



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR

TESIS

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO REOLÓGICO
DE LAS MEZCLAS DE HARINAS: TRIGO (*Triticum vulgare*),
CHÍA (*Salvia hispánica*) y QUINUA (*Chenopodium quinua
willdenow*), PARA LA UTILIZACIÓN EN PRODUCTOS DE
PANIFICACIÓN**

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

Autor(a):

Llempen Cruzado, Yuliana Ekaterina

Asesor:

Ing. Símpalo López Walter Bernardo

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2020

EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO REOLOGICO DE LAS MEZCLAS DE
HARINAS: TRIGO (*Triticumvulgare*), CHÍA (*Salvia hispánica*) y QUINUA
(*Chenopodium quinoa willdenow*), PARA LA ELABORACION DE PRODUCTO DE
PANIFICACION

Aprobación de la tesis

Llempén Cruzado, Yuliana Ekaterina

Autor

Ing. Símpalo López, Walter Bernardo

Asesor Metodológico

Aprobado por:

Mg. Aurora Vigo Edward Florencio

Presidente de Jurado

Mg. Barba Flores Samanta

Secretario de Jurado

Ing. Símpalo López, Walter Bernardo

Vocal de jurado /Asesor

AGRADECIMIENTO

- **Al jurado:**

Mg. Aurora Vigo Edward Florencio, Mg. Barba Flores Samanta e Ing. Walter Bernardo Símpalo López, quienes en forma acertada han contribuido con valiosos aportes orientados a mejorar el informe y así poder culminarlo en forma satisfactoria.

- **A mi profesor:**

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

- **A la universidad Nacional de Santa:**

Por haber contribuido en el desarrollo de esta investigación, permitiéndome realizar los análisis correspondientes, de manera confiable y segura.

EL AUTOR

ÍNDICE DE GENERAL

RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad Problemática	12
1.2. Antecedentes de Estudios	13
1.3. Teorías relacionadas al tema	17
1.4. Formulación del Problema	42
1.5. Justificación e importancia	42
1.6. Hipótesis	44
1.7. Objetivos de la investigación	45
Objetivo general	45
Objetivo específicos	45
II. MATERIAL Y MÉTODO	46
2.1. Tipo y diseño de Investigación	46
2.2. Población y Muestra	46
2.3. Variables Operacionalización	47
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	48
2.5. Criterios éticos	62
III: RESULTADOS	64
3.1. Resultados	64
3.2. Discusión de resultados	127
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN	131
5.1. Conclusiones	131
5.2. Recomendaciones	132
REFERENCIAS	133
ANEXOS	136

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 3.1. Operacionalización de las variables independientes.	
Tabla 3.2. Operacionalización de las variables dependientes.	43
Tabla 3.3. Diseño estadístico propuesto por el software Design-Expert 8.0 Trial Program.	58
Tabla 4.1. Composición química de la harina de trigo	62
Tabla 4.2. Características físico- organolépticas de la harina de trigo	62
Tabla 4.3. Características nutricionales de la harina de trigo	63
Tabla 4.4. Características nutricionales de la harina de chía	63
Tabla 4.5. Características nutricionales de la harina de quinua.	63
Tabla 4.6. Composición química del pan de molde optimizada.	64
Tabla 4.7. Composición físico – organoléptica del pan de molde – optimizada.	
Tabla 4.8. Matriz experimental decodificada para los tratamientos de elaboración del pan de molde.	64
	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Relación de curvas de esfuerzo	28
Figura 2.2. Modelo mecánico de la reología de masas panarias a través del cuerpo de Burgers.	29
Figura 2.3. Farinogramas de dos clases de harinas	33
Figura 2.4. Farinogramas de harinas de trigo de acuerdo a su fuerza y su elasticidad.	33
Figura 2.5. Clasificación de la harina de trigo de acuerdo a su índice de equilibrio.	35
Figura 2.6. Curva tipo del Mixolab standard.	
Figura 3.1. Diagrama de flujo para la obtención de harina de trigo.	36
Figura 3.2. Diagrama de flujo para la obtención de harina de chíá.	45
Figura 3.3. Diagrama de flujo para la obtención de harina de quinua.	47
Figura 4.1. Normal plot of residuals (parcela normal de residuos)	78
Figura 4.2. Residuals vs. Predicted.	69
Figura 4.3. Predicted vs Actual	70
Figura 4.4. Mezcla de tres componentes	71
	72

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se ha optado por realizar una evaluación reológica de las mezclas de harinas de trigo, chía y quinua; debido a que no se encuentra información acerca del comportamiento reológico de las de harina de chía y quinua, en la industria de la panificación hay un gran incremento en la demanda por productos con alto valor nutricional y beneficios en la salud. Para el diseño de mezclas, se aplicó la metodología estadística del diseño experimental, se utilizó el programa desing expert.8.0, una matriz con 12 formulaciones, con un rango de 75 a 90% de harina trigo, 0 a 15% harina de chía y 0 a 15 % harina de quinua. Los resultados del análisis extensografo, nos determinó el % la extensibilidad y % resistencia, con parámetros para determinar si es una harina fuerte, apta para la panificación. El análisis amilografico, nos indicó la temperatura de gelificacion y la máxima gelificacion, el desarrollo en el amasado. La mejor mezcla para la panificación, se determinó con el programa d desing expert 8.0, con los datos obtenidos en cada uno de los análisis farinografico, extensografo y amilografo, sometidos las 12 mezclas. Asimismo, el análisis sensorial determino que el pan que obtuvo mejor aceptación fue el realizado utilizando la mezcla con 89.24 % harina de trigo, 3.53 % harina de chía y 7.21% harina de quinua.

Palabras claves: Trigo (*Triticumvulgare*), Chía (*Salvia hispánica*) y Quinoa (*Chenopodium quinua willdenow*), D-optimo, formulación, fideos, gelatinización, Harina, Proteínas

ABSTRACT

In this research it was decided to conduct a Rheological assessment mixtures of wheat flour, chia and quinoa, because there is information about the rheological behavior of chia flour and quinoa in the industry Baking is a great increase in the demand for products with high nutritional value and health benefits. Given the soaring price of wheat, it is proposed to determine the rheological analysis adequate replacement rate to obtain a proper mixture of flour to produce a bakery product.

For the design of mixtures, statistical experimental design methodology was applied, desing expert.8.0 program, an array with 12 formulations, with a range of 75-90% of wheat flour, 0 to 15% was used chia flour and 0-15% quinoa flour. Extensograph results analysis, we determined the%% extensibility and strength parameters to determine if a strong flour suitable for breadmaking. The amylographic analysis showed us the gelling temperature and the maximum gelation, kneading development.

the best baking mix, was determined by the expert deseing 8.0 program, with the data obtained in each of the farinaceous, amyl extensograph and graph analysis, mixtures underwent 12. Sensory analysis also determined that the bread got better acceptance was made using 89.24% mixed with wheat flour, chia flour 3.53% and 7.21% quinoa flour.

Keywords: Wheat (*Triticumvulgare*), Chia (*Salvia hispanica*) and quinoa (*Chenopodium quinoa Willdenow*), D-optimal, formulation, noodles, gelatinization Flour Protein.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ve un incremento de la demanda de la harina de trigo, pero hasta el momento no se llega a satisfacer la demanda con nuevos productos, con insumos que puedan reemplazar parcialmente la harina de trigo. Instituciones del estado están promoviendo el uso de nuevas materias primas que complementen el uso de la harina de trigo, dándole nuevas características nutricionales y organolépticas en la formulación de nuevos productos. (Henao y Aristizábal, 2009).

El trigo puede ser reemplazado por otras materias primas. La composición química de la harina de trigo es muy importante porque ello determinará si es una harina destinada a la panificación, por la formación del gluten en el amasado y este a su vez retiene el gas CO₂ para el incremento del volumen.

Por otro lado Pantanelli (1996), hay equipos en el análisis de la masa de harina de trigo como es el farinógrafo que mide la consistencia de la misma, mediante la medición de la fuerza para realizar la mezcla a una velocidad constante, así como también la absorción del agua. Este equipo genera un gráfico, que es una curva que nos indica las características de la calidad de la harina, con la formación de la masa, a medida que va cambiando la consistencia la curva del gráfico va cambiando.

El objetivo de la investigación fue realizar una sustitución parcial de harina de trigo por las harinas de: Chía y quinua, y aprovechar su gran valor nutricional de cada una de ellas; se determinaron sus características reológicas, utilizando el farinógrafo Brabender y extensógrafo Brabender y amilógrafo Brabender y se determinó la mejor mezcla con el programa Desing expert para el análisis de los tratamientos y la aceptabilidad por el consumidor, para evaluar su funcionalidad como ingrediente panario.

1.1. Realidad problemática

Uno de los cereales principales a nivel mundial y es base económica para ciertas culturas, cuya producción mundial bordea los 600 millones de TM, entre los países de China, EEUU, India y Rusia. (Rizzo, 2001)

Según la FAO, el motivo de la alza de precio del trigo se ha debido a la demanda de cereales en la producción de biocombustibles, de la mano con la sequía en el EE.UU uno de los grandes abastecedores de trigo y demás cereales al mundo.

La producción de trigo en el Perú, siempre ha sido deficitaria, el 98% es importado de Canadá, Estados Unidos y Argentina, y un 2% de la producción nacional. Entre el 60-70 % de toda la harina se utiliza en panificación, 20-30 % en fideos, 5-10% en galletería, 1-2% en balanceados (PROMPERU, 2012)

La utilización de harinas de otros cereales, se realiza mayormente en la zona andina del Perú, los cuales se destina para la elaboración de panes, sopas, postres caseros; oriundos de la región. Su comercialización a gran escala es nula, se desarrolla de forma artesanal para su propio consumo y /o venta a pequeña escala.

No existen estudios de mezclas de harinas en el Perú, a pesar que en que somos unos de los países que contando con numerosas variedades de cereales, tubérculos y lamiáceas, con grandes características para poder elaborar harinas.

1.2. Antecedentes de estudio

La revista Spanish journal of agricultural research, en uno de sus artículos sobre las propiedades de productos de panificación con harina de trigo complementada con harina hipo alérgica de lupino. Desarrollada por: Guillamón, Cuadrado, Pedrosa, Varela, Cabellos, Múzquiz, Burbano (2010); cuyos resultados indicaron que las harinas de lupino térmicamente tratadas, las cuales eran hipo alérgicas, mantenían sus propiedades de panificación en relación con el lupino crudo. Estos tratamientos térmicos, al reducir el

riesgo de provocar reacciones alérgicas, podrían hacer posible el incremento del uso de la harina de lupino como ingrediente de los alimentos.

Otra investigación realizada por Eduardo Rodríguez Sandoval, Alexandra Lazcano, Galo Sandoval (2012); con respecto a la 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. Los resultados arrojaron que 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. Por el contrario, la harina compuesta de papa-trigo mostró los menores valores de estabilidad, torque mínimo y torque de pico y el mayor porcentaje de absorción de agua. La harina compuesta de papa-trigo, con un grado de sustitución de 10%, presentó los resultados de peso (133,86 g), ancho (6,01 cm) y volumen (491,67 g/cm³), más parecidos a la muestra control de harina de trigo.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Estado del Arte

La Universidad Politécnica de Valencia a través de su investigadora Iglesias Pulg, Esther; propuso la mejora del valor nutricional y tecnológico de productos de panadería por incorporación de ingredientes a base de chía (*Salvia hispánica. L*); cuyo propósito fue proporcionar información sobre cómo el reemplazo de harina de trigo por semillas de chía o sus derivados hasta un 5% afecta la calidad del pan, aceptación global de los consumidores, y para evaluar su funcionalidad como ingredientes nutritivos. Las semillas de chía se incorporaron en sus diferentes presentaciones, como: harina integral, harina semi-desgrasada y harina parcialmente desgrasada, se añadieron en la formulación de masas panarias para evaluar las características de amasado/sobre amasado y las propiedades térmicas.

En la universidad Artículo científico: “Productos panaderos con agregados de chía”
Autora: Lisandra Viglione (2011) Argentina. Fuente: Departamento de metodología de la investigación. De todas las fuentes de ácido grasos Omega-3, sólo el lino, *Linum usitatissimum* L. y la chía son las especies vegetales con la mayor concentración de ácidos conocida, la chía, posee un 33% de aceite, del cual el ácido linolénico representa el 62% y el linoléico el 20%, es el cultivo con mayor porcentaje de AGE al tener el 82% de sus lípidos con dicha característica.

1.3.2. Bases teórico – científicas

1.3.2.1. Los cereales

Los cereales se refieren principalmente a cultivos alimenticios gramíneos y sus semillas, incluidos arroz, trigo, maíz, mijo y otros cereales diversos, como sorgo, arroz silvestre, avena, arroz de cebada, etc. Los nutrientes que contiene son principalmente azúcares. El almidón, seguido de las proteínas, es el alimento tradicional de las personas en muchas regiones.

En algunos países en desarrollo, la alimentación diaria es principalmente arroz, trigo, maíz y mijo. En los países desarrollados, los cereales se consumen menos, pero siguen siendo una parte indispensable de la alimentación.

Algunas semillas que no son granos se pueden usar como granos, es decir, como los granos de la quinua y el trigo sarraceno. Estas semillas se denominan cuasi granos o pseudo granos.

1.3.2.2. Trigo

El tipo de grano más producido y consumido en el mundo es el trigo. Según las últimas estimaciones realizadas por el consejo internacional del trigo, la producción mundial de trigo en 2020 fue de alrededor de 590 millones de toneladas. (Garza A., 2007).

Cuando se toma en consideración en términos de nuestro país, la tierra cultivada, cantidad de producción, valor económico; El trigo, principal materia prima de diversos productos como panes, galletas, pastas, etc., se produce en todas de nuestro país. Además, en el área de cultivo, el rendimiento varía de un año a otro. GRAIN TECHNOLOGY demuestra los métodos de elaboración de material procesado a partir de cereales. El trigo es el nutriente más importante entre las materias primas agrícolas. Hoy en día, la población mundial proporciona más del 60% de su requerimiento diario de energía a partir de cereales, especialmente trigo y arroz. Las razones por las que el trigo es el primero en los granos se pueden enumerar de la siguiente manera.

- 1- El trigo se produce en una amplia zona en todo el mundo ya que puede adaptarse a diversas condiciones climáticas y del suelo.
- 2- Tiene alto rendimiento y cultivo.
- 3- Es apto para el almacenamiento (la proporción de agua es del 12% en promedio) y tiene un alto valor nutricional.
- 4- Cuando la harina de trigo se amasa con agua, las partículas de proteína en la harina forman una sustancia llamada gluten húmedo. El gluten asegura que la masa se hinche y produzca un pan de calidad. La proteína en ningún tipo de cereal que no sea el trigo no forma un núcleo. (MINAG – OEEE, 2011).

1.3.2.3. Quinua

Los valores promedio relacionados con los contenidos importantes de quinua y algunas semillas de grano se dan en la Tabla 1. Como se puede entender en la tabla; Esta planta contiene altos niveles de proteínas, grasas, carbohidratos, minerales y fibra dietética. (Ahamed et al., 1998; Vilehe et al., 2003).

Tabla. Proporciones de componentes químicos de la quinua y algunos cereales (Repo-Carrasco et al., 2003)

Componentes (%)	Quinua	Trigo	Maíz	Arroz
Proteínas	14.4	10.5	11.1	9.1

Grasa	6.0	2.6	4.9	2.2
Carbohidratos	72.6	78.6	80.2	71.2
Fibra cruda	4.0	2.5	2.1	10.2
ceniza	2.9	1.8	1.7	7.2

Uno de los carbohidratos más importantes y ricos en cereales es el almidón. Hay 58,1-64,2% de almidón en la estructura de la quinua. También se afirma que tiene una estructura más estable en casos como congelación y descongelación, y se enfatiza que puede ser una alternativa a los almidones modificados debido a esta característica (Repo-Carrosco et al., 2003).

La cantidad promedio de proteína es aproximadamente del 15% en la quinua. Esta cantidad es más alta que la del trigo y otros granos, y la proporción de proteínas solubles, que tiene la capacidad de unirse al agua, es considerablemente más alta que la del trigo y el maíz. Las proteínas en la estructura de la semilla contienen todos los aminoácidos esenciales y son especialmente adecuadas para la lisina (5,1-6,4%) y la metionina (0,4-1%), que son raras en las estructuras de las plantas. (Chauhan et al., 1992; Ahamed et al., 1998).

1.3.2.4. Chía

Conocidas como semillas de salvia, son las semillas de la salvia común que proviene de la familia Lamiaceae. Otras plantas a las que se hace referencia como "chía" incluyen la chía dorada (salvia voladora) y la salvia perenne en flor, que no requiere semillas ni cultivo.

El manuscrito de Mandosa en el siglo XVI proporcionó evidencia de la siembra de los aztecas durante la era precolombina, y los historiadores económicos dijeron que las semillas de chía son tan importantes como el maíz como alimento. Las semillas de chía como alimento básico son la cultura náhuat (azteca) en el centro de México. Los registradores jesuitas enumeraron las semillas de chía como los tres productos importantes de la cultura azteca, solo superados por el maíz y los frijoles, y

antes del amaranto. Los sacrificios del clero azteca a menudo se pagaban con semillas de chía.

Las semillas de chía crudas o enteras todavía se utilizan como alimentos y bebidas nutritivos en Paraguay, Bolivia, Argentina, México y Guatemala. Hoy en día, las semillas de chía todavía se cultivan a pequeña escala en sus lugares de nacimiento en Guatemala y el centro de México, y también se cultivan comercialmente en Argentina, Perú, Bolivia, Ecuador, Guatemala y México.

Tabla 2.1

Composición nutricional de 100 gr de semilla de chía

Componentes	100 gr	1 Porción	% DDR*
Energía (kcal)	536	134	6.7 %
Proteínas (g)	17.2 (19-27)	4.3	26.5%
Hidratos de carbono (1)	44	1.1	15.4%
Lípidos (g)	34.3 (30- 38.6)	8.6	12.8%
Saturados	2.2	0.8	
Monoinsat	2.3	0.6	
Poliinsaturados ω6	7.6	1.9	21.7%
α linolenico ω3	22.2	5.5	277.5%
Ag trans	0	0	0
Colesterol mg	0	0	0

FUENTE: INTA. Instituto nacional de tecnología agraria, 2012

Las semillas de chía se cultivan comercialmente para obtener sus semillas y como alimento son ricas en ácidos grasos omega-3, ya que las semillas pueden producir entre un 25 y un 30% de los aceites extraíbles, incluido el ácido alfa-linolénico.

Por lo general, las semillas de chía miden aproximadamente 1 mm (0,039 pulgadas) de diámetro, son pequeñas formas ovaladas y están moteadas de color marrón, gris, negro y blanco. Es hidrofílico y puede absorber 12 veces su peso en líquido cuando se empapa. Al remojar, se formará una capa de moco en la superficie de las semillas, lo que le dará a la bebida de semilla de chía una textura de gel única.

La mayoría de las semillas de chía se identificaron como salvia de Chia. En la actualidad, las semillas de chía se cultivan y consumen localmente en México, Guatemala, Bolivia, Argentina, Ecuador, Nicaragua y Australia. Las nuevas variedades de semillas de chía han sido patentadas en Kentucky y cultivadas en el norte de Estados Unidos.

1.3.2.5. Panificación

Es la actividad que las tiendas de alimentación especializadas que venden al por menor de pan, las que se especializan en la venta de pan o principalmente en la venta de pan se denominan panaderías, y las que se especializan en la venta de bollería o principalmente en la venta de repostería se denominan panaderías o pastelerías.

La panadería es el lugar donde trabajan los panaderos. Hay un horno en el interior, que puede hornear pan, pasteles, galletas, etc. Alguna panadería avanzada también se ha convertido en un lugar para comprar y vender pan, y alguna panadería avanzada y café pequeño.

Algunas panaderías producirán los productos para la venta en la tienda. En los centros comerciales, la mayor parte de la producción de pastelería en las cadenas de tiendas es un proceso de postproducción, es decir, horneado, mientras que la preproducción, como el frotado, amasado y la fermentación de la harina, se produce principalmente en una fábrica central fuera de la tienda. (Navas G, 2009)

1.3.2.6. Clasificación:

Se clasifican en:

- a) El pan de molde.
- b) Lo conforman el pan de harinas integrales.
- c) Las galletas
- d) Biscochos y similares con y sin relleno
- e) Obleas

1.3.2.7. Harina

La harina es un polvo hecho de trigo y es uno de los ingredientes alimentarios más comunes. La producción de harina de trigo es superior a la de otros cereales. Cuando el gluten es bajo, es "harina baja en gluten" o "harina sin gluten"; si el contenido es alto, es "harina con alto contenido de gluten" o "harina con alto contenido de gluten", harina con alto contenido de gluten, harina con alto contenido de gluten El contenido de gluten es de aproximadamente 12 ~ 14%, lo que es adecuado para hacer pan. Tiene una alta tenacidad y aún mantiene su forma después de hornear. La harina con bajo contenido de gluten tiene un bajo contenido de gluten y una textura frágil, generalmente se utiliza para hacer pasteles suaves.

Clasificación de las harinas:

Los diferentes tipos de harina tienen diferentes usos. Antes de comenzar a hornear, debe comprender la diferencia entre las diferentes harinas. Elija la harina adecuada, el pastel será suave y delicioso, y el pan será elástico y masticable.

Harina simple

La harina común también se llama harina para todo uso El llamado "gluten" se refiere a la proteína en la harina, también llamada gluten o proteína del gluten. Cuanto mayor sea el gluten, más fuerte será la pegajosidad de la harina. La harina con un contenido de proteína del 10-12% se llama harina de gluten medio. Si solo

se escribe "harina" en una receta para hornear, generalmente significa harina para todo uso.

La harina común es la más utilizada, pudiendo utilizarse empanadillas, wontons y tartas chinas, así como galletas, muffins y pan occidentales.

Harina pastelera

La harina con un contenido de proteína del 5 al 8% se llama harina de torta. El propósito se puede ver en el nombre, adecuado para hacer bizcocho, bizcocho, pastel de ángel / pastel de ángel, etc. Debido a que el gluten es bajo y la viscosidad es baja, puede absorber más líquido y azúcar que la harina común, y la torta hecha es húmeda y suave, con un sabor delicado.

Harina de snack

El contenido de proteína de la harina de refrigerio es de aproximadamente un 8-9%, que se encuentra entre la harina para pasteles y la harina. El polvo de dim sum tiene el mejor equilibrio de suavidad y frescura, por lo que es la primera opción para hacer tartas de huevo, galletas y masas de pastelería occidental. Si no hay un bocadillo en polvo listo para usar en casa, puede usar la proporción de 2 partes de harina por 1 parte de polvo de torta para hacer el bocadillo en polvo.

La harina para pasteles y la harina para bocadillos son harinas bajas en gluten, y puede usar harina de gluten medio para agregar una cierta proporción de maicena para mezclar, porque la maicena puede reducir el gluten de la harina.

Harina de pan

La harina de pan también se llama harina con alto contenido de gluten, el contenido de proteínas es el más alto entre todos los tipos de harina, generalmente entre 12-14%, y también hay más. El 99,8% de los ingredientes están hechos de trigo duro. El tejido del endospermo del trigo duro es más denso con alto contenido de proteínas y gluten fuerte, el trigo blando es más débil.

Es adecuado para hornear pan fermentado con levadura, el pan elaborado es maleable y elástico y tiene un sabor masticable. Por ejemplo, los ingredientes

básicos del pan artesanal son la harina de pan, la levadura, la sal y el agua. Además, también es adecuado para hacer bagel, pretzel (también conocido como shortbread de mariposa, twist cake) y masa de pizza.

Harina con levadura

La harina con levadura en polvo y sal agregada durante el procesamiento de la harina se llama polvo de levadura automática. Generalmente molido a partir de trigo blando, el contenido de proteínas suele estar entre el 8 y el 9%, pertenecientes a la harina baja en gluten. Agregue 1/4 de cucharadita de sal y 1½ cucharadita de levadura en polvo a una taza medidora de bocadillo en polvo. Después de mezclar bien, se convierte en polvo esponjoso.

Cabe señalar que si desea reemplazar el polvo de levadura en la receta para hornear con harina, recuerde agregar polvo de hornear y sal.

Harina de trigo integral

El trigo tiene tres componentes principales: endospermo, germen y salvado. Generalmente, la harina solo usa endospermo, que representa el 83% del peso del grano de trigo. La harina de trigo integral también incluye una cierta proporción de germen y salvado, por lo que se ve de color amarillento y tiene un mejor contenido nutricional que la harina común. Generalmente, el contenido de proteína de la harina de trigo integral puede ser tan alto como 13-14%, pero el germen y el salvado afectarán la formación de gluten. Por lo tanto, la harina de trigo integral es muy pegajosa al hacer fideos, y los fideos horneados también son densos y difíciles de masticar.

Harina sin gluten

Las personas alérgicas al gluten pueden elegir polvo sin gluten. Además de la harina sin gluten, también se pueden utilizar otros cereales como el arroz, el maíz, la patata, el trigo sarraceno, la quinua, el sorgo o las nueces para hacer harina sin gluten. La goma xantana (xantano) a menudo se agrega al polvo sin gluten para aumentar la masticabilidad. Sin embargo, vale la pena señalar que la harina

sin gluten no siempre puede reemplazar directamente la harina ordinaria 1: 1. Preste atención a las instrucciones de la receta.

Harina de almendras

La harina de almendras no es harina, pero a menudo se usa como sustituto de la harina para hornear. La harina de almendra se elabora a partir de almendras peladas, es rica en vitamina E y tiene un valor nutricional superior a la harina, pero tiene pocas calorías, por lo que se suele utilizar como sustituto de la harina. Debido a que la harina de almendras es más pesada que la harina, al reemplazarla con la misma cantidad de harina de almendras, debe aumentar la cantidad de polvo de hornear en consecuencia. Si usa levadura, también debe aumentar la cantidad, lo que ayuda a lograr el esponjoso deseado.

Harina 00

La harina 00 es una clasificación de la harina italiana, que se refiere a los granos más finos producidos por el trigo. Tanto el trigo duro como el blando se pueden moler con esta finura. Al comprar harina 00, preste atención al empaque que indica que el grano tenero está hecho de trigo blando, con bajo contenido de proteína (alrededor de 7,4%) y no demasiado gluten, lo que equivale al uso de harina de repostería. El paquete indica que el grano duro se muele a partir de trigo duro (trigo duro), con un alto contenido de proteínas (alrededor del 11%), lo que equivale al uso de harina común: polvo blando, alta absorción de agua, buen gluten y ductilidad, y puede ser Se rompe fácilmente en una corteza fina y plana; muy adecuado para hacer pasta y galletas, como pizza italiana, pasta y galletas saladas.

Farinógrafo

El farinógrafo es un instrumento que mide la consistencia de la masa mediante la fuerza necesaria para mezclarla a una velocidad constante y la absorción del agua necesaria para alcanzar esta consistencia.

Parte de esta agua se adsorbe en la superficie del almidón y las partículas de proteína (o moléculas de proteína); parte está en estado libre. Tenga en cuenta que todo el proceso de adición de agua debe completarse en 25 segundos. Tomemos como ejemplo un bol para amasar con un volumen de 300 g de harina: absorción de agua (%) = (agua añadida + peso de harina de trigo-300) / 3, donde el agua añadida es en ml.

Tiempo de desarrollo

El tiempo de amasado requerido desde el inicio de la adición de agua hasta que la consistencia de la masa alcanza el máximo es el tiempo de formación de la masa. El trigo blando tiene poca elasticidad y su tiempo de formación es generalmente entre 1 y 4 minutos, el trigo duro tiene una fuerte elasticidad y su tiempo de formación es de unos 4 minutos. El tiempo de formación del trigo comercial en China es generalmente corto, con un tiempo promedio de 2,3 minutos.

Tiempo de estabilidad

La diferencia de tiempo entre la curva que pasa por 500BU por primera vez y sale de 500BU es el tiempo de estabilidad de la masa. Si la consistencia máxima de la curva no se concentra con precisión en 500BU, se debe trazar una línea de marcado paralela a 500BU con la consistencia máxima, y este rendimiento se usa para medir la diferencia de tiempo entre la llegada y la salida de la curva. La buena estabilidad de la masa refleja su fuerte resistencia a la degradación por cizallamiento, lo que significa que los enlaces disulfuro de la glutenina son fuertes y difíciles de abrir, o estos enlaces disulfuro están en posiciones muy adecuadas.

Grado de ablandamiento

El grado de debilitamiento indica el grado de resistencia al daño de la masa, es decir, la capacidad de resistir la agitación mecánica. Cuanto mayor es el grado de

debilitamiento, más débil es el gluten de la harina, más fácil es fluir la masa y el producto terminado es difícil de moldear y fácil de colapsar.

Hora de llegada (hora de llegada)

El tiempo que tarda la harina en comenzar a mezclarse con agua hasta que la curva limosa alcanza los 500BU. Este tiempo también indica la cantidad de tiempo que la harina absorbe agua.

hora de salida

Se refiere al tiempo transcurrido desde que la harina se mezcla con agua y la curva limosa sale de la línea 500BU.

Coefficiente de resistencia mecánica (índice de tolerancia)

(Índice de tolerancia de mezcla)

Se refiere a la diferencia entre el BU en el pico más alto de la curva limosa y el BU en la curva limosa después de 5 minutos. Cuanto menor es la diferencia, más fuerte es el gluten de la harina.

Tiempo de avería (tiempo de avería)

Se refiere al tiempo transcurrido desde el inicio de la adición de agua y la agitación hasta la disminución de 30 UB en la altura máxima de la curva. Este valor indica que si continuas revolviendo, el gluten se romperá, es decir, agitación excesiva. El tiempo de rotura de la harina de trigo en China es de 5 ~ 7 minutos.

Ancho de curva

Se refiere a la distancia vertical de la curva, expresada en BU. El ancho de banda refleja la elasticidad de la masa o su gluten, y cuanto más ancho es, mayor es la elasticidad de la masa. El ancho de banda promedio del trigo en China es de 80 UB.

Índice de calidad de curva de calidad fina (FQN para abreviar)

El índice de calidad es 10 veces el valor del tiempo de rotura. No hay unidad. El polvo débil tiene un índice de calidad de curva limosa bajo, mientras que el polvo fuerte tiene un índice de calidad de curva limosa más alto. Cuando los valores de FQN de varias muestras son similares, es mejor tener una mayor absorción de agua.

Valor de evaluación

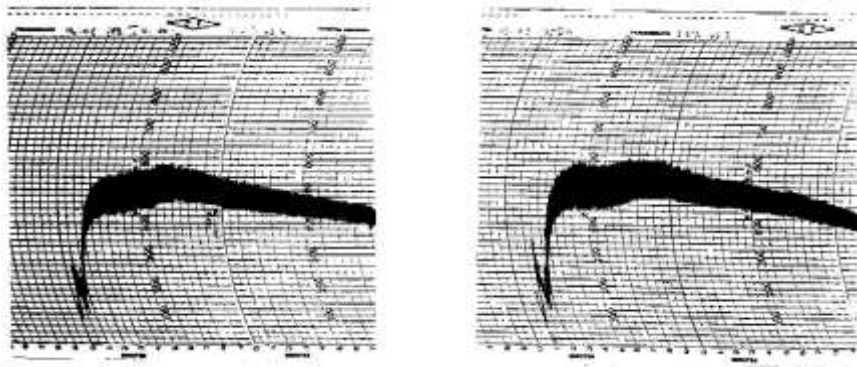


Figura 2.3

Farinogramas de dos clases de harina

Fuente: Información técnica del trigo, 2001

Se refiere a la puntuación de evaluación después de 12 minutos desde el pico de la curva descendente, y la escala es 0-100. El medidor de evaluación es una regla especial fabricada por este instrumento, que es un índice completo basado en el tiempo de formación de la masa, el tiempo estable y el grado de debilitamiento.

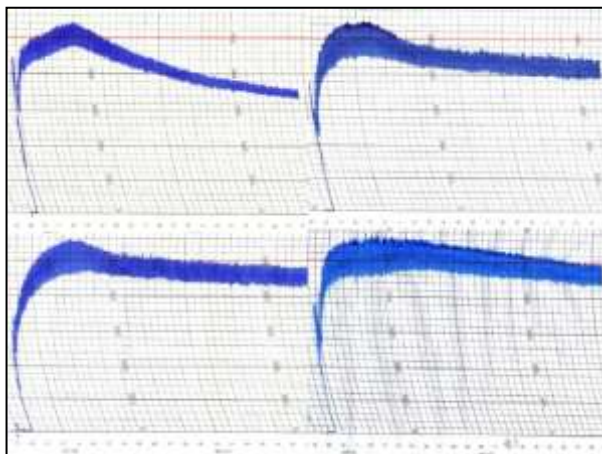


Figura2.4

Farinogramas de harinas de trigo de acuerdo a su fuerza y elasticidad

Fuente: Lascano.A ,2009

Alveografo de chopin

El alveógrafo permite la caracterización del comportamiento de la masa y su retención de gases durante la fermentación a hidratación adaptada. (ConsultoresCerealistas, 2007)

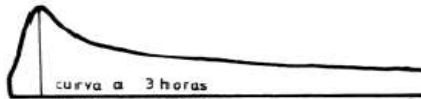
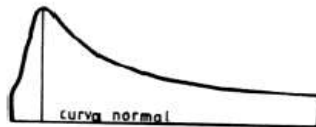
Las harinas que presentan una mayor proporción de gluteninas son más fuertes y tenaces, mientras que las harinas que presentan una mayor proporción de gliadinas son más viscosas y extensibles, las harinas con una relación balanceada de gliadinas y gluteninas.

HARINAS FLOJAS

Mínimo en proteínas del 8%.
Extracción del tipo T-75.
Fuerza W mínima de 90.

Ejemplo de lo que puede ser una Harina Floja:

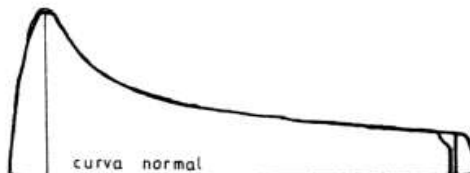
Alveograma	
Tenacidad (P)	39,6 mm
Extensibilidad (L)	98,0 mm
Equilibrio (P/L)	0,40
Hinchamiento (G)	22,1
Fuerza (W)	100,7
Degradación (W)	0%
Degradación (G)	0%



HARINAS MEDIA FUERZA

Mínimo en proteínas del 9%.
Extracción del tipo T-70.
Fuerza W mínima de 140.
Ejemplo de lo que puede ser una Harina Media Fuerza:
Humedad 14,1.

Alveograma	
Tenacidad (P)	52,8 mm
Extensibilidad (L)	111,0 mm
Equilibrio (P/L)	0,47
Hinchamiento (G)	23,4
Fuerza (W)	175,0
Degradación (W)	0%
Degradación (G)	0%



HARINAS MEDIA FUERZA	Alveograma	
Mínimo en proteínas del 9%.	Tenacidad (P)	52,8 mm
Extracción del tipo T-70.	Extensibilidad (L)	111,0 mm
Fuerza W mínima de 140.	Equilibrio (P/L)	0,47
Ejemplo de lo que puede ser una Harina Media Fuerza:	Hinchamiento (G)	23,4
Humedad 14,1.	Fuerza (W)	175,0
	Degradación (W)	0%
	Degradación (G)	0%

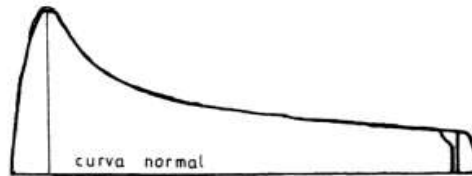


Figura 2.5

Clasificación de la harina de trigo de acuerdo a su índice de equilibrio

Fuente: Calaveras J., 1996.

Mixolab

El mixolab es un aparato que permite caracterizar el comportamiento reológico de una masa sometida a amasado y calentamiento.

El mixolab Standard proporciona las siguientes características representadas en la figura 2.6.

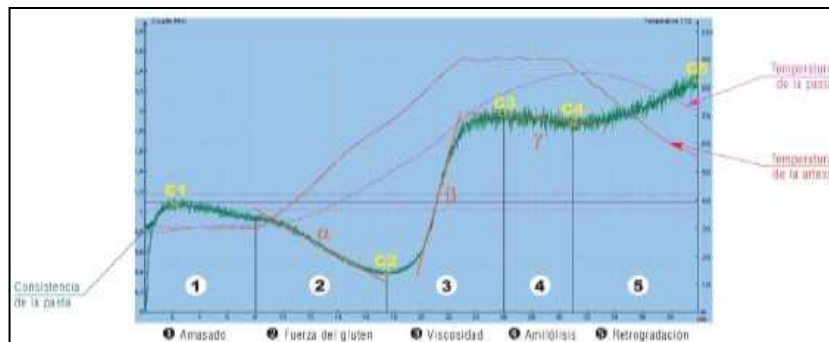


Figura 2.6

Curva tipo del Mixolab Standard

Fuente: Chopin Technologies. 2006

La curva obtenida en la figura 2.7 se caracteriza por un Índice Mixolab de 6 cifras que corresponden al valor medido en cada uno de los 6 ejes. El índice se compone a partir del valor de cada parámetro del profiler, así: la primera cifra del índice corresponde a la absorción, la última a la retrogradación.

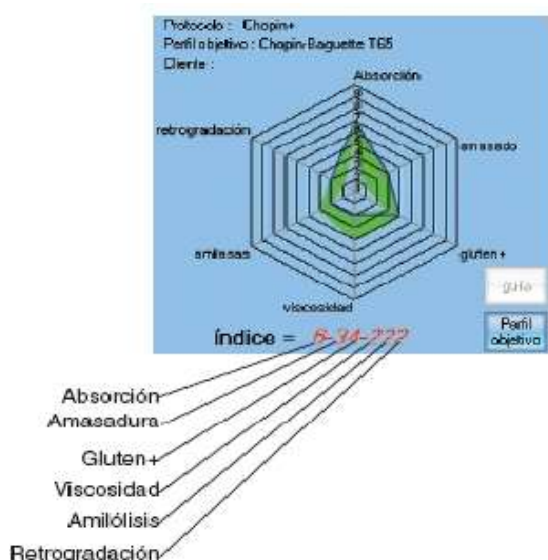


Figura 2.7

Curva tipo del mixolab profiler

Fuente: chopin technologies. 2006

1.3.3. Definición de la terminología

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

Quinoa: Es una hierba que alcanza los 2m de alto, su tallo posee hojas de diversas formas y color como el verde, rojo o morado y tiene gran variedad de tipos. Crece en los Andes desde Colombia hasta Chile y Argentina, y ha sido introducido a otros países del hemisferio norte. Podemos encontrarla en grandes producciones en la sierra peruana y en el altiplano boliviano.

