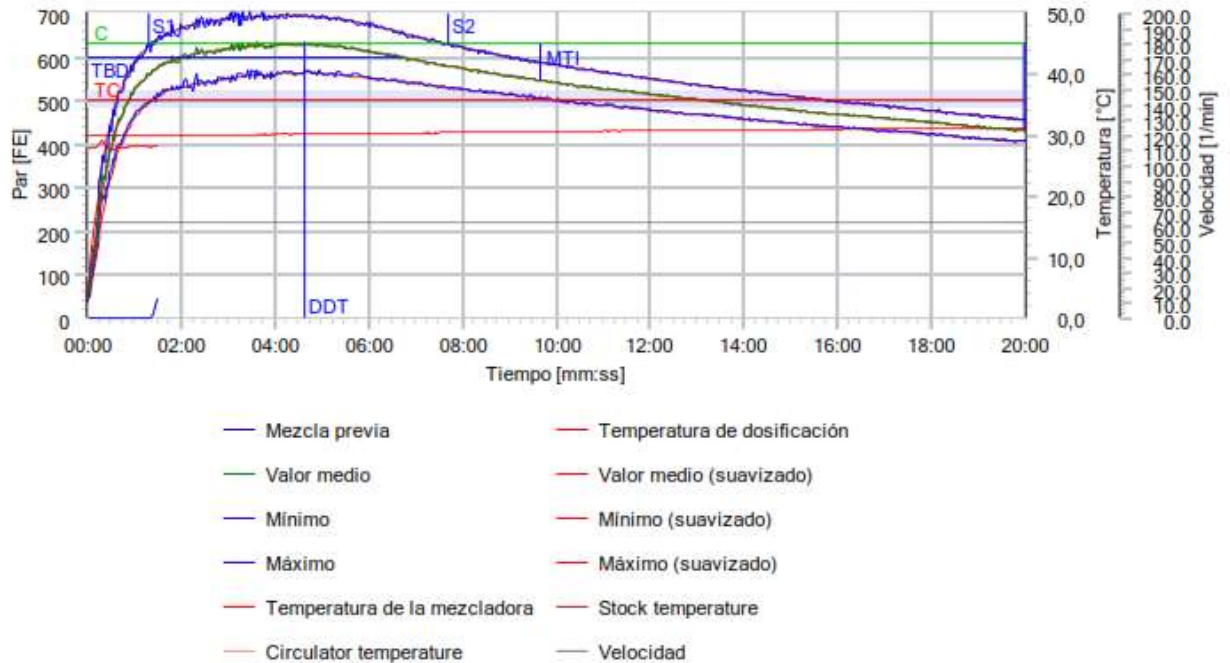
Evaluación			
Punto	Unidad	Valor	Descripción
T	mm:ss	20:00	Tiempo de medida
DT	°C	29,5	Temperatura de dosificación
DDT	mm:ss	18:21	Tiempo de desarrollo de la masa
C	FE	505	Consistencia
WZ	%	56,0	Absorción de agua
WAC	%	56,1	Absorción de agua corregida para consistencia
WAM	%	56,9	Absorción de agua corregida por humedad harina
S	mm:ss	/-	Estabilidad
MTI	FE	/-	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	mm	/-	Número de calidad farinográfico
D	FE	0	Drop-off
TBD	mm:ss	/-	Time to breakdown

ANEXO B-3: FARINOGRAMA HARINA PANIFICACIÓN Y AISL. PROTEICO 2%



Farinograph® 2010

Pedido:				
Número de código:	001			
Muestra:	harina pan prot 2%			
Método:	AACC 300	Velocidad:	63,0	1/ min
Evaluación:	AACC	Tiempo de medida:	20:00	mm:ss
Mezcladora:	300 g	Información de la mezcladora	1925864	
Peso de la muestra:	307,9	g	Humedad estandar de la harina	14,0 %
Humedad de la harina:	16,2	%	Consistencia estandar:	500 FE
Absorción de agua:	56,0	%	Rango mínimo de consistencia:	480 FE
Additional liquid:	0,0	%	Rango máximo de consistencia:	520 FE
Comentarios:		primer ensayo		



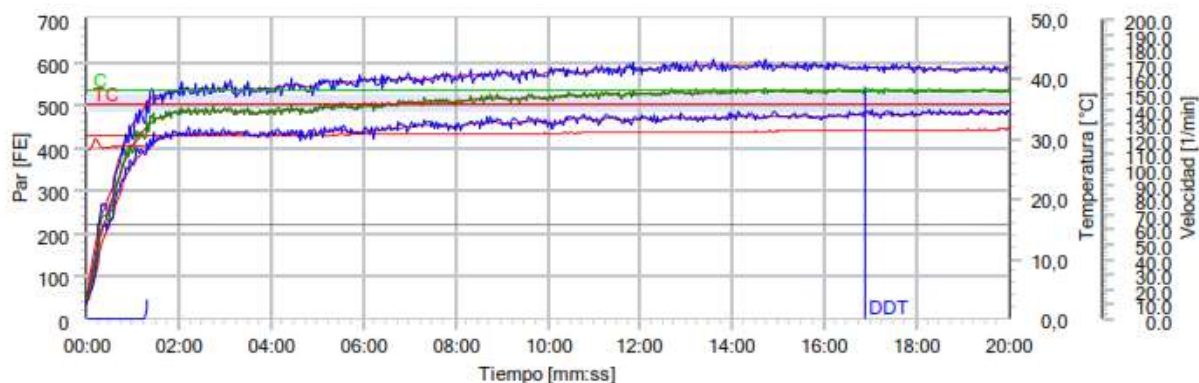
Evaluación			
Punto	Unidad	Valor	Descripción
T	mm:ss	20:00	Tiempo de medida
DT	°C	28,2	Temperatura de dosificación
DDT	mm:ss	04:40	Tiempo de desarrollo de la masa
C	FE	629	Consistencia
WZ	%	55,6	Absorción de agua
WAC	%	58,8	Absorción de agua corregida para consistencia
WAM	%	61,4	Absorción de agua corregida por humedad harina
S	mm:ss	06:23	Estabilidad
MTI	FE	83	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	mm	67	Número de calidad farinográfico
D	FE	199	Drop-off
TBD	mm:ss	06:43	Time to breakdown

