



UNIVERSIDAD PRIVADA TELESUP
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL

TESIS

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA
HARINA DE CENTENO (*Secale cereale L.*) DE LA
VARIEDAD HUASCAR Y DE LA ELABORACIÓN DEL PAN
COMO SUCEDÁNEA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AGROINDUSTRIAL

AUTORA:

Bach. VALDERRAMA ELESCANO MELISSA LISBET

LIMA - PERÚ

2020

ASESOR DE TESIS

MG. EDUARDO QUINTANILLA DE LA CRUZ

JURADO EXAMINADOR

DR. WILLIAM MIGUEL MOGROVEJO COLLANTES

Presidente

MG. EDWIN HUGO BENAVENTE ORELLANA

Secretario

MG. DANIEL SURCO SALINAS

Vocal

DEDICATORIA

A mis padres Andrés y Nancy, qué con sus enseñanzas y apoyo incondicional, logre muchos objetivos a lo largo de mi carrera, sobre todo en este gran proyecto anhelado.

A mis hijos Andréé y Ezio por ser mi mayor tesoro, mi motor y fuente de inspiración a seguir mejorando en lo profesional y personal.

A Kleber Jiménez J. por su confianza, apoyo y aliento en los momentos difíciles.

AGRADECIMIENTO

A mis hermanos, que siempre han estado presente en el desarrollo profesional de mi vida.

A la Universidad Privada Telesup, gestora de mis competencias profesionales adquiridas, por los años que he transcurrido por sus aulas.

A todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

RESUMEN

La investigación titulada: Evaluación de las características de la harina de centeno (*Secale cereale L.*) de la variedad Huáscar y de la elaboración del pan como sucedánea, el tipo de investigación aplicada; cuyo diseño experimental transversal sobre los procedimientos de la panificación con el apoyo de análisis reológicas los que se arribaron a las conclusiones siguientes:

Se determinó que el porcentaje óptimo de sustitución de la harina de centeno de la variedad Huáscar como sucedánea en la elaboración del pan es de 10%.

Las características de acidez y pH de la harina de centeno con 75 % de grado de extracción para su uso como sucedáneo en la elaboración del pan presentan los valores de 0.11 por ciento y un pH de 6.8.

En la evaluación de las mezclas con respecto al contenido de gluten y su análisis reológico en el uso de la harina de centeno como sucedáneos en la elaboración del pan óptimo presenta un buen volumen (176 cm^3) pese a que en su formulación no incluye mejorador, acidez (0.20%) adecuada; un buen contenido de proteína (11.52%), grasa (1.06%), fibra (0.83%) y minerales como fosforo (162.9 mgr/100gr) y potasio (181.6 mgr/100gr)

En su caracterización física, fisicoquímica, sensorial y microbiológica del mejor tratamiento de la harina de centeno como sucedáneo en la elaboración del pan estuvo compuesto por la harina de trigo (12.85%) tienen mayor proteína que la harina de centeno (10.19%) mientras que la harina de centeno tienen mayor grasas (1.46%), fibra (0.95%), ceniza (1.37%) y carbohidrato (74.08%) que la harina de trigo; la harina de centeno es harina popular por el contenido de humedad (11.95%), ceniza (1.37%) y acidez (0.16%) niveles de sustitución de 5% y 10% producen una masa con equilibrio normal entre la tenacidad y la extensibilidad; es decir existe equilibrio entre la capacidad de retención de gases en la fermentación y la absorción de agua de la masa; con los límites microbiológicos dados por DIGESA.

Palabras claves: Sucédáneos, reología, harina de centeno

ABSTRACT

The investigation titled evaluation of the characteristics of the rye flour (Secale cereale l) of the Huascar variety and of the elaboration of the bread as a substitute, the type of applied investigation, whose design experiences transversal on the baking procedures with the support of rheological analyzes which reached the following conclusions:

It was determined that the optimal percentage of substitution of the rye flour of the Huáscar variety as a substitute in the preparation of bread is ten percent.

The acidity and pH characteristics of rye flour with 75% extraction degree for its use as a substitute in making bread present values of 0.11 percent and a pH of 6.8.

In the evaluation of the mixtures with respect to the gluten content and their rheological analysis in the use of rye flour as substitutes in the preparation of optimal bread, it presents a good volume (176 cm³) despite the fact that its formulation does not include an improved, adequate acidity (0.20%); a good content of protein (11.52%), fat (1.06%), fiber (0.83%) and minerals such as phosphorus (162.9 mg / 100gr) and potassium (181.6 mgr / 100gr)

In its physical, physicochemical, sensory and microbiological characterization of the best treatment of rye flour as a substitute for making bread, it was composed of wheat flour (12.85%), they have higher protein than rye flour (10.19%) while rye flour has higher fat (1.46%), fiber (0.95%), ash (1.37%) and carbohydrate (74.08%) than wheat flour; rye flour is popular flour because of the moisture content (11.95%), ash (1.37%) and acidity (0.16%) substitution levels of 5% and 10% produce a dough with normal balance between toughness and extensibility; In other words, there is a balance between the gas retention capacity in fermentation and the water absorption of the dough; with the microbiological limits given by DIGESA.