Chía: Es una planta herbácea de la familia de las lamiáceas; junto con el lino (*Linum usitatissimum*), es una de las especies vegetales con la mayor concentración de ácido graso alfa-linolénico omega 3 conocidas hasta 2006.

Reología: Es la parte de la física que estudia la relación entre el esfuerzo y la deformación en los materiales que son capaces de fluir.

Agentes leudantes: Son aquellas sustancias capaces de producir, o incorporar gases, en productos que van a ser horneados con el objeto de aumentar su volumen y producir cierta forma y textura en su masa final. En la industria alimenticia estos agentes leudantes se emplean en las masas elaboradas tanto en panadería como en repostería.

Gluteninas: Derivada del trigo (*Triticum*), es conocida como una de las proteínas que contiene el trigo, junto con la gliadina para formar el gluten. Debido a su estructura polimérica la glutenina es extremadamente elástica y proporcionan además una baja extensibilidad siendo las proteínas que dan fuerza al gluten durante el amasado.

Gliadinas: Son prolaminas y se distinguen en base a su motilidad electroforética y su enfoque isoelectrico.

1.4. Formulación del problema

¿Cómo las mezclas de harinas: ¿trigo (*Triticum vulgare*), chía (*Salvia hispanica*) y quinua (*Chenopodium quinua willdenow*) inciden en las características reológicas de las masas de harinas utilizadas en la elaboración de pan – Lambayeque 2014?

1.5. Justificación e importancia

Con esta investigación se quiere resaltar, las propiedades y beneficios de la quinua y chía y dar una alternativa de su uso en harinas para la industria de la panificación. Según el ministerio de agricultura (MINGA), las áreas sembradas de quinua en la campaña 2012

- 2013 fueron de unas 45,252 mil hectáreas, con una producción de 44,207 mil toneladas. Destinándose para el consumo nacional el 3 % destinada para el consumo interno. (MINGA, 2013).

La desnutrición en Latinoamérica, ha superado escalas dramáticas, que han puesto a todo el mundo en alerta, sobre ¿qué es lo que consumimos? y ¿qué beneficios nutricionales nos da? Países como Estados Unidos, en donde el sobrepeso infantil es un problema que afecta a más del 50 % de la población, ha planteado en su cultura, el conocer sobre el aporte nutricional del producto antes de consumir.

La FAO, se ha propuesto el dar a conocer a todo el mundo, las propiedades nutritivas de cereales andinos y otros productos como la chía, que han sido olvidado por la utilización del cereal primordial como es el trigo. Siendo producidos oriundos de Latinoamérica.

Como estos cereales contienen componentes que son improbables que contribuyan positivamente a la retención de gas o a la reología de la masa, la atención debe ponerse en la calidad de estas harinas y en el proceso de panificación que se utilizará.

Por lo dicho, es conveniente estudiar mezclas de harinas con diferentes cereales andinos como la quinua y la chía, con el fin de obtener harinas de adecuadas características reológicas (gran estabilidad de la masa, reducir pegajosidad, buena tolerancia a la fermentación, fortalecimiento del gluten) que permitan elaborar productos de panificación con excelentes características organolépticas.

Además, este estudio permitirá reducir los volúmenes de importación tanto de harina de trigo como de su grano, de igual manera será una solución para los panaderos ya que se podrán utilizar las mezclas de harinas que darán similares resultados en la elaboración de pan y proporcionará un mayor aporte nutricional para la población Peruana que consuma productos elaborados a base de estos cereales.

1.6. Hipótesis

Hi: La mejor formulación de las mezclas de harinas destinada para productos de panificación, enriquecido con harina: chía (*Salvia hispánica*) y quinua (*Chenopodium quinua willdenow*) – Chiclayo 2019, será de 70% de harina de trigo y 10% de harina de chía y 20% de harina de quinua. Según la norma técnica peruana para productos de panificación.

Ho: La formulación y evaluación de las mezclas de harinas destinada para productos de panificación, enriquecido con harina: chía (*Salvia hispánica*) y quinua (*Chenopodium quinua willdenow*) – Chiclayo 2019, No será de 75% de harina de trigo y 10% de harina de chía y 20% de harina de quinua.

1.7. Objetivos de la investigación

Objetivo general.

Evaluar el comportamiento reológico de las mezclas de harinas: trigo (*Tritiumvulgare*), chía (*Salvia hispánica*) y quinua (*Chenopodium quinua willdenow*), para la utilización en la elaboración de un producto de panificación – Lambayeque 2015

Objetivos específicos

1. Realizar análisis farinográficos: absorción de agua, desarrollo máximo de las masas, estabilidad al amasado, índice de tolerancia de las masas a través del uso del farinógrafo Brabender, para la mejor mezcla de harina.
2. Analizar las propiedades de tenacidad, extensibilidad y fuerza de la masa elaborada a partir de la mejor mezcla de harina.
3. Evaluar la aceptabilidad del pan elaborado a partir de la mejor mezcla de harinas: trigo (*Tritiumvulgare*), chía (*Salvia hispánica*), quinua (*Chenopodium quinua willdenow*), mediante un análisis sensorial.

II: MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de la investigación

2.1.1. 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 de chía y quinua.

Según el manejo de variables es experimental, se manejarán variables cuantitativas independientes (% de harina de trigo, % de harina de chía y % de harina de quinua) y su efecto sobre las variables dependientes (% de omega 3 y 6, tenacidad, punto de ruptura, índice de hinchamiento, fuerza de la harina, índice de elasticidad).

Según su contexto será de campo, la investigación se realizó en las instalaciones de la planta de panificación de la Universidad Señor de Sipán, bajo las condiciones de proceso de un Pan no enriquecido, empleando los equipos a nivel industrial.

2.1.2. Diseño de la investigación:

Diseño de estudios cuantitativos, investigación experimental.

2.2. Población y muestra:

Para la evaluación reología de las masas y elaboración de un producto de panificación.

2.2.1. Población

- a. Harina de trigo (*Triticumvulgare*). Harina integral. Mercado Moshoqueque – Chiclayo - Lambayeque
- b. Harina de chía (*Salvia hispánica*). Chía negra. Elaboración propia.

- c. Harina de quinua (*Chenopodium quinua willdenow*). INIA 431. Elaboración propia.

2.2.2. Muestra

- 08 kilos de Harina de Trigo .Harina integral .Mercado moshoqueque.
- 03 Harina de chía. Harina de chía negra. Elaboración propia.
- 03 Harina de quinua. Harina de quinua INIA 431. Elaboración propia.

2.3. Variables y Operacionalización

Variable independiente: Se consideró variable independiente el porcentaje de adición de las harinas: trigo (*Triticumvulgare*), harina de chía (*Salvia hispánica*) y quinua (*Chenopodium quinua willdenow*), en las formulaciones de las mezclas de las harinas

Variable dependiente: Se consideró variables dependientes y variables respuesta, las que caracterizan reologicamente a las mezclas de harinas; trigo (*Triticumvulgare*), chía (*Salvia hispánica*) y quinua (*Chenopodium quinua willdenow*): Tenacidad *P*, punto de ruptura *L*, índice de hinchamiento *G*, fuerza de la harina *W*, relación *P/L* e índice de elasticidad *Le*. Porcentaje de Omega 3 y 6 de la mejor muestra.

2.3.1. Operacionalización de las variables:

Variable Independiente: Mezcla de harinas

Tabla 3.1

Operacionalización de las variables Independientes

Variable Independiente	Indicadores (%)	Dimensiones (gr/100g)	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
Formulaciones de mezclas de harinas:			Balanza
trigo (<i>Triticumvulgare</i>), chía (<i>Salvia hispánica</i>) y quinua (<i>Chenopodium quinua</i>)	Harina de Trigo (%) Harina de Chía (%)	70- 90 5 - 10	Balanza

<i>willdenow</i>) para la elaboración de pan.	Harina de Quinoa (%)	5 - 15	Balanza
--	----------------------	--------	---------

Fuente: *Elaborado por el autor, 2014*

Variable Dependiente: Características reológicas

Tabla 3.2

Operacionalización de las variables dependientes

	Tratamientos del estudio	
	Indicadores	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
Variable Dependiente		
	% absorción de agua	Farinógrafo
	% tenacidad, fuerza.	Extensografo

Fuente: *Elaborado por el autor, 2014*

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Método para la obtención de harina de Trigo

En la figura 3.1, se describe el proceso de obtención de harina de trigo, cumpliendo con los requisitos higiénicos y sanitarios correspondientes para generar un producto inocuo y de calidad para consumo humano.

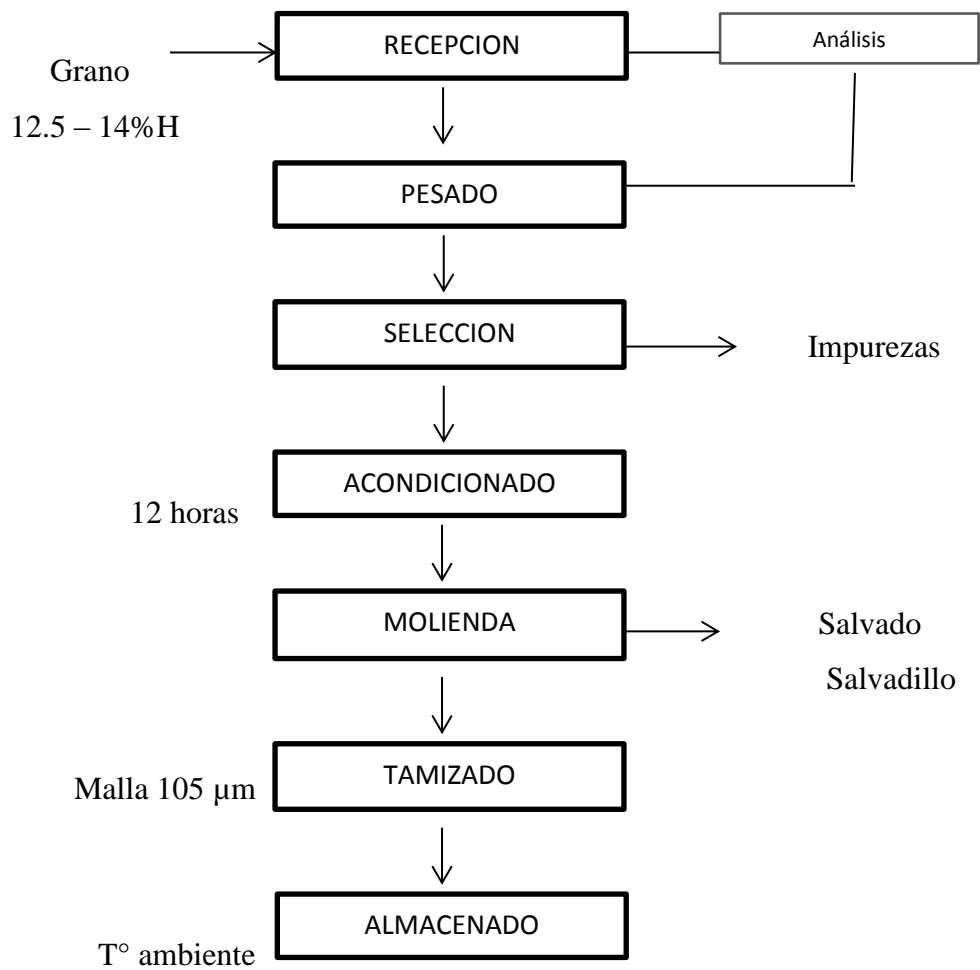


Figura 3.1.

Diagrama de flujo para la obtención de Harina de Trigo

Fuente: Elaborado por el autor, 2014

2.4.2. Método para la obtención de Harina de Chía.

En la figura 3.2, se describe el proceso para obtener harina a partir de la Chía, la cual es diferente a los demás cereales.

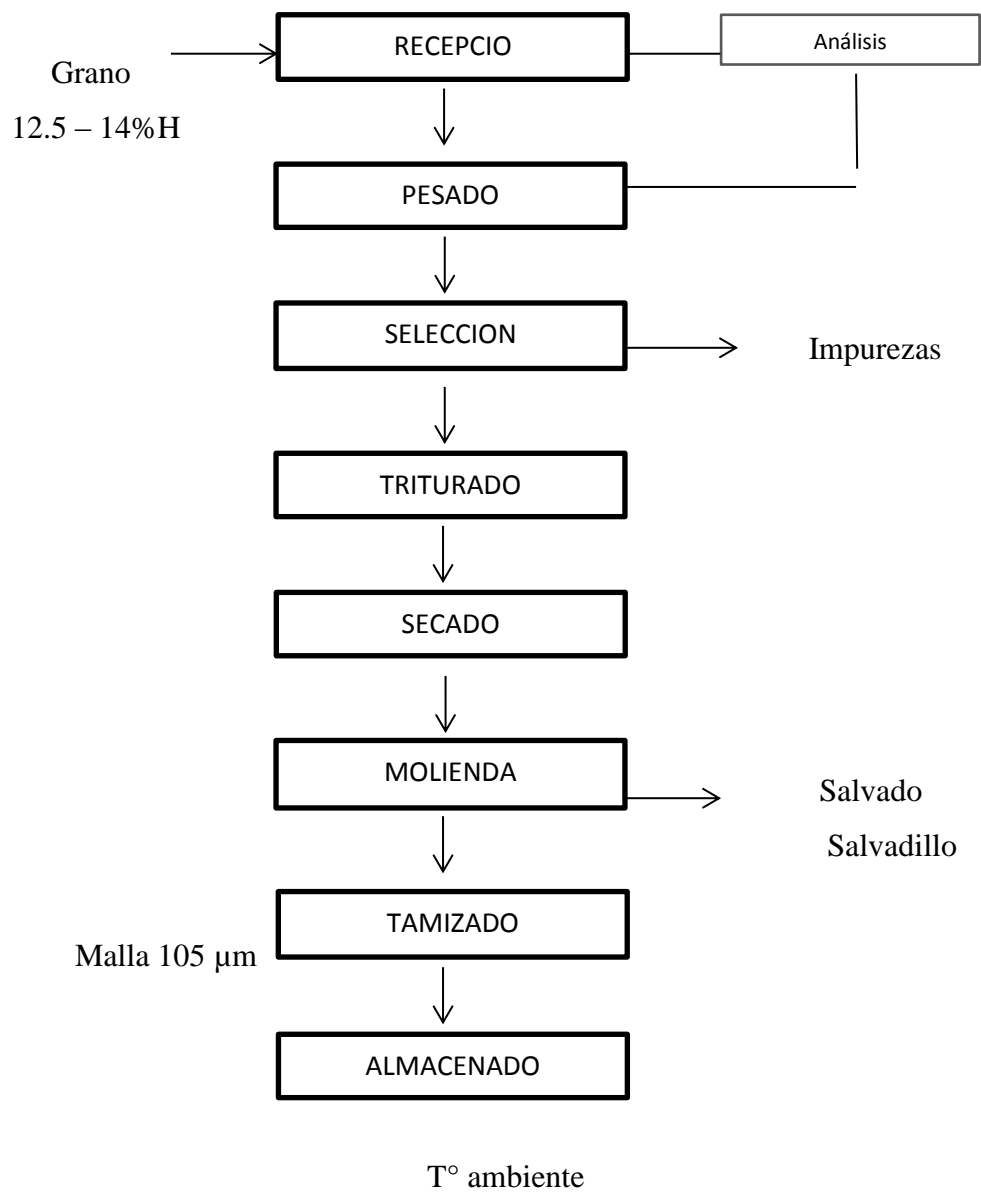


Figura 3.2.

Diagrama de flujo para la obtención de Harina de Chía

Fuente: Elaborado por el autor, 2014

2.4.3. Método para la obtención de Harina de Quinua.

En la figura 3.3, se describe el proceso para obtener harina a partir de la quinua, la cual es diferente a los demás cereales.

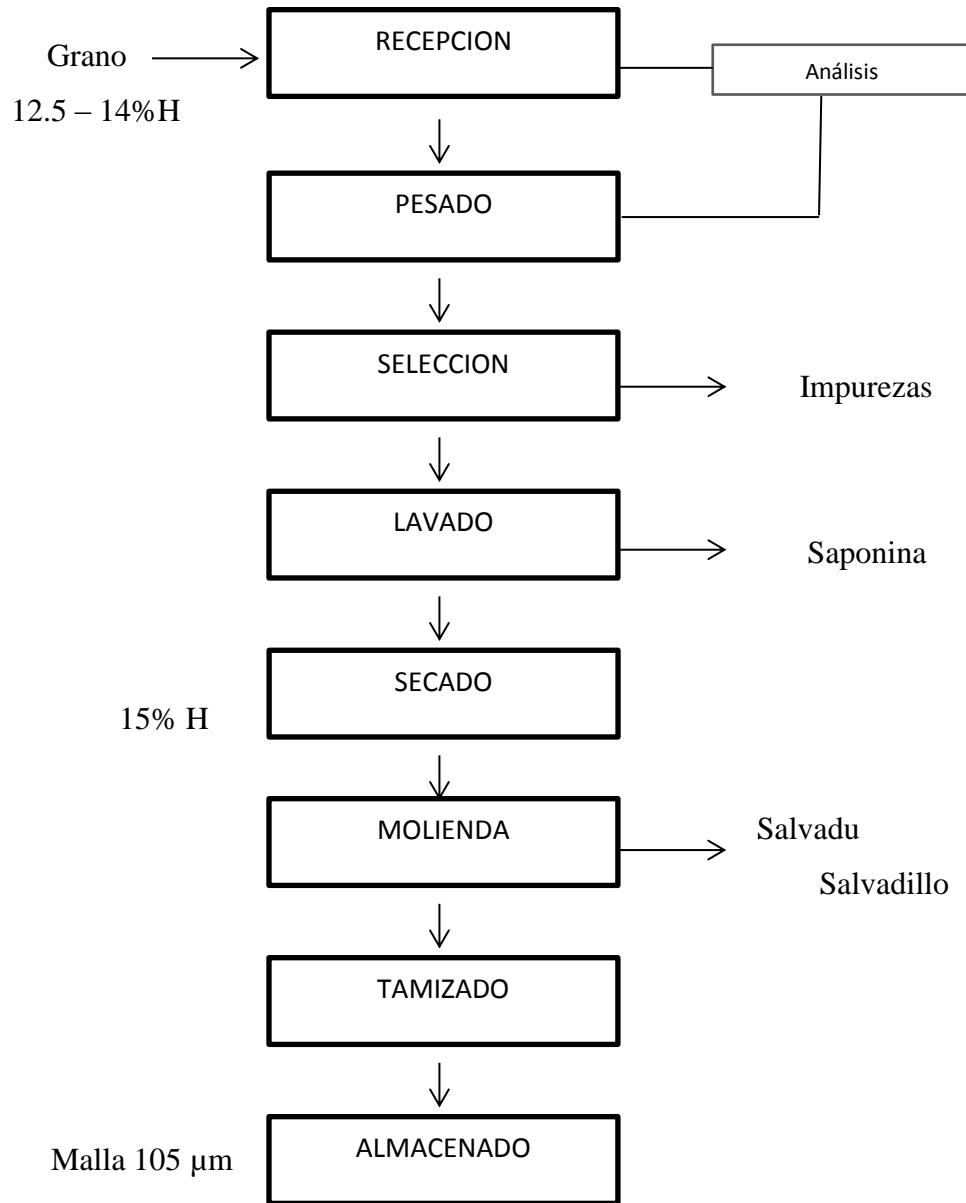


Figura 3.3.

Diagrama de flujo para la obtención de Harina de Quinua.

Fuente: Elaborado por el autor, 2014

2.4.4. Método para la obtención de Mezclas de harinas

En la figura 3.4 se considera la metodología para la obtención de mezclas de harina de chía (Salvia hispánica) y Quinoa (Chenopodium quinoa willdenow) con Trigo (Triticumvulgare)

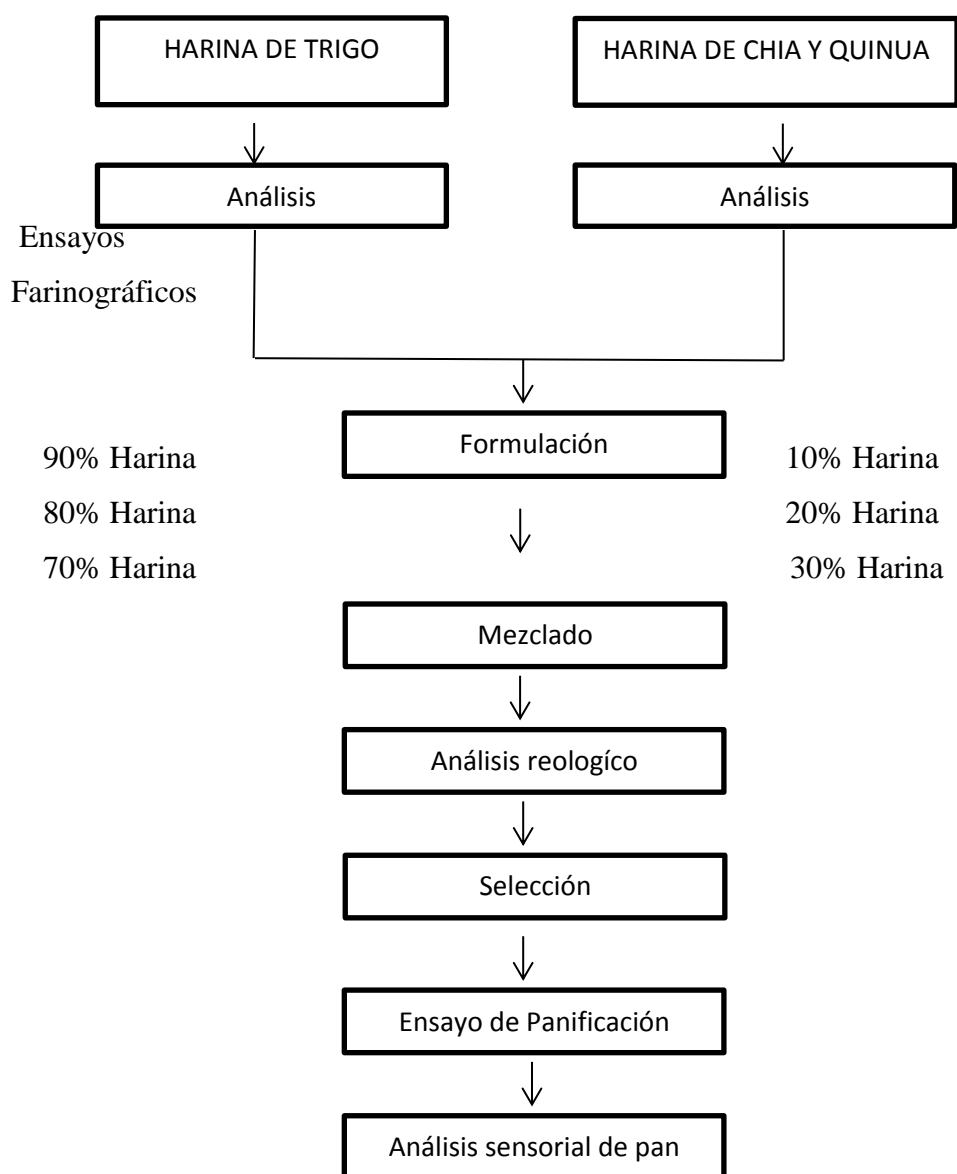


Figura 3.4.

Flujo grama para la obtención de mezclas de Harina de trigo, chíá, quinua y sus análisis.

Fuente: *Elaborado por el autor, 2014*

Los tratamientos fueron evaluados mediante análisis almilografico, (Anexo A -) y extensografo (Anexo A -) , para verificar resultados Farinográficos , así como ensayos de panificación (Anexo A – 1) para determinar las características internas – externas del pan y volumen del mismo.

La aceptación del producto elaborado por parte del consumidor fue evaluada mediante una prueba sensorial discriminativa, donde se pretende detectar las diferencias que puedan haber dentro del conjunto de muestras. Se aplicó la técnica de calificación utilizando una escala hedónica estructurada descrito por Anzaldua – Morales (1998) para la evaluación de las propiedades sensoriales como: apariencia , color, sabor, textura y aceptabilidad a través de la hoja de catacion (Anexo A- 5)

Procedimiento para la recolección de datos:

Los análisis se efectuaron en los laboratorios de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque; mientras que los análisis concernientes al comportamiento reologico y alveográfico se realizaron en la Universidad Nacional del Santa – Chimbote.

Con la ayuda de los resultados obtenidos en nuestra matriz, podremos designar nuestra mezcla de harina para la elaboración de un producto de panificación a partir de los mejores tratamientos, elaborar el ensayo de panificación y finalmente el análisis sensorial del producto. Se llevara a cabo con un panel de 50 catadores, los cuales evaluaran al producto registrando su apreciación en la hoja de catación.

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

a. **Preparación de las mezclas de harinas formuladas por el programa Desing – Expert 8.0.**

1. **Elaboración de las harinas:** Se elaborarán las harinas como se determina en diagrama de flujo de elaboración de harina de chía y quinua. fig. 3.2 y 3.3
2. **Mezclas de las harinas:** Se mezclarán las diferentes harinas de acuerdo al porcentaje que ha determinado el programa Desing – Expert 8.0 , como lo detalla en el diagrama de flujo de mezclas de harinas fig.3.4

b. **Análisis amilografico.**

El amilógrafo E de Brabender mide estas características de forma fiable cumpliendo con los estándares internacionales para la harina de trigo, y facilita de este modo la evaluación de su cualidad, su adecuación para distintas aplicaciones y sus propiedades de horneado, también en caso de harinas especiales.

Materiales Muestra:

Mescla de harina de harina de trigo, chía y quinua.

Equipos: Viscoamilografo Brabender

Reactivos: Agua destilada.

Procedimiento

c. **Análisis Farinografico**

Se realizó en un equipo Micro-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

Información para la interpretación de resultados:

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.

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

Donde:

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.

d. **Análisis extensografo**

La masa se extiende formando un extensografo, por efecto de la fuerza debida a la presión del aire que se insufla por debajo de una lámina de masa obtenida en condiciones normalizadas. Con este ensayo se imita a gran escala la formación de alveolos en el seno de la masa por el anhídrido carbónico producido por las levaduras durante la fermentación. Las dimensiones y la forma de las curvas obtenidas y el volumen del alveolo en el momento de la rotura son una guía de las características de panificación de la harina.

Cálculos:

$$W = 132 \times G^2 \times S / L$$

Donde:

L= Longitud de la curva.

S= Área de la Curva.

G= Índice de Inflamamiento.

W= Trabajo de Deformación.

Análisis estadísticos e interpretación de los datos

Se empleó el Diseño Experimental D-óptimo tipo mezcla, se tuvo como variable respuesta a las formulaciones de mezclas; % de omega 3 y 6;

tratamientos donde las variables independientes el porcentaje de harinas: harina de trigo 70% a 90% y harina de quinua y chíá en un rango de 10 a 15%.

Tabla 3.3

Tabla de matriz de mezclas de harina

Std	Run	Block	Componente	Componente	Componente
			1	2	3
			A:Harina de Trigo	B:Harina de Chia	C:Harina de quinua
			%	%	%
8	1	Block 1	90	9.912	0.087
11	2	Block 1	70.005	14.994	15
1	3	Block 1	90	4.081	5.918
6	4	Block 1	75.576	15	9.423
3	5	Block 1	84.667	15	0.332
7	6	Block 1	82.839	9.545	7.615
5	7	Block 1	85	0	15
9	8	Block 1	81.722	5.285	12.992
2	9	Block 1	70.005	14.994	15
12	10	Block 1	84.667	15	0.332
4	11	Block 1	76.417	8.582	15
10	12	Block 1	85	0	15

FUENTE: *Elaboración por el autor, 2014*

En la matriz experimental se puede observar las mezclas a realizar, siendo 12 formulaciones determinadas por el programa. Cada una contiene diferentes porcentajes de las tres diferentes harinas.

2.5. Criterios éticos

Para la presente investigación se aplicará y usará de manera determinante los siguientes principios. Respetando las normas técnicas peruanas de harinas. Norma Codex para la harina de trigo.

2.6. Criterios de rigor científico:

Al realizar los análisis para la evaluación reológica de las mezclas de harinas de trigo, chía y quinua, serán garantizados los resultados de los siguientes análisis: cromatológico, farinógrafo y extensógrafo por la Universidad Nacional del Santa, en donde se desarrollarán dichos análisis, teniendo una gran confiabilidad de sus resultados.

III. RESULTADOS

3.1. Resultados

A continuación, en el Tabla 4.1, 4.2, y 4.3 se muestra la composición química de la harina de trigo antes de iniciar el proceso de elaboración del pan de molde, para los diversos tratamientos experimentales establecidos en el Tabla 3.1. La harina de trigo empleada presenta un contenido de proteínas del 9.6% inicial antes del procesamiento y con una humedad del 13%.

En cuanto a la composición de la harinas de chía semi-desgrasada y harina de quinua empleadas estas presenta las características fisicoquímicas indicadas en el Tabla 4.4 y 4.5.

Tablas 4.1

Composición química de la harina de trigo.

Componente	Porcentaje
Glúcidos	74-76%
Prótidos	9-11%
Lípidos	1-2%
Agua	11-14%
Minerales	1-2%

Fuente: Ficha comercial

Tablas 4.2

Características físicas-organolépticas de la harina de trigo.

Característica	Porcentaje
Color	Blanco, marfil y natural
Olor	Característico
Textura	Suave al tacto
Humedad	Máx. 15,0 %
Cenizas	0,65 – 1,00 %
Acidez	Máx. 0,15 %

Fuente: Ficha comercial

Tablas 4.3

Características nutricionales de la harina de trigo.

Característica	Porcentaje
Proteína	9.6 gr.
Grasa	1.7 gr.
Hidratos de Carbono	70%
Colesterol	0%
Energía	334 kcl

Fuente: Ficha comercial

Tabla 4.4

Características nutricionales de la harina de chía – semi desgrasada.

Componente	Cantidad
Proteína	22.5 %
Grasa	18.6%
Humedad	4.3%
Cenizas	3.53%
Fibra dietética	34.3%

Fuente: Universidad politécnica de valencia. Mejora del valor nutricional de productos de panaderapor la incorporación de ingredientes a base de chía (salvia hispánica L.). E.Iglesias, M. Haros.

Tabla 4.5

Características nutricionales de la harina de quinua

Componente	Cantidad
Proteína	70% 65% Min
Grasa	12% Max (10-12%)
Humedad	10% Max (8-10%)
Cenizas	11% Max (10-11%) o 16% Max
Sales y arena	3% Max (1,5-3%) o 5 % Max
Antioxidante	150 ppm al momento de embarque

Fuente: INIAP 2009.Proyecto PHPPF

3.2. Análisis Físicas - Organolépticas del producto

A continuación, en el Tabla 4.6, se muestran las características físicas - organolépticas del pan de molde.

Tablas 4.6

Características físicas-organolépticas del pan de molde – muestra optimizada.

Característica	Porcentaje
Color	Blanco, marfil y natural
Olor	Característico
Textura	Suave al tacto
Humedad	Máx. 15,0 %
Cenizas	0,65 – 1,00 %
Acidez	Máx. 0,15 %

Fuente: Elaboración propia

3.3. Análisis Reológico

En la matriz experimental decodificada Tabla 4.7, se puede observar las mezclas a realizar, siendo 12 formulaciones determinadas por el programa Desing expert 8.0. Cada una contiene diferentes porcentajes de las tres diferentes harinas.

Tabla 4.7

Matriz experimental decodificada para los tratamientos reologicos para las formulaciones de harinas para la elaboración de un pan

Tratamiento	A:Harina	B:Harina	C:Harina	Análisis Reologicos						
	de Trigo	de Chía	de Quinua	Farinógrafo			Extensógrafo		Amilógrafo	
	%	%	%	Absorción de Agua	Estabilidad (MM:SS)	Tiempo de desarrollo	Resistencia - 30 min	Extensibilidad - 30min	Temperatura gelificación °C	
T1	90	9.91	0.087173158	56.0	07:07	04:31	1145	90	93.6	2049
T2	70.0	14.99	15	56.0	04:29	03:18	42	46	90.6	
T3	90	4.08	5.91	56.0	06:08	04:20	837	110	92.9	
T4	75.6	15	9.42	56.0	05:45	02:58	382	55	93	
T5	84.67	15	0.33	55.6	07:41	04:29	1080	90	93.1	
T6	82.84	9.54	7.61	55.6	06:00	04:10	963	79	92.8	
T7	85	0	15	55.6	05:47	04:00	844	87	90.8	
T8	81.72	5.28	12.99	55.7	05:16	03:55	729	90	91.9	
T9	70.00	14.99	15	56.0	04:29	03:18	42	46	90.6	
T10	84.67	15	0.33	55.6	07:41	04:29	1080	90	93.1	
T11	76.42	8.58	15	55.6	05:27	03:55	771	67	93.1	
T12	85	0	15	55.6	05:47	04:00	844	87	90.8	

Fuente: Desing Expert 8.0

De las 12 diferentes formulaciones, se han realizado análisis farinógrafo, extensografo y amilografo, para poder determinar cuál de las formulaciones cumplen con requerimientos para una mezcla idea para la elaboración de un pan con características sobresalientes.

A partir de la matriz experimental decodificada Tabla 4.7 construida con el software desing expert 8.0, se prepararon las pruebas experimentales doce (12) para el estudio, una vez reportados los datos de las variables respuestas (variables dependientes) se construyeron las superficies de respuesta, que permitió realizar los análisis estadístico simultáneo de la influencia de las combinaciones % de Harina de trigo , % de Harina de chía y % harina de quinua .(declarados en el Tabla 3.3) sobre él % de absorción de agua,

estabilidad, tiempo de desarrollo, resistencia , extensibilidad, temperatura máxima de gelificación y máxima gelificación.

De este análisis es generado el modelo matemático empírico que permite dentro de las condiciones establecidas estimar la proporción de harina de trigo y harina de chía y harina de quinua optima, además de permitir evaluar los factores que tienen influencia estadísticamente significativa en la formulación.

3.4. Caracterización Farinográfica en Mezclas de Harinas

En el anexo B – 1 se observa la tabla con los resultados extraídos, obtenidos de los análisis farinográficos que se desarrollaron de las muestras M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11, M12. Con porcentajes de harina de trigo 70 a 90 %, harina de chía 0 a 15 % y harina de quinua 0 a 15%.

Absorción de Agua

Al examinar el Tabla 4.8 podemos observar que el software calcula distintos modelos el cual el más significativo y el recomendado por el programa desing expert 8.0 es el modelo cuadrático “suma de los Tablas extra o secuenciales” que es lo que se está buscando y o nos recomienda, de los términos lineales, cuadráticos y cúbicos del modelo. Haciendo mención que no contiene corridas suficientes para apoyar un modelo cubico completo. Siendo en el valor P, Prob>F (p-value) pequeños de los términos cuadráticos es conveniente tomar el modelo propuesto cuadrático por el programa a la respuesta de absorción de agua en las mezclas de las harinas.

Tabla 4.8

Sequential Model Sum of Squares(la suma modelo secuencial de Squares)[Type I]

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrados Medios	Valor F	P-Value Prob>F
---------------	--------------------------	-----------	-------------------------	----------------	--------------------------

Cuadrados Medios vs Total	36852.08	1	36852.08			
Lineal vs Cuadrados Medios	0.43	2	0.21	0.77	0.4922	
Cuadrático vs Lineal	2.11	3	0.70	11.12	0.0073	Presupuesto
Sp Cubic vs Qua	0.13	1	0.13	2.65	0.1643	
Cubico vs Cuadrático	0.25	2	0.12	6.366E+007	<0.0001	
Residuo	0.000	3	0.000			
Total	36855	12	3071.25			

Fuente: Desing Expert 8.0

El Tabla 4.8 presenta los posibles modelos matemáticos que pueden ajustarse al estudio, sugiriendo el cuadrático.

ANOVA: El Tabla 4.9 nos presenta al anova (análisis de varianza) mostrando un resumen global del análisis completo, la suma de cuadrados del modelo es 2.54 [Suma de cuadrados] y su valor F es 8.02 [F value]. El modelo es significativo [significativo] al 95% de confiabilidad, debido a que el valor de p [p-value, Prob>F], es mucho menor a 0.05.El valor F del modelo es 0.0124.

Tabla 4.9

Analysis of variance table (La mesa de analysis de varianza) [Partial sum of squares - Type III]

Fuente	Suma de cuadra dos	df	Cuadra dos medios	Val or F	P – value Prob >F	
Modelo	2.54	5	0.51	8.02	0.0124	Propue sto
Mezcla lineal	0.43	2	0.21	3.36	0.1050	
AB	0.63	1	0.63	9.89	0.0200	
AC	0.029	1	0.029	0.46	0.5226	
BC	0.17	1	0.17	2.72	0.1500	
Residual	0.38	6	0.063			
Falta de ajuste	0.38	3	0.13			
Error puro	0.000	3	0.000			
Cor. Total	2.92	11				

Fuente: Desing Expert 8.0

Tabla 4.10

Analysis of variance table (La mesa de analysis de varianza) [Partial sum of squares - Type III]

Std. Dev.	0.25	R-Squared	0.8698
Cuadrados medios	55.42	Adj R-Squared	0.7613
C.V. %	0.45	Pred R-Squared	0.3110
PRESS	2.01	Adeq Precision	6.553

Fuente: Desing Expert 8.0

En el Tabla 4.10, se muestra el resultado de las variables estadísticas como R2 indicando que el modelo responde satisfactoriamente con un 86,98%, y un coeficiente de variabilidad de 0.25% entre los datos obtenidos experimentalmente.

La figura 4.1, podemos observar como los tratamientos se distribuyen uniformemente alrededor de la recta de la normal, incluso los tratamientos que posean valores de estudio semejantes o representan repeticiones (tratamientos encerrados en una esfera) se aproximan lo más posible.