ANEXO B-4: FARINOGRAMA HARINA PREPARADA Y AISL. PROTEICO 2%

Brabender

Farinograph® 2010

Pedido:					
Número de código:	001				
Muestra:	harina pre(bf) prot 2%				
Método:	AACC 300	Velocidad:	63,0	1/ min	
Evaluación:	AACC	Tiempo de medida:	20:00	mm:ss	
Mezcladora:	300 g	Información de la mezcladora	1925864		
Peso de la muestra:	300,7	g	Humedad estandar de la harina	14,0	%
Humedad de la harina:	14,2	%	Consistencia estandar:	500	FE
Absorción de agua:	56,0	%	Rango mínimo de consistencia:	480	FE
Additional liquid:	0,0	%	Rango máximo de consistencia:	520	FE
Comentarios:		primer ensayo			



- Mezcla previa
- Valor medio
- Mínimo
- Máximo
- Temperatura de la mezcladora
- Circulator temperature
- Temperatura de dosificación
- Valor medio (suavizado)
- Mínimo (suavizado)
- Máximo (suavizado)
- Stock temperature
- Velocidad

Evaluación			
Punto	Unidad	Valor	Descripción
T	mm:ss	20:01	Tiempo de medida
DT	°C	28,8	Temperatura de dosificación
DDT	mm:ss	16:54	Tiempo de desarrollo de la masa
C	FE	533	Consistencia
WZ	%	55,6	Absorción de agua
WAC	%	56,4	Absorción de agua corregida para consistencia
WAM	%	56,6	Absorción de agua corregida por humedad harina
S	mm:ss	/-	Estabilidad
MTI	FE	/-	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	mm	/-	Número de calidad farinográfico
D	FE	2	Drop-off
TBD	mm:ss	/-	Time to breakdown

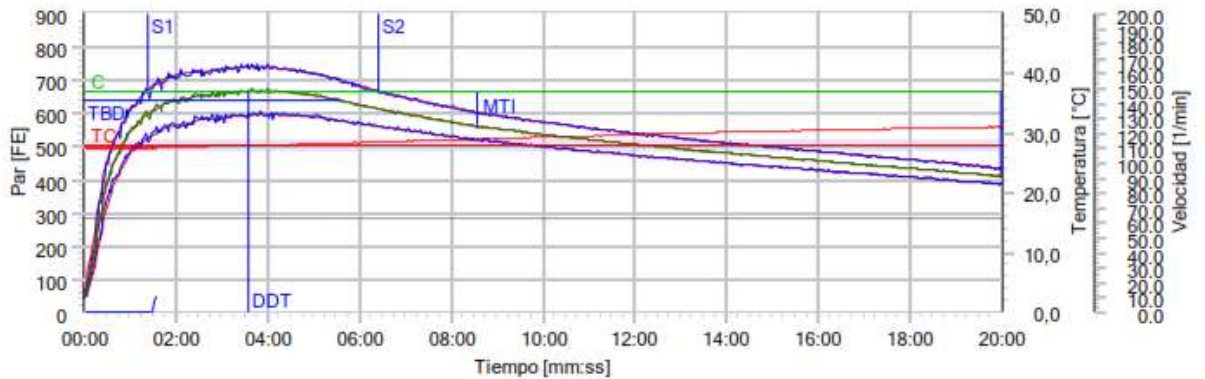
ANEXO B-5: FARINOGRAMA HARINA PANIFICACIÓN Y AISL. PROTEICO 4 %



Farinograph® 2010

Pedido:			
Número de código:	001		
Muestra:	harina pana prot 4%	Velocidad:	63,0 1/ min
Método:	AACC 300	Tiempo de medida:	20:00 mm:ss
Evaluación:	AACC	Información de la mezcladora:	1925864
Mezcladora:	300 g	Humedad estandar de la harina:	14,0 %
Peso de la muestra:	306,8 g	Consistencia estandar:	500 FE
Humedad de la harina:	15,9 %	Rango mínimo de consistencia:	480 FE
Absorción de agua:	56,0 %	Rango máximo de consistencia:	520 FE
Additional liquid:	0,0 %		

Comentarios: primer ensayo



- Mezcla previa
- Valor medio
- Mínimo
- Máximo
- Temperatura de la mezcladora
- Circulator temperature
- Temperatura de dosificación
- Valor medio (suavizado)
- Mínimo (suavizado)
- Máximo (suavizado)
- Stock temperature
- Velocidad

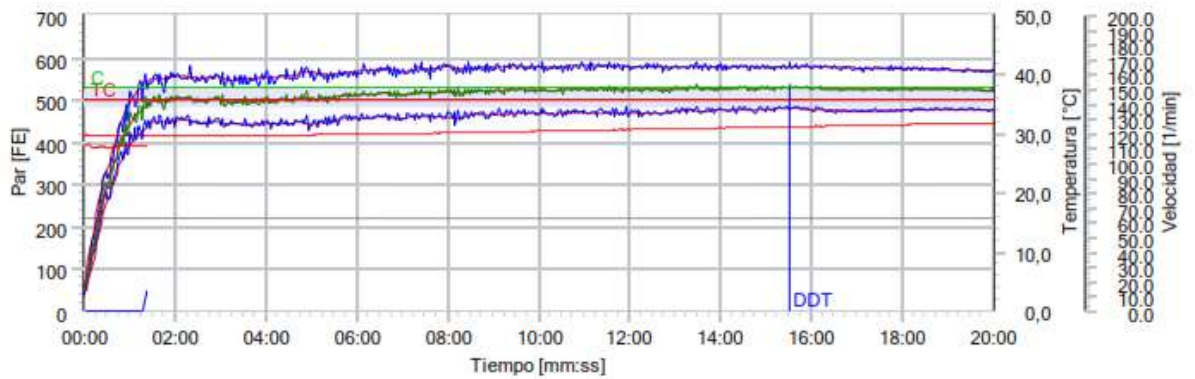
Evaluación			
Punto	Unidad	Valor	Descripción
T	mm:ss	20:00	Tiempo de medida
DT	°C	27,4	Temperatura de dosificación
DDT	mm:ss	03:35	Tiempo de desarrollo de la masa
C	FE	667	Consistencia
WZ	%	56,0	Absorción de agua
WAC	%	60,2	Absorción de agua corregida para consistencia
WAM	%	62,5	Absorción de agua corregida por humedad harina
S	mm:ss	05:02	Estabilidad
MTI	FE	106	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	mm	56	Número de calidad farinográfico
D	FE	257	Drop-off
TBD	mm:ss	05:36	Time to breakdown