Keywords: Substitutes, rheology, rye flour

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA.....	i
ASESOR DE TESIS.....	ii
JURADO EXAMINADOR.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.1. Planteamiento del problema.....	15
1.2. Formulación del problema.....	17
1.2.1. Problema general.....	17
1.2.2. Problemas específicos.....	17
1.3. Justificación del estudio.....	18
1.4. Objetivos de la investigación.....	19
1.4.1. Objetivo general.....	19
1.4.2. Objetivos específicos.....	19
II. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	21
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	21
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	26
2.2. Bases teóricas de las variables.....	30
2.2.1. Variable independiente: Harina de Centeno de la Variedad Huáscar.....	30
2.2.2. Variable dependiente: Mezclas de harinas sucedáneas.....	38
2.3. Definición de términos básicos.....	46
III. MÉTODOS Y MATERIALES.....	53
3.1. Hipótesis de la Investigación.....	53
3.1.1. Hipótesis general.....	53
3.1.2. Hipótesis específicas.....	53
3.2. Variables de Estudio.....	54
3.2.1. Definición conceptual.....	54

3.2.2. Definición operacional.....	55
3.3. Tipo y Nivel de Investigación	55
3.3.1. Tipo de investigación.....	55
3.3.2. Nivel de investigación.....	56
3.4. Diseño de la Investigación	56
3.5. Población y muestra de estudio.....	56
3.5.1. Población.....	56
3.5.2. Muestra.....	57
3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos	57
3.6.1. Técnicas de recolección de datos.....	57
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.....	57
3.7. Métodos de análisis de datos	57
3.8. Aspectos éticos	60
IV. RESULTADOS.....	61
4.1. Resultado de la harina de centeno variedad Huáscar.....	61
4.2. Resultado de la caracterización de la harina de trigo, harina de centeno de la variedad Huáscar y mezcla	62
4.3. Evaluación de las sustituciones de la harina de trigo por centeno de la variedad Huáscar.....	63
4.4. Resultados de los tratamientos en estudios.....	76
4.4.1. Resultados de los análisis físicos.....	76
4.5. Resultados de la caracterización del tratamiento óptimo.....	81
4.5.1. Resultado de la elaboración del pan óptimo	81
4.6. Resultados de la Estadística Inferencial para la Contrastación de las hipótesis.....	85
4.6.1. Resultados para la contrastación de las hipótesis específicas.....	85
4.6.2. Resultados para la contrastación de la hipótesis general.....	97
V. DISCUSIÓN.....	102
5.1. Discusión sobre los resultados de rendimiento de la harina de centeno variedad Huáscar.....	102
5.2. Discusión de los resultados de la caracterización de la harina de trigo, harina de centeno de la variedad Huáscar y mezclas.....	102
5.3. Discusión de los resultados de la evaluación de las sustituciones de la harina de trigo por centeno de la variedad Huáscar.....	103
5.4. Discusión de los resultados de los tratamientos en estudios con respecto a los análisis físicos.....	105
5.5. Discusión de los resultados de la caracterización del tratamiento óptimo.....	107
5.6. Discusión de los resultados de la Estadística Inferencial para la Contrastación de las hipótesis.....	108
5.6.1. Discusión de la contratación de las hipótesis específicas.....	108

5.6.2. Discusión de la contratación de la hipótesis general.....	109
VI. CONCLUSIONES.....	110
VII. RECOMENDACIONES.....	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113
ANEXOS.....	123
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	124
Anexo 2. Matriz de Operacionalización.....	126
Anexo 3. Instrumentos.....	127
Anexo 4. Propuesta de valor.....	128
Anexo 5 Tabla de T Student.....	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química proximal de la harina de centeno variedad Huáscar.....	38
Tabla 2. Definición operacional de las variables.....	55
Tabla 3. Etapas del diseño experimental de la investigación.....	59
Tabla 4. Composición químico proximal de la harina de trigo y harina de centeno de la variedad Huáscar.....	62
Tabla 5. Acidez iónica y acidez titulable de la harina de trigo y harina de centeno de la variedad Huáscar.....	63
Tabla 6. Gluten húmedo y gluten seco de la harina con 5 niveles de sustitución.....	63
Tabla 7. Consistograma de la harina con 5 niveles de sustitución.....	64
Tabla 8. Alveograma de la harina con 5 niveles de sustitución.....	70
Tabla 9. Resultado del peso del pan con 5 niveles de sustitución.....	76
Tabla 10. Volumen y volumen específico del pan con 5 niveles de sustitución.....	76
Tabla 11. Acidez iónica (pH) y acidez titulable del pan con 5 niveles de sustitución.....	77
Tabla 12. Promedio de las calificaciones del pan con 5 niveles de sustitución.....	78
Tabla 13. Resultado del análisis de varianza para el atributo aroma.....	79
Tabla 14. Resultado del análisis de varianza para el atributo sabor.....	79
Tabla 15. Resultado del análisis de varianza para el atributo textura.....	80
Tabla 16. Resultado del análisis de varianza para el atributo apariencia general.....	80
Tabla 17. Resultado del análisis de varianza para el atributo color.....	81
Tabla 18. Balance de materia en la elaboración del pan optimo en base a 1960 gramos.....	82
Tabla 19. Peso, volumen, volumen específico, acidez iónica (pH) y acidez titulable del pan óptimo.....	83
Tabla 20. Resultado de la composición químico proximal del pan óptimo.....	83
Tabla 21. Resultados del contenido de minerales del pan óptimo.....	84
Tabla 22. Resultados de los límites microbiológico del pan óptimo.....	85
Tabla 23. Comparación de dos variables Acidez harina de centeno & Uso como sucedáneos (%).....	86
Tabla 24. Distribuciones de Probabilidad o Distribución: Normal.....	87
Tabla 25. Comparación de dos variables Mezcla de contenido de gluten (%) & Uso como sucedáneos (%).....	91
Tabla 26. Comparación de dos variables las características de calidad (físicas, fisicoquímicas, sensorial y microbiológicas) & Normas de comercialización.....	95
Tabla 27. Comparación de dos variables Porcentaje optimo sustitución & Uso como sucedáneos (%).....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de elaboración de pan.....	50
Figura 2. Diagrama de flujo cualitativo de la obtención de la harina de centeno.....	61
Figura 3. Consistograma de la harina al 0% de sustitución.	65
Figura 4. Consistograma de la harina al 5 % de sustitución.	66
Figura 5. Consistograma de la harina al 10 % de sustitución.	67
Figura 6. Consistograma de la harina al 15% de sustitución.	68
Figura 7. Consistograma de la harina al 20% de sustitución.	69
Figura 8. Alveograma de la harina al 0% de sustitución.	71
Figura 9. Alveograma de la harina al 5 % de sustitución.	72
Figura 10. Alveograma de la harina al 10% de sustitución.	73
Figura 11. Alveograma de la harina al 15 % de sustitución.	74
Figura 12. Alveograma de la harina al 20% de sustitución.	75
Figura 13. Gráfico de la distribución paramétrica para ver la tendencia paramétrica de los datos en la Constratación de las Hipótesis	87
Figura 14. Distribución de las densidades suavizadas para la comparación de promedios.	88
Figura 15. Gráfico de cajas y bigotes de la Comparación de variables acidez de la harina de centeno de la variedad Huáscar como uso sucedáneos	90
Figura 16. Gráfico de cajas y bigotes de la Comparación de variables mezcla del contenido de gluten de la harina de centeno de la variedad Huáscar como uso sucedáneos	94
Figura 17. Gráfico de cajas y bigotes de la Comparación de variables las características de calidad (físicas, fisicoquímicas, sensorial y microbiológicas) & Normas de comercialización	97
Figura 18. Gráfico de cajas y bigotes de la Comparación de variables porcentaje óptimo de sustitución & uso como sucedáneo.....	101