Siendo estos las siguientes tratamientos (3, 4.5, 6 ,7y 8)

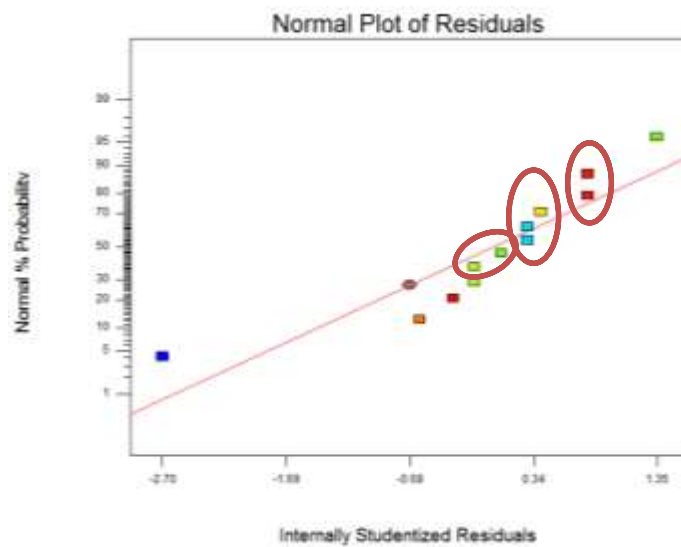


Figura 4.1

Normal plot of Residuals (Parcela Normal de Residuos)

Fuente: Desing Expert 8.0

La figura 4.2 se aprecia la representación gráfica de los valores residuales (diferencia entre el valor actual y valor predicho) y valor predicho que se obtiene a partir ecuación de optimización para el % absorción de agua, sólo los tratamientos encerrados en las esferas indicarían que presentan mayores residuales (positivos sobre $y=0$ y negativos bajo $y=0$) porque de lo contrario se aproximarían al valor $y=0$.

Son los tratamientos (3 y 4) los que presentan mayores residuales.

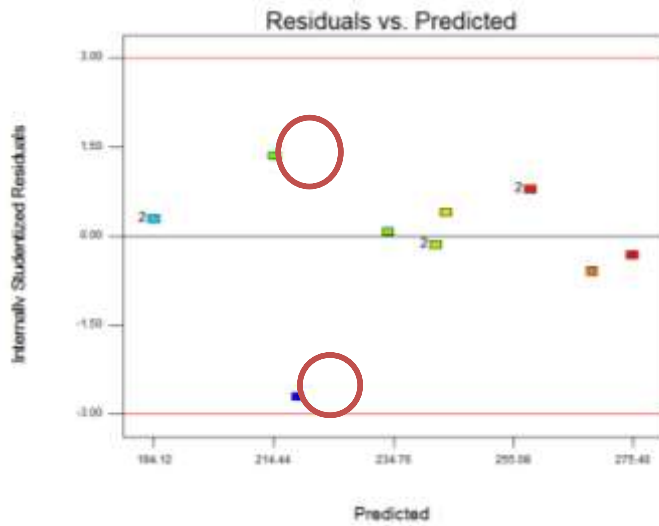


Figura 4.2

Residuals vs. Predicted (Residuos vs. Previsto)

Fuente: Desing Expert 8.0

En la figura 4.3, se muestra el acercamiento entre el valor predicho y el valor actual, sólo se verifica para 9 tratamientos, debido a que tres de ellos deben ser repeticiones y se encuentran montadas una sobre otra. Las más alejadas a la recta son las encerradas en una esfera que es el tratamiento 3 y 4, es el más alejado

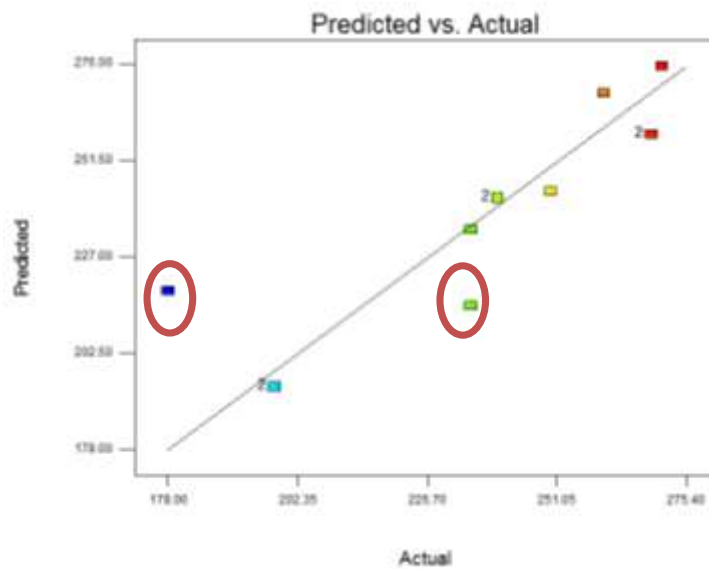


Figura 4.3

Predicted VS Actual (Predicción vs real)

Fuente: Desing Expert 8.0

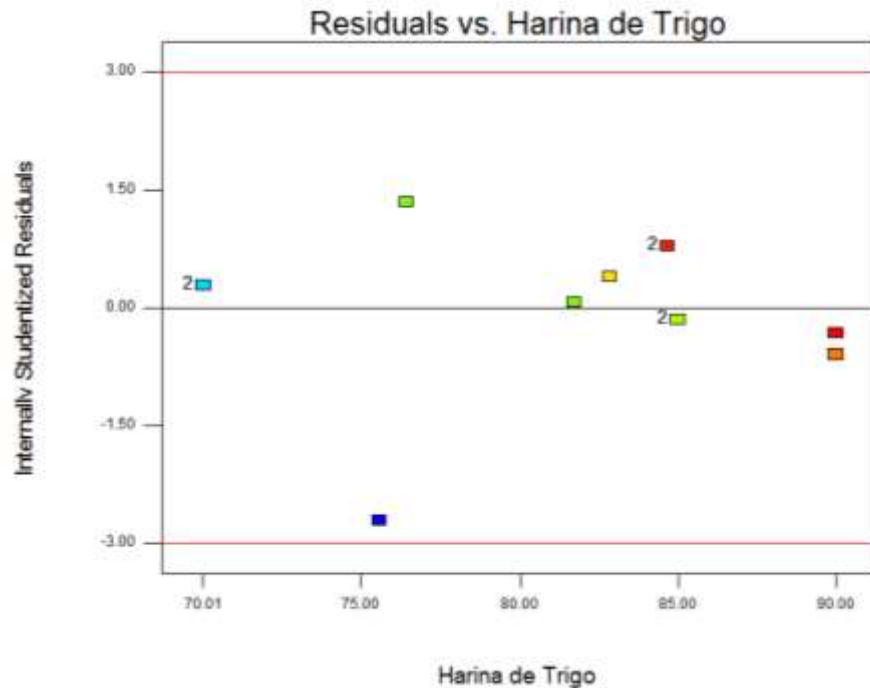


Figura 4.4

Two component mix (Mezcla de tres componentes)

Fuente: Desing Expert 8.0

4.1.1.1.1. Estabilidad

Al examinar el Tabla 4.11 podemos observar que el software calcula distintos modelos el cual el más significativo y el recomendado por el programa desing expert 8.0 es el modelo cuadrático “suma de los Tablas extra o secuenciales” que es lo que se está buscando y o nos recomienda, de los términos lineales, cuadráticos y cúbicos del modelo. Haciendo mención que no contiene corridas suficientes para apoyar un modelo cubico completo.

Siendo en el valor P, Prob>F (p-value) pequeños de los términos cuadráticos es conveniente tomar el modelo propuesto cuadrático por el programa a la respuesta de estabilidad de la masa, en las mezclas de las harinas de trigo, chía y quinua.

Tabla 4.11

Sequential Model Sum of Squares (la suma modelo secuencial de Squares) [Type I]

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrados Medios	Valor F	P-Value	
Cuadrados	1.466E+006	1	1.466E+006			
Medios vs Total						
Lineal vs Cuadrados	47816.27	2	23909.14	24.95	0.0002	Presupuesto
Medios						
Cuadrático vs Lineal	2791.85	3	930.62	0.96	0.4711	
Sp Cubic vs Qua						
Cubico vs Cuadrático	307.08	2	153.53	0.092	0.9145	
Residuo						
Total	1.524E+006	12	1.270E+005			

Fuente: Desing Expert 8.0

ANOVA: El Tabla 4.12 nos presenta al anova (análisis de varianza) mostrando un resumen global del análisis completo, la suma de cuadrados del modelo es 47818.27 [Suma de cuadrados] y su valor F es 24.95 [F value]. El modelo es significativo [significativo] al 95% de confiabilidad, debido a que el valor de p [p-value, Prob>F], es mucho menor a 0.05. El valor F del modelo es 0.0002.

Tabla 4.12

Analysis of variance table (La mesa de analysis de varianza) [Partial sum of squares - Type III]

Fuente	Suma de cudrados	df	Cuadrados medios	F	p. vale	Prob >F
Modelo	47818.27	2	23909.14	24.95	0.0002	propuesto

Mezcla lineal	47818.27	2	23909.14	24.95	0.0002	
Residual	8625.98	9	958.44			
Falta de ajuste puro	3625.98	6	604.33	0.36	0.8658	Not significancia
Error	5000.00	3	1666.67			
Cor. Total	56444.25	11				

Fuente: Desing Expert 8.0

Tabla 4.13

Analysis of variance table (La mesa de analysis de varianza) [Partial sum of squares - Type III]

Std. Dev.	30.96	R-Squared	0.8472
Cuadrados medios	349.75	Adj R-Squared	0.8132
C.V. %	8.85	Pred R-Squared	0.6917
PRESS	17400.00	Adeq Precision	10.402

Fuente: Desing Expert 8.0

En el Tabla 4.13, se muestra el resultado de las variables estadísticas como R2 indicando que el modelo responde satisfactoriamente con un 84.72%, y un coeficiente de variabilidad de 309.6% entre los datos obtenidos experimentalmente.

La figura 4.5 podemos observar como los tratamientos se distribuyen uniformemente alrededor de la recta de la normal, incluso los tratamientos que posean valores de estudio semejantes o representan repeticiones (tratamientos encerrados en una esfera) se aproximan lo más posible.

Siendo estos las siguientes tratamientos (6, 7, 8,9 y 10)

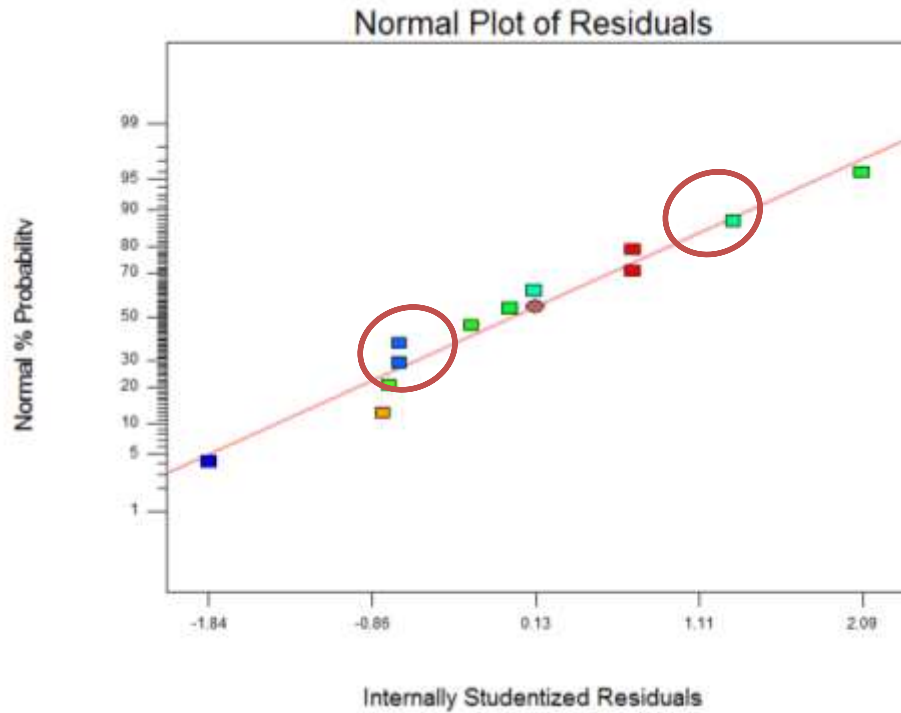


Figura 4.5

Normal plot of Residuals (Parcela Normal de Residuos)

Fuente: Desing Expert 8.0

La figura 4.6 se aprecia la representación gráfica de los valores residuales (diferencia entre el valor actual y valor predicho) y valor predicho que se obtiene a partir ecuación de optimización para determinar la estabilidad (mm:ss), sólo los tratamientos encerrados en las esferas indicarían que presentan mayores residuales (positivos sobre $y=0$ y negativos bajo $y=0$) porque de lo contrario se aproximarían al valor $y=0$.

Son los tratamientos (4 y 5) los que presentan mayores residuales.

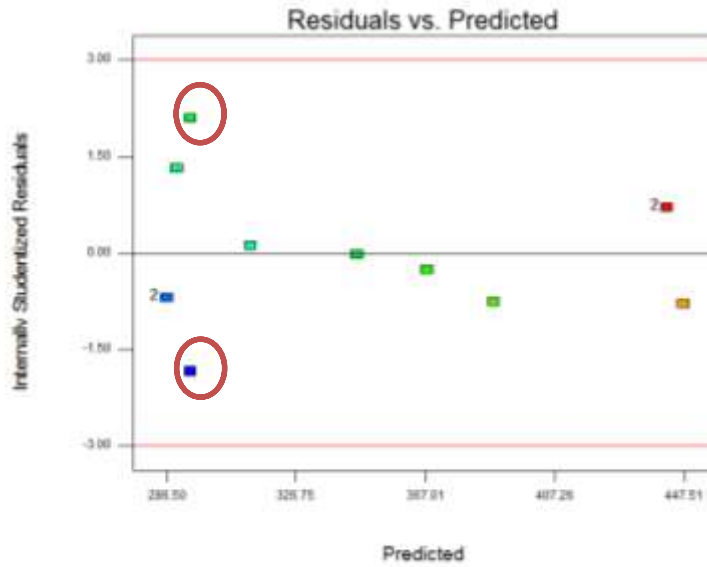


Figura 4.6

Residuals vs. Predicted (Residuos vs. Previsto)

Fuente: Desing Expert 8.0

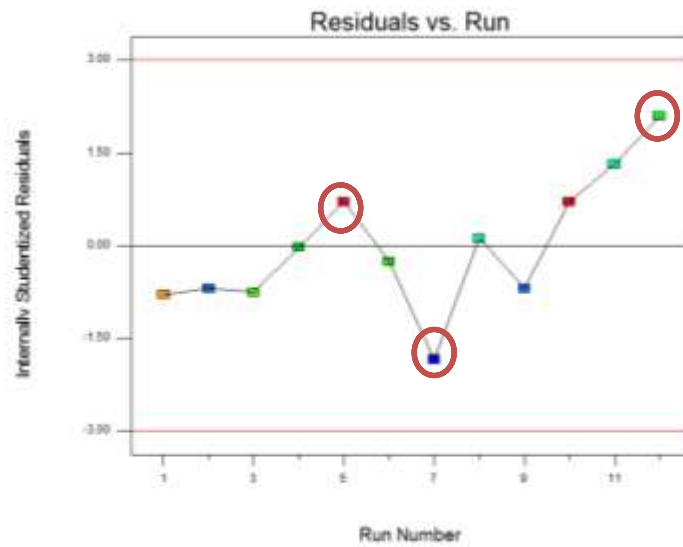


Figura 4.7

Residuals vs. Run (Residuos vs. Ejecutar)

Fuente: Desing Expert 8.0

La figura 4.7 nos muestra los valores residuales de los doce tratamientos indicando que los tratamientos 5, 7 y 12 son los que presentan los valores residuales (diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de la

fórmula de optimización) más altos, mientras que otros tratamientos como el 6 están próximos al $y=0$

Se observa a las corridas (run) que presentan un valor residual positivo por encima las cuales son (5, 10, 11 y 12) valor actual > valor predicho) o debajo (1, 2, 3, 6, 7 y 9), valor actual < valor predicho) del valor $Y = 0$, sólo las corridas (run) 4 y 8 (valor actual \approx valor predicho) se aproximan al valor $Y = 0$.

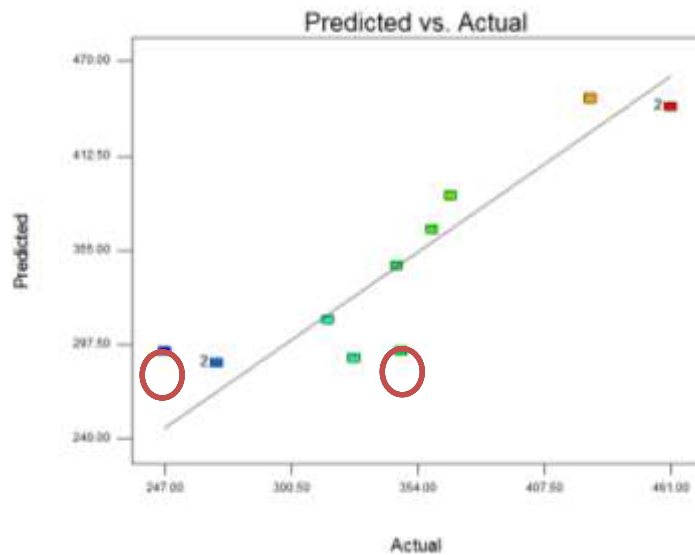


Figura 4.8

Predicted vs Actual (Predicción vs real)

Fuente: Desing Expert 8.0

En la figura 4.8 se muestra el acercamiento entre el valor predicho y el valor actual, sólo se verifica para seis tratamiento, debido a que tres de ellos deben ser repeticiones y se encuentran montadas una sobre otra. Las más alejadas a la recta son las encerradas en una esfera que es el tratamiento 1 y 6, es el más alejado.

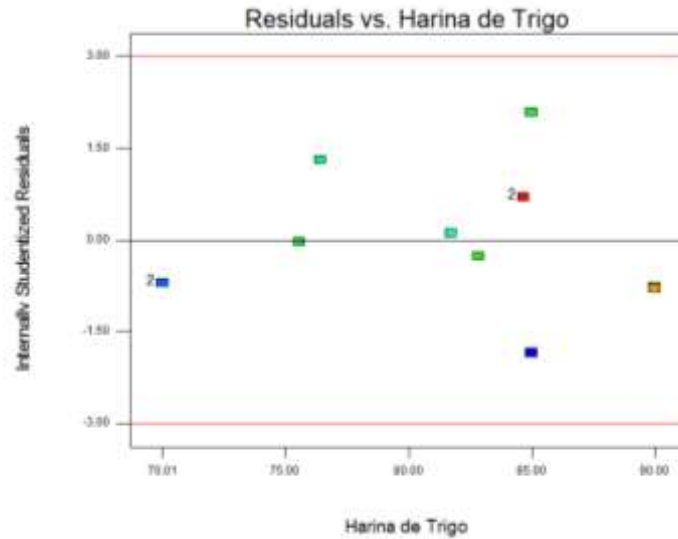


Figura 4.9

Two component mix (Mezcla de tres componentes)

Fuente: Desing Expert 8.0

Tiempo de desarrollo

Al examinar el Tabla 4.14 podemos observar que el software calcula distintos modelos el cual el más significativo y el recomendado por el programa desing expert 8.0 es el modelo cuadrático “suma de los Tablas extra o secuenciales” que es lo que se está buscando y o nos recomienda, de los términos lineales, cuadráticos y cúbicos del modelo. Haciendo mención que no contiene corridas suficientes para apoyar un modelo cubico completo.

Siendo en el valor P, Prob>F (p-value) pequeños de los términos cuadráticos es conveniente tomar el modelo propuesto cuadrático por el programa a la respuesta de menor tiempo de desarrollo de la masa de las, mezclas de las harinas de trigo , chía y quinua.

Tabla 4.14

Sequential Model Sum of Squares(la suma modelo secuencial de Squares)[Type I]

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrados Medios	Valor F	P-VALUE
--------	-------------------	----	------------------	---------	---------

					Prob>	
					F	
Cuadrados	6.736E+00	1	6.736E+00			
Medios vs	5		5			
Total						
Lineal vs	7990.27	2	3935.13	14.612	0.0015	Presupuest
Cuadrados						o
Medios						
Cuadrático	1322.14	3	440.71	2.32	0.1747	
vs Lineal						
Sp Cubic vs	219.97	1	219.97	1.20	0.3237	
Qua						
Cubico vs	918.53	2	459.27	6.366E+00	<0.000	Aliased
Sp Cub				7	1	
Residuo	0.000	3	0.000			
Total	6.840E+00	1	57000.42			
	5	2				

Fuente: Desing Expert 8.0

El Tabla 4.8 presenta los posibles modelos matemáticos que pueden ajustarse al estudio, sugiriendo el cuadrático.

ANOVA: El Tabla 4.15 nos presenta al anova (análisis de varianza) mostrando un resumen global del análisis completo, la suma de cuadrados del modelo es 7990.27 [Suma de cuadrados] y su valor F es 14.61 [F value]. El modelo es significativo [significativo] al 95% de confiabilidad, debido a que el valor de p [p-value, Prob>F], es mucho menor a 0.05. El valor F del modelo es 0.0015.

Tabla 4.15

Analysis of variance table (La mesa de analysis de varianza) [Partial sum of squares - Type III]

Fuente	Suma de cudrados	df	Cuadrados medios	F	p. vale Prob >F	
Modelo	7990.27	2	3995.13	14.61	0.0015	propuesto
Mezcla lineal	7990.27	2	3995.13	14.61	0.0015	
Residual	2460.65	9	273.41			
Falta de ajuste	2460.65	6	410.11			
Error puro	0.000	3	0.000			
Cor.	10450.92	11				
Total						

Fuente: Desing Expert 8.0

Tabla 4.16

Analysis of variance table (La mesa de analysis de varianza) [Partial sum of squares - Type III]

Std. Dev.	16.53	R-Squared	0.7646
Cuadrados medios	236.92	Adj R-Squared	0.7122
C.V. %	6.98	Pred R-Squared	0.6362
PRESS	3802.33	Adeq Precision	9.831

Fuente: Desing Expert 8.0

En el Tabla 4.16 se muestra el resultado de las variables estadísticas como R^2 indicando que el modelo responde satisfactoriamente con un 76,46%, y un coeficiente de variabilidad de 0.1653% entre los datos obtenidos experimentalmente.

La figura 4.10 podemos observar como los tratamientos se distribuyen uniformemente alrededor de la recta de la normal, incluso los tratamientos que posean valores de estudio semejantes o representan repeticiones (tratamientos encerrados en una esfera) se aproximan lo más posible.

Siendo estos las siguientes tratamientos (2, 3,4 y 5)

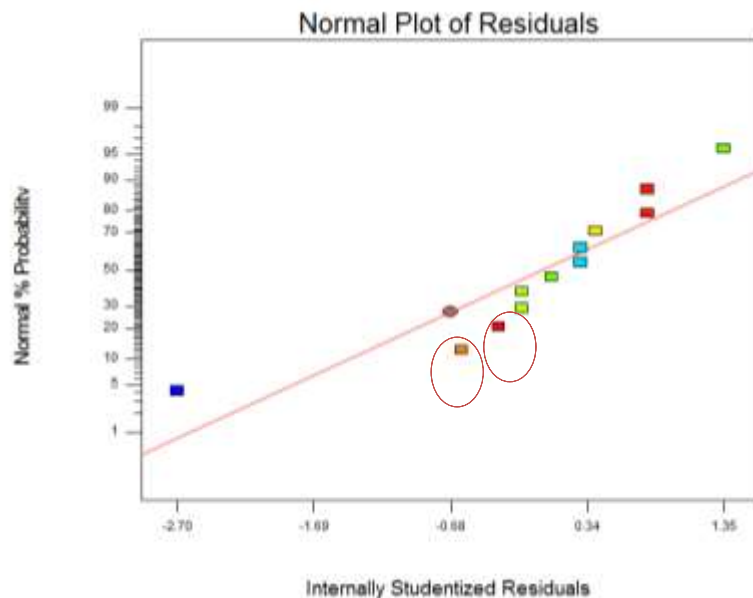


Figura 4.10

Normal plot of Residuals (Parcela Normal de Residuos)

Fuente: Desing Expert 8.0

La figura 4.11 se aprecia la representación gráfica de los valores residuales (diferencia entre el valor actual y valor predicho) y valor predicho que se obtiene a partir ecuación de optimización para el tiempo

de desarrollo (mm:ss) de la masa, sólo los tratamientos encerrados en las esferas indicarían que presentan mayores residuales (positivos sobre $y=0$ y negativos bajo $y=0$) porque de lo contrario se aproximarían al valor $y=0$.

Son los tratamientos (3 y 4) los que presentan mayores residuales.

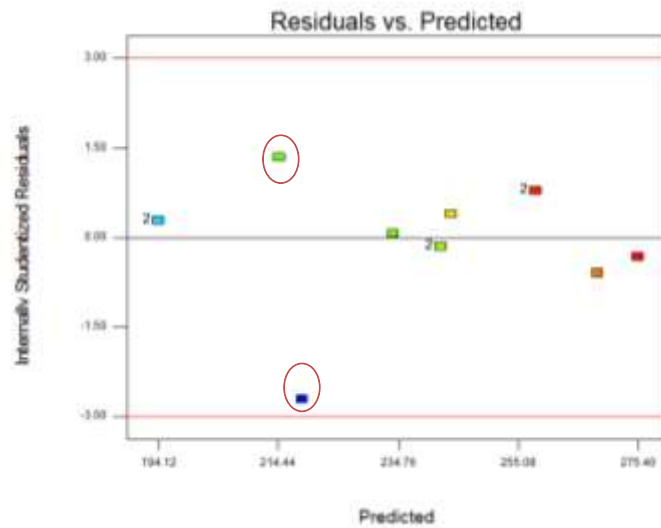


Figura 4.11

Normal plot of Residuals (Parcela Normal de Residuos)

Fuente: Desing Expert 8.0

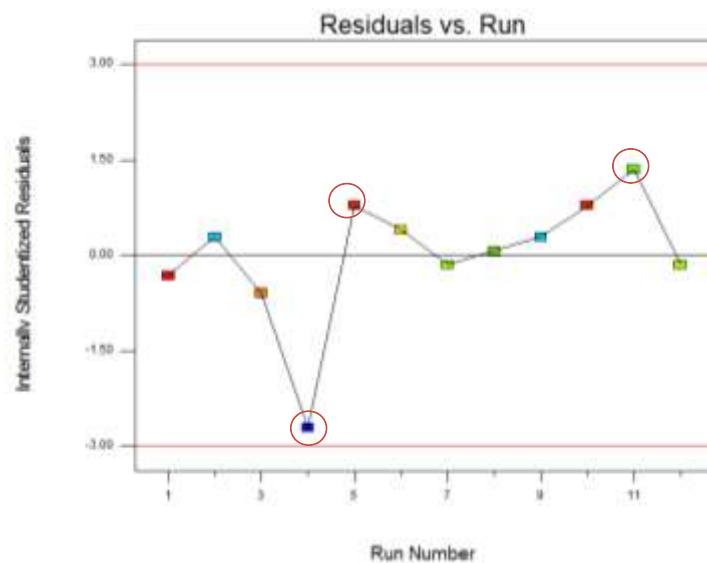


Figura 4.12

Residuals VS Run (Residuos VS. Ejecutar)

Fuente: Desing Expert 8.0

La figura 4.12 nos muestra los valores residuales de los nueve tratamientos indicando que los tratamientos 4, 5 y 11 son los que presentan los valores residuales (diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de la fórmula de optimización) más altos, mientras que otros tratamientos como el 9 están próximos al $y=0$

Se observa a las corridas (run) que presentan un valor residual positivo por encima las cuales son (2, 5, 6, 8, 9,10 y 11, valor actual > valor predicho) o debajo (1, 3,4,7 y 12 valor actual < valor predicho) del valor $Y = 0$, sólo las corridas (run) 1, 7, 8 y 12 (valor actual \approx valor predicho) se aproximan al valor $Y = 0$.

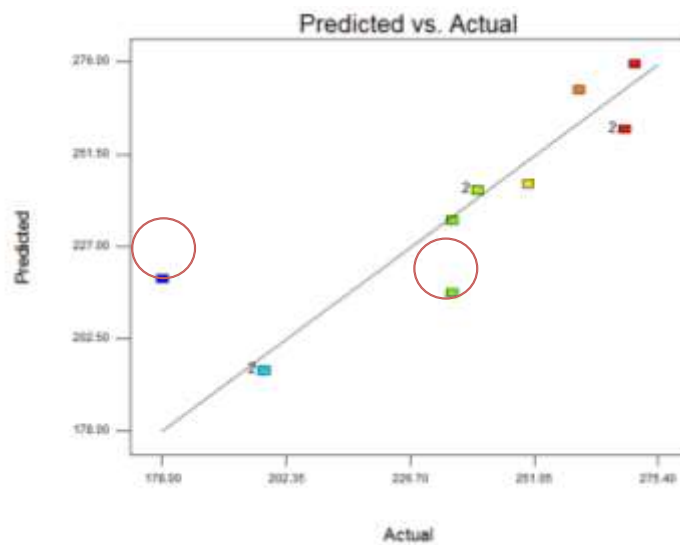


Figura 4.13

Predicted VS Actual (Predicción vs real)

Fuente: Desing Expert 8.0

En la figura 4.13 se muestra el acercamiento entre el valor predicho y el valor actual, sólo se verifica para seis tratamiento, debido a que tres de ellos deben ser repeticiones y se encuentran montadas una sobre otra. Las más alejadas a la recta son las encerradas en una esfera que es el tratamiento 1 y 3, es el más alejado.

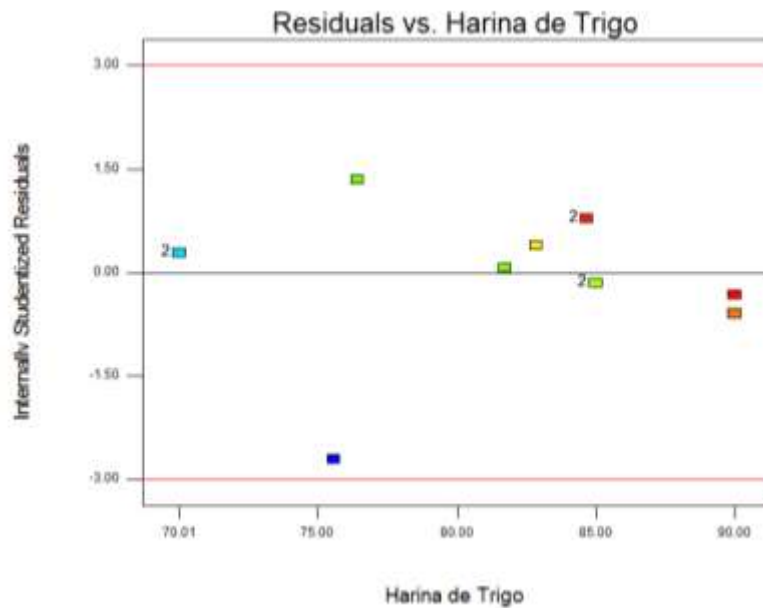


Figura 4.14

Two component mix (Mezcla de dos componentes)

Fuente: Desing Expert 8.0

Caracterización Extensografo en Mezclas de Harinas

En los resultados obtenidos de los análisis extensografos de las muestras se puede observar el % de absorción de agua es de 56%. La energía (cm^2) se encuentra en un rango de 65 a 137, resistencia a la extensibilidad (BU): 42 a 1080, extensibilidad (mm):46 a 110, máxima extensibilidad (BU): 729 a 1162, ratio number: 09 a 18.8 y ratio number (Max):7.9 a 25.10.

Los resultados fueron extraídos de la tabla e insertados en el programa Desing Expert, para luego ser procesado.

Resistencia - 30min

Al examinar el Tabla 4.17 podemos observar que el software calcula distintos modelos el cual el más significativo y el recomendado por el programa desing expert 8.0 es el modelo cuadrático “suma de los Tablas extra o secuenciales” que es lo que se está buscando y o nos recomienda, de los términos lineales, cuadráticos y cúbicos del modelo. Haciendo mención que no contiene corridas suficientes para apoyar un modelo cubico completo.

Siendo en el valor P, Prob>F (p-value) pequeños de los términos cuadráticos es conveniente tomar el modelo propuesto cuadrático por el programa a la respuesta de la resistencia de extensión [BU] reposo.

Tabla 4.17

Sequential Model Sum of Squares (La Suma Modelo Secuencial de Squares) [Type I]

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrados Medios	Valor F	P-Value	Prob>F
Cuadrados Medios vs Total	6.393E+006	1	6.393E+006			
Lineal vs Cuadrados Medios	1.289E+006	2	6.645E+005	20.04	0.0005	
Cuadrático vs Lineal	2.582E+005	3	86053.62	16.50	0.0027	Presupuesto
Sp Cubic vs Qua	396.17	1	396.17	0.064	0.8102	
Cubico vs Sp Cub	30900.87	2	15450.44	6.366E+007	<0.0001	Aliased
Residuo	0.000	3	0.000			
Total	7.972E+006	12	6.643E+005			

Fuente: Desing Expert 8.0

ANOVA: El Tabla 4.18 nos presenta al anova (análisis de varianza) mostrando un resumen global del análisis completo, la suma de cuadrados del modelo es 1.54 E +006 [Suma de cuadrados] y su valor F es 59.32 [F value]. El modelo es significativo [significativo] al 95% de confiabilidad, debido a que el valor de p [p-value, Prob>F], es mucho menor a 0.05.El valor F del modelo es <0.0001.

Tabla 4.18

Analysis of variance table (La mesa de analysis de varianza) [Partial sum of squares - Type III]

Fuente	Suma de cuadrados	df	Cuadrados medios	F	p. vale Prob >F
Modelo	1.54 E+006	5	3.094e+005	59.32	<0.0001
Mezcla lineal	1.289E+006	2	6.445E+005	123.56	<0.0001
AB	1.571e+005	1	1.571E+005	30.12	0.0015
AC	934.79	1	934.79	0.16	0.6868
BC	4831.49	1	4831.49	0.93	0.3730
Residual	2460.65	6	5216.17		
Falta de ajuste	2460.65	3	10432.35		
Error puro	0.000	3	0.000		
Cor. Total	10450.92	11			

Fuente: Desing Expert 8.0

Tabla 4.19

Analysis of variance table (La mesa de analysis de varianza) [Partial sum of squares - Type III]

Std. Dev.	72.22	R-Squared	0.9802
Cuadrados medios	729.92	Adj R-Squared	0.9636
C.V. %	9.89	Pred R-Squared	0.9413
PRESS	92576.91	Adeq Precision	21.922

Fuente: *Desing Expert 8.0*

En el Tabla 4.19 se muestra el resultado de las variables estadísticas como R^2 indicando que el modelo responde satisfactoriamente con un 98.02%, y un coeficiente de variabilidad de 0.7222 % entre los datos obtenidos experimentalmente.

La figura 4.15 podemos observar como los tratamientos se distribuyen uniformemente alrededor de la recta de la normal, incluso los tratamientos que posean valores de estudio semejantes o representan repeticiones (tratamientos encerrados en una esfera) se aproximan lo más posible.

Siendo estos los siguientes tratamientos (3, 5, 6,7 y 8).

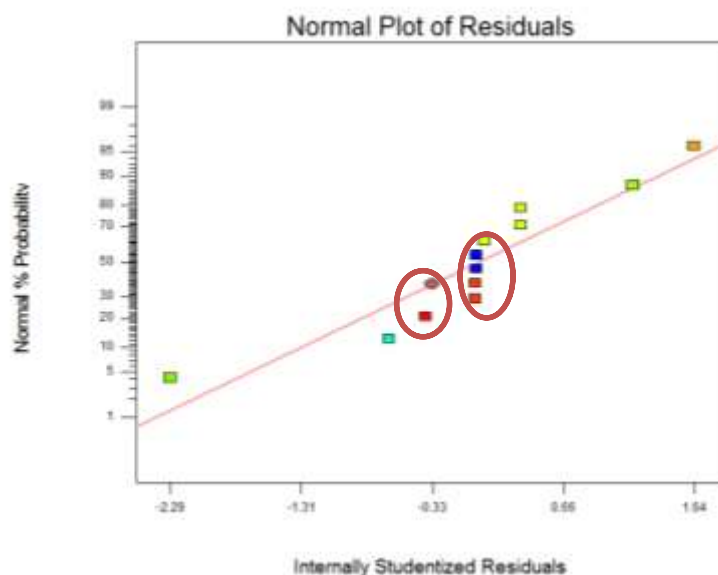


Figura 4.15

Normal plot of Residuals (Parcela Normal de Residuos)

Fuente: *Desing Expert 8.0*

La figura 4.16 se aprecia la representación gráfica de los valores residuales (diferencia entre el valor actual y valor predicho) y valor predicho que se obtiene a partir ecuación de optimización para tiempo de resistencia de extensión de la masa en reposo, sólo los tratamientos encerrados en las esferas indicarían que

presentan mayores residuales (positivos sobre $y=0$ y negativos bajo $y=0$) porque de lo contrario se aproximarían al valor $y=0$.