ANEXO B-6: FARINOGRAMA HARINA PREPARADA Y AISL. PROTEICO 4 %



Farinograph® 2010

Pedido:				
Número de código:	001			
Muestra:	harina prep (bf) prot 4%			
Método:	AACC 300	Velocidad:	63,0	1/ min
Evaluación:	AACC	Tiempo de medida:	20:00	mm:ss
Mezcladora:	300 g	Información de la mezcladora:	1925864	
Peso de la muestra:	301,1	g	Humedad estandar de la harina:	14,0
Humedad de la harina:	14,3	%	Consistencia estandar:	500
Absorción de agua:	56,0	%	Rango mínimo de consistencia:	480
Additional liquid:	0,0	%	Rango máximo de consistencia:	520
Comentarios:	primer ensayo			



— Mezcla previa	— Temperatura de dosificación
— Valor medio	— Valor medio (suavizado)
— Mínimo	— Mínimo (suavizado)
— Máximo	— Máximo (suavizado)
— Temperatura de la mezcladora	— Stock temperature
— Circulator temperature	— Velocidad

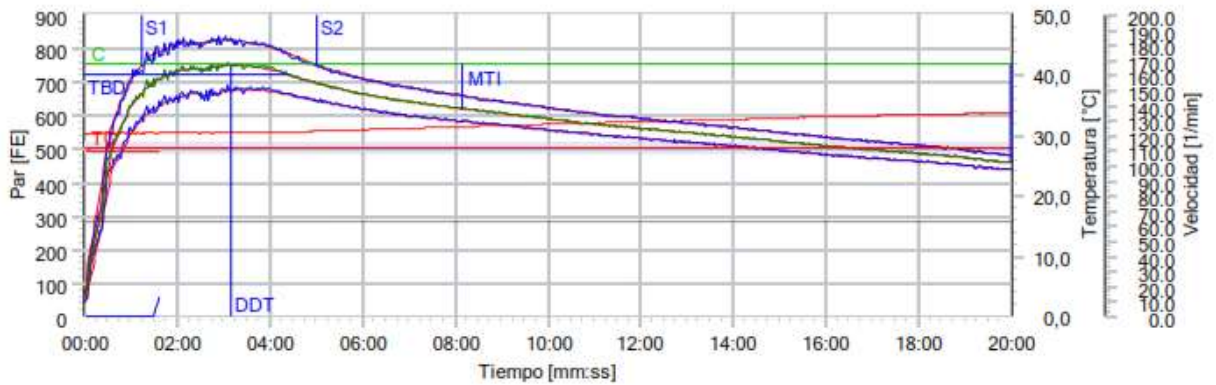
Evaluación			
Punto	Unidad	Valor	Descripción
T	mm:ss	20:00	Tiempo de medida
DT	°C	27,9	Temperatura de dosificación
DDT	mm:ss	15:33	Tiempo de desarrollo de la masa
C	FE	531	Consistencia
WZ	%	56,0	Absorción de agua
WAC	%	56,8	Absorción de agua corregida para consistencia
WAM	%	57,2	Absorción de agua corregida por humedad harina
S	mm:ss	-/-	Estabilidad
MTI	FE	-/-	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	mm	-/-	Número de calidad farinográfico
D	FE	9	Drop-off
TBD	mm:ss	-/-	Time to breakdown

ANEXO B-7: FARINOGRAMA HARINA PANIFICACIÓN Y AISL. PROTEICO 6 %



Farinograph® 2010

Pedido:							
Número de código:	001			Velocidad:	63,0	1/ min	
Muestra:	harina pana prot 6%			Tiempo de medida:	20:00	mm:ss	
Método:	AACC 300			Información de la mezcladora	1925864		
Evaluación:	AACC			Humedad estandar de la harina	14,0	%	
Mezcladora:	300 g			Consistencia estandar:	500	FE	
Peso de la muestra:	303,2	g		Rango mínimo de consistencia:	480	FE	
Humedad de la harina:	14,9	%		Rango máximo de consistencia:	520	FE	
Absorción de agua:	56,0	%					
Additional liquid:	0,0	%					
Comentarios:		primer ensayo					



- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| — Mezcla previa | — Temperatura de dosificación |
| — Valor medio | — Valor medio (suavizado) |
| — Mínimo | — Mínimo (suavizado) |
| — Máximo | — Máximo (suavizado) |
| — Temperatura de la mezcladora | — Stock temperature |
| — Circulator temperature | — Velocidad |

Evaluación			
Punto	Unidad	Valor	Descripción
T	mm:ss	20:00	Tiempo de medida
DT	°C	27,4	Temperatura de dosificación
DDT	mm:ss	03:10	Tiempo de desarrollo de la masa
C	FE	751	Consistencia
WZ	%	56,0	Absorción de agua
WAC	%	62,3	Absorción de agua corregida para consistencia
WAM	%	63,4	Absorción de agua corregida por humedad harina
S	mm:ss	03:48	Estabilidad
MTI	FE	131	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	mm	44	Número de calidad farinográfico
D	FE	292	Drop-off
TBD	mm:ss	04:25	Time to breakdown