INTRODUCCIÓN

La presente investigación denominada Evaluación de las características de la harina de centeno (*Secale cereale L.*) de la variedad Huáscar y de la elaboración del pan como sucedánea; complementa la necesidad que el desarrollo de la gastronomía, que lidera los sistemas de producción, que el consumidor exige en la actualidad: bienes de producción que tengan las tendencias funcionales y de cuarta gama como son los usos de harinas sucedáneas como lo muestra el centeno de la variedad Huáscar; por estas consideraciones se establecieron los objetivos siguientes:

Determinar el porcentaje óptimo de sustitución de la harina de centeno de la variedad Huáscar como sucedánea en la elaboración del pan.

Determinar las características de acidez y pH de la harina de centeno con 75 % de grado de extracción para su uso como sucedáneo en la elaboración del pan.

Efectuar la evaluación de las mezclas con respecto al contenido de gluten y su análisis reológico en el uso de la harina de centeno como sucedáneos en la elaboración del pan.

Realizar la caracterización física, fisicoquímica, sensorial y microbiológica del mejor tratamiento de la harina de centeno como sucedáneo en la elaboración del pan.

El contenido del informe está estructurado en siete capítulos, de la siguiente manera:

CAPÍTULO I. Contiene el planteamiento del problema, abarcando la caracterización de la problemática, formulación del problema, objetivos de la investigación, justificación e importancia y delimitación del problema de la evaluación de las características de la harina de centeno (*Secale cereale L.*) de la variedad Huáscar y de la elaboración del pan como sucedánea.

CAPÍTULO II. Guarda relación con el desarrollo del marco teórico, comprendiendo los antecedentes de la investigación, teoría científica que fundamenta el estudio, y el marco teórico conceptual.

CAPÍTULO III. Abarca la parte metodológica de la investigación, en la que incluye el tipo y nivel, el método y diseño de investigación, población y muestra, procedimientos de la investigación, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de análisis y procesamiento de datos.

CAPÍTULO IV. Detalla el análisis e interpretación de los resultados las discusiones de la evaluación de las características de la harina de centeno (*Secale cereale L.*) de la variedad Huáscar y de la elaboración del pan como sucedánea

Finalmente, en los capítulos V, VI y VII se ha establecido las respectivas discusiones, conclusiones y recomendaciones obtenidas.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La harina de trigo, se usa como un ingrediente mayoritario insustituible en cualquier dieta equilibrada por su complejidad de sus proteínas, almidón y su gluten que le permite características reológicas especiales y su aptitud en la panificación y pastelería.

La Gliadina y Glutenina en un aproximado de 85 por ciento que pertenecen a las proteínas insolubles que en conjunto reciben el nombre de gluten debido a su capacidad para aglutinarse cuando se las mezcla generando una malla que recibe igualmente el nombre de gluten. Esta propiedad que poseen las proteínas de trigo, pero existe otro cereal como el centeno tiene este comportamiento no en su totalidad, pero si tiene la aptitud de procesamiento para establecer una forma de sucedáneo en la elaboración de productos panificables por las características reológicas y plásticas que presenta como lo indica Mesas & Alegre, (2002)

La harina, materia prima esencial en la elaboración del pan, debe ajustarse a unos parámetros de calidad para que sea adecuada en panificación. Entre ellos destaca la fuerza de la masa elaborada con esa harina (fuerza de la harina) la cual depende de la cantidad y calidad de su gluten y se mide con el Alveógrafo de Chopin (Mesas & Alegre, 2002). Con las características necesarias para elaborar pan de buena calidad (Torres, Jiménez, & Bárcenas, 2014), además el desarrollo de tecnologías de transformación de granos que favorecen de manera considerable la elaboración de una gran cantidad de productos que aportan propiedades benéficas para la salud, y está generando un incremento importante en la elaboración de productos de harina de trigo sustituidas con harinas obtenidas de otros granos, ya que estos pueden aportar componentes como fibra, proteínas, aceites esenciales y componentes bioactivos derivados de la transformación propia de estos granos enteros y molidos.