Son los tratamientos (8 y 9) los que presentan mayores residuales

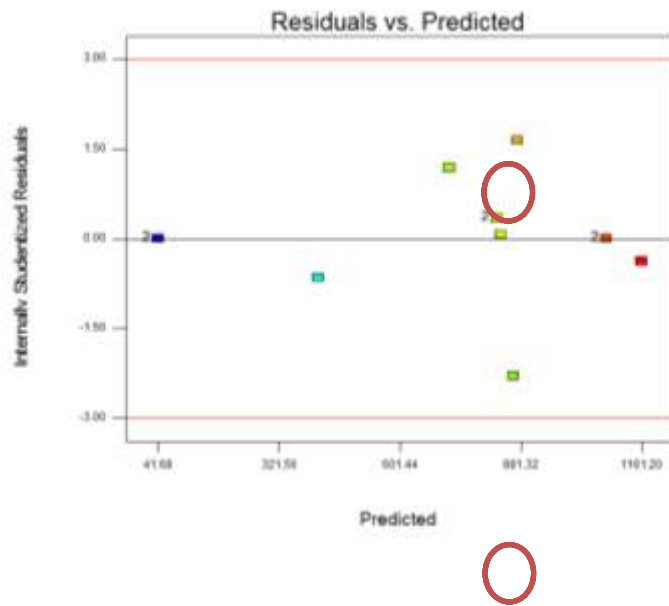


Figura 4.16

Residuals vs. Predicted (Residuos vs. Previsto)

Fuente: Desing Expert 8.0

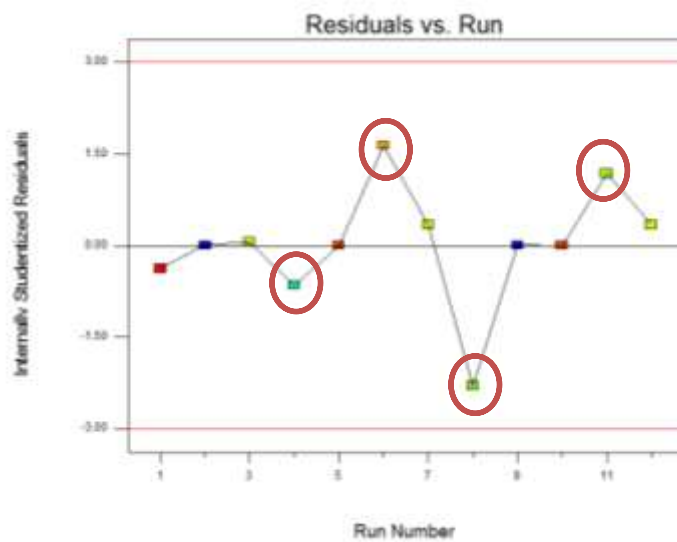


Figura 4.17

Residuals vs. Run (Residuos vs. Ejecutar)

Fuente: Desing Expert 8.0

La figura 4.17 nos muestra los valores residuales de los nueve tratamientos indicando que los tratamientos 4, 6,8 y 11 son los que presentan los valores residuales (diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de la fórmula de optimización) más altos, mientras que otros tratamientos como el 8 están próximos al $y=0$

Se observa a las corridas (run) que presentan un valor residual positivo por encima las cuales son (7 y 12 valor actual > valor predicho) o debajo (1,4 y 8 valor actual < valor predicho) del valor $Y = 0$, sólo las corridas (run) 2, 3, 5,9 y 10 (valor actual \approx valor predicho) se aproximan al valor $Y = 0$.

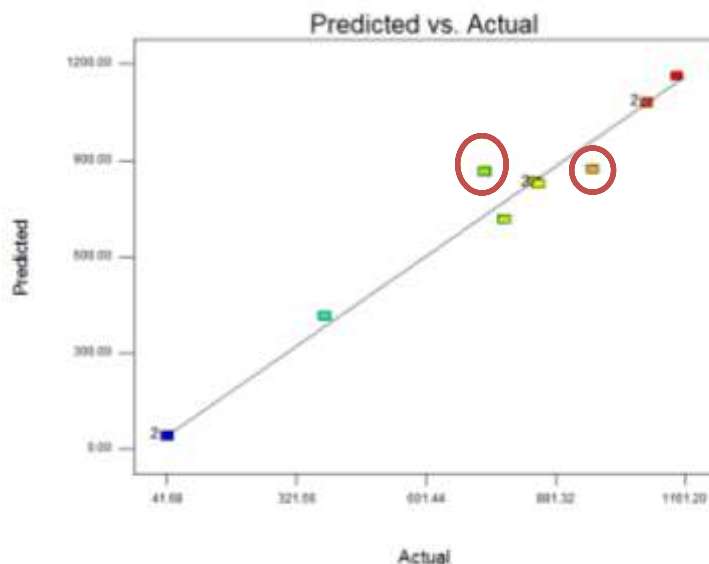


Figura 4.18

Predicted vs Actual (Predicción vs real)

Fuente: Desing Expert 8.0

En la figura 4.18 se muestra el acercamiento entre el valor predicho y el valor actual, sólo se verifica para nueve tratamientos, debido a que tres de ellos deben ser repeticiones y se encuentran montadas una sobre otra. Las más alejadas a la recta son las encerradas en una esfera que es el tratamiento 5 y 9, es el más alejado.

En la figura 4.19 ilustra la variación de la resistencia de extensión [BU] al pasar de un nivel inferior al superior las variables independientes (% de harina de trigo y % de harina de pescado) podemos visualizar los valores predichos. Cuando se tiene el 70% de harina de trigo, 15% de harina de chía y 15% de harina de quinua, se consigue en un 42 [BU] de resistencia de extensión en 30 min .aproximadamente, sin embargo para un 85% de harina de trigo ,0% de harina de chía y 15% de harina quinua, se consigue en un 844 [BU] de resistencia de extensión en 30 min .aproximadamente ,pero empleando los niveles medios 90% de harina de trigo , 9.91% de harina de chía y 0.087% de harina de quinua, se consigue hasta 1145 [BU] de resistencia de extensión en 30 min. Cabé mencionar que la harina de trigo empleada no recibió ningún enriquecimiento previo

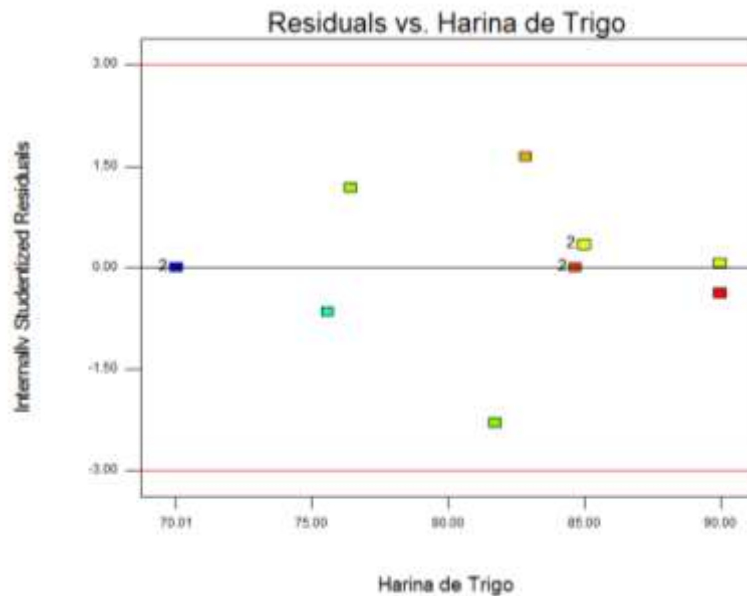


Figura 4.19

Two component mix (Mezcla de dos componentes)

Fuente: Desing Expert 8.0

Extensibilidad - 30min

Al examinar el Tabla 4.20 podemos observar que el software calcula distintos modelos el cual el más significativo y el recomendado por el programa desing expert8.0 es el modelo cuadrático “suma de los Tablas extra o secuenciales” que es lo que se está buscando y o nos recomienda, de los términos lineales, cuadráticos y cúbicos del modelo. Haciendo mención que no contiene corridas suficientes para apoyar un modelo cubico completo.

Siendo en el valor P, Prob>F (p-value) pequeños de los términos cuadráticos es conveniente tomar el modelo propuesto cuadrático por el programa a la respuesta extensibilidad [mm] de las masa en los 30 min de reposo, de las mezclas de harinas de Trigo, chía y quinua.

Tabla 4.20

Sequential Model Sum of Squares (La Suma Modelo Secuencial de Squares) [Type I]

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrados Medios	Valor F	P-Value Prob> F	
Cuadrados Medios vs Total	73164.08	1	73164.08			
Lineal vs Cuadrados Medios	4073.43	2	2036.71	47.31	<0.0001	Presupuesto
Cuadrático vs Lineal	20.65	3	6.88	0.11	0.9495	
Sp Cubic vs Qua	1.75	1	1.78	0.024	0.8828	
Cubico vs Sp Cub	365.08	2	182.54	6.366E+007	<0.0001	Aliased
Residuo Total	0.000	3	0.000			
	77625.00	12	6468.75			

Fuente: Desing Expert 8.0

ANOVA: El Tabla 4.21 nos presenta al anova (análisis de varianza) mostrando un resumen global del análisis completo, la suma de cuadrados del modelo es 4073.43 [Suma de cuadrados] y su valor F es 47.31 [F value].

Tabla 4.21

Analysis of variance table (La mesa de analysis de varianza) [Partial sum of squares - Type III]

Fuente	Suma de cudrados	df	Cuadrados medios	F	p. vale Prob >F	
Modelo	4073.43	2	2036.71	47.31	<0.0001	propuesto
Mezcla lineal	4073.43	2	2036.71	47.31	<0.0001	
Residual	387.49	9	43.05			
Falta de ajuste	387.49	6	64.58			
Error puro	0.000	3	0.000			

Cor. 4460.92 11

Total

Fuente: Desing Expert 8.0

Tabla 4.22

*Analysis of variance table (La mesa de analysis de varianza)
[Partial sum of squares - Type III]*

Std. Dev.	6.56	R-Squared	0.9131
Cuadrados medios	78.08	Adj R-Squared	0.8938
C.V. %	8.40	Pred R-Squared	0.8475
PRESS	680.33	Adeq Precision	17.259

Fuente: Desing Expert 8.0

En el Tabla 4.22 se muestra el resultado de las variables estadísticas como R^2 indicando que el modelo responde satisfactoriamente con un 91.31%, y un coeficiente de variabilidad de 65.6 % entre los datos obtenidos experimentalmente.

La figura 4.20 podemos observar como los tratamientos se distribuyen uniformemente alrededor de la recta de la normal, incluso los tratamientos que posean valores de estudio semejantes o representan repeticiones (tratamientos encerrados en una esfera) se aproximan lo más posible.

Siendo estos las siguientes tratamientos (5,6 y 7)

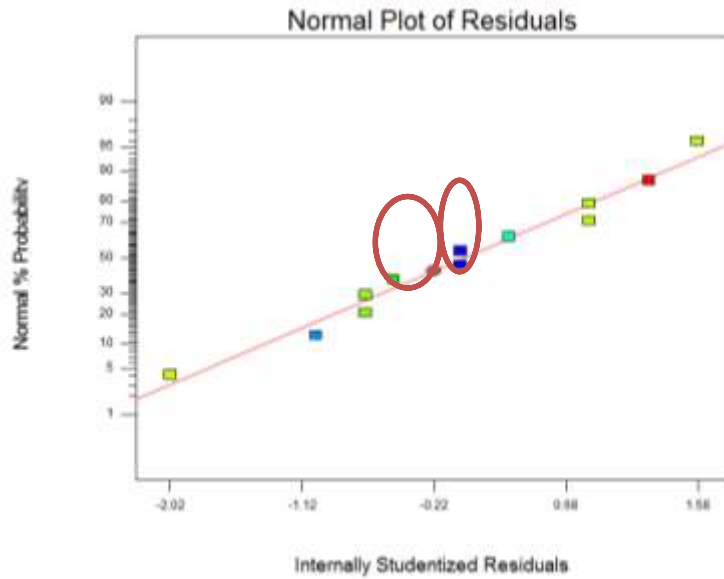


Figura 4.20

Normal plot of Residuals (Parcela Normal de Residuos)

Fuente: Desing Expert 8.0

La figura 4.21 se aprecia la representación gráfica de los valores residuales (diferencia entre el valor actual y valor predicho) y valor predicho que se obtiene a partir ecuación de optimización para tiempo de resistencia de extensión de la masa en reposo, sólo los tratamientos encerrados en las esferas indicarían que presentan mayores residuales (positivos sobre $y=0$ y negativos bajo $y=0$) porque de lo contrario se aproximarían al valor $y=0$.

Son los tratamientos (5 y 11) los que presentan mayores residuales

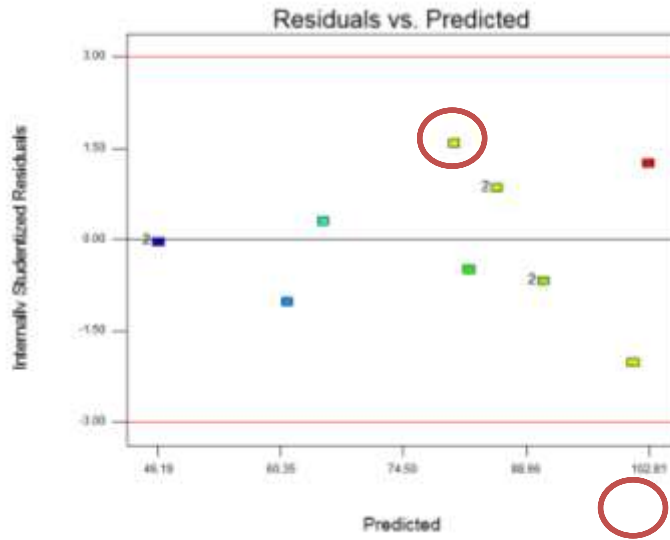


Figura 4.21

Residuals vs. Predicted (Residuos vs. Previsto)

Fuente: Desing Expert 8.0

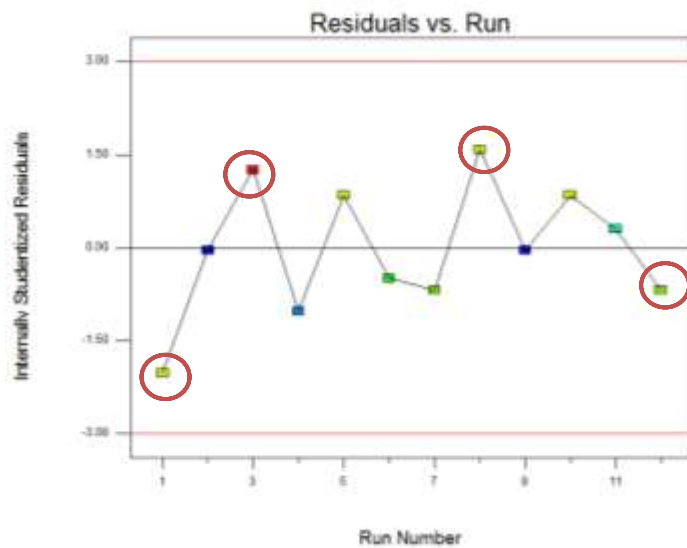


Figura 4.22

Residuals vs. Run (Residuos vs. Ejecutar)

Fuente: Desing Expert 8.0

La figura 4.22 nos muestra los valores residuales de los doce tratamientos indicando que los tratamientos 1, 3,8 y 12 son los que presentan los valores residuales (diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de la fórmula de optimización) más altos, mientras que otros tratamientos como el 8 están próximos al $y=0$

Se observa a las corridas (run) que presentan un valor residual positivo por encima las cuales son (3, 5, 8,10y 11 valor actual > valor predicho) o debajo (1, 4, 6,7 y 12 valor actual < valor predicho) del valor $Y = 0$, sólo las corridas (run) 2,9 y 11 (valor actual \approx valor predicho) se aproximan al valor $Y = 0$.

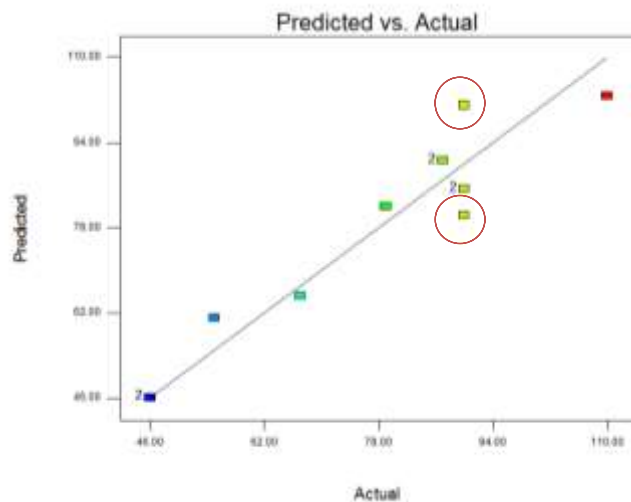


Figura 4.23

Predicted vs Actual (Predicción vs real)

Fuente: Desing Expert 8.0

En la figura 4.23 se muestra el acercamiento entre el valor predicho y el valor actual, sólo se verifica para nueve tratamientos, debido a que tres de ellos deben ser repeticiones y se encuentran montadas una sobre otra. Las más alejadas a la recta son las encerradas en una esfera que es el tratamiento 6 y 11, es el más alejado.

En la figura 4.24 ilustra la variación de la resistencia de extensión [BU] al pasar de un nivel inferior al superior las variables independientes (% de harina de trigo y % de harina de pescado) podemos visualizar los valores predichos. Cuando se tiene el 70% de harina de trigo, 15% de harina de chía y 15% de harina de quinua, se consigue 46 [mm] de extensibilidad en 30 min .aproximadamente, sin embargo para un 85% de harina de trigo ,0% de harina de chía y 15% de harina quinua, se consigue en un 87[mm] de extensibilidad en 30 min .aproximadamente ,pero empleando los niveles medios 90% de harina de trigo , 9.91% de harina de chía y 0.087% de harina de quinua, se consigue hasta 90 [mm] de resistencia de extensión en 30 min. Cabé mencionar que la harina de trigo empleada no recibió ningún enriquecimiento previo

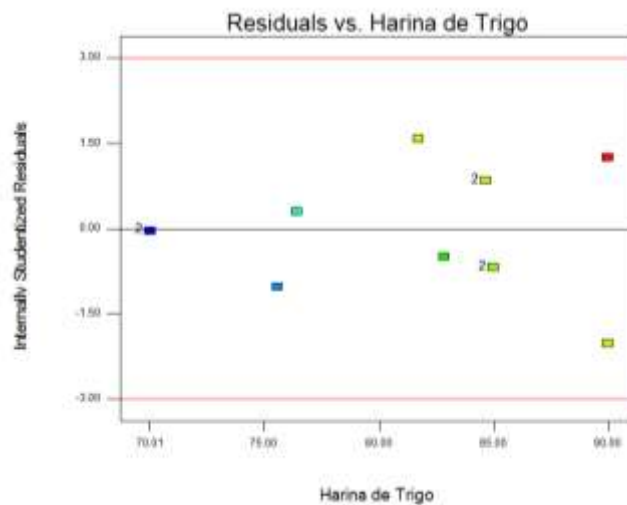


Figura 4.24

Two component mix (Mezcla de dos componentes)

Fuente: *Desing Expert 8.0*

Caracterización Amilografico en Mezclas de Harina

En los resultados obtenidos de los análisis amilograficos de las muestras se puede observar el porcentaje de moisture, su rango de respuesta en los amilogramas fueron de 13,90 a 14.20 %, Inicio de Gelatinización (°C) : 58.5 a 65.8 ° C. la temperatura de gelatinización (°C) : 90.6 a 93.1 °C, gelatinización máxima (AU) 1748 a 2049.

Los resultados fueron extraídos de la tabla e insertados en el programa Desing Expert, para luego ser procesado.

Temperatura Gelificacion

Al examinar el Tabla 4.23 podemos observar que el software calcula distintos modelos el cual el más significativo y el recomendado por el programa desing expert 8.0 es el modelo cuadrático “suma de los Tablas extra o secuenciales” que es lo que se está buscando y o nos recomienda, de los términos lineales, cuadráticos y cúbicos del modelo. Haciendo mención que no contiene corridas suficientes para apoyar un modelo cubico completo.

Siendo en el valor P, Prob>F (p-value) pequeños de los términos cuadráticos es conveniente tomar el modelo propuesto cuadrático por el programa a la respuesta de la temperatura gelificacion en el amasado.

Tabla 4.23

Sequential Model Sum of Squares (La Suma Modelo Secuencial de Squares) [Type I]

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrados Medios	Valor F	P-Value
---------------	--------------------------	-----------	-------------------------	----------------	----------------

					Prob>	
					F	
Cuadrados	1.020E+00	1	1.020E+00			
Medios vs	5		5			
Total						
Lineal vs	8.96	2	4.48	6.66	0.0168	
Cuadrados						
Medios						
Cuadrático	3.90	3	1.30	3.63	0.0837	
vs Lineal						
Sp Cubic	1.66	1	1.66	32.09	0.0024	Presupuest
vs Qua						o
Cubico vs	0.29	2	0.14	6.366E+00	<0.0001	
Sp Cub				7		
Residuo	0.000	3	0.000			
Total	1.020E+00	12	8500.55			
	5					

Fuente: Desing Expert 8.0

ANOVA: El Tabla 4.24 nos presenta al anova (análisis de varianza) mostrando un resumen global del análisis completo, la suma de cuadrados del modelo es 14.72 [Suma de cuadrados] y su valor F es 42.37 [F value]. El modelo es significativo [significativo] al 95% de confiabilidad, debido a que el valor de p [p-value, Prob>F], es mucho menor a 0.05.El valor F del modelo es 0.0004.

Tabla 4.24

Analysis of variance table (La mesa de analysis de varianza) [Partial sum of squares - Type III]

Fuente	Suma de	df	Cuadrados	Valor	P –
	cuadrados		medios	F	value

					Prob	
					>F	
Modelo	14.72	6	2.45	42.37	0.0004	Propuesto
Mezcla	8.96	2	4.48	77.37	0.0002	
lineal						
AB	4.73	1	4.73	81.77	0.0003	
AC	1.95	1	1.95	33.66	0.0021	
BC	4.23	1	4.23	73.05	0.0004	
ABC	1.86		1.83	32.09	0.0024	
Residual	0.29	5	0.058			
Falta de	0.29	2	0.14			
ajuste						
Error	0.000	3	0.000			
puro						
Cor.	15.01	11				
Total						

Fuente: Desing Expert 8.

Tabla 4.25

Analysis of variance table (La mesa de analysis de varianza) [Partial sum of squares - Type III]

Std. Dev.	0.24	R-	0.9807
		Squared	
Cuadrados medios	92.19	Adj R-Squared	0.9576
C.V. %	0.26	Pred R-Squared	0.8002
PRESS	3.00	Adeq Precision	15.280

Fuente: Desing Expert 8.0

En el Tabla 4.25 se muestra el resultado de las variables estadísticas como R^2 indicando que el modelo responde satisfactoriamente con un 98.07%, y un coeficiente de variabilidad de 02.4%, entre los datos obtenidos experimentalmente.

La figura 4.25 podemos observar como los tratamientos se distribuyen uniformemente alrededor de la recta de la normal, incluso los tratamientos que posean valores de estudio semejantes o representan repeticiones (tratamientos encerrados en una esfera) se aproximan lo más posible.

Siendo estos los siguientes tratamientos (3, 4, 5 y 6).

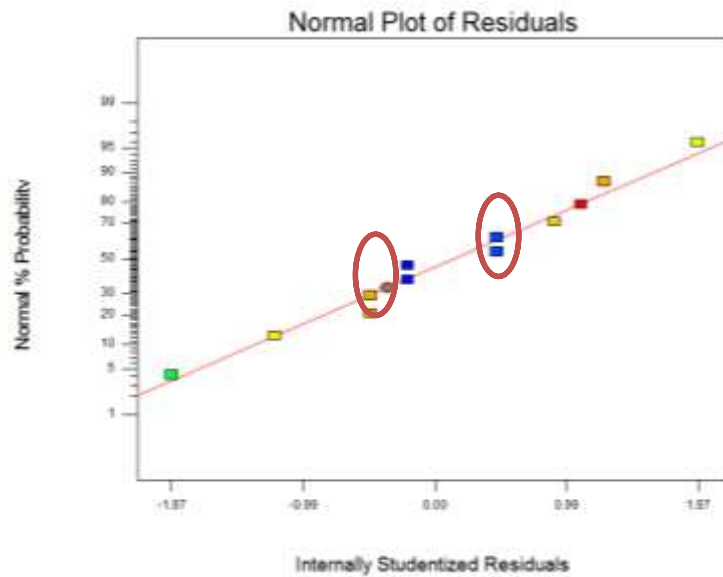


Figura 4.25

Normal plot of Residuals (Parcela Normal de Residuos)

Fuente: Desing Expert 8.0

La figura 4.26 se aprecia la representación gráfica de los valores residuales (diferencia entre el valor actual y valor predicho) y valor predicho que se obtiene a partir ecuación de optimización para tiempo de resistencia de extensión de la masa en reposo, sólo los tratamientos encerrados en las esferas indicarían que presentan mayores residuales (positivos sobre $y=0$ y negativos bajo $y=0$) porque de lo contrario se aproximarían al valor $y=0$.

Son los tratamientos (5 y 6) los que presentan mayores residuales.

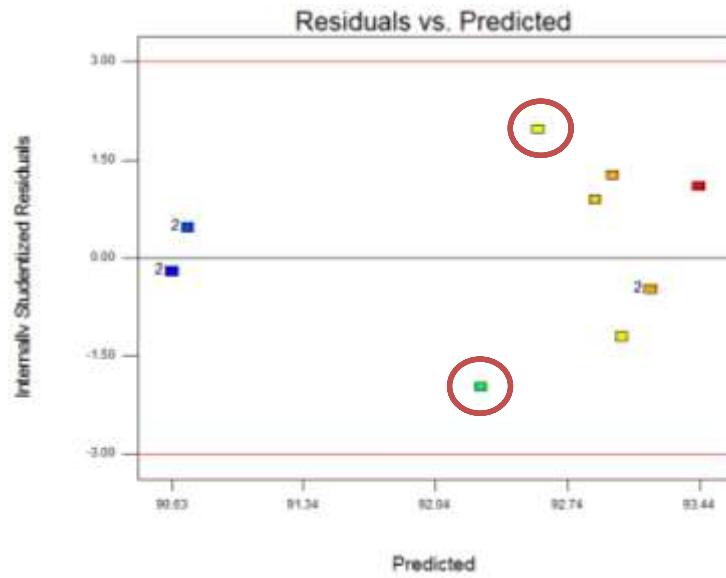


Figura 4.26

Residuals vs. Predicted (Residuos vs. Previsto)

Fuente: Desing Expert 8.0

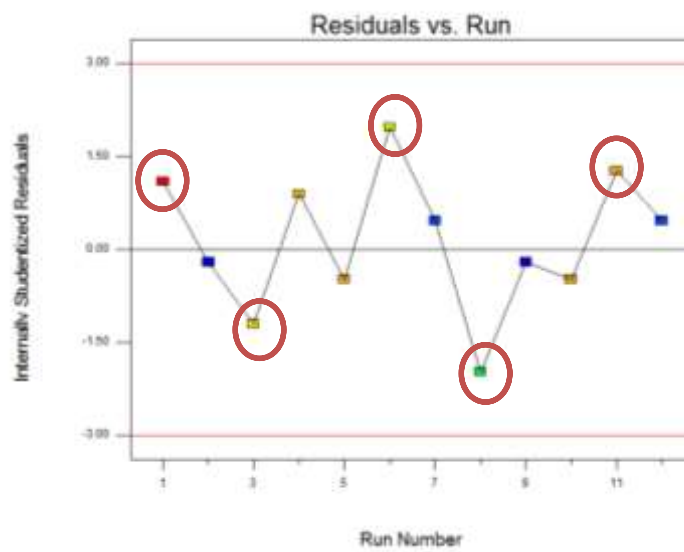


Figura 4.27

Residuals vs. Run (Residuos vs. Ejecutar)

Fuente: Desing Expert 8.0

La figura 4.27 nos muestra los valores residuales de los nueve tratamientos indicando que los tratamientos 1, 3, 6, 8 y 11 son los que presentan los valores residuales (diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido

a partir de la fórmula de optimización) más altos, mientras que otros tratamientos como el 8 están próximos al $y=0$

Se observa a las corridas (run) que presentan un valor residual positivo por encima las cuales son (1, 4,6 y 11 valor actual > valor predicho) o debajo (3,5 y 8 valor actual < valor predicho) del valor $Y = 0$, sólo las corridas (run) 2, 5,9 y 10 (valor actual \approx valor predicho) se aproximan al valor $Y = 0$.

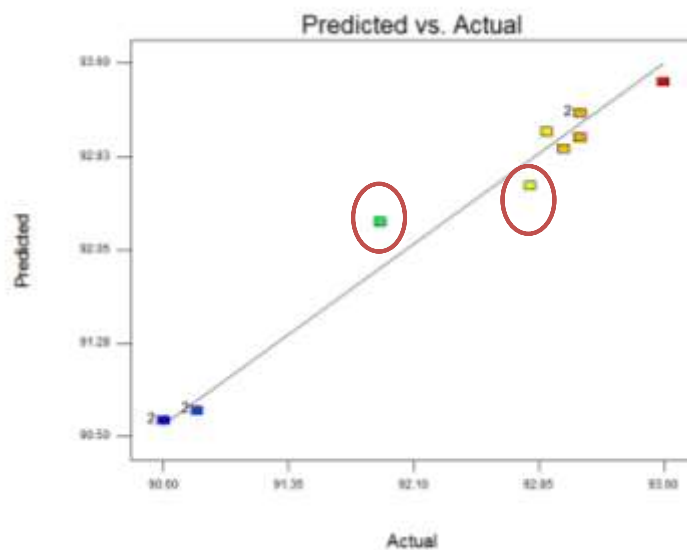


Figura 4.28

Predicted vs Actual (Predicción vs real)

Fuente: Desing Expert 8.0

En la figura 4.28 se muestra el acercamiento entre el valor predicho y el valor actual, sólo se verifica para nueve tratamientos, debido a que tres de ellos deben ser repeticiones y se encuentran montadas una sobre otra. Las más alejadas a la recta son las encerradas en una esfera que es el tratamiento 5 y 6, es el más alejado.

En la figura 4.29 ilustra la variación de la temperatura de gelificación [°C] al pasar de un nivel inferior al superior las variables independientes (% de harina de trigo y % de harina de

pescado) podemos visualizar los valores predichos. Cuando se tiene el 70% de harina de trigo, 15% de harina de chía y 15% de harina de quinua, se consigue la gelificación de la masa en un 90.6 [°C] .aproximadamente, sin embargo para un 85% de harina de trigo ,0% de harina de chía y 15% de harina quinua, se consigue la gelificación de la masa en un 90.8 [°C].aproximadamente ,pero empleando los niveles medios 90% de harina de trigo , 9.91% de harina de chía y 0.087% de harina de quinua, se consigue la gelificación de la masa en un 93.6[°C] . Cabé mencionar que la harina de trigo empleada no recibió ningún enriquecimiento previo

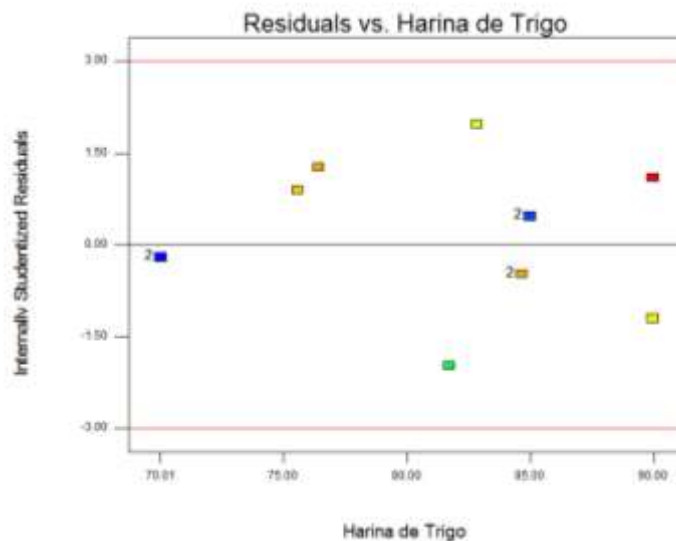


Figura 4.29

Two component mix (Mezcla de dos componentes)

Fuente: Desing Expert 8.0

Máxima Gelatinización

Al examinar el Tabla 4.26 podemos observar que el software calcula distintos modelos el cual el más significativo y el recomendado por el programa desing expert8.0 es el modelo cuadrático “suma de los Tablas extra o secuenciales” que es lo que se está buscando y o nos recomienda, de los términos lineales, cuadráticos y cúbicos del modelo. Haciendo mención que no contiene corridas suficientes para apoyar un modelo cubico completo.

Siendo en el valor P, Prob>F (p-value) pequeños de los términos cuadráticos es conveniente tomar el modelo propuesto cuadrático por el programa a la respuesta a la máxima gelificación [AU] de las masa, de las mezclas de harinas de Trigo, chía y quinua.

Tabla 4.26

Sequential Model Sum of Squares (La Suma Modelo Secuencial de Squares) [Type I]

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrados Medios	Valor F	P-VALUE Prob>F	
Cuadrados Medios vs Total	4.595E+007	1	4.595E+007			
Lineal vs Cuadrados Medios	47630.56	2	23815.28	2.68	0.1220	
Cuadrático vs Lineal	66259.05	3	22088.35	9.69	0.0102	Presupuesto
Sp Cubic vs Qua	7384.60	1	7386.60	5.88	0.0598	
Cubico vs Sp Cub	6284.04	2	3142.02	6.366E+007	<0.0001	
Residuo Total	0.000	3	0.000			
	4.607E+007	12	3.840E+006			

Fuente: Desing Expert 8.0

ANOVA: El Tabla 4.27 nos presenta al anova (análisis de varianza) mostrando un resumen global del análisis completo, la suma de cuadrados del modelo es 1.54 E +005 [Suma de cuadrados] y su valor F es 10.00 [F value]. El modelo es significativo [significativo] al 95% de confiabilidad, debido a que el valor de p [p-value, Prob>F], es mucho menor a 0.05.El valor F del modelo es 0.007.

Tabla 4.27

Analysis of variance table (La mesa de analysis de varianza) [Partial sum of squares - Type III]

Fuente	Suma de cuadrados	df	Cuadrados medios	F	p. vale Prob >F	
Modelo	1.54 E +005	5	22777.92	10.00	0.007	significante
Mezcla lineal	47630.56	2	23815.28	10.45	0.0111	
AB	37696.12	1	37696.12	16.54	0.0066	
AC	463.19	1	463.19	0.20	0.6679	
BC	38859.80	1	38859.80	17.06	0.0061	
Residual	13670.64	6	2278.44			
Falta de ajuste	13670.64	3	4556.88			
Error puro	0.000	3	0.000			
Cor. Total	1.276E+005	11				

Fuente: Desing Expert 8.0

Tabla 4.28

*Analysis of variance table (La mesa de analysis de varianza)
[Partial sum of squares - Type III]*

Std. Dev.	47.73	R-Squared	0.8928
Cuadrados medios	1958.75	Adj R-Squared	0.8035

C.V. %	2.44	Pred R-Squared	0.5172
PRESS	61583.0	Adeq Precision	9.631

Fuente: Desing Expert 8.0

En el Tabla 4.28, se muestra el resultado de las variables estadísticas como R^2 indicando que el modelo responde satisfactoriamente con un 89.28 %, y un coeficiente de variabilidad de 477.3% entre los datos obtenidos experimentalmente.

La figura 4.30, podemos observar como los tratamientos se distribuyen uniformemente alrededor de la recta de la normal, incluso los tratamientos que posean valores de estudio semejantes o representan repeticiones (tratamientos encerrados en una esfera) se aproximan lo más posible.

Siendo estos los siguientes tratamientos (4, 5 y 6).

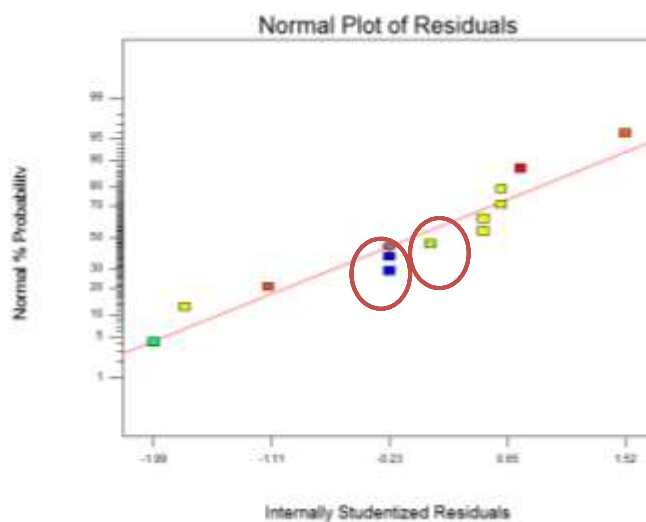


Figura 4.30

Normal plot of Residuals (Parcela Normal de Residuos)

Fuente: Desing Expert 8.0

La figura 4.31 se aprecia la representación gráfica de los valores residuales (diferencia entre el valor actual y valor predicho) y valor predicho que se obtiene a partir ecuación de optimización para tiempo de resistencia de extensión de la masa en reposo, sólo los tratamientos encerrados en las esferas indicarían que presentan mayores residuales (positivos sobre $y=0$ y negativos bajo $y=0$) porque de lo contrario se aproximarían al valor $y=0$. Son los tratamientos (3 y 9) los que presentan mayores residuales

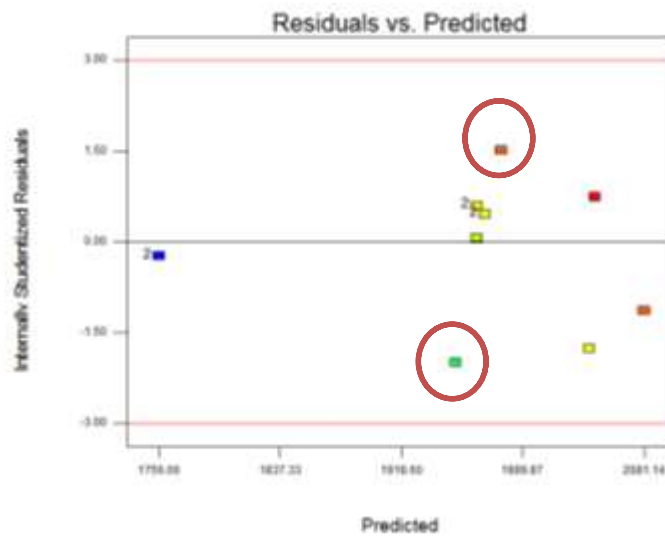


Figura 4.31

Residuals vs. Predicted (Residuos vs. Previsto)

Fuente: Desing Expert 8.0

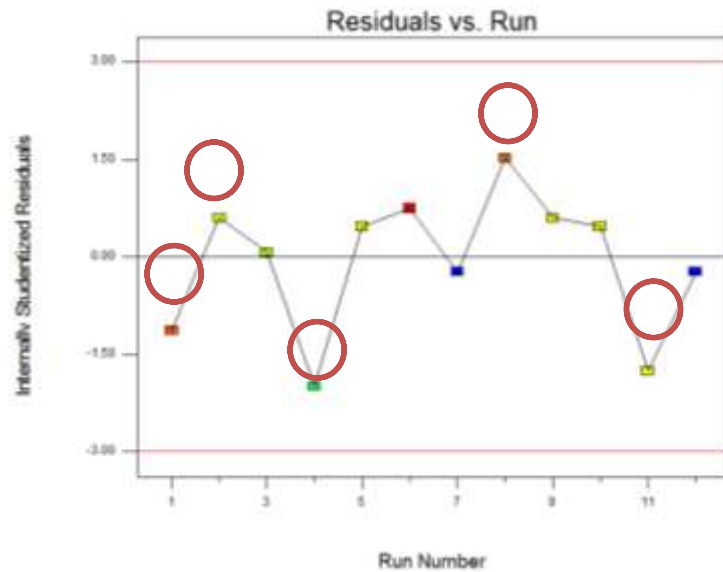


Figura 4.32

Residuals vs. Run (Residuos vs. Ejecutar)

Fuente: Desing Expert 8.0

La figura 4.32, nos muestra los valores residuales de los doce tratamientos indicando que los tratamientos 1, 2, 4, 8 y 11 son los que presentan los valores residuales (diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de la fórmula de optimización) más altos, mientras que otros tratamientos como el 8 están próximos al $y=0$

Se observa a las corridas (run) que presentan un valor residual positivo por encima las cuales son (2, 5, 6, 8, 9 y 10 valor actual > valor predicho) o debajo (1, 4 y 11 valor actual < valor predicho) del valor $Y = 0$, sólo las corridas (run) 3, 7 y 12 (valor actual \approx valor predicho) se aproximan al valor $Y = 0$.