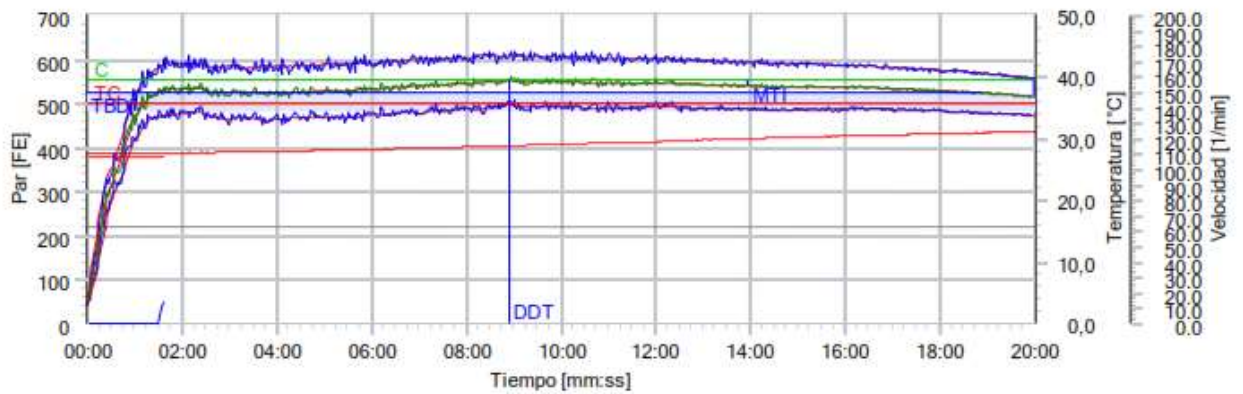
ANEXO B-8: FARINOGRAMA HARINA PREPARADA Y AISL. PROTEICO 6 %



Farinograph® 2010

Pedido:				
Número de código:	001	Velocidad:	63,0	1/ min
Muestra:	harina pana (bf) prot 6%	Tiempo de medida:	20:00	mm:ss
Método:	AACC 300	Información de la mezcladora	1925864	
Evaluación	AACC	Humedad estandar de la harina	14,0	%
Mezcladora:	300 g	Consistencia estandar:	500	FE
Peso de la muestra:	303,2	Rango mínimo de consistencia:	480	FE
Humedad de la harina:	14,9	Rango máximo de consistencia:	520	FE
Absorción de agua:	56,0			
Additional liquid:	0,0			

Comentarios: primer ensayo



- Mezcla previa
- Valor medio
- Mínimo
- Máximo
- Temperatura de la mezcladora
- Circulator temperature
- Temperatura de dosificación
- Valor medio (suavizado)
- Mínimo (suavizado)
- Máximo (suavizado)
- Stock temperature
- Velocidad

Evaluación			
Punto	Unidad	Valor	Descripción
T	mm:ss	20:00	Tiempo de medida
DT	°C	27,1	Temperatura de dosificación
DDT	mm:ss	08:55	Tiempo de desarrollo de la masa
C	FE	553	Consistencia
WZ	%	56,0	Absorción de agua
WAC	%	57,3	Absorción de agua corregida para consistencia
WAM	%	58,4	Absorción de agua corregida por humedad harina
S	mm:ss	-/-	Estabilidad
MTI	FE	13	Índice de tolerancia (MTI)
FQN	mm	189	Número de calidad farinográfico
D	FE	39	Drop-off
TBD	mm:ss	18:55	Time to breakdown

ANEXO C: EXTENSOGRAMAS

ANEXO C-1: EXTENSOGRAMA HARINA DE PANIFICACIÓN

Brabender® Extensograph

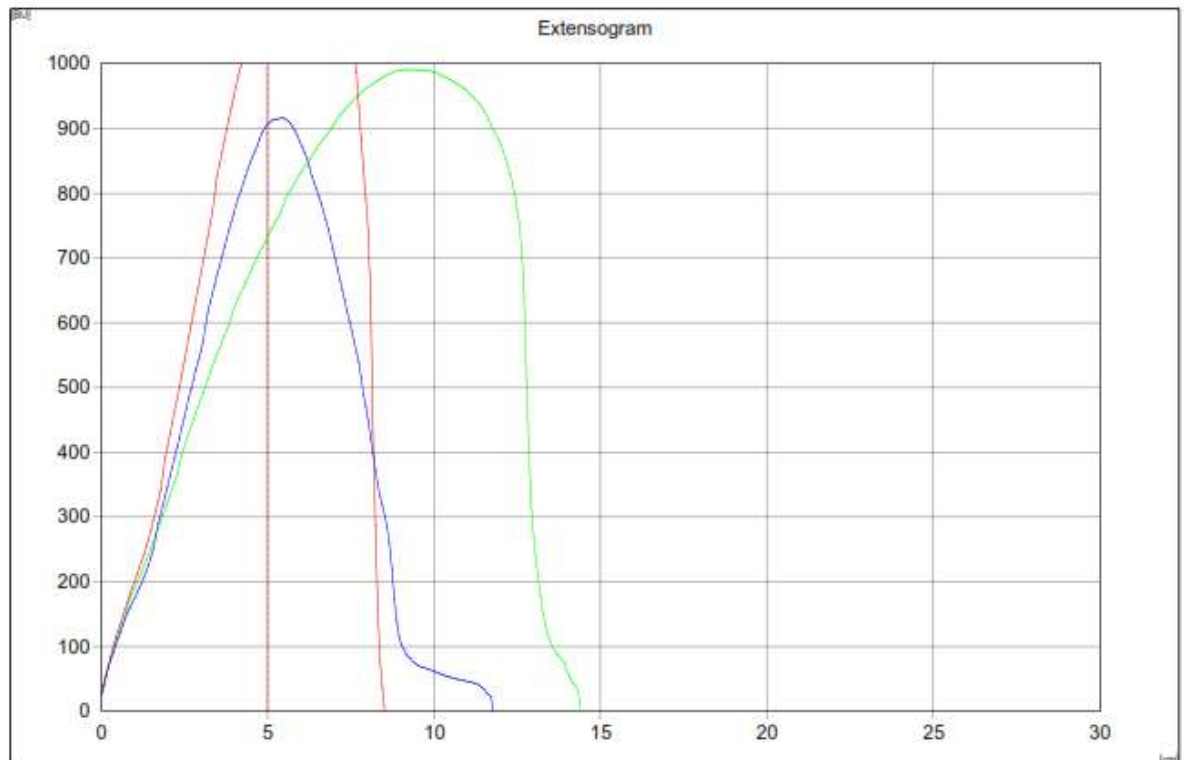
Evaluation of sample: harina de panificacion

Test after 30/60/90 Minutes

Waterabsorption: 56.0 %

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²):	165	116	90
Resistance to Extension [BU]:	738	1175	909
Extensibility [mm]:	144	85	118
Maximum [BU]:	991	1266	916
Ratio Number:	5.1	13.8	7.7
Ratio Number (Max.):	6.9	14.9	7.8

Remarks:



ANEXO C-2: EXTENSOGRAMA HARINA PREPARADA

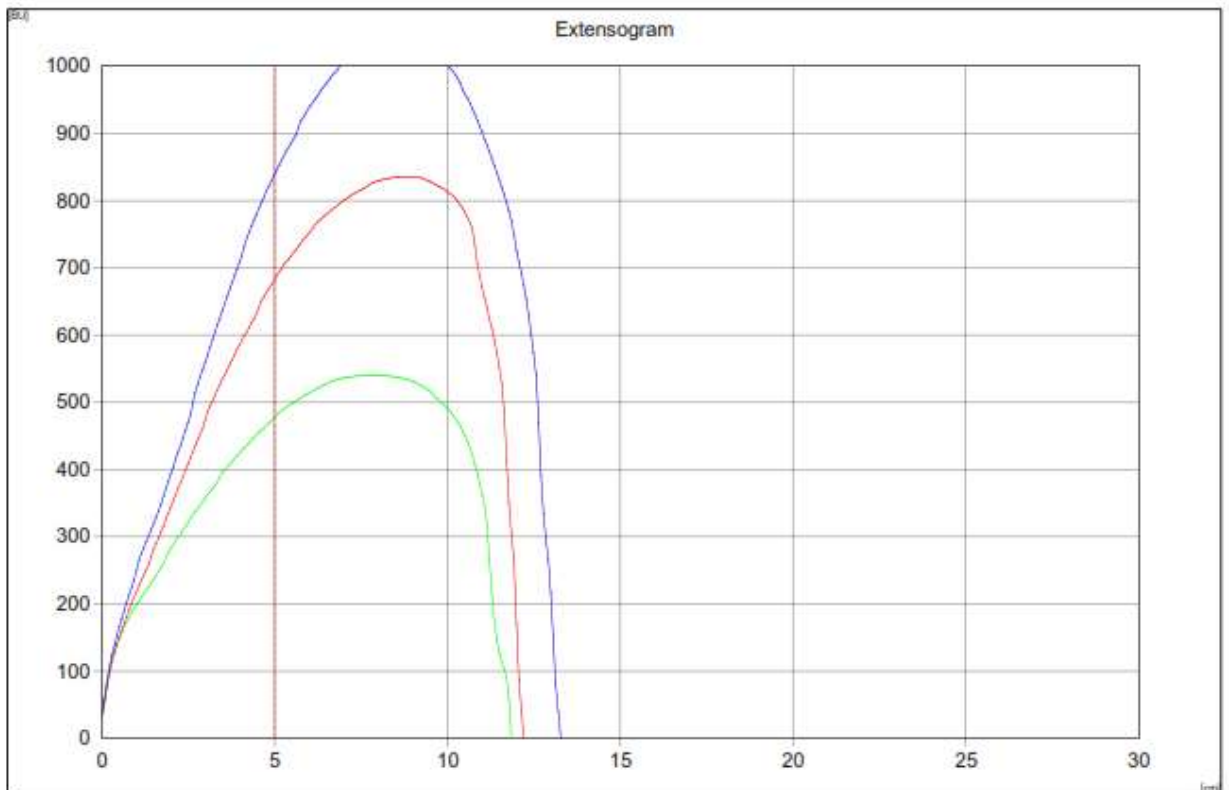
Brabender® Extensograph

Evaluation of sample: harina preparada

Test after 30/60/90 Minutes
Waterabsorption: 56.0 %

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²):	85	129	172
Resistance to Extension [BU]:	481	687	844
Extensibility [mm]:	119	122	133
Maximum [BU]:	541	835	1045
Ratio Number:	4.1	5.6	6.4
Ratio Number (Max.):	4.6	6.8	7.9

Remarks:



ANEXO C-3: EXTENSOGRAMA HARINA PANIFICACIÓN Y AISL. PROTEICO 2%

Brabender® Extensograph

Evaluation of sample: harina pani, prot 2%,

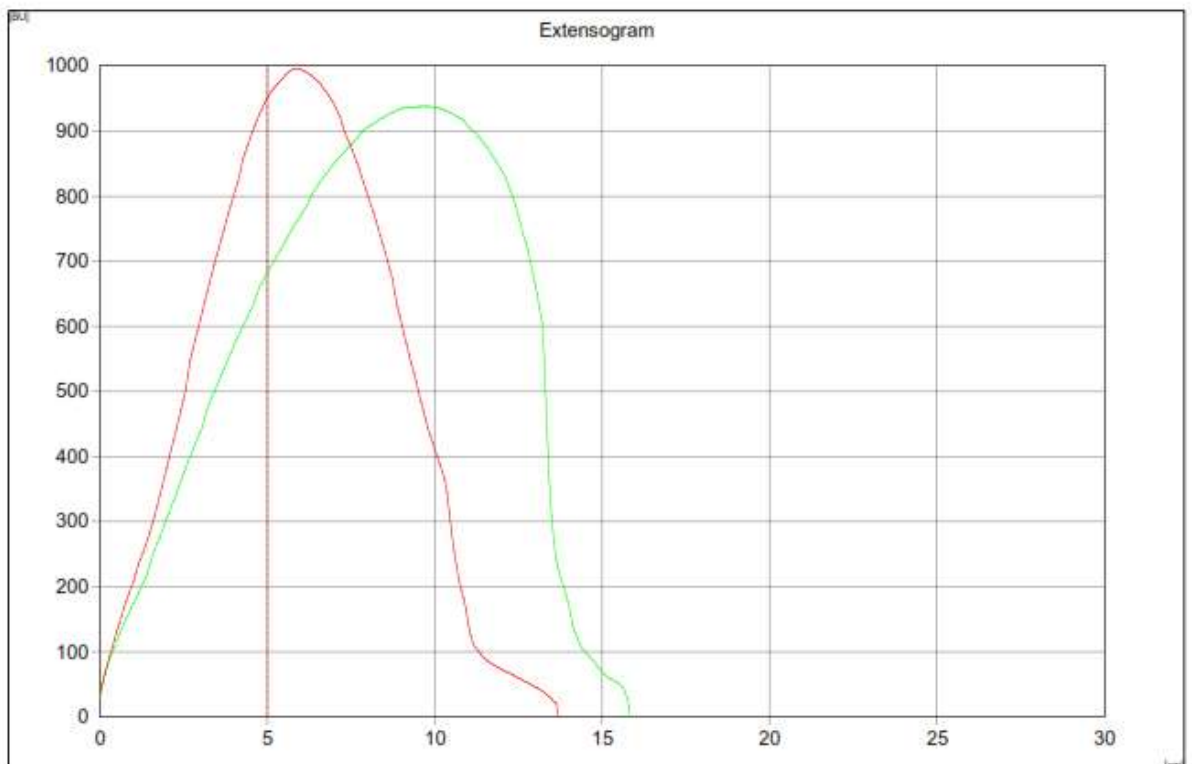
Test after 30/60/90 Minutes

Waterabsorption: 56.0 %

Proving Time [min]: 30 60 90

Energy [cm ²]:	164	125
Resistance to Extension [BU]:	687	955
Extensibility [mm]:	158	137
Maximum [BU]:	938	996
Ratio Number:	4.3	7.0
Ratio Number (Max.):	5.9	7.3