Sánchez H, Osella C, De la Torre M. El pan es un producto de alto consumo en todo el mundo. Existe, sin embargo, un grupo poblacional que presenta intolerancia a las prolaminas (gluten) presentes en el trigo. Este síndrome, se caracteriza por una mala absorción intestinal y puede llevar a una severa malnutrición. (2008, pp. 416-419)

Miñarro B, Capellas M, Albanell E. Los trabajadores con síndrome de mala absorción, presentan una intolerancia de severidad variable, que se da por estar predispuestos genéticamente. Este síndrome es el resultado de factores intrínsecos (genéticos) y extrínsecos (ambientales), variables que explican el amplio espectro de manifestaciones clínicas, desde trabajadores asintomáticos hasta casos severos de mal absorción. Esta enfermedad no tiene cura, pudiéndose presentar a cualquier edad y el tratamiento es una dieta sin gluten, así mismo se conoce que en Europa la prevalencia de esta enfermedad es de 1 entre 130-300 individuos. (2009, pp. 60-62)

Torres R, González R, Sánchez H, Osella C, De la Torre M. Entre, los cereales considerados aptos para ser consumidos, por su bajo contenido en prolaminas, son el maíz, arroz, sorgo. Sin embargo, el arroz o cualquier otro de los cereales mencionados, como sustitutos del trigo, tienen poca aceptabilidad, debido a la falta de propiedades viscoelásticas que posee las proteínas formadoras de gluten (prolamina) presentes en el trigo. (1999, pp. 162-165)

Alvis A, Pérez L, Arrazola G. Con el fin de obtener un pan con características similares al elaborado con trigo y que sea aceptable, se han realizado diversos ensayos, donde se han incorporado a la formulación ingredientes capaces de aportar propiedades viscoelásticas a la masa que contribuyan a la retención del gas producido durante la fermentación. (2011, pp. 416-419)

Ward F, Andon S. Entre los ingredientes hidrocoloides capaces de mejorar las propiedades viscoelásticas en panes, son la hidroxipropilmetilcelulosa, goma xántica, goma guar, carboximetilcelulosa y gelatina. (2002, pp. 52-55)

Moreno, J. et. al. Dice: Por otro lado, el Maíz, es un cereal peruano que ya ha sido industrializado, la encontramos en numerosas partes del mundo, se puede desarrollar en una gran variedad de climas que van desde el trópico hasta los climas templados, desde el nivel del mar hasta altitudes de 300 msnm, su larga data de consumo indica una seguridad alimentaria como complemento nutricional económico. Además, el grano de maíz tiene valores relativamente altos de hidratos de carbono, por lo cual es un alimento energético que proporciona fuerza y calor al organismo. Esta energía proviene de los polisacáridos, especialmente el almidón que ocupa una buena parte del grano. Los valores de vitaminas y minerales son moderados. El contenido de proteínas es regular y su distribución en las distintas partes del grano es diferente, la cubierta casi no tiene proteína, el endospermo es la parte más rica de este elemento y en menor cuantía se encuentra en el germen. (2015)

Por lo descrito anteriormente, nos planteamos el siguiente tema de investigación, **EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA HARINA DE CENTENO (*Secale cereale L.*) DE LA VARIEDAD HUASCAR Y DE LA ELABORACIÓN DEL PAN COMO SUCEDÁNEA.**

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cuáles es el porcentaje óptimo de sustitución de la harina de centeno de la variedad Huáscar como sucedánea en la elaboración del pan?

1.2.2. Problemas específicos.

¿Cuáles son las características de acidez y pH de la harina de centeno con 75 % de grado de extracción para su uso como sucedáneo en la elaboración del pan?

¿Cuál es la evaluación de las mezclas con respecto al contenido de gluten y su análisis reológico en el uso de la harina de centeno como sucedáneos en la elaboración del pan?

¿Cuál es la caracterización física, fisicoquímica, sensorial y microbiológica del mejor tratamiento de la harina de centeno como sucedáneo en la elaboración del pan?

1.3. Justificación del estudio

En la actualidad con el desarrollo de la gastronomía y el desarrollo de los productos de consumo diario como la panificación y pastelería y su creciente demanda de productos libres de gluten ha favorecido el desarrollo de numerosos productos de panadería que buscan imitar las características de calidad de sus homólogos elaborados con trigo.

La producción peruana en especial en su producción artesanal y en provincias existe la tendencia del uso de sucedáneos con cereales y pseudos cereales como quinua, kiwicha pero sin una validación técnica para el control de sus tecnologías con valores científicos dentro de las técnicas usadas en panificación que deben realizarse ya que las poblaciones de las urbes con nuevos estilos de vida, la alimentación saludable y la necesidad de consumo de este tipo de productos incluso por la necesidad de las personas con celiaquía, ya que hay una demanda creciente de panes que incluyan componentes saludables, que proporcionen beneficios a la salud, siendo los granos andinos potenciales sustitutos de la harina de trigo, por lo que hace falta impulsar el desarrollo de las variedades de trigo, cebada, quinua, avena y kiwicha con aptitud de procesamiento a ello se suma que la población andina cultiva este tipo de granos y cereales, asegurará su alimentación en su sitio de producción y consumo asegurando su seguridad alimentaria.

Considerando la tendencia como lo indica Fernández A. (2012) en el Perú, no existen datos de prevalencia sobre síndrome de mala absorción, además el estado no lo incluye en su política de salud pública. En el mercado nacional hay

poca diversidad de productos que no contienen gluten y los pocos que existentes en el mercado suelen encontrarse en supermercados con precios elevados, algunos son importados. Por otro lado, se conoce que los estadounidenses cada año incrementan su gasto en un 14,6% en alimentos libres de gluten.

Sánchez H, González R, Osella C, Torres R, De la torre M. El arroz, ha sido objeto de investigaciones recientes con el fin de sustituir al trigo en la formulación de nuevos productos a base de pan, por su bajo contenido en prolaminas, carácter insípido, bajo concentración de sodio y alto contenido de azúcares de fácil digestión. (2008)

Jurado B, Fuertes C, Tomas G, Ramos E, Arroyo J, Cáceres R, Inocente M, Alvarado B, Rivera B, Ramírez M, Ostos H, Cárdenas L. estudiaron el gel extraído del nostoc como un compuesto viscosante para su uso en productos alimenticios, realizaron el análisis fisicoquímico, microbiológico y toxicológico, así garantizaron su inocuidad, recomendando su aplicación para consumo humano. (2014)

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general.