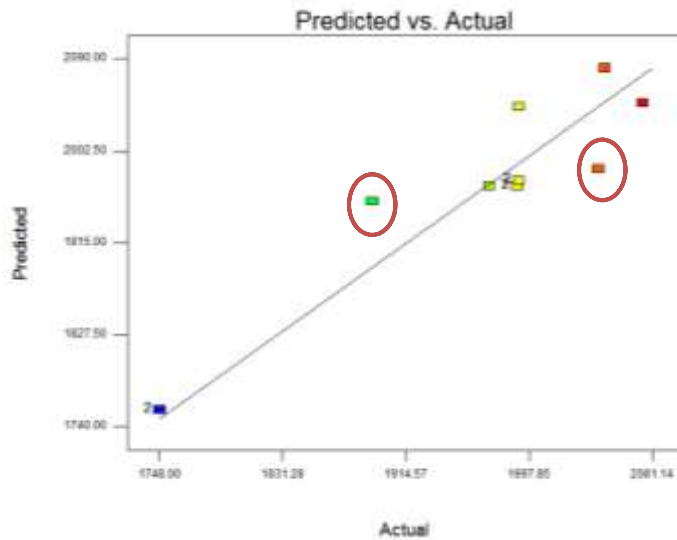


Figura 4.33

Predicted vs Actual (Predicción vs real)

Fuente: Desing Expert 8.0

En la figura 4.33, se muestra el acercamiento entre el valor predicho y el valor actual, sólo se verifica para nueve tratamientos, debido a que tres de ellos deben ser repeticiones y se encuentran montadas una sobre otra. Las más alejadas a la recta son las encerradas en una esfera que es el tratamiento 3 y 10, es el más alejado.

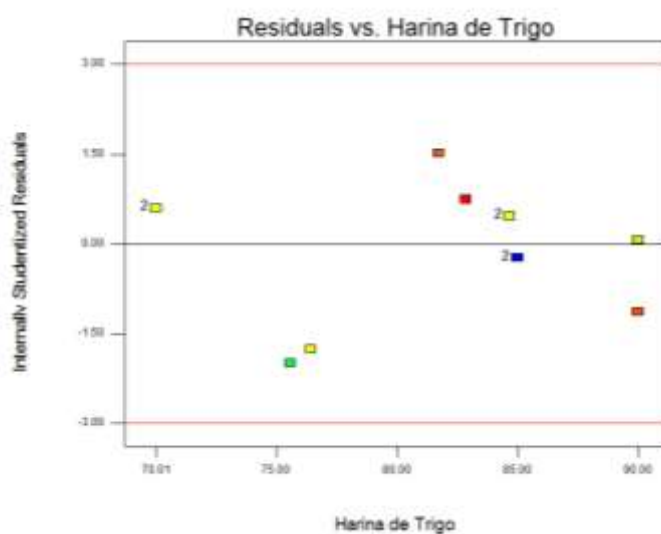


Figura 4.34

Two component mix (Mezcla de tres componentes)

Fuente: *Desing Expert 8.0*

En la figura 4.34, ilustra la variación del punto máximo de gelificación de la masa [AU] al pasar de un nivel inferior al superior las variables independientes (% de harina de trigo y % de harina de pescado) podemos visualizar los valores predichos. Cuando se tiene el 70% de harina de trigo, 15% de harina de chía y 15% de harina de quinua, se consigue la máxima gelificación de la masa con un 1990 [AU] .aproximadamente, sin embargo para un 85% de harina de trigo ,0% de harina de chía y 15% de harina quinua, se consigue la máxima gelificación con un 1748 [AU] .aproximadamente ,pero empleando los niveles medios 90% de harina de trigo , 9.91% de harina de chía y 0.087% de harina de quinua, se consigue el punto máximo de gelificación con un 2049 [AU]. Cabé mencionar que la harina de trigo empleada no recibió ningún enriquecimiento previo

4.1.2. Selección de la mejor Mezcla.

El programa Desing Expert, analizó los datos recibidos de los análisis farinografico, extensografico y amilografico y determino cuatro posibles resultados más aceptados para la elaboración de un pan de molde con las mejores características.

Figura 5.1 *Mejor muestra indicada por el programa Desing expert,*

Nu me ro	Harina de trigo	Harina de chía	Harina de quinua	Temperatura de gelificación	Máxima gelificación	Resistencia 30 minutos	Extensibilidad 30 min.	Absorción de agua	Estabilidad	Tiempo de desarrollo	Atract ivo	
1	89.246	3.536	7.217	82.5	1944.5	812.4	100.9	55.9	374.8	264.6	0.7	Select
2	88.7.16	11.197	0.087	93.1	2069.2	1175.6	97.3	55.5	446.8	271.3	0.7	
3	88.310	3.345	4.345	92.8	2058.9	989.3	91.4	55.5	402.5	258.6	0.6	
4	86.310	11.845	1.845	92.9	2049.5	1077.7	90.7	55.4	427.8	261.5	0.6	

Fuente: *Desing Expert.7*

Los parámetros considerados para obtener un pan de molde con mejores cualidades en su apariencia y valor nutricional, fueron en el análisis

Farinográfico: El tiempo de desarrollo > el mayor valor de las mezclas, la absorción de agua > el mayor valor, la estabilidad farinográficos > mayor valor de tiempo.

Los resultados de los análisis extensografos de las mezclas, se consideron los siguientes parámetros para la evaluación de los resultados

Tabla 5.1

Evaluación de resultados Extensografo ®

	Harina Débil	Harina de Fuerza	Masa rígida, dura
Energía	< 100	110 - 130	120- 150
Resistencia a la Extensión	< 300	400 - 600	> 600
Extensibilidad	50 – 180	130 - 160	< 120
Extensión, máximo	150 – 400	500 - 700	> 700
Numero de Ratio	< 2,5	3,0 – 4,5	> 5,0

Fuente: Temas de Ciencia y Tecnología

El tiempo de fermentación del pan de molde es de 30 minutos, extensibilidad menor < 120, la resistencia a la extensión mayor > 600.

El análisis farinográficos; El tiempo de gelificacion, el mayor > de los resultados de los resultados, temperatura de gelificacion el mayor > de resultados y la máxima gelificacion el mayor > de los resultados.

El programa Desing Expert .Figura 4.1. Se observa los cuatro resultado que nos el programa, con los parámetros para logara un pan con grandes cualidades. El programa nos recomienda la mezcla con 89.25 % de harina de trigo, 3.53% harina de chía, 7.21% de harina de quinua,

El programa Desing Expert, analizó los datos recibidos de los análisis farinografico, extensografico y amilografico y determino un resultado para la elaboración de una galleta con las mejores características. El resultado que nos arrojó el programa

Desing Expert, con las características para lograr la mezcla de harina adecuada para la elaboración de una galleta, es: 74.87 % de harina de trigo, 10.12 % de harina de chíá, 15% de harina de quinua. Anexo A

4.1.3. Evaluación sensorial

Se realizó a las tres mejores muestras para panes de moldes que nos determinó el programa Desing Expert 8.0. M1= 89.246% harina de trigo+7.217% harina de chíá +3.536% harina de quinua, M2=88.716% harina de trigo+11.197% harina de chíá +0.087% harina de quinua ,M3=86.310% harina de trigo+9.345% harina de chíá +4.345% harina de quinua ; a través de la elaboración de una pan de molde popular , de esta manera ofrecer al catador o juez un producto similar al que se expende en cualquier panadería o tienda, para determinar el grado de aceptación del producto.

El modelo de encuesta realizada para el análisis se encuentra en el anexo A-4 y A-5.

4.1.3.1. Apariencia del Pan

La apariencia se refiere al aspecto exterior del pan, reflejado en su simetría, es decir su forma redondeada que no presenta golpes, hundimiento o alguna deformación.

Tabla 5.1

Analisis de varianza (ANOVA) Apariencia del Pan

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	181.203496	6	60.4011655	54.3066	6.11601E-	1.57193296
Dentro de los grupos	127.905747	3	1.11222388	6	22	2
	309.109243	1	115	8		
Total		7	118			

Fuente: Excel .2010.

4.1.3.2. Color del pan

Las altas temperaturas generan reacciones en la corteza tales como las reacciones de Maillard y caramelización que provocan el color, olor y sabor característico del pan.

Tabla 5.2

Análisis de varianza (ANOVA) Color del Pan

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	43.8	3	14.6	31.5577639	5.45664E-8	1.57171787
Dentro de los grupos	53.6666666	7	0.46264367			6
	97.4666666					
Total	7	119				

Fuente: Excel .2010.

4.1.3.3. Sabor del Pan

En la tabla 5.5, la respectiva prueba de Diferenciación de Tukey determinó que el tratamiento M1, correspondiente a la mezcla con harina de trigo 89.246%, 3.536 % harina de chía y 7.217% harina de quinua, sustitución es diferente significativamente con la muestra testigo, sin embargo este tratamiento presenta el mayor puntaje (6.46 puntos sobre 5 puntos) en cuanto a sabor con la calificación de agrada poco. Cabe recalcar que para la elaboración del pan se utilizó ingredientes básicos por lo que su sabor no es muy agradable, ya que en la práctica, la incorporación de otros ingredientes (grasas, huevo, etc.) mejora el sabor del mismo

Tabla 5.5

Prueba de diferencia de sabor del pan

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Patrón	30	144	4.8	0.44137931
Muestra 1	30	194	6.46666667	0.8091954

Muestra 2	30	164	5.46666667	1.29195402
Muestra 3	30	190	6.33333333	1.05747126

Fuente: Excel .2010.

Textura del Pan

La Tabla 5.6 muestra el Análisis de Varianza para el atributo “Textura del Pan” determinando que existe diferencia estadística entre los tratamientos a un nivel de confianza del 97.466%, por tanto para establecer la existencia de grupos homogéneos entre los tratamientos se aplicó la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey.

Tabla 5.6

Analisis de varianza (ANOVA) textura del Pan

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grado de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	43.8	3	14.6	31.5577639	5.45664E-	1.57171787
Dentro de los grupos	53.6666666	7	0.46264367	8	15	6
Total	97.4666666	7	119			

Fuente: Excel .2019.

La prueba de Tukey (Tabla 22) al 97.46% de confianza indicó que las muestras de harinas son heterogéneas; calificando al pan desde “ligeramente duro” hasta “ligeramente suave” con valores promedios entre 1 a 8 puntos sobre 9 puntos. Sin embargo, la

M1= harina de trigo 89.246%, 3.536 % harina de chía y 7.217% harina de quinua, presenta una textura ideal “ni dura ni suave” con un valor de 8 puntos sobre 9 puntos, mostrando una semejanza con la muestra testigo (Patrón).

Tabla 5.7

Prueba de diferencia de textura del pan

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Patrón	30	207	6.9	0.782759
Muestra 1	30	223	7.4333333333	0.391954
Muestra 2	30	204	6.8	0.372414
Muestra 3	30	201	6.7	0.493103

Fuente: Excel .2019

Aceptabilidad del Pan

En la Tabla 5.8, el Análisis de Varianza para la “Aceptabilidad del Pan” estableció una diferencia estadísticamente significativa entre las muestras de harinas a un nivel de significancia del 5%, por lo que para determinar las muestras con mayor aceptabilidad por parte del consumidor se empleó la prueba de Diferenciación de Tukey.

Tabla 5.8*Analisis de varianza (ANOVA) Aceptabilidad del Pan*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	173.824716	2	57.9415720	51.34083	6.84929E-21	1.5728324
Dentro de los grupos	125.270936	111	1.12856699			
Total	299.095652	2				

Fuente: Exc***Fuente: Excel .2019***

Según la Tabla 5.9, la Prueba de Tukey realizada a un nivel de significancia de 0,05 estableció que los tratamientos M2,M2,M3 , correspondientes a la muestra con harina de trigo, chía y quinua, no presentan diferencia significativa con valores promedios que oscilan entre 4,0 a 4,5 puntos sobre 5 puntos, indicando una aceptabilidad del pan que “ni agrada ni desagrada”. Por otra parte, se encontró cierta preferencia por parte de los jueces a la muestra correspondiente a la mezcla 89.24% harina de trigo + 3.53% harina de chia +7.217% harina de quinua.

Tabla 5.9*Prueba de diferencia de Aceptabilidad del pan*

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Patron	30	92	3.172413793	0.504926
muestra 1	30	191	6.586206897	1.036946
Muestra 2	30	131	4.517241379	1.830049
Muestra 3	30	124	4.428571429	1.142857

Fuente: Excel .2019

3.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la formulación realizada se determinó utilizar en un rango las harinas de trigo (H.T.) en un máximo de 90% y un mínimo de 70% siendo sustituido por harina de chíá y quinua en un rango máximo de 15% y un mínimo de 5% quedando como resultado los siguientes tratamientos arrojados por el programa Desing expert 8.0 T1 con H.T. al 90% , harina de chíá al 9.93% y harina de quinua 0.087% ; T2 con H.T. al 70% harina de chíá al 14.99% y harina de quinua 15% ; T3 con H.T. al 90% harina de chíá al 4.08% y harina de quinua 5.91%; T4 con H.T. al 75% harina de chíá al 15% y harina de quinua 9.42%; T5 con H.T. al 84.66% harina de chíá al 15% y harina de quinua 0.33%; T6 con H.T. al 86.83% harina de chíá al 9.54% y harina de quinua 7.61%; T7 con H.T. al 85% harina de chíá al 0% y harina de quinua 15%; T8 con H.T.al 81.72% harina de chíá al 5.28% y harina de quinua 12.99%; T9 con H.T. al 70% harina de chíá al 14.99% y harina de quinua 15%;T10 con H.T. al 84.66% harina de chíá al 15% y harina de quinua 0.33%;T11 con H.T. al 76.41% harina de chíá al 8.58% y harina de quinua 0.33%;T12 con H.T. al 85% harina de chíá al 0% y harina de quinua 15%; siendo estas formulaciones óptimas para el desarrollo de la investigación reológica de masa para un producto de panificación.

En los tratamientos reologicos que se le hicieron a las formulaciones en el amilograma Brabender se determina que es la viscosidad en una suspensión agua – harina de trigo,

harina de chía y harina de quinua en función de la temperatura. Podemos apreciar le los M1 con harina de trigo al 90% , harina de chía 9.91% y 0.087% harina quinua ; con un grado de gelificación 2049 AU y una temperatura 93.6 °C , M2 con harina de trigo al 70%, harina de chía 14.99% y 15% harina quinua con un grado de gelificación 1990 AU y una temperatura 90.6 °C; M3 con harina de trigo al 90% , harina de chía 4.08% y 5.91% harina quinua ,con un grado de gelificación 1971AU y una temperatura 92.9°C, M4 con harina de trigo al 75.5% , harina de chía 15% y 9.42% harina quinua ,con un grado de gelificación1892 AU y una temperatura 93°C ; M5 con harina de trigo al 84,66% , harina de chía 15% y 0.33% harina quinua ,con un grado de gelificación1991 AU y una temperatura 93.1 °C ; M6 con harina de trigo al 9.54% , harina de chía 7.61% y 7.61% harina quinua ,con un grado de gelificación1991 AU y una temperatura 92.8°C; M7 con harina de trigo al 85% , harina de chía 0% y 15% harina quinua ,con un grado de gelificación1748 AU y una temperatura 90.8°C ; M8 con harina de trigo al 81.72% , harina de chía 5.28% y 12.99% harina quinua ,con un grado de gelificación 2045 AU y una temperatura 91.9 °C ; M9 con harina de trigo al 70.00% , harina de chía 14.99 % y 15% harina quinua ,con un grado de gelificación1990 AU y una temperatura 90.6 °C; M10 con harina de trigo al 84.66% , harina de chía 15% y 0.33% harina quinua ,con un grado de gelificación1991 AU y una temperatura 93.1 °C; M11 con harina de trigo al 76,41% , harina de chía 8.58% y 15% harina quinua ,con un grado de gelificación1991 AU y una temperatura 93.1 °C; M12 con harina de trigo al 85% , harina de chía 0% y 15% harina quinua ,con un grado de gelificación1748 AU y una temperatura 90.8 °C , se midió adecuadamente su actividad reologica siendo estos beneficiosos ya que su actividad reologica es de un rango de 1748 AU y 2050 AU dándonos como respuesta favorable siendo su actividad enzimática adecuada.

Siguiendo en los tratamientos reológicos en el farinogramas M1 harina de trigo 90% , harina de chía 9.91% y 0.087% harina de quinua , con un tiempo de desarrollo(DDT) de 4:31mm , con una consistencia(C) de 833 FE en un tiempo de estabilidad(S) de 7:07mm y una disminución de la consistencia(MTI) de 204 FE; M2 harina de trigo 70% , harina de chía 14.99% y 15% harina de quinua , con un tiempo de desarrollo(DDT) de 3:18mm , con una consistencia(C) de 1011 FE en un tiempo de estabilidad(S) de 4:29mm y una disminución de la consistencia(MTI) de 239 FE; M3 harina de trigo 90% , harina de chía 4.08% y 5.91% harina de quinua , con un tiempo de desarrollo(DDT) de 4:20mm , con

una consistencia(C) de 772 FE en un tiempo de estabilidad(S) de 4:20mm y una disminución de la consistencia(MTI) de 239 FE, M4 harina de trigo 75.5% , harina de chía 15% y 9.42% harina de quinua , con un tiempo de desarrollo(DDT) de 2:58mm , con una consistencia(C) de 966 FE en un tiempo de estabilidad(S) de 5:45mm y una disminución de la consistencia(MTI) de , M5 harina de trigo 84.66% , harina de chía 15% y 0,33% harina de quinua , con un tiempo de desarrollo(DDT) de 4:29mm , con una consistencia(C) de 878 FE en un tiempo de estabilidad(S) de 7:41mm y una disminución de la consistencia(MTI) de 188 FE, M6 harina de trigo 82.83% , harina de chía 9.54% y 7.61% harina de quinua , con un tiempo de desarrollo(DDT) de 4:10mm , con una consistencia(C) de 854 FE en un tiempo de estabilidad(S) de 6:00 mm y una disminución de la consistencia(MTI) de 233 FE, M7 harina de trigo 85% , harina de chía 0% y 15% harina de quinua , con un tiempo de desarrollo(DDT) de 4:00 mm , con una consistencia(C) de 789 FE en un tiempo de estabilidad(S) de 5:47mm y una disminución de la consistencia(MTI) de 208 FE, M8 harina de trigo 81.72% , harina de chía 5.28% y 12.99% harina de quinua , con un tiempo de desarrollo(DDT) de 3:55mm , con una consistencia(C) de 832 FE en un tiempo de estabilidad(S) de 5:16mm y una disminución de la consistencia(MTI) de 248 FE, M9 harina de trigo 70% , harina de chía 14.99% y 15% harina de quinua , con un tiempo de desarrollo(DDT) de 3:18mm , con una consistencia(C) de 1011 FE en un tiempo de estabilidad(S) de 4:29mm y una disminución de la consistencia(MTI) de 239 FE, M10 harina de trigo 84.66% , harina de chía 15% y 0,33% harina de quinua , con un tiempo de desarrollo(DDT) de 4:29mm , con una consistencia(C) de 878 FE en un tiempo de estabilidad(S) de 7:41mm y una disminución de la consistencia(MTI) de 188 FE, M11 harina de trigo 76.41% , harina de chía 8.58% y 15% harina de quinua , con un tiempo de desarrollo(DDT) de 3:55mm , con una consistencia(C) de 780 FE en un tiempo de estabilidad(S) de 5:27mm y una disminución de la consistencia(MTI) de 188 FE, M12 harina de trigo 85% , harina de chía 0% y 15% harina de quinua , con un tiempo de desarrollo(DDT) de 4:00 mm , con una consistencia(C) de 789 FE en un tiempo de estabilidad(S) de 5:47mm y una disminución de la consistencia(MTI) de 208 FE, mostrando en los análisis reológicos que la formulación es semejante a las harinas de panaderas y por ende es adecuado para la elaboración un pan de molde.

En el análisis reológico que sometieron a los tratamientos de las formulaciones de las mezclas de harina de trigo, chíá y quinua para la prueba del extensograma en los tres diferentes tiempos, siendo estos los, M1 con una extensibilidad de 90 mm y una resistencia a la extensión de 1145BU, M2 con una extensibilidad de 46 mm y una resistencia a la extensión de 42BU, M3 con una extensibilidad de 110mm y una resistencia a la extensión de 837BU, M4 con una extensibilidad de 55mm y una resistencia a la extensión de 882BU, M5 con una extensibilidad de 90mm y una resistencia a la extensión de 1080BU, M6 con una extensibilidad de 79mm y una resistencia a la extensión de 963BU, M7 con una extensibilidad de 87mm y una resistencia a la extensión de 844BU, M8 con una extensibilidad de 90 mm y una resistencia a la extensión de 729BU, M9 con una extensibilidad de 46mm y una resistencia a la extensión de 42BU, M10 con una extensibilidad de 90mm y una resistencia a la extensión de 1080BU, M11 con una extensibilidad de 67mm y una resistencia a la extensión de 771BU, M12 con una extensibilidad de 87mm y una resistencia a la extensión de 844BU. Siendo mayores estas muestras en sus primeros tiempos asemejándose a una harina para pan ya que tiene un gluten corto y duro, y que el gas de fermentación de levadura se pudo extender la masa obteniendo una masa de pan con mayor desarrollo de la masa y miga semi dura.

Con los resultados de los análisis reológicos; farinográficos, extensografo y amilograma de las 12 mezclas, se determinó obtener una mezcla ideal para la elaboración de un pan con características sobresalientes; mayor absorción, máxima estabilidad, > mayor tiempo de desarrollo, máxima extensibilidad, máxima resistencia y temperatura mínima de gelificación el programa nos recomendando 4 mezclas (figura 5.1) de las cuales nos recomienda una mezcla. M1.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Los resultados al análisis faranigraficos de las mezclas con harina de trigo, chíá y quinua han arrojado con el programa Desing expert 8.0. Una mezcla ideal, con un índice de absorción de 55.98 %, desarrollo de masa 264.647 %, estabilidad al amasado 374.76 %, índice de tolerancia. Los cuales son ideales para la elaboración de un Pan.

Los resultados de analisis extensografo, procesado en el programa desing expert 8.0, de la muestra ideal, con un índice de extensibilidad 374.82 mm y resistencia a extensibilidad de 812.39 (BU). Características cumplidas para formular una harina fuerte.

Los resultados del análisis amilografico, procesados en el programa desing expert, nos expresan cual es la mejor mezcla y la ideal Temperatura de gelificacion 92.5°C y la máxima gelificacion es de 1944.51 AU.

La harina de chíá, no modificaron las propiedades de amasado y sobre amasado, con la excepción de la absorción de agua debido a la presencia de mucilagos en los ingredientes.

La inclusión de chíá y quinua incrementan la aceptabilidad general de los productos de panadería.

5.2. Recomendaciones

Realizar evaluaciones reológicas a productos nuevo con grandes características nutricionales y estudiar su comportamiento durante la mezcla y amasado, para poder conocer si altera la calidad del producto.

Realizar análisis de la omega 3 y 6 interactúan durante el proceso de cocción en la elaboración del pan.

Desarrollar técnicas para conservar la harina de chia por más tiempo, hacer más disponible el producto.

Promover el consumo de productos saludables a base de quinua y chía en la industria de la panificación.

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 Acirbia, Zaragoza- España. 198.p
- BRABERMAN, B (1980). Introducción a la Bioquímica de los alimentos. Editorial El manual moderno, S.A. de CV. Mexico.
- BENION E. 1970. "Fabricación del Pan". Editorial Acirbia Zaragoza- España. Pags: 340-348.
- BELTON. P.S (1999). On the elasticity of wheat gluten, Journal of cereal Science.
- CALAVERAS, J. (1996). Tratado de panificación y Bollería. (1ra. Edición). España: AMV Ediciones.
- 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
- CONSULTORES CEREALISTAS: 2007. "Alveografo NG". Disponible en: <http://www.concereal.com/es/productos/alveoconsisto.htm>
- 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 Reologia.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/ccampos4>
- 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 un producto de panificación con harina de cebada “. Tesis de grado. Universidad Autónoma del estado de hidalgo, España.
- 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>.
- MINGA. 2012. “La Quinoa como Oportunidad “. Disponible en <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/02/LA-QUINUA-COMO-OPORTUNIDAD-06-02.pdf>.
- MINGA .2013 “Trigo. Principales aspectos de la cadena Agro productiva. http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomia_trigo.pdf
- PANERA Revista. 2009a. “La Industria Panificadora en Ecuador”. N°13. Panera Ediciones S.A.C. Lima-Perú. Págs: 8-12.
- PANERA Revista. 2009b. “Ciencias Básicas de la Panificación: El rol de los pentosanos, del grupo thiol y de las grasas en harina - Características Reológicas de las masas”. N°15. Panera Ediciones S.A.C. Lima-Perú. Págs: 34-36.
- PANERA Revista. 2009c. “El almidón dañado y su influencia en panificación”. N°7. Panera Ediciones S.A.C. Lima-Perú. Págs: 7-8.
- 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.
- 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.
- CONSULTORES CEREALISTAS. 2007. “Alveógrafo NG”. Disponible en <http://www.concereal.com/es/productos/alveoconsisto.htm>.

PROMPERU. 2007. "Venezuela: Harinas de arroz y maíz en reemplazo del trigo".

Disponible en <http://www.prompex.gob.pe>

VENEGAS Y. 2005. "Cereales: un producto alimenticio saludable". Disponible en

<http://www.mailxmail.com/>

/vida/cereales

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> <p>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> <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 (cereales, 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

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, fabricados 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.N° 041-81-ITINTEC DG/DN-1981-03-02
C.D.U.: 664.6

Precio basado en 06 páginas
ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

ANEXO A-4: ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD DEL PAN



ACEPTABILIDAD

Nombre:

.....

..... Fecha:

INSTRUCCIONES: Marque con una línea vertical el nivel de aceptabilidad de cada una de las muestras.

N° de muestra

Me gusta extremadamente

Me es indiferente

Me gusta extremadamente

N° de muestra

Me gusta extremadamente

Me es indiferente

Me gusta extremadamente

N° de muestra

Me gusta extremadamente

Me es indiferente

Me gusta extremadamente

N° de muestra

Me gusta extremadamente

Me es indiferente

Me gusta
extremadamente

ANEXO A-5: EVALUACION SENSORIAL DEL PAN

Nombres: Fecha:

Evalúe las diferentes muestras de "Pan de molde" en sus atributos de color, olor y sabor y su aceptabilidad general.

Marque con un aspa donde corresponde el cuadro.

Evaluación de Atributos.

Nº de muestra

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Olor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9

1	Extremadamente desagradable
2	Muy desagradable
3	Desagradable
4	Me disgusta un poco
5	Ni me agrada ni me desagrada
6	Me gusta un poco
7	Agradable
8	Muy agradable
9	Extremadamente agradable

Evaluación de Atributos.

Nº de muestra

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Olor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Evaluación de Atributos.

Nº de muestra

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Olor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Evaluación de Atributos.

Nº de muestra

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Olor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Información Adicional:

Indicadores: Marque y llene donde corresponda:

1. Sexo

- a) Masculino ___
- b) Femenino ___

2. Edad _____

3. Tenías sed al empezar la evaluación.

- a. No b. Un poco c. Mucho

ANEXO B: RESULTADOS
ANEXO B-1: RESULTADOS DE FARINOGRAFÍA

Codigo	Simbologia	Muestra	Absorción de Agua (%)	Estabilidad (mm:ss)	Tiempo de Desarrollo (mm:ss)	Tiempo de interrumpir (mm:ss)	Consistencia (FE)
T 8	M 1	90% harina de trigo + 9.91% de harina de chia + 0.087% harina de trigo	56.0	07:07	04:31	06:49	833
T 11	M 2	70% harina de trigo + 14.99% de harina de chia + 15% harina de trigo	56.0	04:29	03:18	04:47	1011
T 1	M 3	90% harina de trigo + 4.08% de harina de chia + 5.91% harina de trigo	56.0	06:08	04:20	06:06	772
T 6	M 4	75.5% harina de trigo + 15% de harina de chia + 9.42% harina de trigo	56.0	05:45	02:58	05:47	966
T 3	M 5	84.66% harina de trigo + 15% de harina de chia + 0.33% harina de trigo	55,6	07:41	04:29	07:00	878
T 7	M 6	82.83% harina de trigo + 9.54 % de harina de chia + 7.61% harina de trigo	55,6	06:00	04:10	06:00	854
T 5	M 7	85% harina de trigo + 0% de harina de chia + 15% harina de trigo	55,6	05:47	04:00	06:11	789

T 9	M 8	81.72% harina de trigo + 5.28% de harina de chia + 12.99% harina de trigo	55,7	05:16	03:55	05:31	832
T 2	M 9	70.00% harina de trigo + 14.99% de harina de chia + 15% harina de trigo	56.0	04:29	03:18	04:47	1011
T 12	M 10	84.66% harina de trigo + 15% de harina de chia + 0.33% harina de trigo	55,6	07:41	04:29	07:00	878
T 4	M 11	76.41% harina de trigo + 8.58% de harina de chia + 15% harina de trigo	55,6	05:27	03:55	05:47	780
T 10	M 12	85% harina de trigo + 0% de harina de chia + 15% harina de trigo	55,6	05:47	04:00	06:11	789

ANEXO B-2: RESULTADOS EXTENSOGRAFO

Codig o	Simb ologia	Muestra	Waterabs orption	Energy [cm ²]			Resistance to Extension [BU]			Extensibility [mm]			Maximun [BU]			Ratio Number			Ratio Number (Max)		
			(%)	30 [m in]	60 [m in]	90 [mi n]	30 [mi n]	60 [mi n]	90 [mi n]	30 [mi n]	60 [mi n]	90 [mi n]	30 [mi n]	60 [mi n]	90 [mi n]	30 [mi n]	60 [mi n]	90 [m in]	30 [mi n]	60 [min]	90 [mi n]
T 8	M 1	90% harina de trigo + 9.91% de harina de chia + 0.087% harina de trigo	56.0%	13 7	12 2	12 0	11 45	13 50	13 72	90	72	66	11 46	14 40	16 38	12. 7	18. 8	20. 8	12. 7	20.1	34. 8
T 11	M 2	70% harina de trigo + 14.99% de harina de chia + 15% harina de trigo	56.0%	65	72	77	42	52	64	46	43	46	11 62	14 50	14 77	0.9	1.3	1.4	25. 1	33.4	32. 5
T 1	M 3	90% harina de trigo + 4.08% de harina de chia + 5.91% harina de trigo	56.0%	11 8	12 1	10 2	83 7	13 71	12 85	11 0	77	68	86 8	13 90	14 05	7.6	17. 9	18. 8	7.9	18.1	20. 6
T 6	M 4	75.5% harina de trigo + 15% de harina de chia + 9.42% harina de trigo	56.0%	80	72	74	38 2	68	26	55	45	46	12 26	14 32	14 32	7	1.5	0.6	22. 4	32.0	31. 0

T 3	M 5	84.66% harina de trigo + 15% de harina de chia + 0.33% harina de trigo	56.0%	11 4	10 9	10 0	10 80	10 61	73 3	90	59	57	11 59	15 42	15 56	12. 0	18. 0	12. 9	12. 8	26.1	27. 4
T 7	M 6	82.83% harina de trigo + 9.54 % de harina de chia + 7.61% harina de trigo	56.0%	97	92	75	96 3	96 0	50	79	63	50	10 32	13 02	13 48	12. 2	15. 3	1.0	13. 1	20.8	27. 1
T 5	M 7	85% harina de trigo + 0% de harina de chia + 15% harina de trigo	56.0%	96	10 0	86	84 4	10 95	97 2	87	70	65	84 5	11 74	11 36	9.7	15. 6	14. 9	9.7	16.7	17. 4
T 9	M 8	81.72% harina de trigo + 5.28% de harina de chia + 12.99% harina de trigo	56.0%	88	86	83	72 9	10 24	94 7	90	63	59	72 9	11 62	12 03	8.1	16. 4	16. 0	8.1	18.6	20. 4
T 2	M 9	70.00% harina de trigo + 14.99% de harina de chia + 15% harina de trigo	56.0%	65	72	77	42	52	64	46	43	46	11 62	14 50	14 77	0.9	1.3	1.4	25. 1	33.4	32. 5
T 12	M 10	84.66% harina de trigo + 15% de harina de chia + 0.33% harina de trigo	56.0%	11 4	10 9	10 0	10 80	10 61	73 3	90	59	57	11 59	15 42	15 56	12. 0	18. 0	12. 9	12. 8	26.1	27. 4

T 4	M 11	76.41% harina de trigo + 8.58% de harina de chia + 15% harina de trigo	56.0%	73	74	68	77	34	15	67	54	53	90	11	11	11.	6.3	3.0	13.	20.8	21.
							1	1	9				4	24	42	5			5		7
T 10	M 12	85% harina de trigo + 0% de harina de chia + 15% harina de trigo	56.0%	96	10	86	84	10	97	87	70	65	84	11	11	9.7	15.	14.	9.7	16.7	17.
					0		4	95	2				5	74	36		6	9			4

ANEXO B-3: RESULTADOS AMILOGRAFICO

Codigo	Simbologia	Muestra	Moisture	Sample weight corr. To 14%	Begin of Gelatinization °C	Gelatinization Temperature °C	Gelatinization Maximum (AU)
T 8	M 1	90% harina de trigo + 9.91% de harina de chia + 0.087% harina de trigo	14.20%	(80.2 g / 449.8 ml)	60.9	93.6	2049
T 11	M 2	70% harina de trigo + 14.99% de harina de chia + 15% harina de trigo	12.80%	(78.9 g / 451.1 ml)	65.8	90.6	1990
T 1	M 3	90% harina de trigo + 4.08% de harina de chia + 5.91% harina de trigo	13.80%	(79.8 g / 450.2 ml)	58.5	92.9	1971
T 6	M 4	75.5% harina de trigo + 15% de harina de chia + 9.42% harina de trigo	13.00%	(79.1 g / 450.9 ml)	65.1	93	1892
T 3	M 5	84.66% harina de trigo + 15% de harina de chia + 0.33% harina de trigo	13.20%	(79.3 g / 450.7 ml)	63.6	93.1	1991
T 7	M 6	82.83% harina de trigo + 9.54 % de harina de chia + 7.61% harina de trigo	13.70%	(79.7 g / 450.3 ml)	58.8	92.8	2075
T 5	M 7	85% harina de trigo + 0% de harina de chia + 15% harina de trigo	13.50%	(79.5 g / 450.5 ml)	62.6	90.8	1748

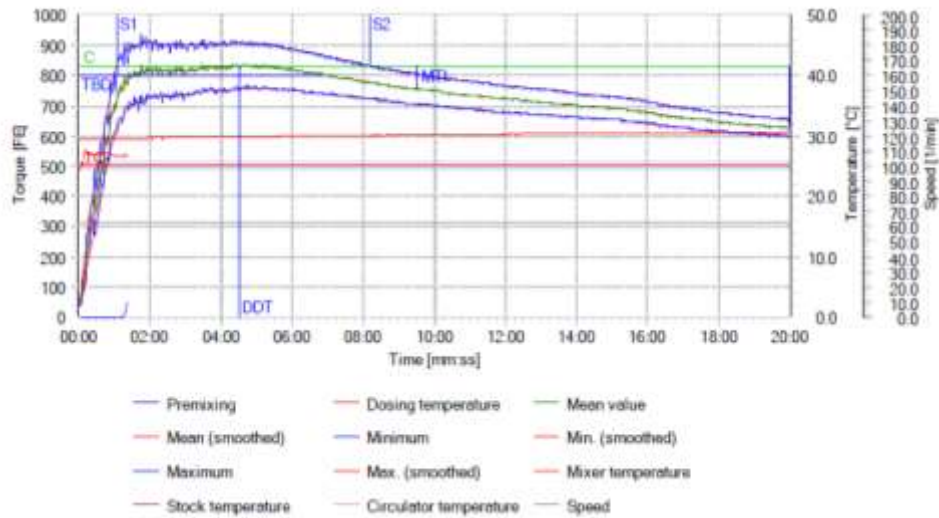
T 9	M 8	81.72% harina de trigo + 5.28% de harina de chia + 12.99% harina de trigo	12.90%	(79.0 g / 451.0 ml)	59.9	91.9	2045
T 2	M 9	70.00% harina de trigo + 14.99% de harina de chia + 15% harina de trigo	12.80%	(78.9 g / 451.1 ml)	65.8	90.6	1990
T 12	M 10	84.66% harina de trigo + 15% de harina de chia + 0.33% harina de trigo	13.20%	(79.3 g / 450.7 ml)	63.6	93.1	1991
T 4	M 11	76.41% harina de trigo + 8.58% de harina de chia + 15% harina de trigo	12.50%	(78.6 g / 451.4 ml)	60.4	93.1	1991
T 10	M 12	85% harina de trigo + 0% de harina de chia + 15% harina de trigo	13.50%	(79.5 g / 450.5 ml)	62.6	90.8	1748

ANEXO C : FIGURAS EN LA EXPERIMENTACION

ANEXO C-1: FARINOGRAMAS

FIGURA 8. Farinograma: Mezcla de harina de trigo (90%), con harina de Chia (9,91 %) y harina de Quinoa(0.08 %).