Remarks:



ANEXO C-4: EXTENSOGRAMA HARINA PREPARADA Y AISL. PROTEICO 2%

Brabender® Extensograph

Evaluation of sample: harina prep (bf), prot 2%,

Test after 30/60/90 Minutes
Waterabsorption:

56.0 %

Proving Time [min]:

30

60

90

Energy [cm²]:

108

115

112

Resistance to Extension [BU]:

813

1212

1040

Extensibility [mm]:

97

82

91

Maximum [BU]:

896

1243

1059

Ratio Number:

8.4

14.7

11.4

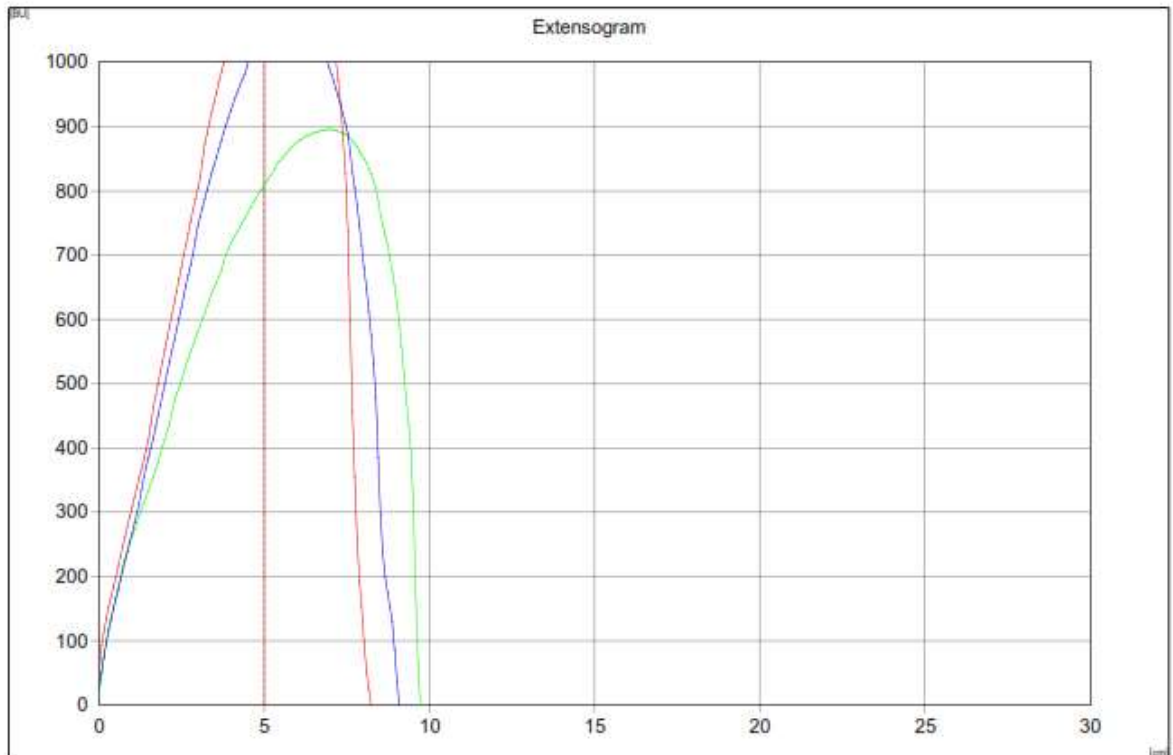
Ratio Number (Max.):

9.2

15.1

11.6

Remarks:



ANEXO C-5: EXTENSOGRAMA HARINA PANIFICACIÓN Y AISL. PROTEICO 4 %

Brabender® Extensograph

Evaluation of sample: harina panif, prot 4%,

Test after 30/60/90 Minutes
Waterabsorption:

56.0 %

Proving Time [min]:

30

60

90

Energy [cm²]:

141

117

Resistance to Extension [BU]:

751

1063

Extensibility [mm]:

132

110

Maximum [BU]:

952

1100

Ratio Number:

5.7

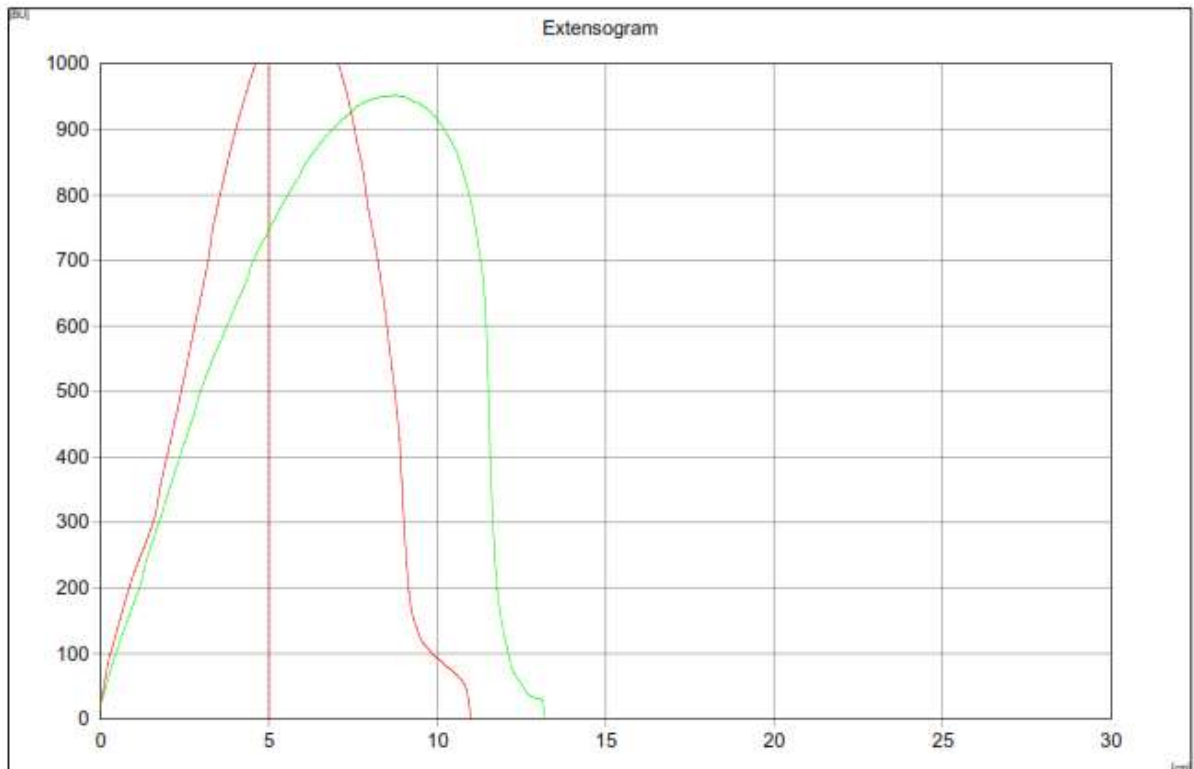
9.7

Ratio Number (Max.):

7.2

10.0

Remarks:



ANEXO C-6: EXTENSOGRAMA HARINA PREPARADA Y AISL. PROTEICO 4 %

Brabender® Extensograph

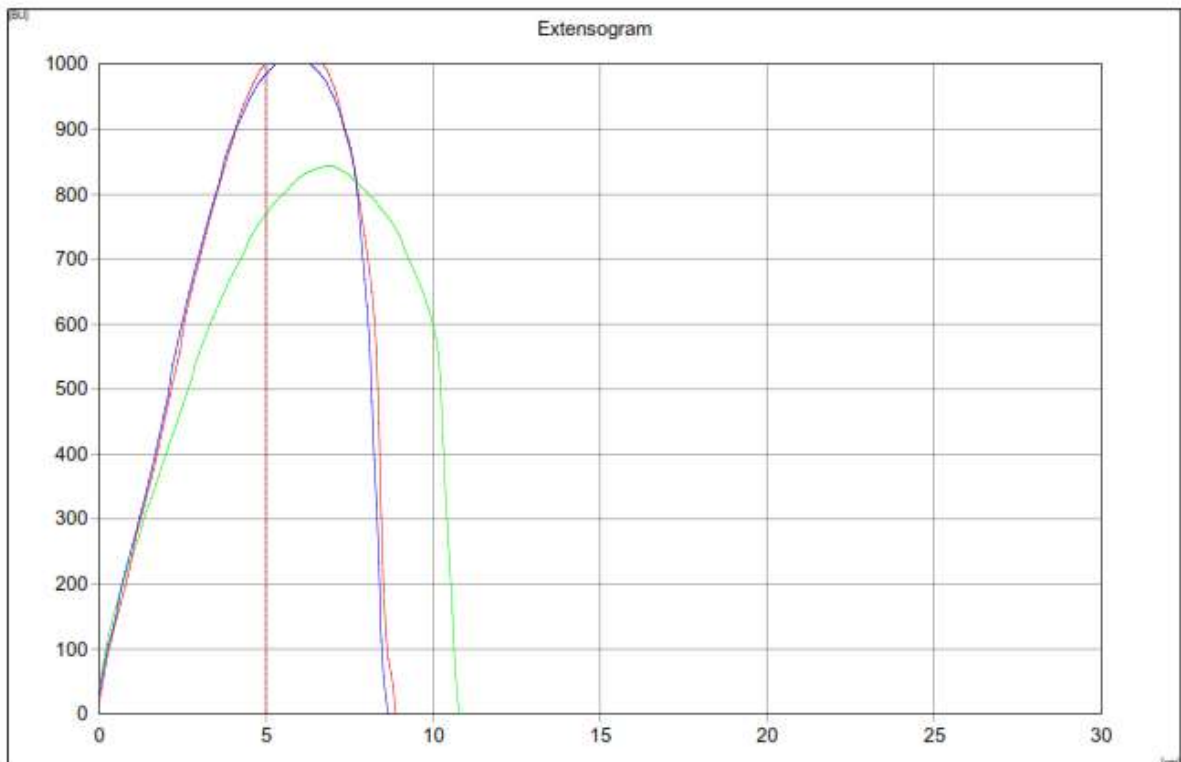
Evaluation of sample: harina prep (bf), prot 4%

Test after 30/60/90 Minutes

Waterabsorption: 56.0 %

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	115	107	105
Resistance to Extension [BU]:	773	1006	988
Extensibility [mm]:	108	89	87
Maximum [BU]:	843	1026	1010
Ratio Number:	7.2	11.3	11.4
Ratio Number (Max.):	7.8	11.5	11.6

Remarks:



ANEXO C-7: EXTENSOGRAMA HARINA PANIFICACIÓN Y AISL. PROTEICO 6 %

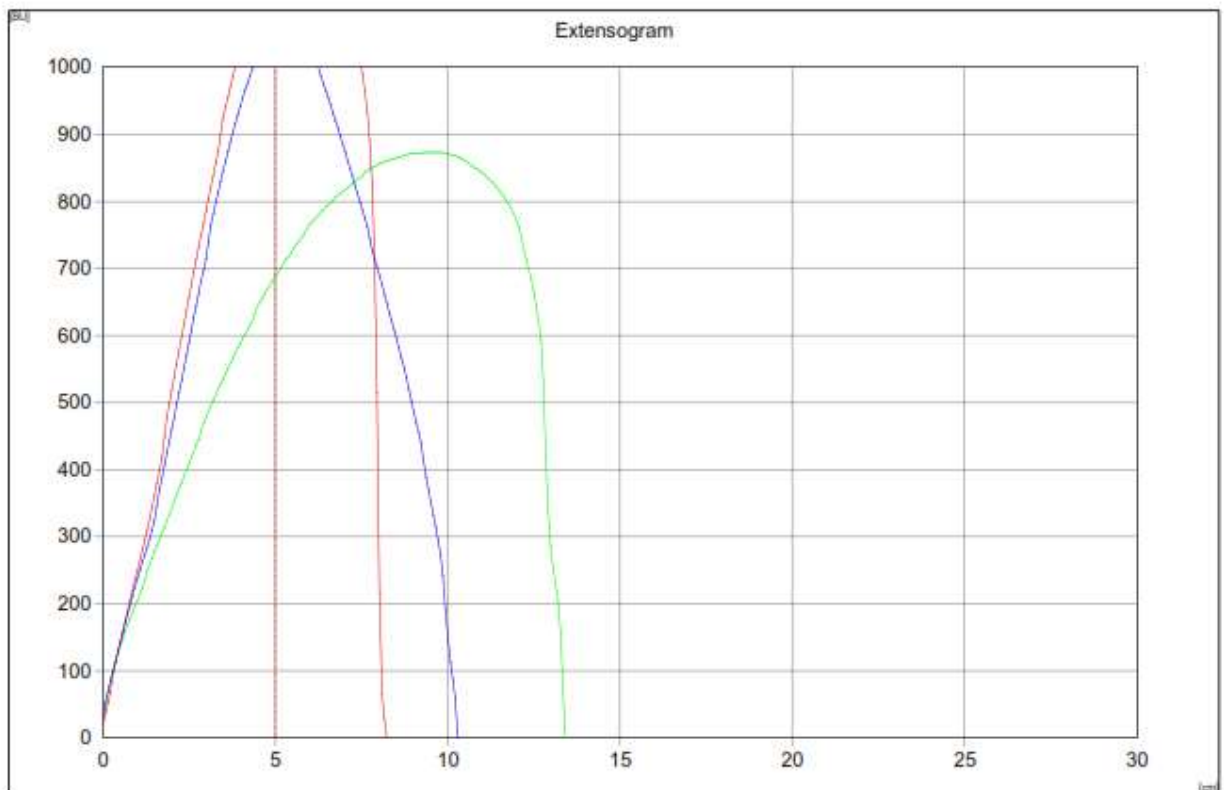
Brabender® Extensograph

Evaluation of sample: harina pana, prot 6%

Test after 30/60/90 Minutes
Waterabsorption: 56.0 %

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	150	117	120
Resistance to Extension [BU]:	692	1197	1078
Extensibility [mm]:	134	82	103
Maximum [BU]:	873	1242	1084
Ratio Number:	5.2	14.5	10.5
Ratio Number (Max.):	6.5	15.1	10.5

Remarks:



ANEXO C-8: EXTENSOGRAMA HARINA PREPARADA Y AISL. PROTEICO 6 %

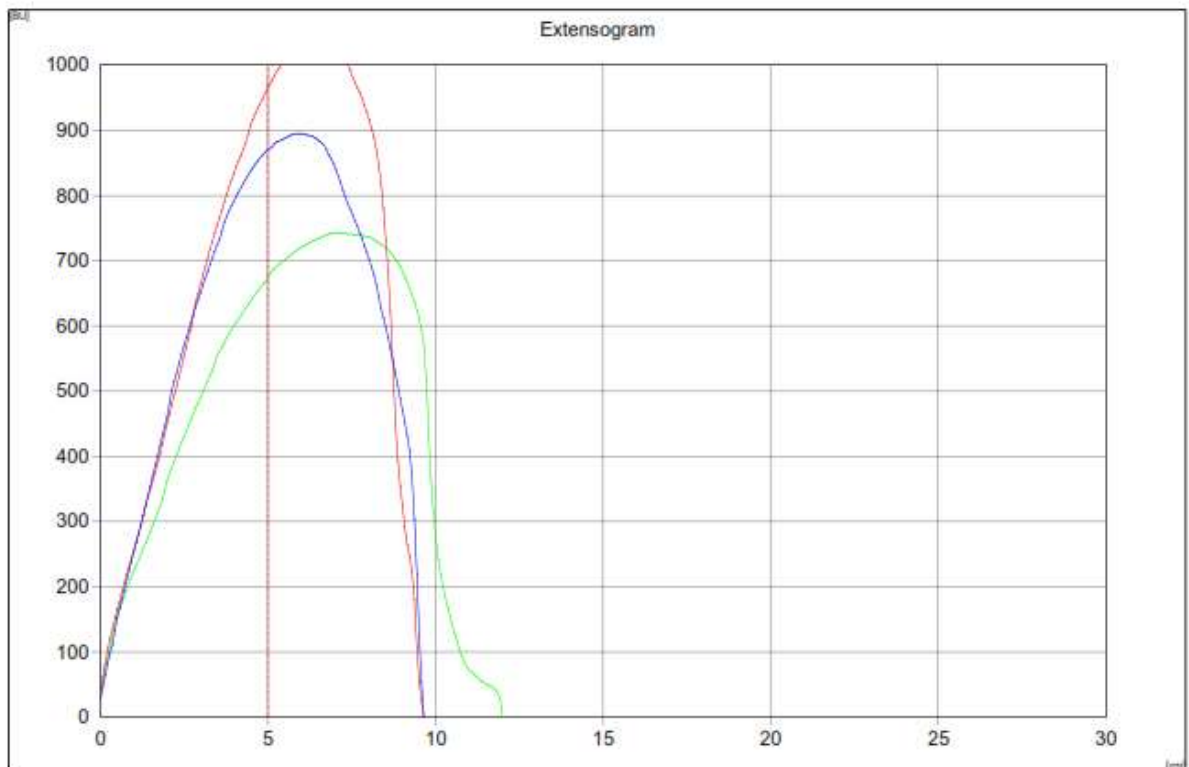
Brabender® Extensograph

Evaluation of sample: harina prep (bF), prot 6%

Test after 30/60/90 Minutes
Waterabsorption: 56.0 %

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	101	117	106
Resistance to Extension [BU]:	678	970	872
Extensibility [mm]:	120	97	97
Maximum [BU]:	743	1039	895
Ratio Number:	5.6	10.0	9.0
Ratio Number (Max.):	6.2	10.8	9.3

Remarks:



ANEXO C: FOTOS

ANEXO D-1: FOTOS ANÁLISIS FARINOGRÁFICO





ANEXO D-2: FOTOS ANÁLISIS EXTENSOGRAFICO