Determinar el porcentaje óptimo de sustitución de la harina de centeno de la variedad Huáscar como sucedánea en la elaboración del pan.

1.4.2. Objetivos específicos.

Determinar las características de acidez y pH de la harina de centeno con 75 % de grado de extracción para su uso como sucedáneo en la elaboración del pan

Efectuar la evaluación de las mezclas con respecto al contenido de gluten y su análisis reológico en el uso de la harina de centeno como sucedáneos en la elaboración del pan

Realizar la caracterización física, fisicoquímica, sensorial y microbiológica del mejor tratamiento de la harina de centeno como sucedáneo en la elaboración del pan.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales.

Pacheco A. (2016) este artículo científico titulado “Elaboración de panes sin gluten utilizando harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y almidón de papa (*Solanum tuberosum*)”, tuvo como objetivo encontrar la mejor formulación de un pan que no contenga gluten; a base de harinas de quinua y papa, en la cual utilizó un método de diseño de mezclas. La autora determinó formulación óptima en cuanto a los factores estructura alveolar, volumen, y concentración proteica del pan. Luego realizó una prueba de aceptación sensorial, en la que encontró los mejores resultados con 33,04% de harina de quinua, 20% de harina de papa y 46,96% de agua sobre la masa principal, con un volumen de 1,9 cm³/gr y estructura alveolar de 34,54 alvéolos/mm².

Angeleth P. (2016) este artículo científico titulado “*Elaboración de panes sin gluten utilizando harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y almidón de papa (Solanum tuberosum)*”. El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad determinar la formulación óptima de un tipo de pan libre de gluten; que mejore el volumen, estructura de miga y contenido proteico, variando la concentración de harina de quinua, almidón de papa y agua; aplicando el método de diseño de mezclas.

Para efectos de esta investigación, se evaluó en una primera etapa la composición proximal de los ingredientes que componen la masa principal del pan, estos ingredientes fueron la harina de quinua, almidón de papa y agua, a los cuales se aplicó un diseño de mezclas axial con restricciones mínimas y máximas sobre los porcentajes de los mismos. En una segunda etapa tomando el mencionado diseño se determinó dentro del universo de posibilidades de mezclas en un triángulo simplex los puntos que definieron las formulaciones experimentales (19 en total), en donde se evaluaron las variables de respuesta para cada formulación,

siendo éstas el volumen específico, estructura alveolar y contenido proteico del pan horneado. En una tercera etapa se optimizó las variables de respuesta utilizando el criterio de deseabilidad global a partir de la zona de formulación factible de los modelos estimados. La formulación óptima presentó 33,04 por ciento de harina de quinua, 20 por ciento de almidón de papa y 46,96 por ciento de agua sobre la masa principal, teniendo un volumen específico de 1,9 cm³ /gr, estructura alveolar de 34,54 alvéolos/mm² y 8,7 por ciento de proteínas. Finalmente se caracterizó fisicoquímicamente la formulación óptima, así mismo se le evaluó sensorialmente.

Ajan B., José P., (2016) este artículo científico titulado "*Efecto de exopolisacáridos de Lactobacillus reuteri en la elaboración de masa madre con harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd) variedad blanca "salcedo inia" y roja "pasankalla" para la obtención de pan ácido libre de gluten*". La presente investigación se realizó con el objetivo de determinar el efecto del contenido de Exopolisacáridos de *Lactobacillus reuteri* en masa madre, elaboradas a partir de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*): Blanca "Salcedo INIA" y roja "Pasankalla" y de esta forma elaborar un pan libre de gluten.

La masa madre se elaboró con harina de quinua por ser este un pseudo cereal sin gluten, presentar un alto contenido nutricional, por el incremento del volumen de producción a la actualidad, y debido a que no existen antecedentes que trabajen con distintas variedades de quinua. Luego de cuantificar el EPS producido in situ en la masa madre (0, 4, 8, 12, 16, 20, 24 y 28 horas), se observó el máximo valor a las 8 horas.

Y que entre las 8 y 12 horas el volumen de incremento máximo es de, 85 cm³ para la harina blanca "Salcedo INIA" y de 122 cm³ para la harina roja "Pasankalla". El EPS denota un decrecimiento relacionado con la acidez, teniéndose un valor de 0.776 % de á c. Láctico para la concentración óptima de EPS en la harina blanca "Salcedo INIA" y de 0.825 %de ác. Láctico para la concentración óptima de EPS en la harina roja "Pasankalla". El incremento de los valores de la acidez expresada en ácido láctico se corrobora con la disminución de

los valores de pH. También se realizó un análisis de pH y acidez los cuales no presentaron una variación significativa durante las 24 horas de evaluación.

Zegarra S. (2018) en la investigación *ELABORACIÓN DE UN PAN APTO PARA CELIACOS A BASE DE HARINA DE CHENOPODIUM PALLIDICAULE AELLE (CAÑIHUA) Y EVALUACIÓN DE SU ACEPTABILIDAD SENSORIAL*. (Tesis de Doctorado en Nutrición). Universidad San Ignacio de Loyola. Lima. Perú. La presente investigación tuvo como objetivo elaborar un pan apto para celíacos a partir de harina de cañihua y evaluar su grado de aceptabilidad por consumidores celíacos. Se propusieron y elaboraron tres formulaciones en las que se variaron los porcentajes de harina de cañihua (7,6% 9,5% y 8,3 %), almidón de yuca (19 %, 21% y 15,4%), suero de leche (3,8%) y goma Xantán (0,6 y 1,2%).