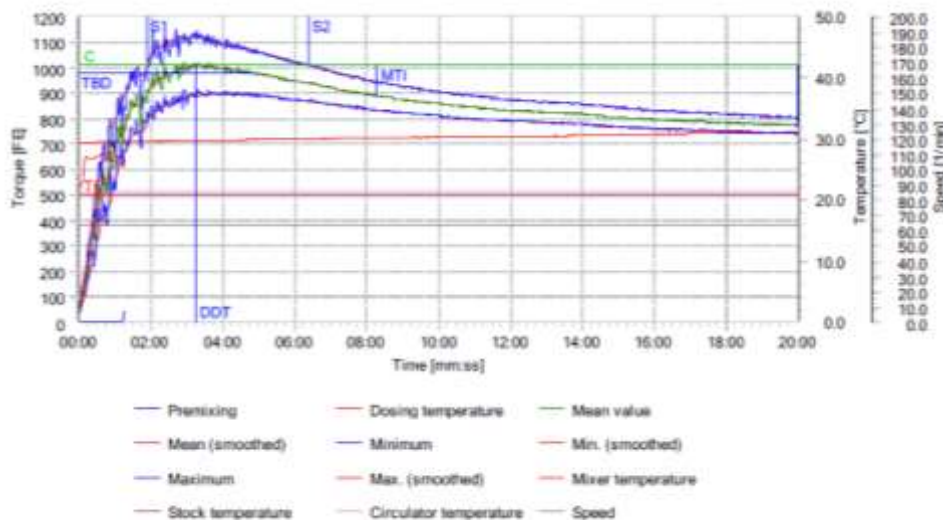
Fomulaciòn N° 1 Replica 1



Fuente: farinògrafo BRABENDER

FIGURA 9. Farinograma: Mezcla de harina de trigo (70 %) , con harina de Chia (14.99 %) + y harina de Quinoa (15 %).

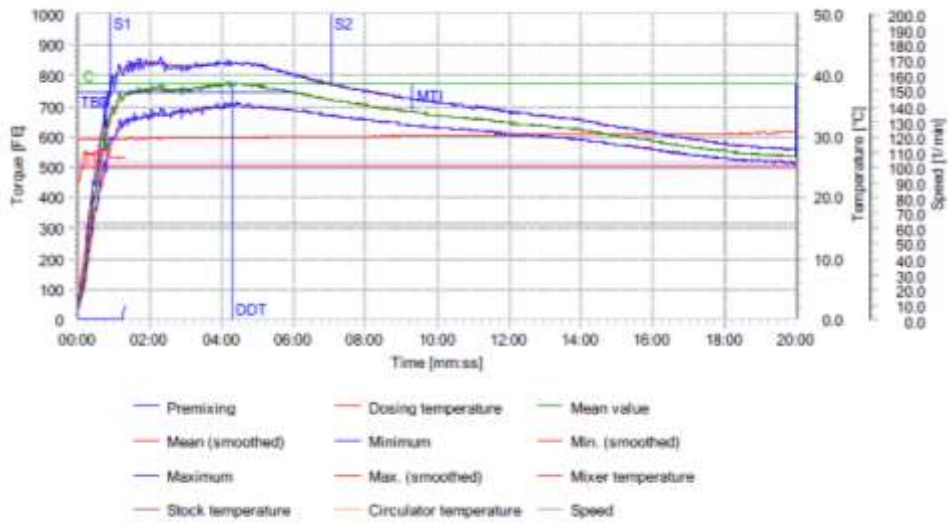
Fomulaciòn N° 2 Replica 1



Fuente: farinògrafo BRABENDER

FIGURA 10. Farinograma: Mezcla de harina de trigo (90 %), con harina de Chia (4,08 %) + y harina de Quinoa (5,9 %).

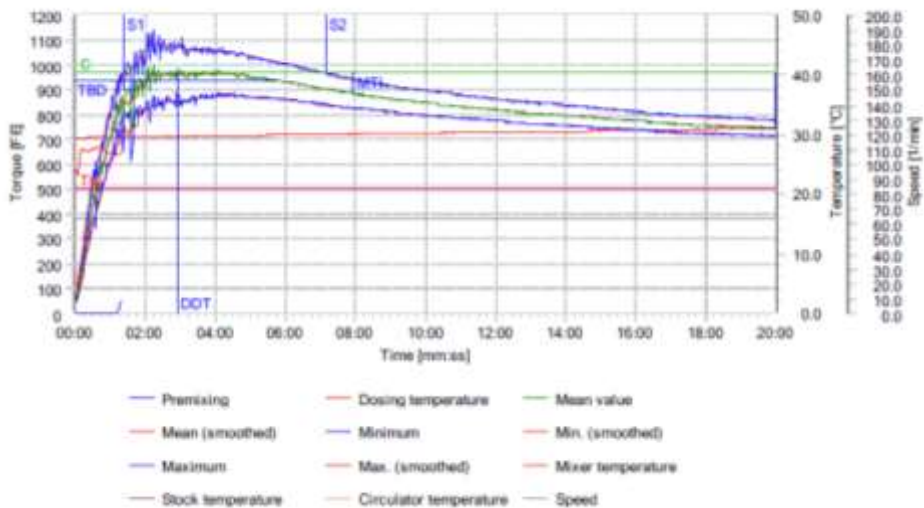
Fomulaciòn N° 3 Replica 1



Fuente: farinògrafo BRABENDER

FIGURA 11. Farinograma: Mezcla de harina de trigo (75.5%), con harina de Chia (15 %) + y harina de Quinoa (9,42 %).

Fomulaciòn N° 4 Replica 1



Fuente: farinògrafo BRABENDER

FIGURA 12. Farinograma: Mezcla de harina de trigo (84,66%), con harina de Chia (15 %) + y harina de Quinoa (0,33 %).

Fomulaci3n N3 5 Replica 1

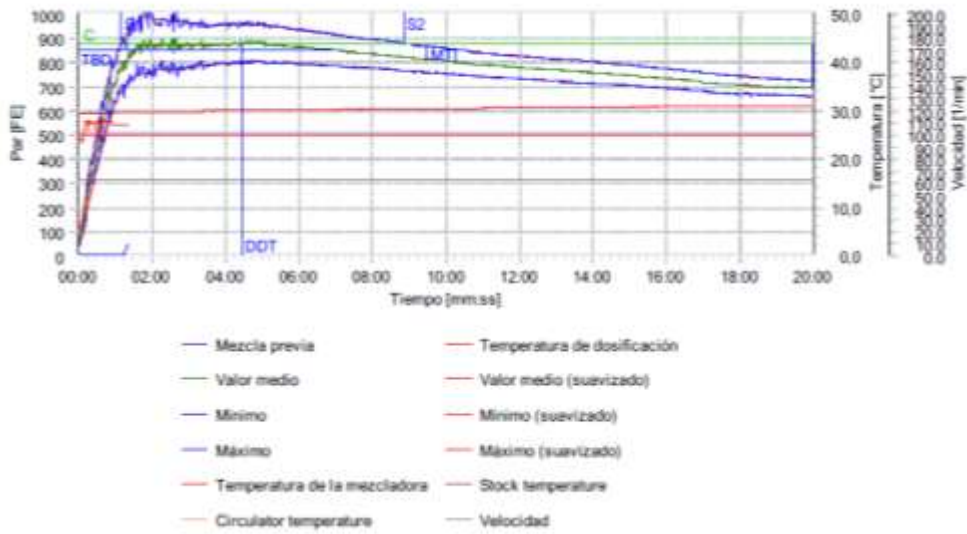


FIGURA 13. Farinograma: Harina de trigo (82,83%)+ harina de Chia (9,54%)+ harina de Quinoa (7,61%).

Fomulaci3n N3 6 Replica 1

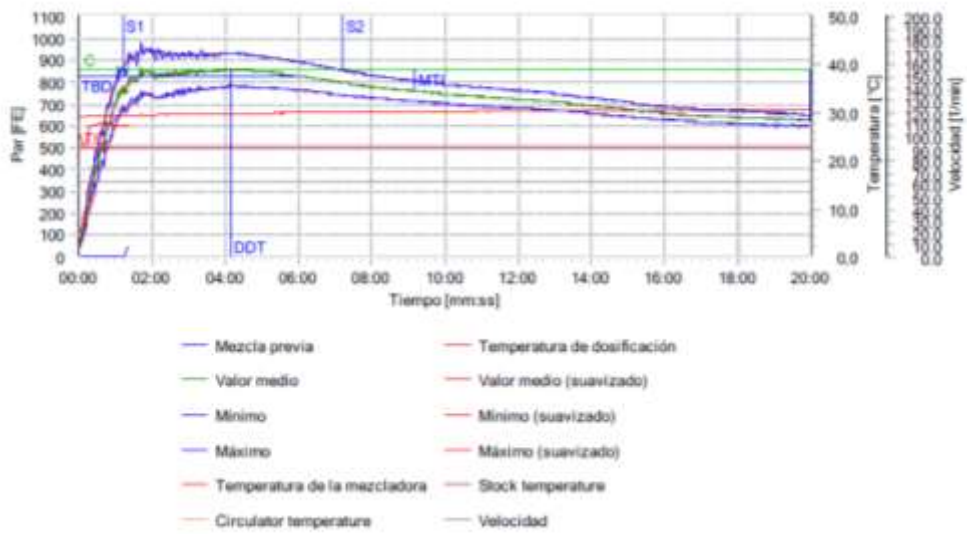
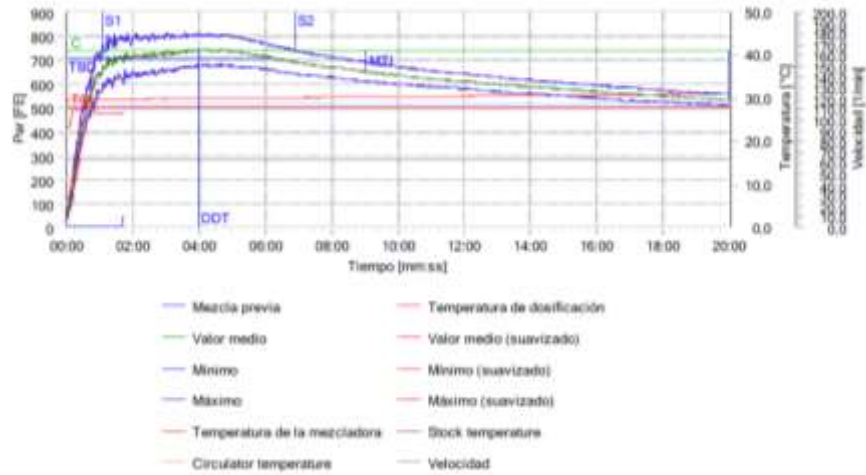


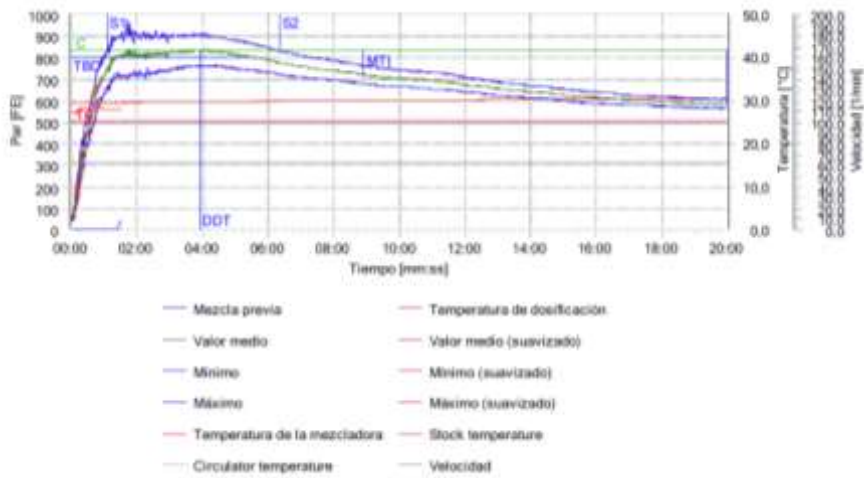
FIGURA 14. Farinograma: Harina de trigo (85%)+ harina de Chia (0%)+ harina de Quinoa (15%).

Fomulaci3n N3 7 Replica 1



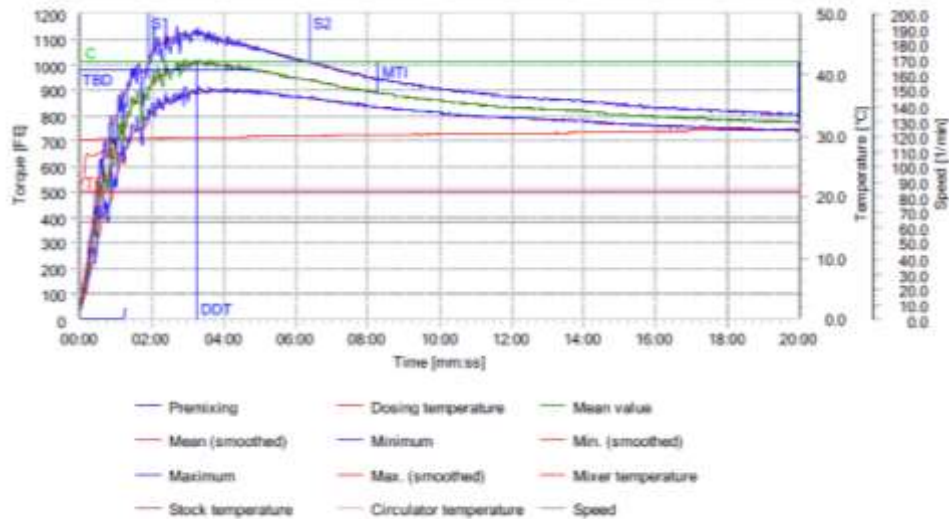
Fuente: farinógrafo BRABENDER

FIGURA 15. Farinograma: Harina de trigo (81,72%)+ harina de Chia (5,28%)+
harina de Quinoa (12,99%).
Fomulaciòn N° 8 Replica 1



Fuente: farinógrafo BRABENDER

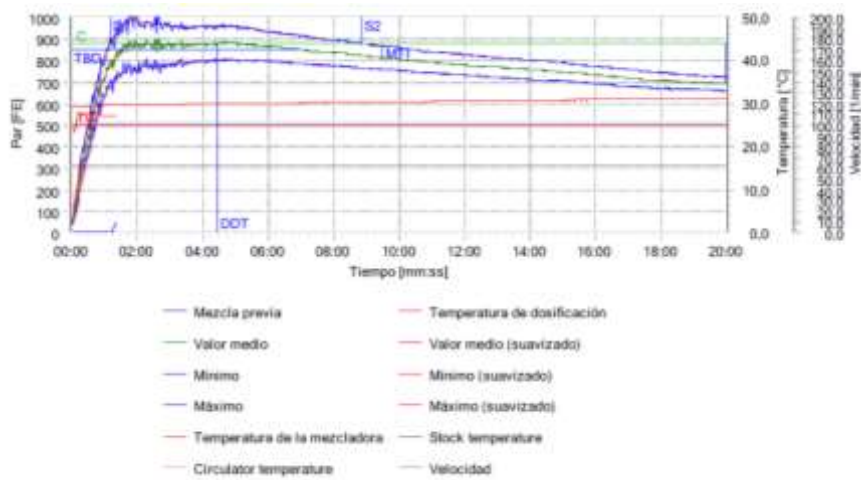
FIGURA 16. Farinograma: Harina de trigo (70.00%)+ harina de Chia (14,99%)+
harina de Quinoa (15%).
Fomulaciòn N° 9 Replica 1



Fuente: farinògrafo BRABENDER

FIGURA 16. Farinograma: Harina de trigo (84,66%)+ harina de Chia (15%)+ harina de Quinoa (0,33%).

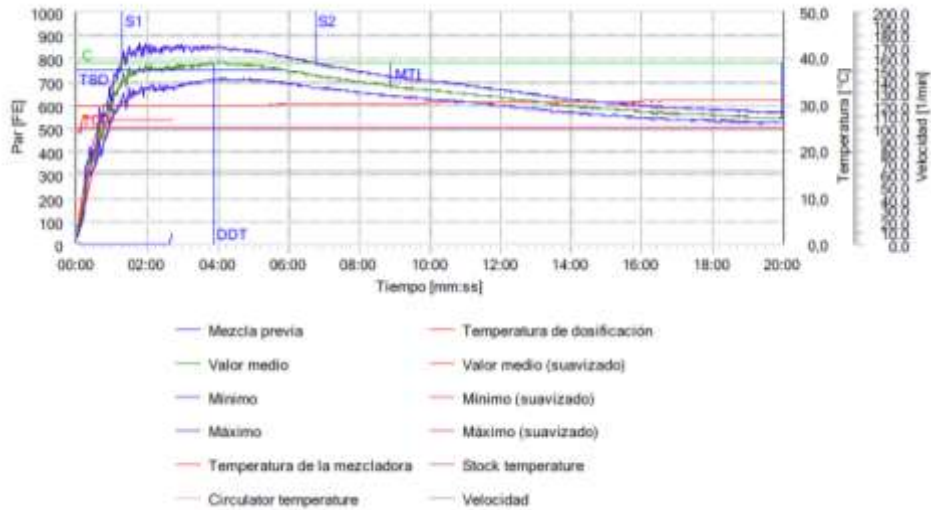
Fomulaciòn N° 10 Replica 1



Fuente: farinògrafo BRABENDER

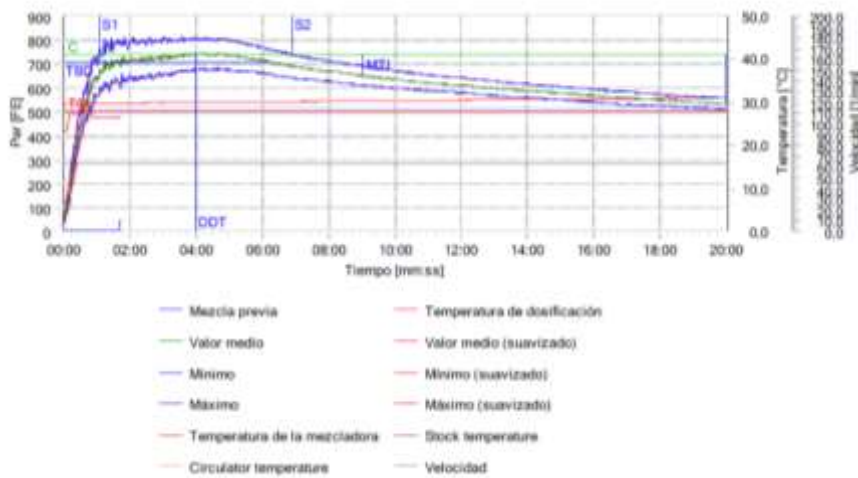
FIGURA 17. Farinograma: Harina de trigo (76,41%)+ harina de Chia (8,58%)+ harina de Quinoa (15%).

Fomulaciòn N° 11 Replica 1



Fuente: farinógrafo BRABENDER

FIGURA 18. Farinograma: Harina de trigo (85%)+ harina de Chia (0%)+ harina de Quinoa (15%).
Fomulación N° 12 Replica 1



Fuente: farinógrafo BRABENDER

ANEXO C-2: AMYLOGRAPH

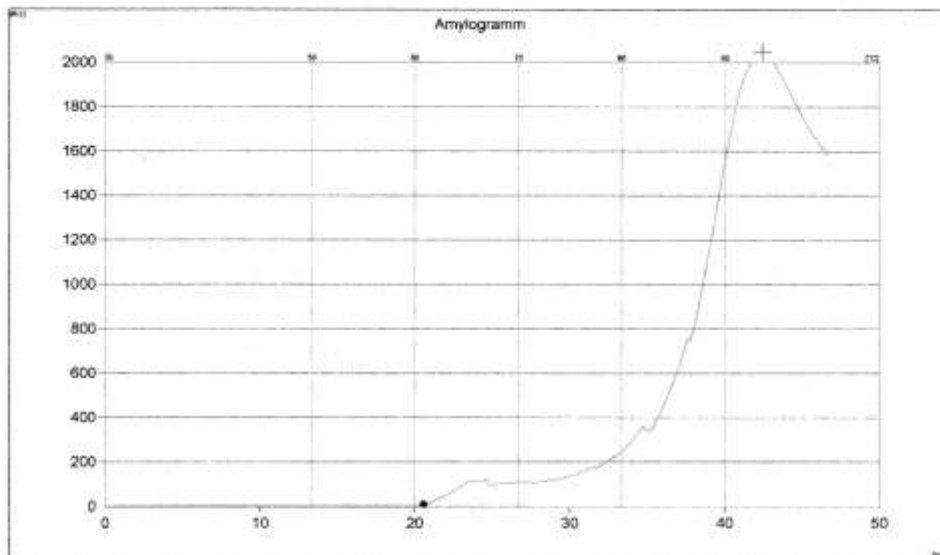
FIGURA 19. Amylograph: Mezcla de harina de trigo (90%), con harina de Chia (9,91 %) y harina de Quinoa(0.08 %).

Fomulaciòn N° 1 Replica

Brabender® Amylograph

Brabender Brabender
Engineering

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
Evaluation of sample: formulacion 1
Date: 17/09/2014 14:30
Operator:
Heating rate: 1.5 °C/min
Moisture: 14.2 %
Sample weight corr. to 14.0 % : (80.2 g / 449.8 ml)
Begin of gelatinization: 60.9 °C
Gelatinization temperature: 93.6 °C
Gelatinization maximum: 2049 AU
Remarks: harina trigo, h. quinus harina de chia



Test: noname

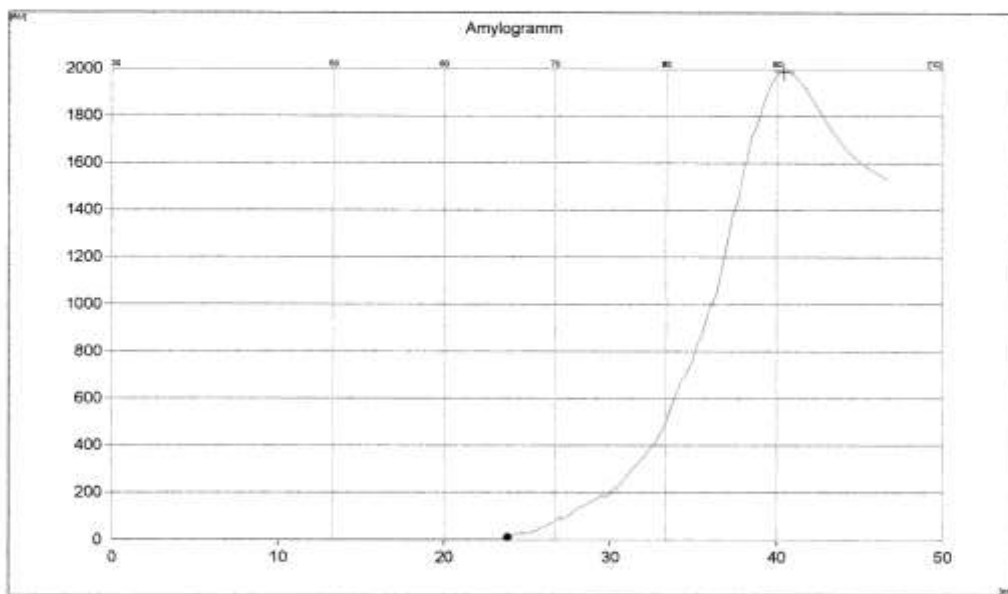
Page: 1

Fuente: amilograph BRABENDER

FIGURA 20. Amylograph: Mezcla de harina de trigo (70%), con harina de Chia (14,99%) y harina de Quinoa(15%).

Fomulaciòn N° 2 Replica 1

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
 Evaluation of sample: formulacion 2
 Date: 17/09/2014 16:00
 Operator:
 Heating rate: 1.5 °C/min
 Moisture: 12.8 %
 Sample weight corr. to 14.0 % : (78.9 g / 451.1 ml)
 Begin of gelatinization: 65.8 °C
 Gelatinization temperature: 90.6 °C
 Gelatinization maximum: 1990 AU
 Remarks: harina trigo, h. quinua harina de chia



Test: noname

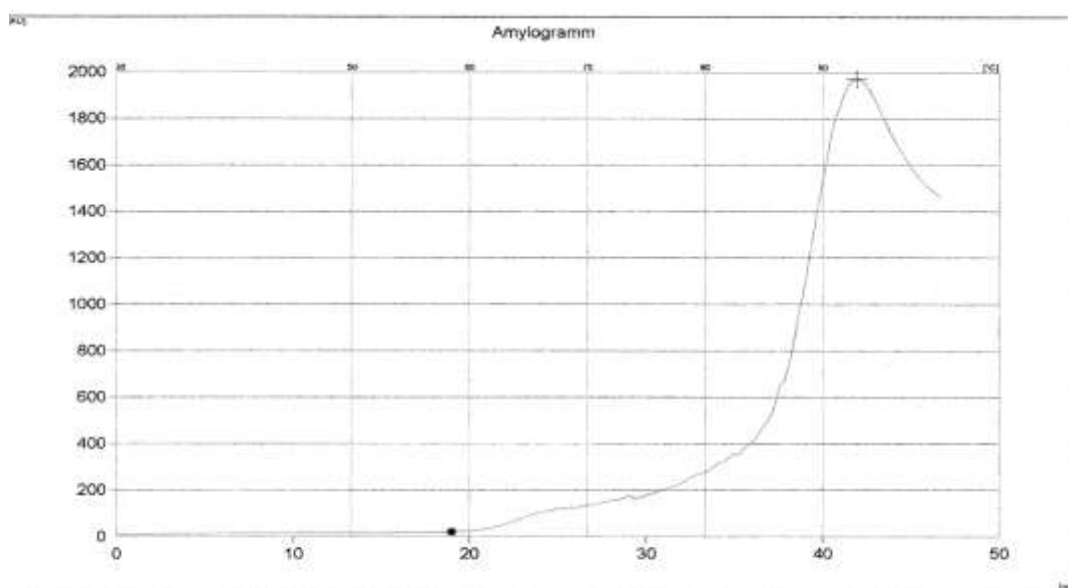
Fuente: amylograph BRABENDER

FIGURA 21. Amylograph: Mezcla de harina de trigo (90%), con harina de Chia (4,08%) y harina de Quinoa (5,91%).

Fomulaciòn N° 3 Replica 1

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
 Evaluation of sample: formulacion 3
 Date: 17/09/2014 16:58
 Operator:
 Heating rate: 1.5 °C/min
 Moisture: 13.8 %
 Sample weight corr. to 14.0 % : (79.8 g / 450.2 ml)
 Begin of gelatinization: 58.5 °C
 Gelatinization temperature: 92.9 °C
 Gelatinization maximum: 1971 AU

Remarks: harina trigo, h. quinua harina de chia



Test: noname

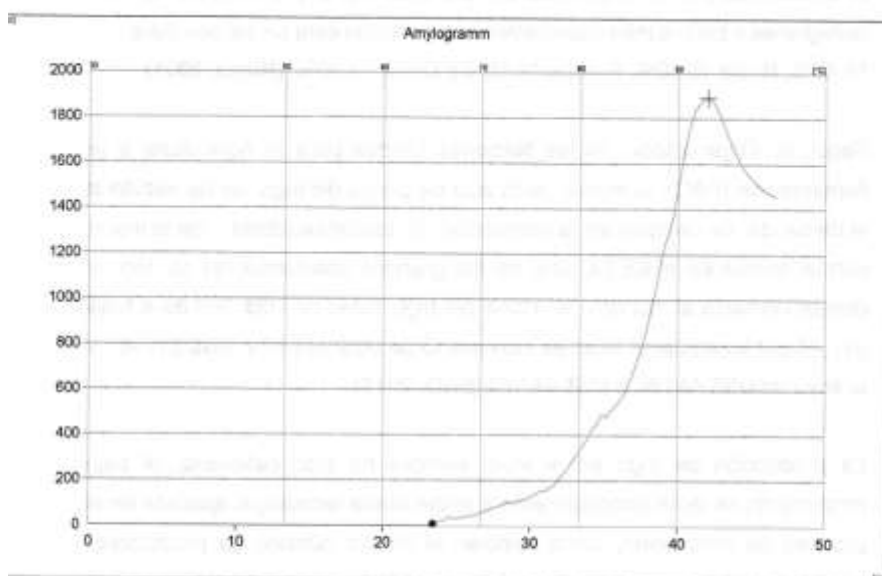
Fuente: amilograph BRABENDER

FIGURA 22. Amylograph: Mezcla de harina de trigo (75,5%), con harina de Chia (15%) y harina de Quinoa (9,42%).

Fomulaciòn N° 4 Replica 1

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
 Evaluation of sample: formulacion 4
 Date: 17/09/2014 18:01
 Operator:
 Heating rate: 1.5 °C/min
 Moisture: 13.0 %
 Sample weight corr. to 14.0 % : (79.1 g / 450.9 ml)
 Begin of gelatinization: 65.1 °C
 Gelatinization temperature: 93.0 °C
 Gelatinization maximum: 1892 AU

Remarks: harina trigo, h. quinua harina de chia



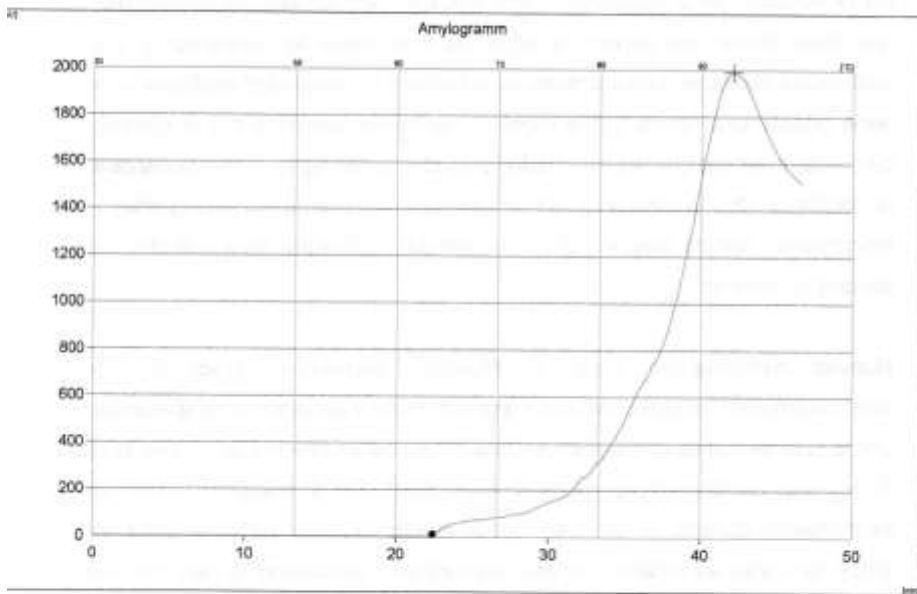
est: noname

Fuente: amylograph BRABENDER

FIGURA 23. Amylograph: Mezcla de harina de trigo (84,66%), con harina de Chia (15%) y harina de Quinoa (0,33%).

Fomulaciòn N° 5 Replica 1

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
 Evaluation of sample: mezcla 5
 Date: 01/10/2014 15:24
 Operator:
 Heating rate: 1.5 °C/min
 Moisture: 13.2 %
 Sample weight corr. to 14.0 % : (79.3 g / 450.7 ml)
 Begin of gelatinization: 63.6 °C
 Gelatinization temperature: 93.1 °C
 Gelatinization maximum: 1991 AU
 Remarks: harina trigo, h. chia



est: noname

Fuente: amilograph BRABENDER

FIGURA 24. Amylograph: Mezcla de harina de trigo (82,83%), con harina de Chia (9,54%) y harina de Quinoa (7,61%).

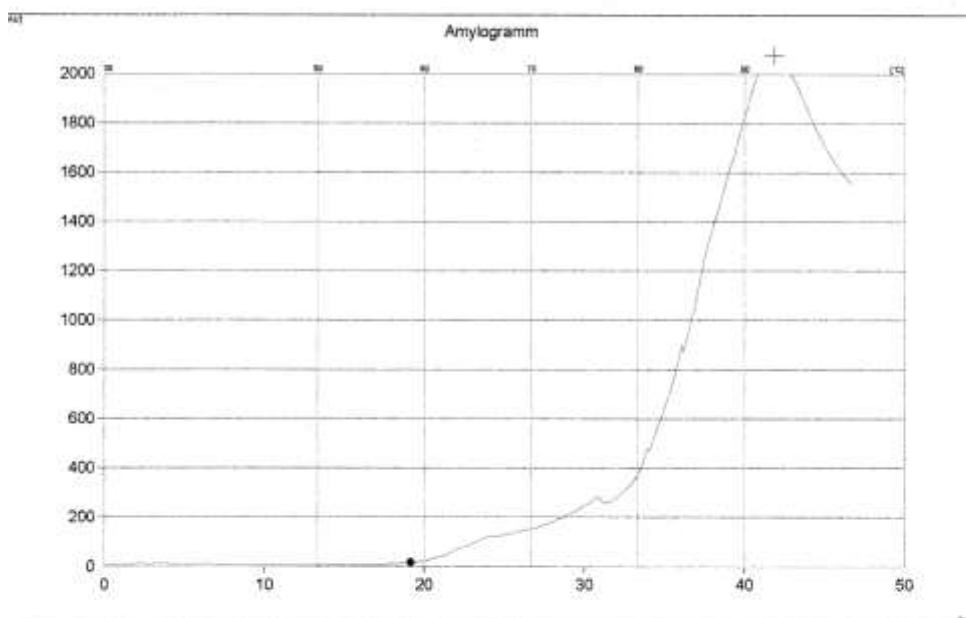
Fomulaciòn N° 6 Replica 1

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
Evaluation of sample: mezcla 6
Date: 29/09/2014 09:37
Operator:
Heating rate: 1.5 °C/min

Moisture: 13.7 %
Sample weight corr. to 14.0 % : (79.7 g / 450.3 ml)

Begin of gelatinization: 58.8 °C
Gelatinization temperature: 92.8 °C
Gelatinization maximum: 2075 AU

Remarks: harina trigo, h. chia



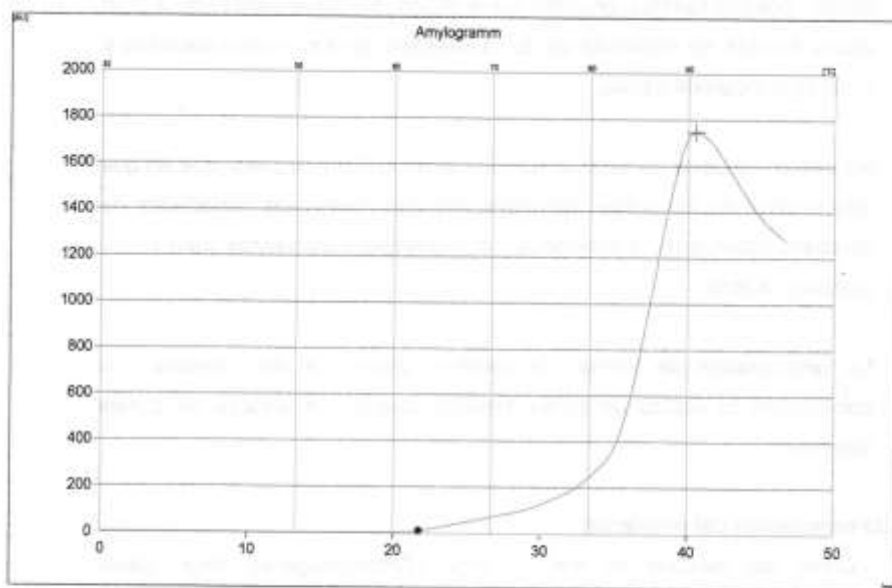
Test: noname

Fuente: amilograph BRABENDER

FIGURA 25. Amylograph: Mezcla de harina de trigo (85%), con harina de Chia (0%) y harina de Quinoa (15%).

Fomulaciòn N° 7 Replica 1

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
 Evaluation of sample: muestra 7
 Date: 22/10/2014 15:37
 Operator:
 Heating rate: 1.5 °C/min
 Moisture: 13.5 %
 Sample weight corr. to 14.0 % : (79.5 g / 450.5 ml)
 Begin of gelatinization: 82.6 °C
 Gelatinization temperature: 90.8 °C
 Gelatinization maximum: 1748 AU
 Remarks: harina trigo y h. quinua



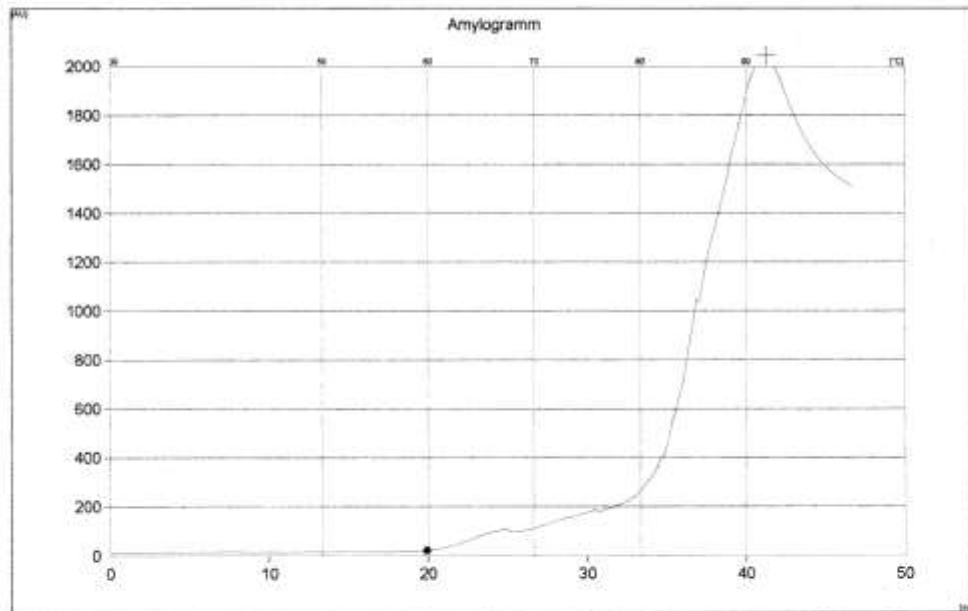
Test: noname

Fuente: amilograph BRABENDE

FIGURA 26. Amylograph: Mezcla de harina de trigo (81,72%), con harina de Chia (5,28%) y harina de Quinua (12,99%).

Fomulaciòn N° 8 Replica 1

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
 Evaluation of sample: mezcla 8
 Date: 01/10/2014 14:20
 Operator:
 Heating rate: 1.5 °C/min
 Moisture: 12.9 %
 Sample weight corr. to 14.0 % : (79.0 g / 451.0 ml)
 Begin of gelatinization: 59.9 °C
 Gelatinization temperature: 91.9 °C
 Gelatinization maximum: 2045 AU
 Remarks: harina trigo, h. chia



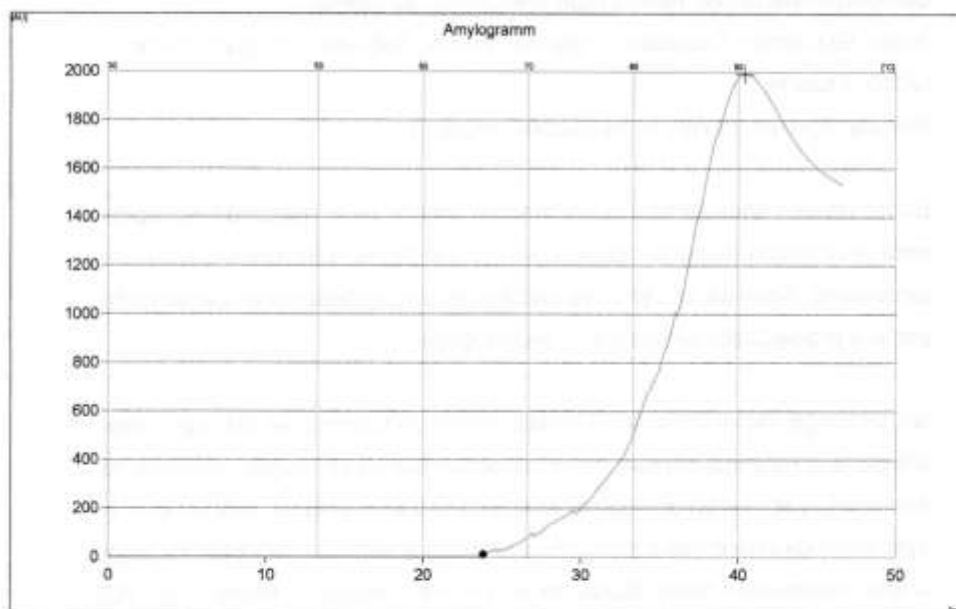
Test: noname

Fuente: amylograph BRABENDER

FIGURA 27. Amylograph: Mezcla de harina de trigo (70,005%), con harina de Chia (14,99%) y harina de Quinoa (15%).

Fomulaciòn N° 9 Replica 1

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
 Evaluation of sample: formulacion 9
 Date: 17/09/2014 16:00
 Operator:
 Heating rate: 1.5 °C/min
 Moisture: 12.8 %
 Sample weight corr. to 14.0 % : (78.9 g / 451.1 ml)
 Begin of gelatinization: 85.8 °C
 Gelatinization temperature: 90.6 °C
 Gelatinization maximum: 1990 AU
 Remarks: harina trigo, h. quinua harina de chia

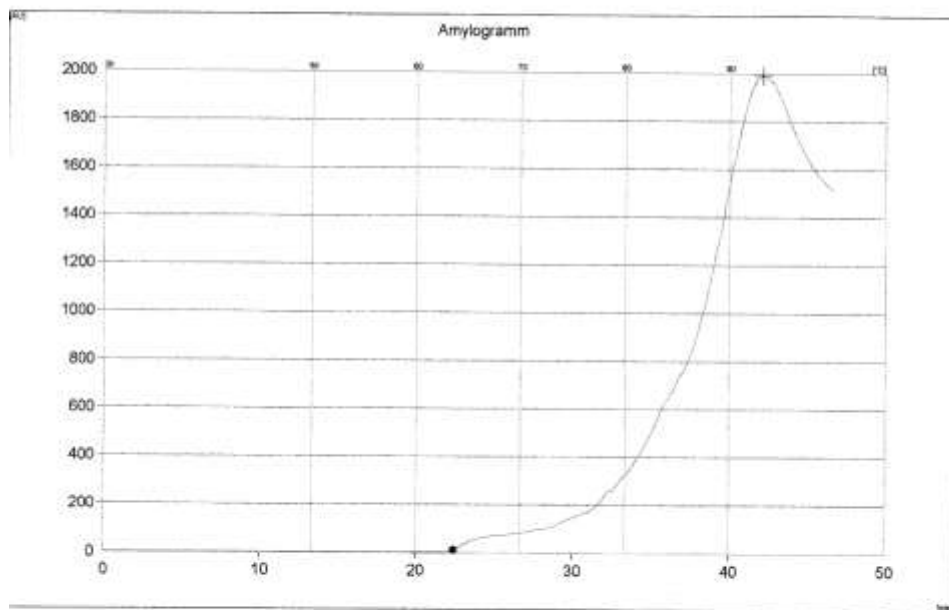


Test: noname

Fuente: amilograph BRABENDER

FIGURA 28. Amylograph: Mezcla de harina de trigo (84,66%), con harina de Chia (15%) y harina de Quinoa (0,33%).
 Fomulaciòn N° 10 Replica 1

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
 Evaluation of sample: mezcla 10
 Date: 01/10/2014 15:24
 Operator:
 Heating rate: 1.5 °C/min
 Moisture: 13.2 %
 Sample weight corr. to 14.0 % : (79.3 g / 450.7 ml)
 Begin of gelatinization: 63.8 °C
 Gelatinization temperature: 93.1 °C
 Gelatinization maximum: 1991 AU
 Remarks: harina trigo, h. chia



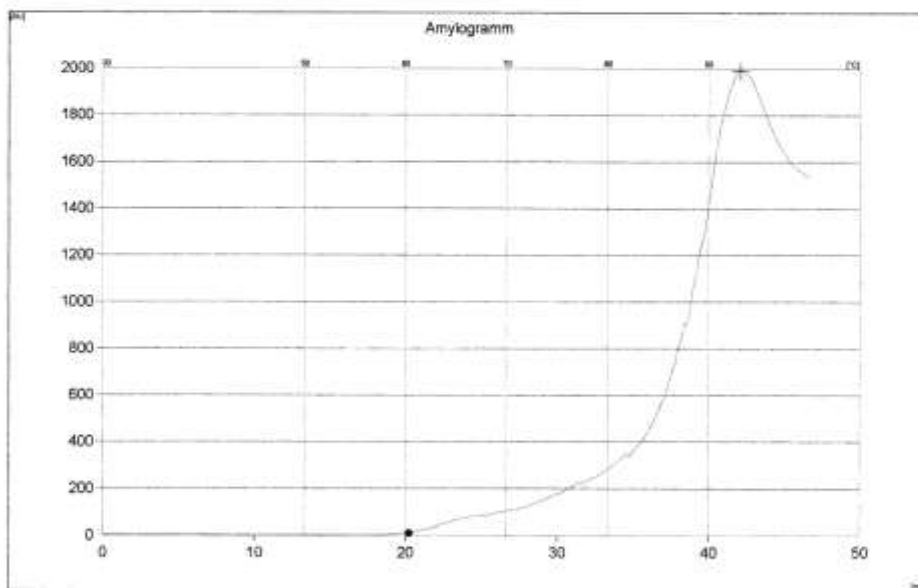
Test: noname

Fuente: amilograph BRABENDE

FIGURA 29. Amylograph: Mezcla de harina de trigo (76,41%), con harina de Chia (8,58%) y harina de Quinoa (15%).

Fomulaciòn N° 11 Replica 1

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
 Evaluation of sample: mezcla 11
 Date: 01/10/2014 17:18
 Operator:
 Heating rate: 1.5 °C/min
 Moisture: 12.5 %
 Sample weight corr. to 14.0 % : (78.6 g / 451.4 ml)
 Begin of gelatinization: 60.4 °C
 Gelatinization temperature: 93.1 °C
 Gelatinization maximum: 1991 AU
 Remarks: harina trigo, h. chia

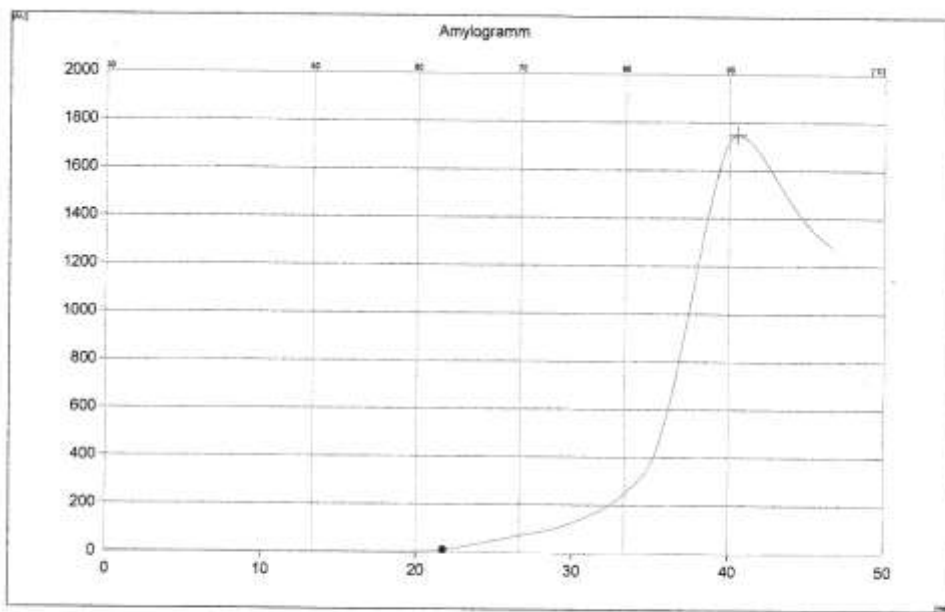


Test: noname

Fuente: amilograph BRABENDER

FIGURA 30. Amylograph: Mezcla de harina de trigo (85%), con harina de Chia (0%) y harina de Quinoa (15%).
 Fomulaciòn N° 12 Replica 1

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
 Evaluation of sample: harinma trigo y h. quinua
 Date: 22/10/2014 15:37
 Operator:
 Heating rate: 1.5 °C/min
 Moisture: 13.5 %
 Sample weight corr. to 14.0 % : (79.5 g / 450.5 ml)
 Begin of gelatinization: 62.6 °C
 Gelatinization temperature: 90.6 °C
 Gelatinization maximum: 1748 AU
 Remarks: muestral2



Test: noname

Fuente: amilograph BRABENDE

ANEXO C-3: EXTENSOGRAFIA

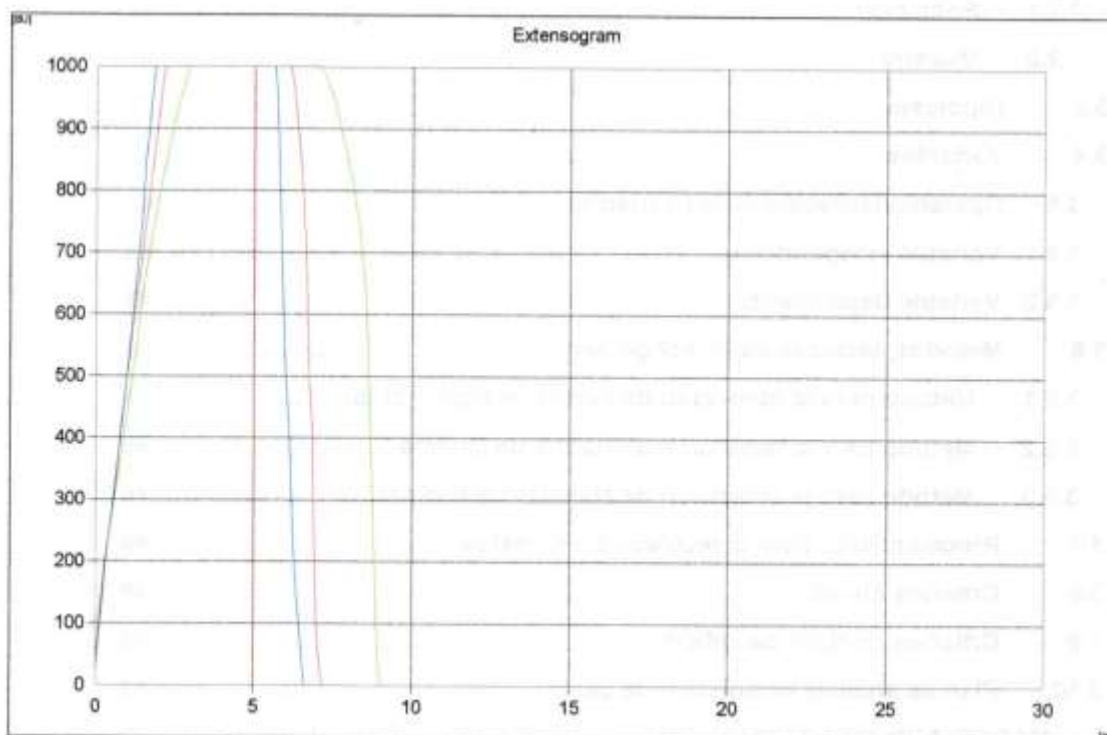
FIGURA 31. Extensografía: Mezcla de harina de trigo (90%), con harina de Chia (9,91%) y harina de Quinoa(0,08%).

Fomulaciòn N° 1 Replic



Brabender® Extensograph

Evaluation of sample:	formulacion 1		
Date:	06/10/2014		
Operator:			
Test after 30/60/90 Minutes			
Waterabsorption:	56.0 %		
Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	137	122	120
Resistance to Extension [BU]:	1145	1350	1372
Extensibility [mm]:	90	72	66
Maximum [BU]:	1146	1440	1638
Ratio Number:	12.7	18.8	20.8
Ratio Number (Max.):	12.7	20.1	24.8
Remarks:			



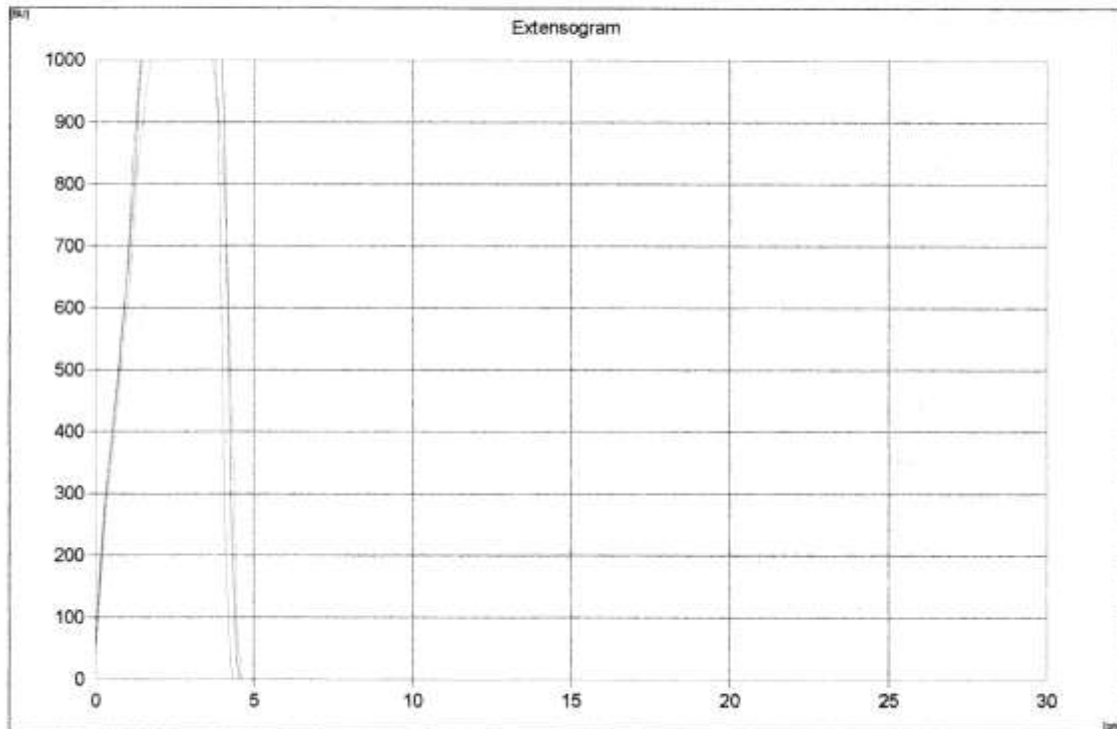
Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\chia\formulacion 1.EXD

Fuente: extensograph BRABENDER

FIGURA 32. Extensografía: Mezcla de harina de trigo (70%), con harina de Chia (14,99%) y harina de Quinoa(15%).

Fomulaciòn N° 2 Replica 1

Evaluation of sample:	formulacion 2		
Date:	06/10/2014		
Operator:			
Test after 30/60/90 Minutes			
Waterabsorption:	56.0 %		
Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	65	72	77
Resistance to Extension [BU]:	42	57	64
Extensibility [mm]:	46	43	46
Maximum [BU]:	1162	1450	1477
Ratio Number:	0.9	1.3	1.4
Ratio Number (Max.):	25.1	33.4	32.5
Remarks:			



Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\chia\formulacion 2.EXD

Fuente: extensograph BRABENDE

FIGURA 33. Extensografía: Mezcla de harina de trigo (90%), con harina de Chia (4,08%) y harina de Quinoa(5,91%).

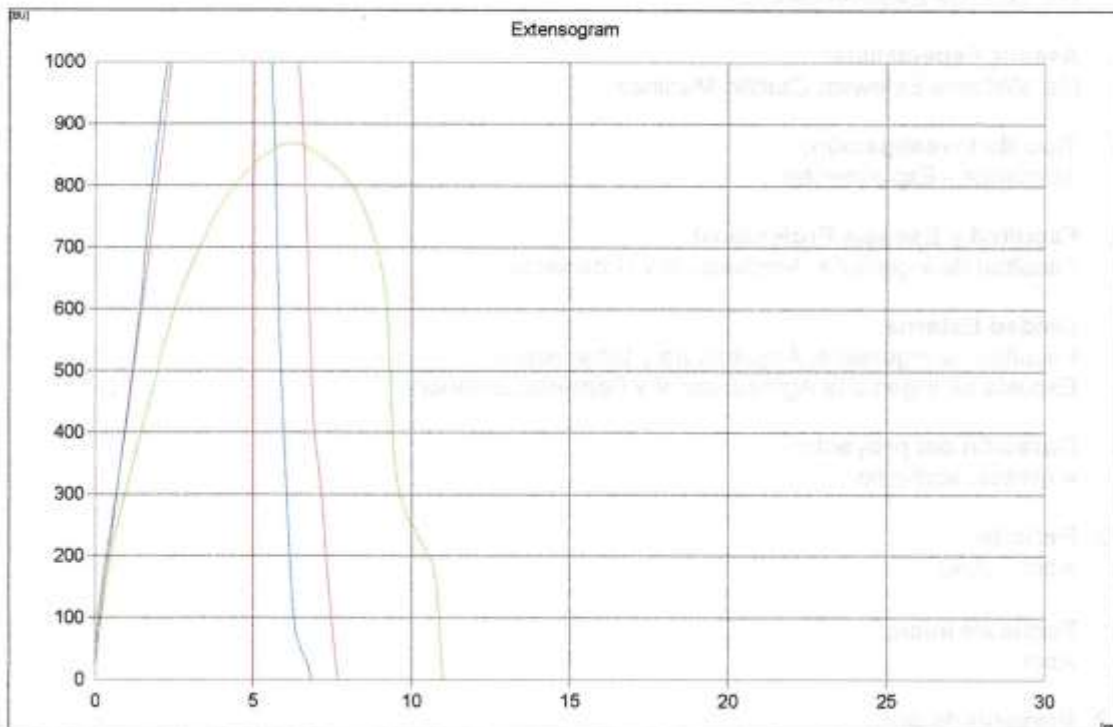
Fomulación N° 3 Replica

Evaluation of sample: formulacion 3
 Date: 06/10/2014
 Operator:

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

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm²]:	118	121	102
Resistance to Extension [BU]:	837	1371	1285
Extensibility [mm]:	110	77	68
Maximum [BU]:	868	1390	1405
Ratio Number:	7.6	17.9	18.8
Ratio Number (Max.):	7.9	18.1	20.6

Remarks:



Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\chia\formulacion 3.EXD

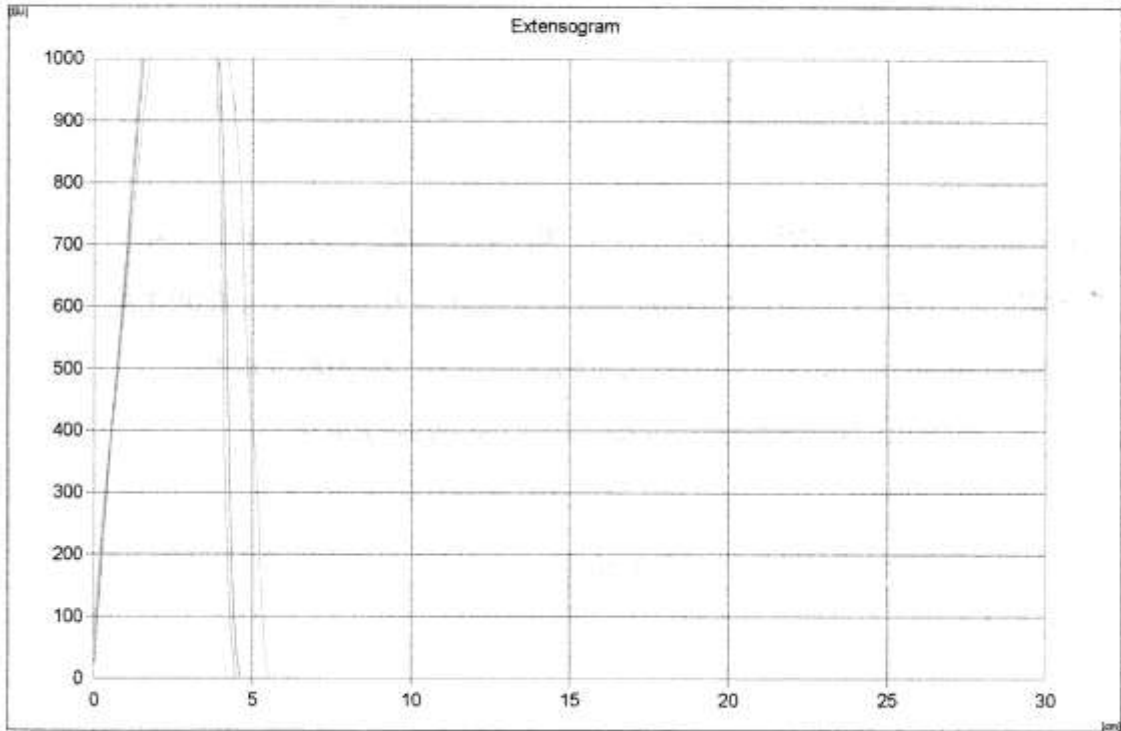
Fuente: extensograph BRABENDER

FIGURA 34. Extensografía: Mezcla de harina de trigo (75,57%), con harina de Chia (15%) y harina de Quinoa(9,42%).

Fomulaciòn N° 4 Replica 1

Evaluation of sample:	formulacion 4		
Date:	06/10/2014		
Operator:			
Test after 30/60/90 Minutes			
Waterabsorption:	56.0 %		
Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	80	72	74
Resistance to Extension [BU]:	382	68	26
Extensibility [mm]:	55	45	46
Maximum [BU]:	1226	1432	1432
Ratio Number:	7.0	1.5	0.6
Ratio Number (Max.):	22.4	32.0	31.0

Remarks:



Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\chia\formulacion 4.EXD

Fuente: extensograph BRABENDE

FIGURA 35. Extensografía: Mezcla de harina de trigo (84,66%), con harina de Chia (15%) y harina de Quinoa(0,33%).

Fomulaciòn N° 5 Replica 1

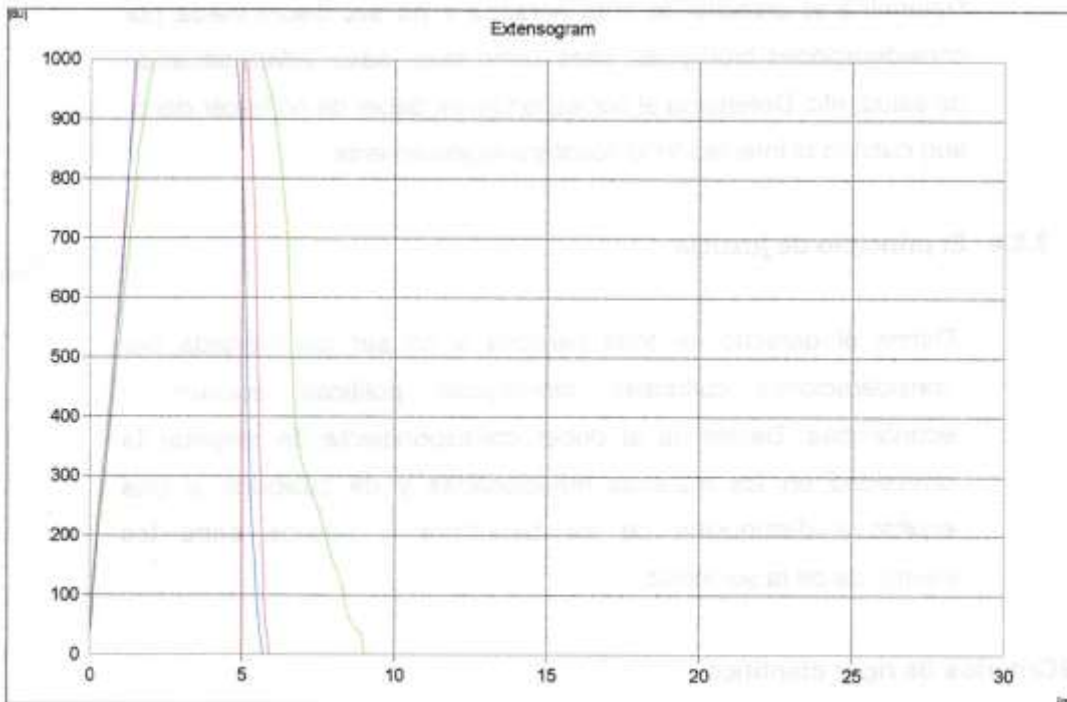
Evaluation of sample: formulacion 5
 Date: 06/10/2014
 Operator:

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

Proving Time [min]: 30 60 90

Energy [cm ²]:	114	109	100
Resistance to Extension [BU]:	1080	1061	733
Extensibility [mm]:	90	59	57
Maximum [BU]:	1159	1542	1556
Ratio Number:	12.0	18.0	12.9
Ratio Number (Max.):	12.8	26.1	27.4

Remarks:



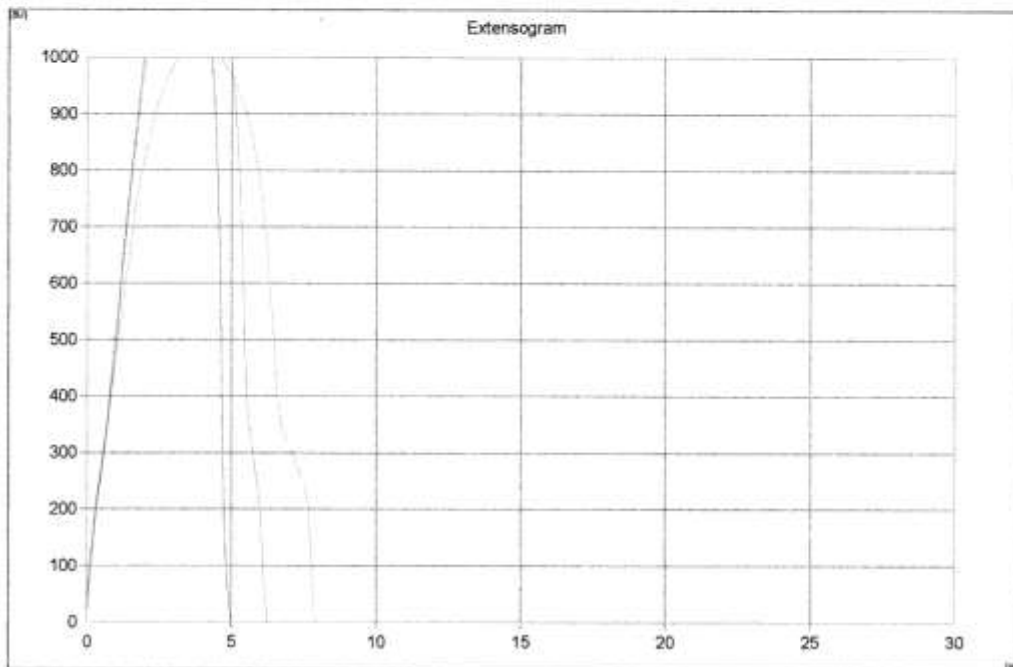
Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\chia\formulacion 5 .EXD

Fuente: extensograph BRABENDE

FIGURA 36. Extensografía: Mezcla de harina de trigo (82,83%), con harina de Chia (9,54%) y harina de Quinoa(7,61%).

Fomulación N° 6 Replica 1

Evaluation of sample:	formulacion 6		
Date:	06/10/2014		
Operator:			
Test after 30/60/90 Minutes			
Waterabsorption:	56.0 %		
Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	97	92	75
Resistance to Extension [BU]:	963	960	50
Extensibility [mm]:	79	63	50
Maximum [BU]:	1032	1302	1348
Ratio Number:	12.2	15.3	1.0
Ratio Number (Max.):	13.1	20.8	27.1
Remarks:			



Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\chia\formulacion 6.EXD

Fuente: extensograph BRABENDER

FIGURA 37. Extensografía: Mezcla de harina de trigo (85%), con harina de Chia (0%) y harina de Quinoa(15%).

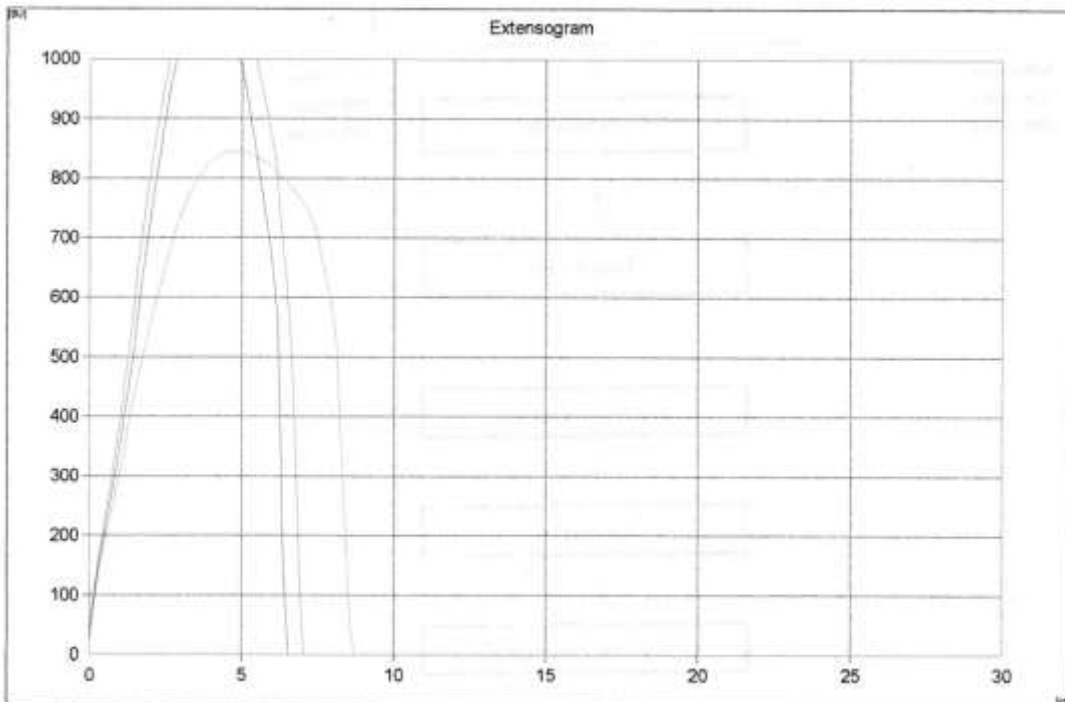
Fomulaciòn N° 7 Replica 1

Evaluation of sample: formulacion 7
 Date: 22/10/2014
 Operator:

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

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	96	100	86
Resistance to Extension [BU]:	844	1095	972
Extensibility [mm]:	87	70	65
Maximum [BU]:	845	1174	1136
Ratio Number:	9.7	15.6	14.9
Ratio Number (Max.):	9.7	16.7	17.4

Remarks:



Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\chia\formulacion 7 .EXD

Fuente: extensograph BRABEN

FIGURA 38. Extensografía: Mezcla de harina de trigo (81,72%), con harina de Chia (5,28%) y harina de Quinoa(712,99%).

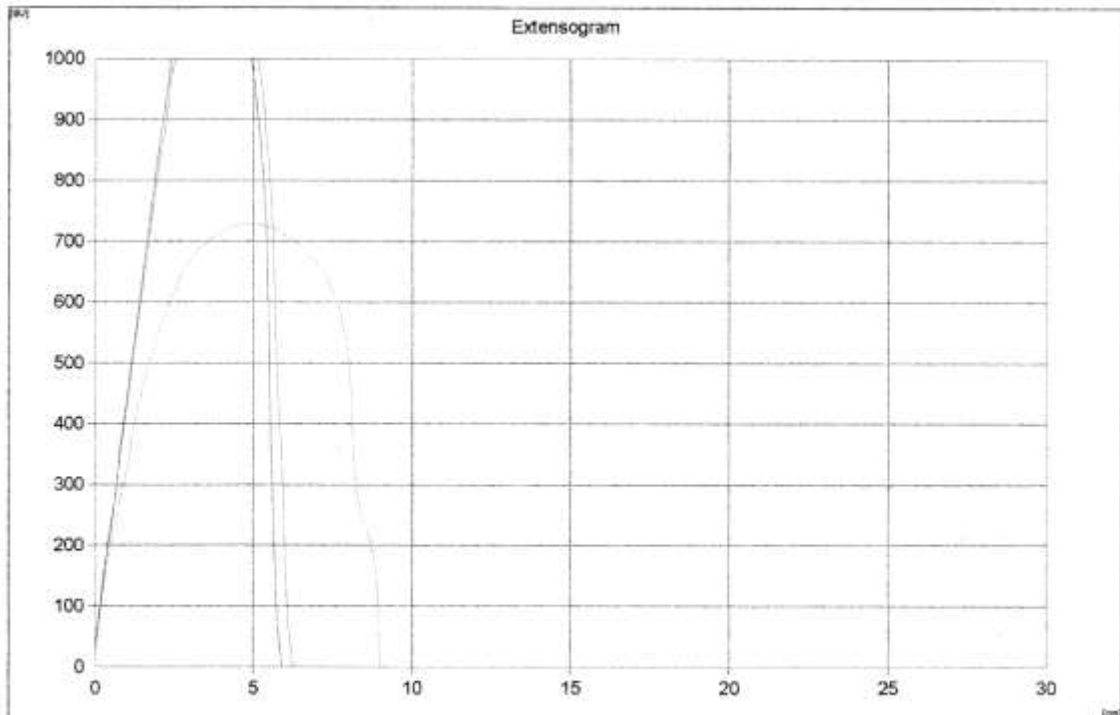
Fomulaciòn N° 8 Replica 1

Evaluation of sample: formulacion 8
 Date: 06/10/2014
 Operator:

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

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	88	86	83
Resistance to Extension [BU]:	729	1024	947
Extensibility [mm]:	90	63	59
Maximum [BU]:	729	1162	1203
Ratio Number:	8.1	16.4	16.0
Ratio Number (Max.):	8.1	18.6	20.4

Remarks:



Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\chia\formulacion 8.EXD

Fuente: extensograph BRABENDER

FIGURA 39. Extensografía: Mezcla de harina de trigo (70,00%), con harina de Chia (14,99%) y harina de Quinoa(15%).

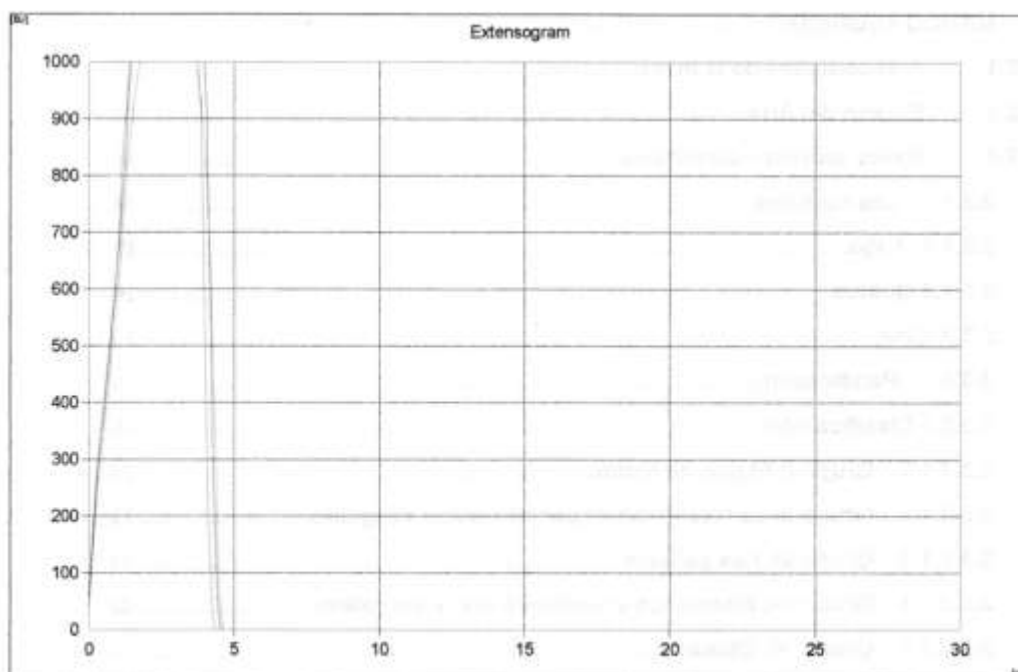
Fomulaciòn N° 9 Replica 1

Evaluation of sample: formulacion 9
 Date: 06/10/2014
 Operator:

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

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	65	72	77
Resistance to Extension [BU]:	42	57	64
Extensibility [mm]:	46	43	46
Maximum [BU]:	1162	1450	1477
Ratio Number:	0.9	1.3	1.4
Ratio Number (Max.):	25.1	33.4	32.5

Remarks:



Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\chia\formulacion 2.EXD

Fuente: extensograph BRABENDE

FIGURA 40. Extensografía: Mezcla de harina de trigo (84,66%), con harina de Chia (15%) y harina de Quinoa(0,33%).