Fue el Método Directo el que se siguió para la elaboración del pan, el tiempo y temperatura de fermentación fueron de 90 minutos y 40°C respectivamente, así como el horneado se realizó a 180 °C por 20 minutos. A las tres formulaciones de pan se les realizó el perfil de textura luego fueron evaluadas por un panel sensorial semi entrenado (76 personas). Es a partir de estos resultados que se determinó que el pan que contenía; 8,3% harina de cañihua,15,4% almidón de yuca,3,8% de suero de leche y 1,2% de goma Xantan fue el que presentó mayor aceptabilidad. Posteriormente se determinó en dicho pan el contenido de gluten obteniéndose un valor no mayor a 20ppm por lo que de acuerdo a la legislación Codex tendría la denominación de exento de gluten.

Se realizó el análisis físico químico y microbiológico encontrándose dentro de los parámetros establecidos para un pan según la R.M. 1020- 2010/ MINSA. El análisis proximal del pan de Cañihua mostró un contenido de proteínas de 12,63%, grasa 12,58% cenizas 1,97%, fibra dietaria 5,34 %, carbohidratos 67,52% y una humedad del 20,96%. El pan de cañihua fue evaluado sensorialmente por un panel de celíacos consumidores habituales de pan quienes establecieron para este producto una aceptabilidad general de 4,6 / 5 puntos de una escala hedónica lo que equivalió a un “me gusta mucho”.

Vera D. (2017) en la investigación *ELABORACION DE PAN DE MOLDE SIN GLUTEN EMBOLSADO A BASE DE HARINA DE ARROZ (Olyza saliva) Y HARINA PAPA (Solanum tuberosum) Y USO DE HIDROCOLOIDES*. (Tesis de Pregrado) Escuela de Ingeniería de Alimentos. Universidad Nacional del Callao. Callao. Perú. En la presente investigación se elaboró un pan de molde libre de gluten con harina de papa, harina de arroz y uso de hidrocoloides y se tuvo como objetivo determinar si el proceso de elaboración, calidad y tiempo de vida útil dependerá del porcentaje de harina de papa, harina de arroz, goma xanthan y goma de tara. Esto con el fin de contribuir a la problemática de la falta de variedad de productos libres de gluten en el mercado.

La investigación se dividió en 4 etapas; la primera etapa consistió en la obtención y caracterización de las harinas sucedáneas de papa y arroz, la segunda etapa consistió en la elaboración de los panes de molde con las diferentes formulaciones, la tercera etapa consistió en la evaluación físico-química y sensorial de los panes de molde y por último la cuarta etapa consistió en determinar la vida útil de los panes de molde.

Se aplicó un diseño de investigación experimental puro con post prueba y grupo control y se obtuvo como resultado que el pan de molde libre de gluten con 70% de harina de arroz, 30% de harina de papa y 2% de mezcla de goma xanthan y goma de tara (2:1), obtuvo los mejores resultados en volumen específico, relación A/H y una aceptación del 80% de los consumidores habituales intolerantes al gluten.

Anticona, A. (2017) en su investigación "*COMPARACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y REOLÓGICA DE HARINAS: TRIGO (Triticum aestivum), CENTENO (Secale cereale) Y TRITICALE (x Triticosecale) EN ELABORACIÓN DE PAN*", para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, de la Facultad de Industrias Alimentarias, en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Resume que con el fin de evaluar el potencial de las harinas sucedáneas como ingredientes en panificación se realizó la sustitución de la harina integral de centeno (*Secale cereale* L.) y triticale (*x Triticosecale wittmack*) en la harina importada, integral y flor

nacional, ambas en distintas proporciones (10;20;30 %), obteniéndose 21 tratamientos. Se evaluaron las sustituciones por medio de pruebas físico-químicas y reológicas. Las propiedades reológicas fueron evaluadas mediante el mixógrafo y el álveo consistógrafo; mostrando el tiempo y altura de desarrollo de la masa, tenacidad, extensibilidad y fuerza panadera. La inclusión de centeno y del triticale en la formulación panaria, permitieron cambios positivos en las propiedades físico-químicas de las mezclas con harina importada y flor nacional, aumentando el contenido de ceniza y proteína, lo cual permite un pan con mayor cantidad de nutrientes. La calidad del producto fue analizada en términos de volumen específico de la pieza panaria, peso y altura, color de la corteza y miga, textura del pan y análisis sensorial. En la elaboración de los panes, al sustituir la harina de centeno en la harina flor nacional, se observaron panes con menor ancho, altura y volumen; mientras que la inclusión en la harina integral presenta un aumento de la altura y el volumen del pan. Por otro lado, la sustitución de la harina de triticale en la harina importada e integral nacional implicó un aumento en el ancho, una disminución en la altura y volumen del pan, presentándose esta última característica también con la harina nacional. El análisis sensorial indicó que la adición de las harinas sucedáneas en la harina importada y flor nacional disminuyó la aceptabilidad de los consumidores; sin embargo, el pan elaborado con la sustitución de harina de centeno en harina integral nacional mostró mayor aceptabilidad que los elaborados con la sustitución de triticale.

Sus conclusiones fueron Los resultados confirman la posibilidad de utilizar harinas sucedáneas (Centeno y Triticale) como sustituto parcial de la harina de trigo importado, integral y flor nacional en la elaboración de panes de tipo molde Anticoná (2017).

- Al realizar la sustitución con la harina de centeno y triticale se obtienen panes con mayor ancho, menor altura, menor volumen y mayor peso que los panes al 0 por ciento de sustitución. Anticoná (2017)
- Los panes elaborados a base de harina importada con el 10 por ciento de sustitución de harina de centeno, a base de harina integral nacional con el 20 por

ciento de sustitución de harina de centeno y a base de harina flor nacional con el 30 por ciento de sustitución de harina de triticale, muestran mejores resultados físicos y una mayor aceptabilidad. Anticona (2017)

2.1.2. Antecedentes internacionales.

Merchán, Eyla. (2017) en la investigación titulada "*Propuesta para la creación de una panificadora industrial en el cantón Vinces que produce y comercializa panes a base de harina de banano*" (Tesis de Ingeniera en Desarrollo de Negocios) Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Ecuador. La matriz productiva impulsa al emprendedor y el entorno a estar en constante innovación, la industria de panes con otro tipo de harina se encuentra en crecimiento por este motivo, el presente documento de titulación estudia a la rentabilidad y viabilidad de la siguiente Propuesta para la creación de una Panificadora industrial en el Cantón Vinces que produce y comercializa panes a base de harina de banano.