Fomulaciòn N° 10 Replica 1

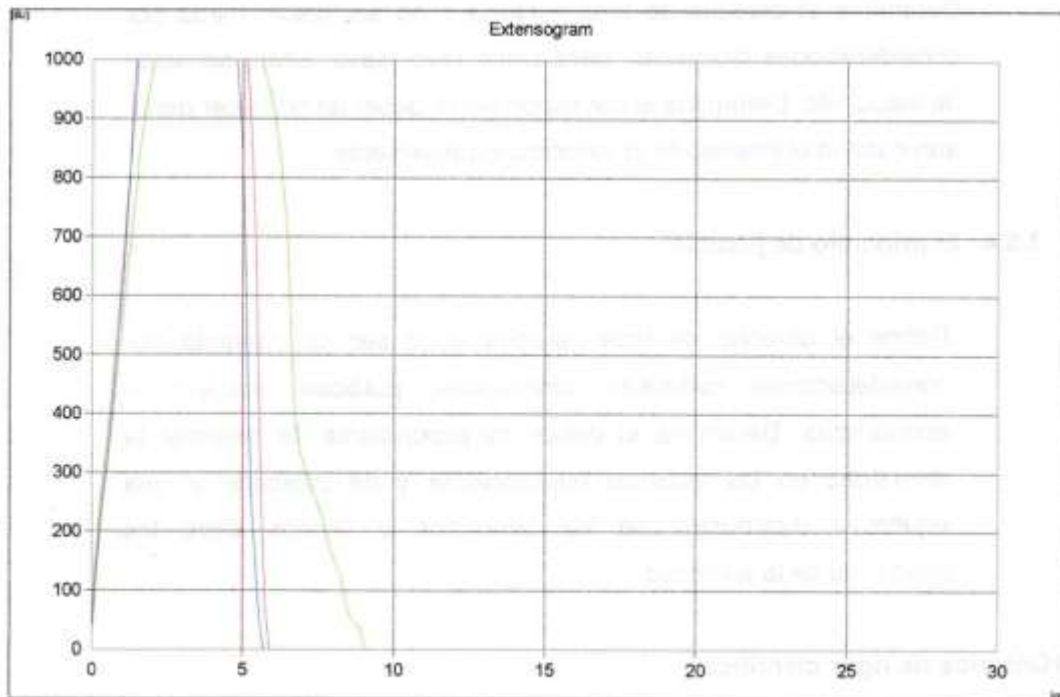
Evaluation of sample: formulacion 10
 Date: 06/10/2014
 Operator:

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

Proving Time [min]: 30 60 90

Energy [cm ²]:	114	109	100
Resistance to Extension [BU]:	1080	1061	733
Extensibility [mm]:	90	59	57
Maximum [BU]:	1159	1542	1556
Ratio Number:	12.0	18.0	12.9
Ratio Number (Max.):	12.8	26.1	27.4

Remarks:



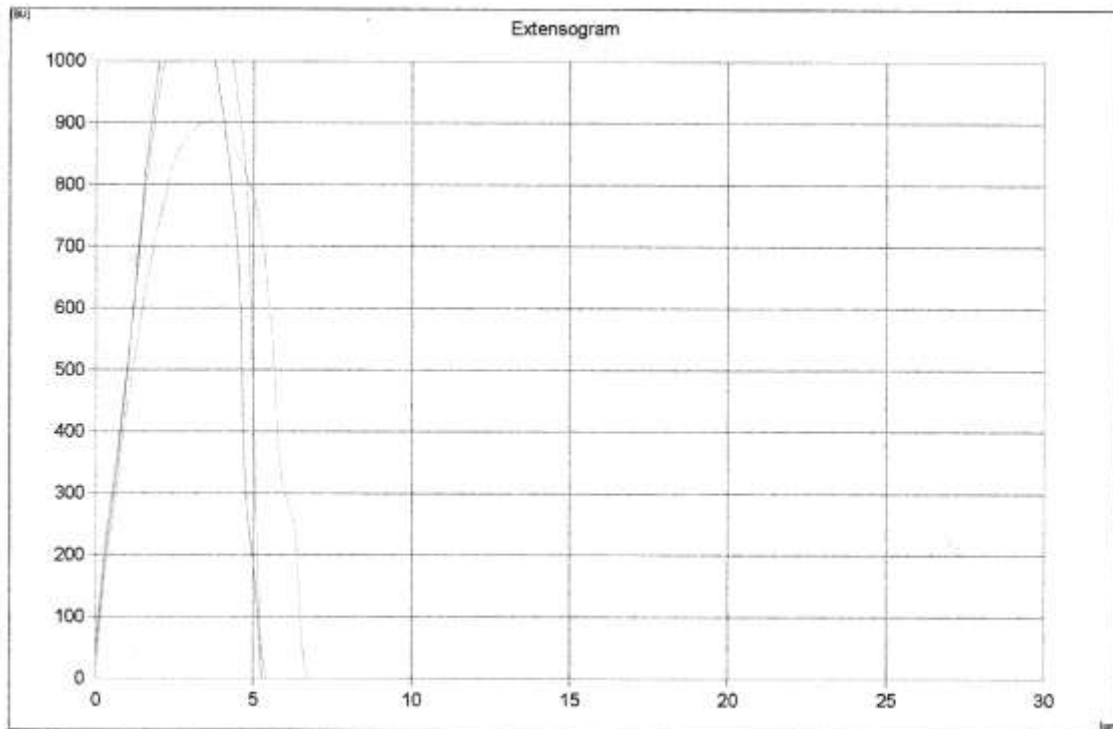
Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\chia\formulacion 10.EXD

Fuente: extensograph BRABENDE

FIGURA 41. Extensografía: Mezcla de harina de trigo (76,41%), con harina de Chia (8,58%) y harina de Quinoa(15%).

Fomulaciòn N° 11 Replica 1

Evaluation of sample:	formulacion 11		
Date:	06/10/2014		
Operator:			
Test after 30/60/90 Minutes			
Waterabsorption:	56.0 %		
Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	73	74	68
Resistance to Extension [BU]:	771	341	159
Extensibility [mm]:	67	54	53
Maximum [BU]:	904	1124	1142
Ratio Number:	11.5	6.3	3.0
Ratio Number (Max.):	13.5	20.8	21.7
Remarks:			



Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\chia\formulacion 11.EXD

Fuente: extensograph BRABENDE

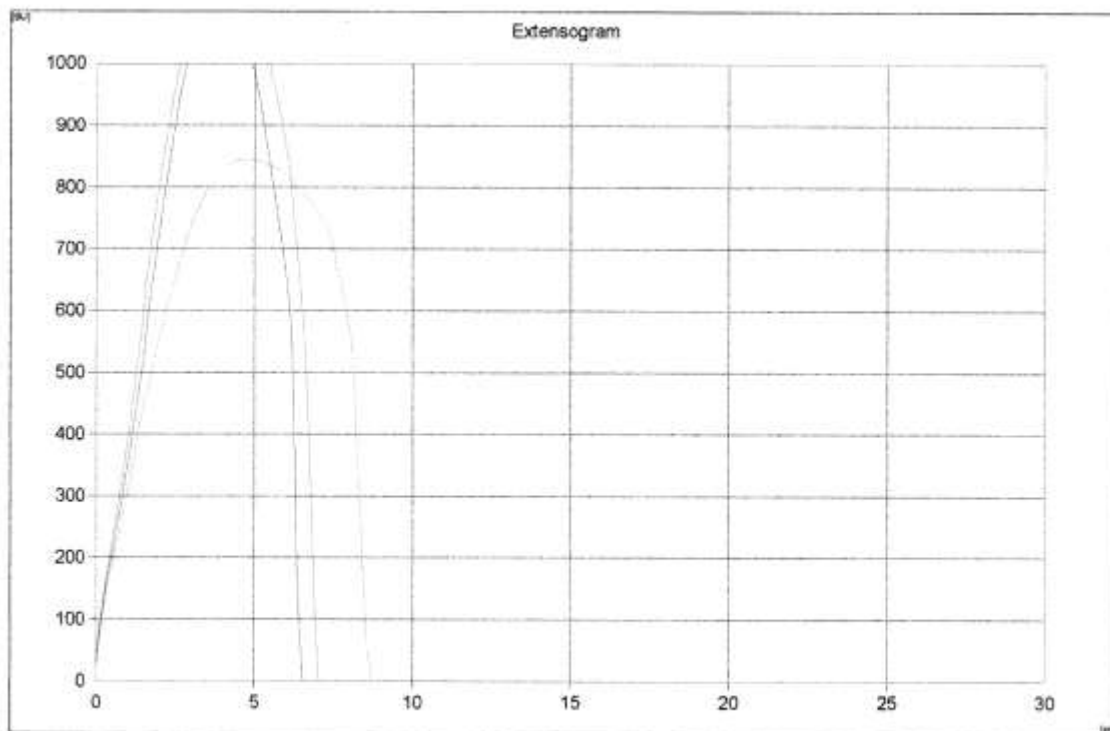
FIGURA 42. Extensografía: Mezcla de harina de trigo (85%), con harina de Chia (0%) y harina de Quinoa(15%).
Fomulación N° 12 Replica 1

Evaluation of sample: harina de trigo, h. quinua 12
 Date: 22/10/2014
 Operator:

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

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	96	100	86
Resistance to Extension [BU]:	844	1095	972
Extensibility [mm]:	87	70	65
Maximum [BU]:	845	1174	1136
Ratio Number:	9.7	15.6	14.9
Ratio Number (Max.):	9.7	16.7	17.4

Remarks:

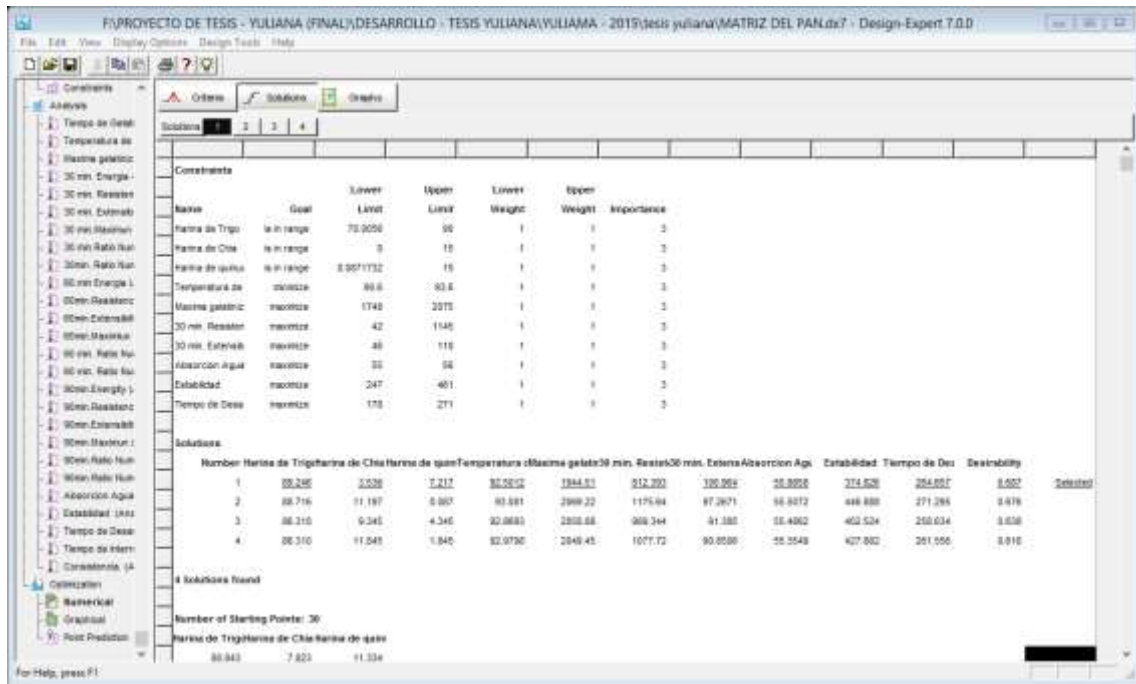


Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\chia\harina de trigo, h. quinua 12.EXD

Fuente: extensograph BRABENDE

ANEXO C-4: RESULTADOS EN DESING EXPERT

FIGURA 43. Desing expert: Muestra para la elaboracion de pan de molde



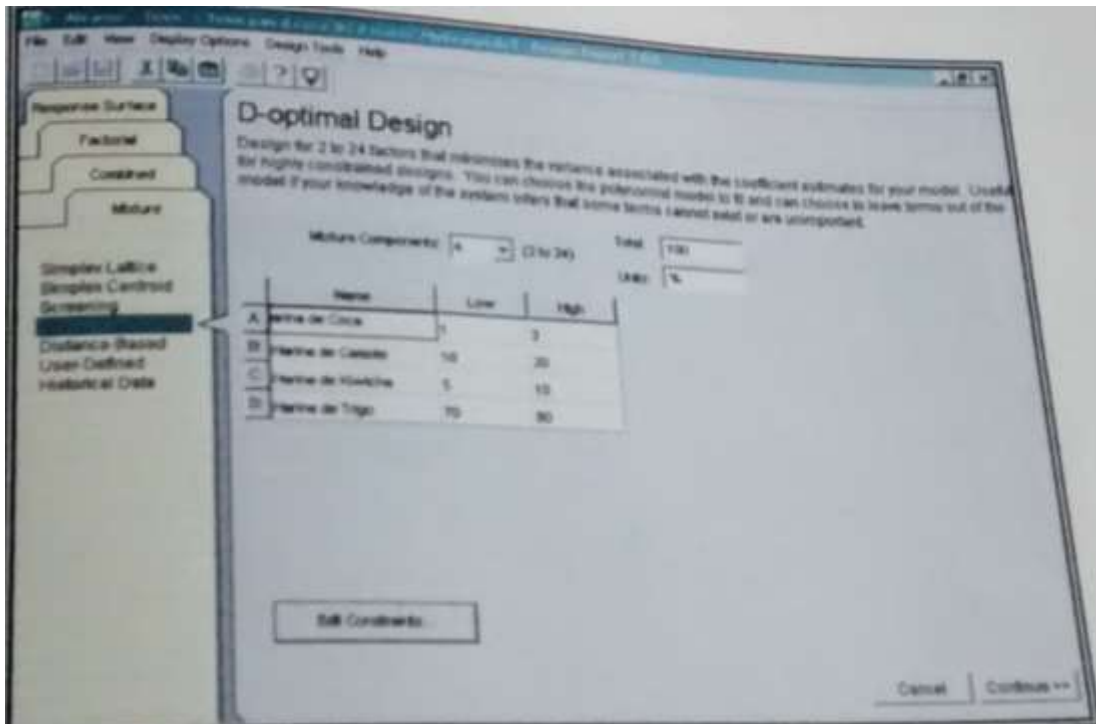
Fuente: Desing Expert

FIGURA 44. Desing expert: Muestra para la elaboración de galleta

ANEXO D:
MANEJO DEL PROGRAMA DESING EXPERT ®
ANEXO D -1: MANEJO DEL PROGRAMA DESING EXPERT ®

La etapa de generación del diseño consiste en definir el tipo de diseño (factorial superficie de respuesta, mezcla, etc.) a utilizar, en este caso se selecciona el diseño de mezcla el cual a su vez contiene 7 ítems y se escoge el D-Optimal Desing como se observa en la presente figura D- 1 después se coloca la cantidad de los componentes de la mezcla, sus respectivos nombres y también los valores altos y bajos de cada componente y se pulsa continuar.

Figura D-1



Diseño de mezcla D-Optimo generado por el programa

De lo anterior nos arroja al siguiente esquema que mostramos en la figura D-1 se introduce algunas informaciones complementarias, tales como el número de puntos centrales, el número de réplicas del diseño, etc.

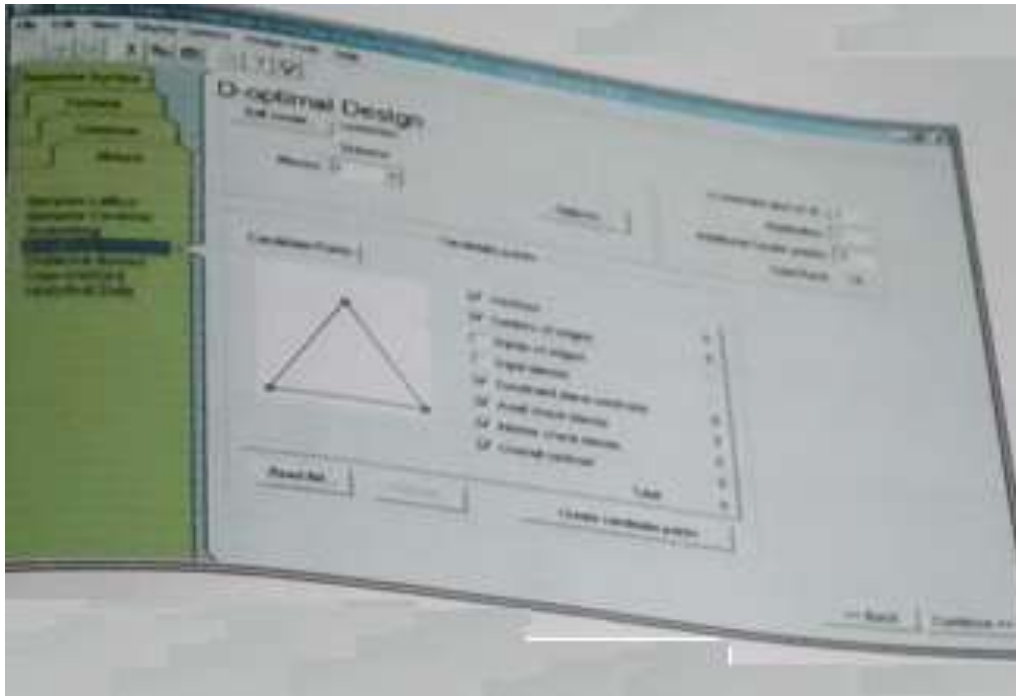


Figura D-2

Diseño de mezcla D-Optimo generado por el programa

Asimismo en la siguiente fase se le atribuyen la cantidad y sus nombres a cada una de las variables de respuesta estudiadas. Figura C-3

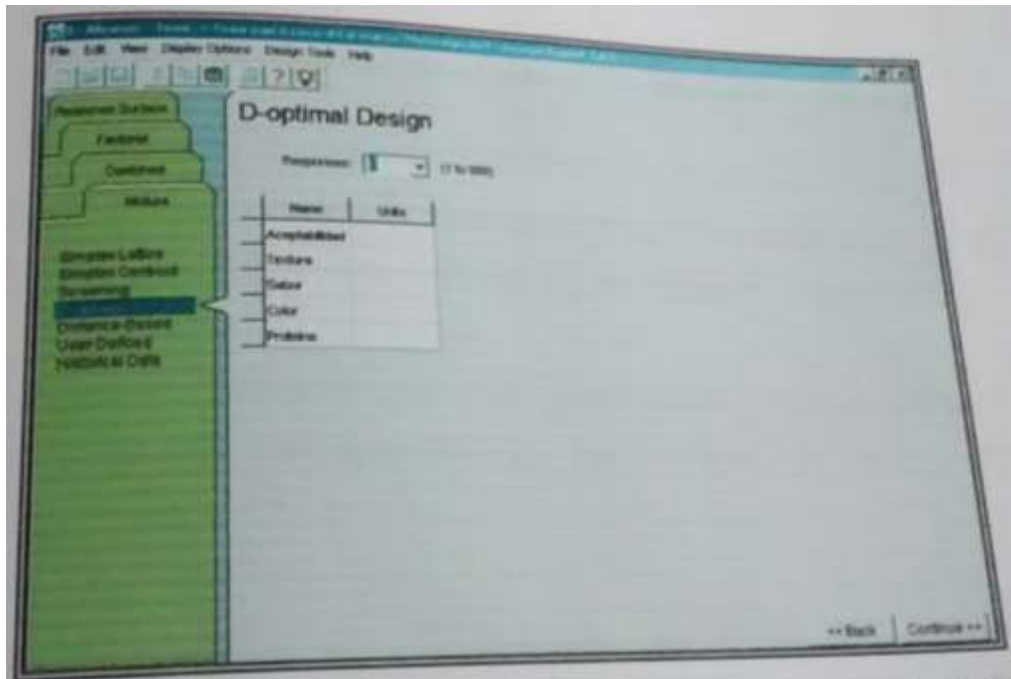


Figura D-3

Diseño de mezcla D-Optimo generado por el programa

Concluida la etapa de elaboracion del diseño, se abre una ventana (Fig. D-3) la cual se divide en tres fases:

- Desing: Resumen los atributos del diseño generado, en el cual se establece el tipo de evaluacion.
- Analysis: Se establece las evaluaciones correspondientes a cada variable de respuesta , se definiran los modelos matematicos a usar analisis de varianza, diagnosticos, modelos graficos.
- Optimizacion : Se analiza las condiciones optimas para obtener la respuesta adecuada.

Run	Block	Component 1 A: Porcentaje de T	Component 2 B: Porcentaje de C	Component 3 C: Porcentaje de S	Response 1 Absorcion de	Response 2 R2	Response 3 R3	Response 4 R4	Response 5 R5	Response 6 R6
1	1	36.000	8.913	0.007						
11	2	15.000	18.999	15.000						
1	3	36.000	4.981	5.919						
6	4	15.000	18.000	0.024						
3	5	34.988	15.000	0.332						
7	6	32.000	8.545	7.010						
5	7	36.000	5.000	15.000						
9	8	01.722	5.288	12.992						
2	9	16.000	14.004	15.000						
12	10	34.988	15.000	0.332						
4	11	15.417	8.593	15.000						
10	12	36.000	8.000	15.000						

Figura D-4

Matriz de experiencias generada por el programa para una mezcla de 3 componentes y 5 variables.

En la figura D-4 vemos la matriz de experiencias y varias columnas en blanco para la introducción de los valores de las respuestas correspondientes.

Una vez ejecutados los experimentos del diseño e introducidos los valores de las respuestas, se procede del diseño y a la evaluación de modelo.

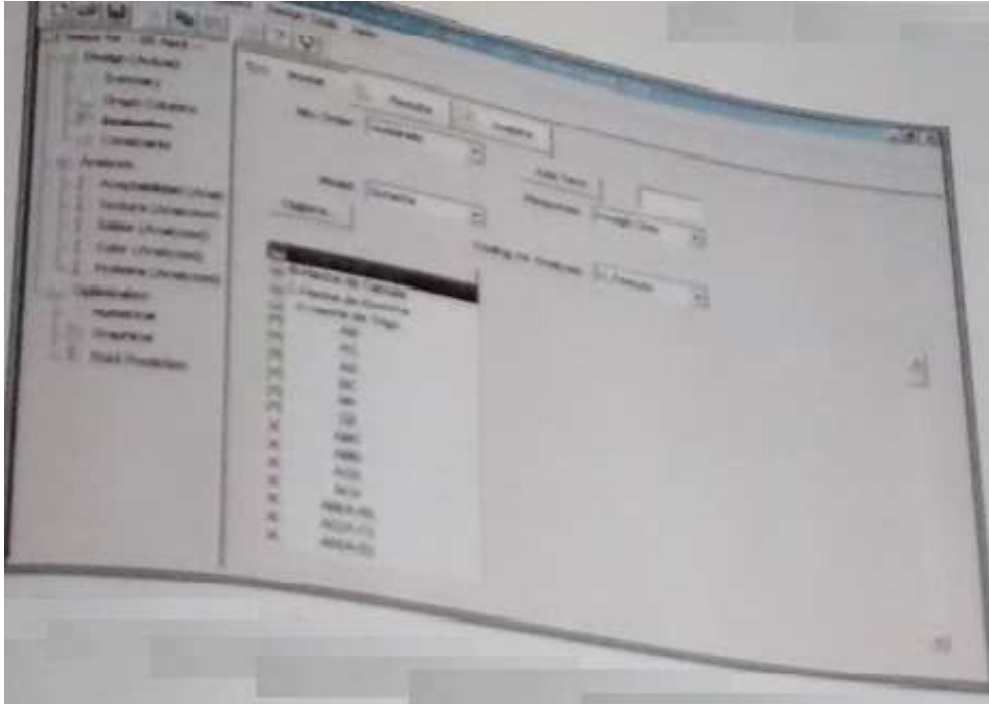


Figura D-4

Matriz de experiencias generada por el programa para una mezcla de 3 componentes y 5 variables.

Se define la compuesta y en función del diseño elegido, el programa nos permite seleccionar la función de ajuste. Una vez ajustado el modelo se procede al análisis del diseño mediante el uso de las opciones habituales análisis de la varianza Optimización : opciones graficas, etc.

Al seleccionar la opción análisis se observa los tres componentes a evaluar en la cual muestra un modelo de resumen de estadísticas la cual se tiene el modelo secuencial suma cuadradas. Modelo de resumen de estadísticas en este análisis se escoge el modelo adecuado las opciones son: lineal, cuadráticos, cúbico y cúbico especial; después tenemos la tabla ANOVA (figura D-6), en la pantalla aparecen la tabla de análisis de varianza, las estimaciones de los parámetros del modelo con sus desviaciones estándar, también se incluyen los valores de los coeficientes de determinación, el R^3 y del coeficiente de determinación corregido, el error estándar de estimación y el error absoluto medio, la ecuación final del componente analizado, etc.

La desviación estandar de la estimación en la raíz cuadrada del cuadrado medio residual y da una media de la desviación, de los residuos con respecto a la línea de ajuste. El error medio es la media de los valores absolutos de los residuos

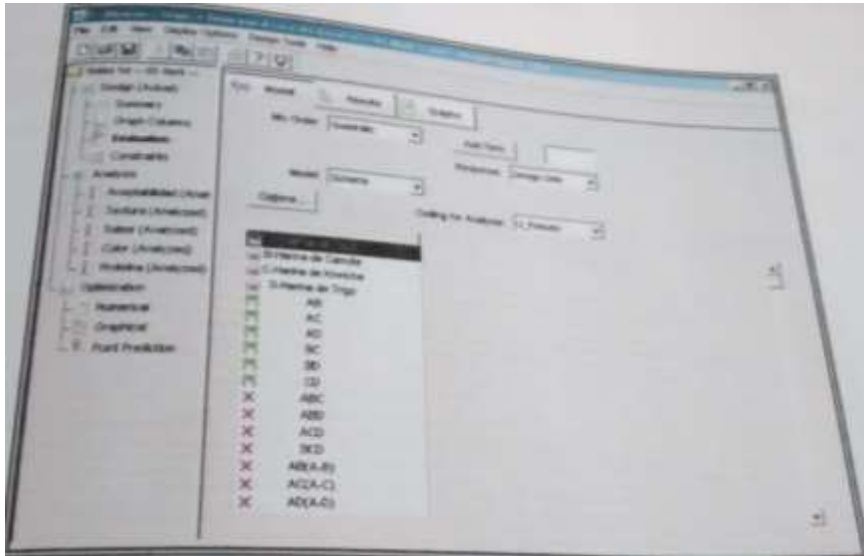


Figura D-5

Selección de la opción evaluación del modelo matemático.

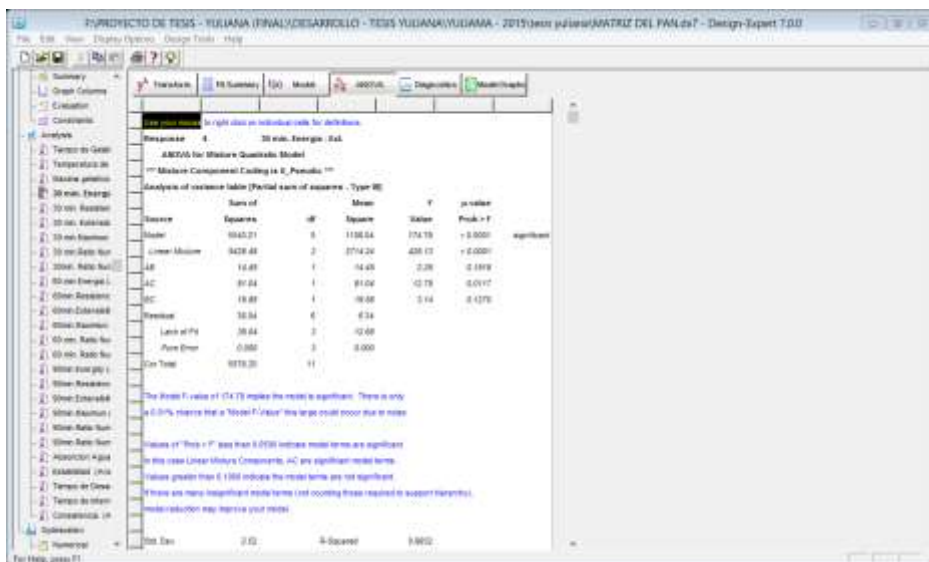


Figura D-6

Tabla de análisis de varianza ANOVA para el modelo de mezcla cuadrática.

Para la optimización de la superficie de respuesta que es un conjunto de técnicas estadísticas útiles para modelar problemas en los cuales una respuesta de interés es influida por varias variables y el objetivo es optimizar la respuesta.

Como el objetivo del estudio es determinar las condiciones en que la respuesta alcanzada su óptimo (máximo o mínimo), se recurre a la opción Optimización, en la cual se examinan, los criterios correspondientes de cada variable, esto nos proyecta a las respuestas óptimas, es decir las posibles soluciones la cual nos va a dar valores estimados de los componentes estudiados (Fig. D- 7 Y 8)

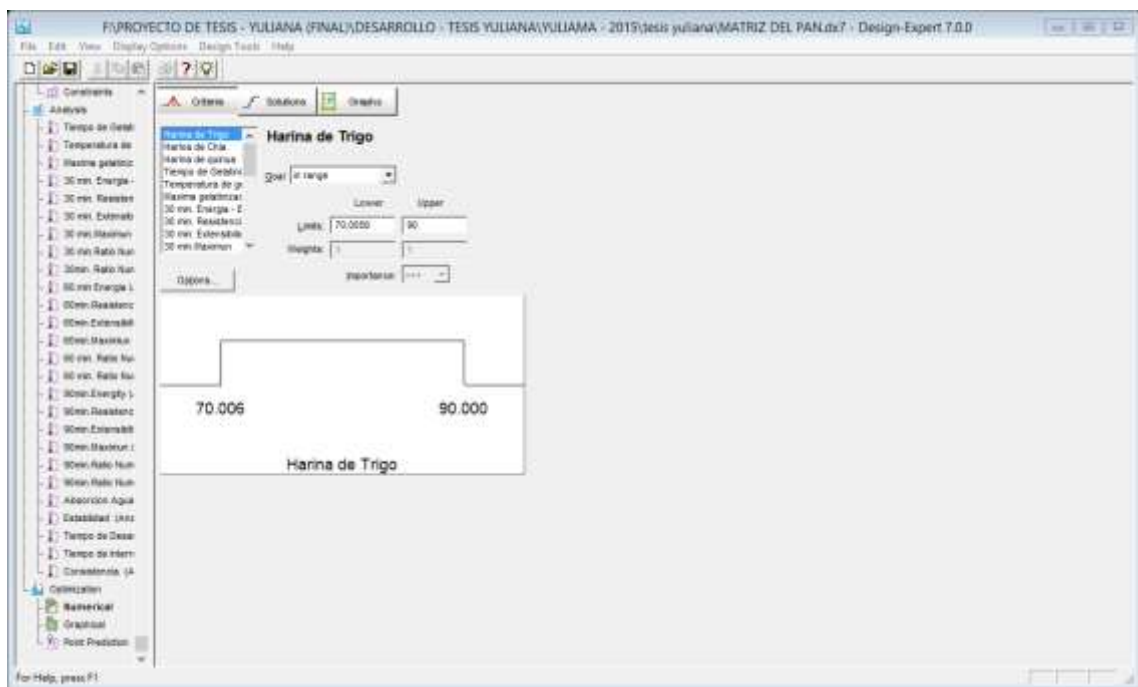


Figura D-7

Análisis de criterios

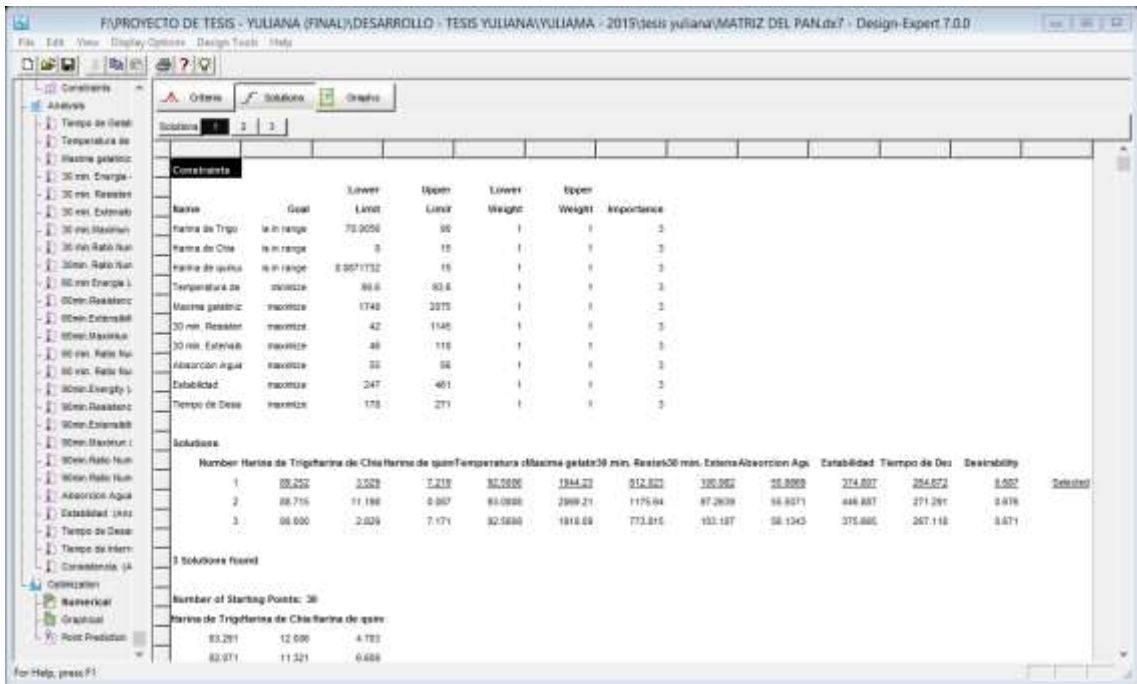


Figura D-8
Análisis de criterios

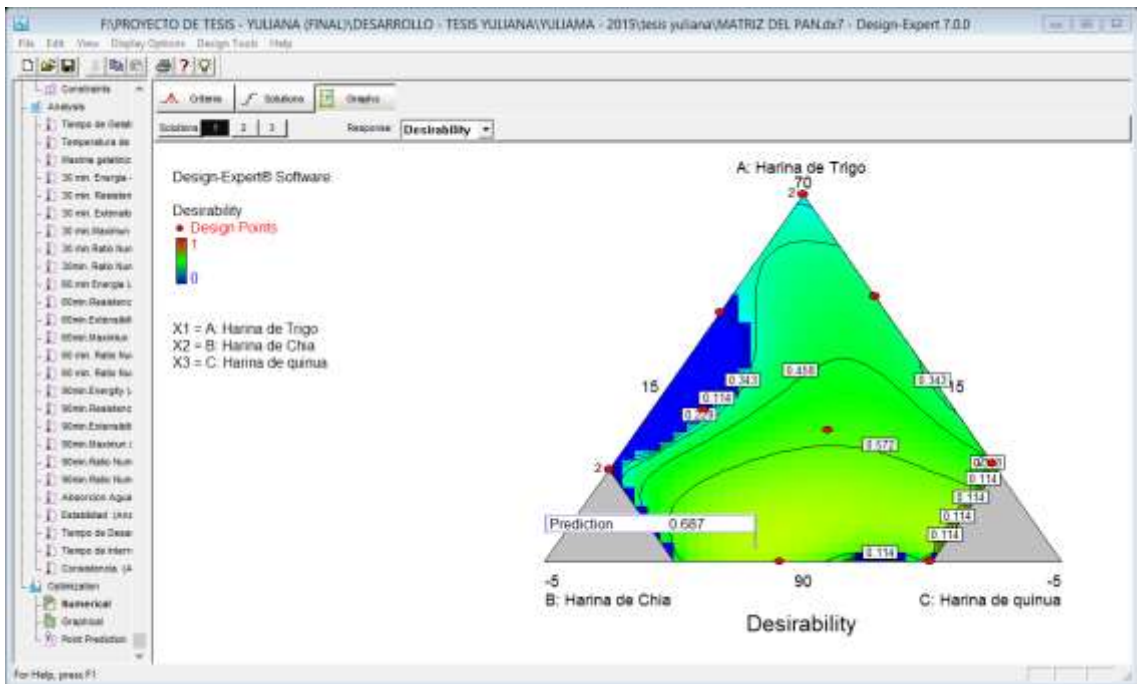


Figura D-9
Análisis de criterios

ANEXO E: FOTOGRAFIAS

ANEXO E – 1: PESADO DE LAS MUESTRAS



Fuente: Laboratorio UNS. 2014

ANEXO D – 2: ANALISIS FARINOGRÁFICO



Fuente: Laboratorio UNS. 2014

ANEXO D – 3: ANALISIS FARINOGRÁFICO - MEZCLADO



Fuente: Laboratorio UNS. 2014

ANEXO D – 4: ANALISIS FARINOGRAFÍCO - MEZCLADO



Fuente: Laboratorio UNS. 2014

ANEXO D – 5: ANALISIS FARINOGRÁFICO



Fuente: Laboratorio UNS. 2014

ANEXO D – 6: OBTENCION DE DATOS A TRAVES DEL PROGRAMA



Fuente: Laboratorio UNS. 2014

ANEXO D – 7: ANALISIS EXTENSOGRAPH



Fuente: Laboratorio UNS. 2014

ANEXO D – 8: ANALISIS AMYLOGRAPH



Fuente: Laboratorio UNS. 2014

ANEXO D – 9: AMASADO DE LA MASA PARA EL PAN



Área

Fuente:
de

panificación. Universidad señor de Sipan. 2015

ANEXO D – 10: ELABORACION DE PAN DE MOLDE



Área

Fuente:
de

panificación. Universidad señor de Sipan. 2015