Se analizaron puntos importantes como: la segmentación de mercado, análisis financieros, entornos político y social y producción. Se desarrolló un plan de investigación de mercado para conocer las necesidades del consumidor y las estrategias que aplica la competencia, además se hicieron diversas pruebas para obtener la formulación correcta para elaborar los panes a base de harina de banano. Panimer S.A ofrecerá panes a base de harina de banano con diferentes formas y modelos, que contengan menos cantidad de gluten, alto en fibra dietética y rico en vitaminas y minerales con un peso de 40gramos, con un precio de introducción al mercado de 0,18ctvs, este tipo de producto cubre las necesidades existen del mercado que se está enfocado mediante las encuestas realizadas se pudo determinar dicho indicador. Los resultados de la investigación muestran que los consumidores están buscando un producto fresco, saludable y con un alto valor nutricional y por otro lado el análisis financiero muestra los resultados favorables y positivos para la creación de esta empresa la cual hace que sea atractiva para el inversionista.

Mellado, M. y Haros M. (2016) este artículo científico titulado “Evaluación de la calidad tecnológica, nutricional y sensorial de productos de panadería por sustitución de harina de trigo por harina integral de arroz”. Las investigadoras evaluaron las características tecnológicas, nutricionales y sensoriales de un pan formulado con harina de trigo convencional y harina integral de arroz. Analizaron el volumen específico del pan, dureza de la miga, porcentaje de humedad, fibra dietética, retrogradación del almidón y análisis sensorial. Las investigadoras demostraron que la harina integral de arroz influye en la retrogradación del almidón, por otro lado, encontraron una aceptación sensorial por el consumidor.

Fernández A. (2012) en la investigación titulada “Formulación y análisis de costos de pan tostado tipo dulce enriquecido con micronutrientes para el consumo de la población guatemalteca con enfermedad celíaca”. (Tesis de Nutricionista) Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

La autora formulo un pan tostado tipo dulce libre de gluten de aceptación sensorial y con propiedades físicas similar a un pan común, realizó un pan tostado reemplazando la harina de trigo por harina de maíz y arroz. Como resultado logro formular un pan tostado a base de harina de maíz y arroz, aceptación sensorial para la población guatemalteca con enfermedad celíaca, por otro lado, fue enriquecido con nutrientes.

Medina, D. y Martínez, T. (2018) en la investigación titulada “Desarrollo de un producto alimentario panificable tipo pan blando a partir de harina de trigo, yuca y quinua”. (Tesis de pregrado). Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de Sucre. Sincelejo. Colombia. Según la NTC 1363 se define al pan como producto alimenticio resultante de la fermentación y horneado de una mezcla básica de harina de trigo, agua, sal y levadura, que puede contener otros ingredientes, y/o aditivos permitidos por la legislación vigente en la cual hace una clasificación en base a diferentes parámetros dentro de los cuales se clasifica el pan blando los cuales se caracterizan por su alto contenido de humedad y suavidad en la textura. Se empleó un diseño de mezclas para el análisis del producto final, categorizado por dos componentes X1= sustitución de harina de trigo (%HT) y X2=

sustitución de harina compuesta yuca-quinua (%HYQ), se estudió las propiedades bromatológicas, microbiológicas y físicas del producto final. Se desarrollaron cuatro tratamientos con diferentes porcentajes de sustitución T1 (100%-0%); T2 (90%-10%); T3 (85%-15%) y T4 (75%-25%), respectivamente. Para determinar el contenido de proteínas se utilizó el método Kjeldahl N°955.04 AOAC), para grasa se utilizó el método Soxhlet N°920.39 AOAC), para humedad el método (N°977.11 AOAC) y para fibra cruda el método (N°962.09 AOAC). Para la determinación de las propiedades físicas se utilizó el método de volumen específico por desplazamiento con granos de arroz, el análisis microbiológico de mohos y levadura se realizó en base al análisis establecido en la NTC 1363, siguiendo la metodología expuesta en la NTC 5698-1. La evaluación sensorial del pan blando se realizó mediante la prueba hedónica de nueve puntos con 50 panelistas no entrenados, donde se evaluó parámetros de color, sabor y textura. Para el análisis estadístico se utilizó el diseño de mezclas, ANOVA multifactorial y la prueba de Tukey. En las propiedades bromatológicas del pan se observó que a medida que aumenta la sustitución HYQ también aumenta el porcentaje de fibra y grasa, disminuye la humedad y el porcentaje de proteína inicialmente aumenta para T2 y decrece en los dos últimos tratamientos, además se pudo observar que el porcentaje de fibra presento mayor aumento para T4 (1,21%), igual para grasa T4 (11,70%), el tratamiento que mayor porcentaje de humedad presente fue el tratamiento control T1 (16,20%) y el de mayor porcentaje de proteína fue T2 (8,29%). Respecto a las propiedades físicas el volumen disminuyó perdiendo peso después del horneado. Las características sensoriales del pan como el sabor y textura presentaron diferencias significativas, mientras que el color no presento diferencias significativas a un nivel de confianza del 5%.

Milde L, Cabral F, Ramírez R. (2014) este artículo científico titulado “Efecto del almacenamiento congelado sobre panificado de fécula de mandioca: propiedades físicas, texturales y sensoriales”. Los autores evaluaron utilizar a bajas temperaturas fécula de mandioca, harina de maíz y aditivos naturales (grasa, huevo, harina de soja), para la elaboración de pan. Estudiaron los parámetros físicos y texturales cada 7 días. Se observó diferencia entre el volumen específico de los congelados con respecto al fresco, pero no a diferentes tiempos de

congelado; no encontraron diferencias para el % de pérdida de peso. Con respecto al color hubo diferencias entre el proceso y el tiempo de almacenamiento para la corteza. Con excepción de la elasticidad, los demás parámetros textuales son afectados por el almacenamiento congelado. Los autores concluyen, que el tratamiento influye sobre la masa libre de gluten analizada y no el tiempo al aplicar bajas temperaturas.

Manobanda, N. (2017) en la investigación titulada “Formulación y caracterización de un pan libre de gluten elaborado a partir de cultivos nativos del Ecuador”. (Tesis de Ingeniera en Alimentos) Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. El trigo es el cereal más empleado para la elaboración de productos de panadería; sin embargo, alrededor del 1% de la población mundial es genéticamente susceptible a padecer la enfermedad celíaca, por la intolerancia o sensibilidad al gluten. Con base en lo anterior, se utilizaron harinas de arroz, chocho, papa, garbanzo y amaranto para desarrollar una formulación que sustituya a la harina de trigo en la elaboración de pan. Los ingredientes seleccionados son naturalmente libres de gluten y con alto valor nutritivo. Se realizó la caracterización proximal y fisicoquímica de las materias primas, para identificar la combinación adecuada de los ingredientes que permita formar una masa panificable sin utilizar harina de trigo. La mejor formulación se seleccionó con base en una evaluación sensorial con catadores semi entrenados, conjuntamente con el análisis del perfil de textura de la masa y del pan. Los resultados finales indicaron que la mejor formulación fue aquella elaborada con harina de arroz, chocho, amaranto y almidón de maíz y papa conjuntamente con goma guar. La dureza de la masa fue de $2,99 \pm 0,34$ N, de la corteza del pan de $4,63 \pm 0,28$ N y la masticabilidad de $0,09 \pm 0,01$ J. Asimismo, el pan libre de gluten presentó un alto valor nutricional y energético con un tiempo de vida útil de hasta 10 días.

Orellana, A. (2017) en la investigación titulada “Estrategias de comercialización de panes artesanales sin gluten para las personas celíacas de la microempresa rico pan del sector sur de la ciudad de Guayaquil” (Tesis de Ingeniera en Marketing) Facultad de Administración. Universidad Laica Vicente Rocafuerte

de Guayaquil. Ecuador. El proyecto de investigación tiene la finalidad de elaborar estrategias de comercialización que promueva la venta de panes artesanales sin gluten en la microempresa Rico Pan, con el propósito de satisfacer un grupo de consumidores que padecen de intolerancia al gluten o personas que se rigen a algún tipo de dieta, estas estrategias conseguirán incremento en las ventas, posicionamiento en el sector y captación de clientes potenciales, la cual es muy fundamental para el crecimiento del negocio. En la elaboración de la tesis se pudo determinar el problema que está afectando en el mercado, cuáles son sus causas y efectos que ha venido ocasionando, además información sobre fuentes, y conceptos claves que servirán para el entendimiento del proyecto, siguiendo de normas legales en cuanto a artículos que respalden la justificación del proyecto, se realizó el análisis Foda de la microempresa, en la que permitió establecer estrategias a bajo costo, así mismo, se creó una marca, slogan y precio al producto, por eso es importante ofrecer al grupo objetivo una alternativa de consumo que no afecte la salud, por lo que en el estudio de campo se obtuvo información sobre gustos, preferencia y hábitos de consumo, ya que esto nos permitió la creación de un producto elaborado a base de harina de arroz de acuerdo a las expectativas del consumidor, de tal manera se determinó la demanda de producción mensual de panes enrollados sin gluten, es por eso que se detallaron valores en estimaciones financieras con análisis de sensibilidad para verificar la viabilidad del proyecto.

2.2. Bases teóricas de las variables

2.2.1. Variable independiente: Harina de Centeno de la Variedad Huáscar.

a. Origen e historia.

Kent (1987), menciona que no existen referencias de la utilización del centeno en el antiguo Egipto por lo que se supone que su cultura no es tan antigua como la del trigo. En Asia menor, noroeste de Irán y región caucásica se encontró una gran diversidad de landraces lo que sugiere que el origen del centeno es el sudoeste asiático, el mismo del trigo, la cebada y la avena.

Durante el primer milenio el centeno se transfirió hacia el norte de Europa y posteriormente se difundió por todo ese continente. La presencia de granos de centeno en sitios neolíticos, en Austria y Polonia, sugiere su cultivo en esa época, pero apenas se difundió al resto del continente europeo durante la Edad de Bronce. En los siglos XVI y XVII los europeos lo introdujeron en América del Norte y Sur; en los siglos XIX y XX entró en Argentina, Brasil, Uruguay, Australia y África del Sur

b. Características agronómicas.

Edel & Molina (2007), mencionan que existe una gran diversidad genética intra e inter específica de centeno, el número de variedades cultivadas es pequeño y la mayor parte pertenece a la especie *Secale cereale L.*, el cultivado en Europa es de la subespecie *cereale* y el transcaucasiano de la subespecie *vegetal Zhuk.* La especie cultivada tiene polinización cruzada, ciclo anual, raquis no quebradizo, su espiga es muy delgada y larga y normalmente tiene dos granos por espiguilla. El sistema radicular fasciculado del centeno es desarrollado y profundo, lo que le permite la absorción de agua y nutrientes no disponibles para otras especies, y ésta es una de las razones de su gran rusticidad por eso da mejor que otros cereales en las zonas frías, sobre todo en suelos ácidos, arenosos, poco profundos y con déficit hídrico, por lo que ha estado siempre muy extendido en regiones montañosas de duros inviernos y suelos de baja calidad pero a pesar de su rusticidad cuando es cultivado en suelos fertilizados y con el pH corregido a 5,6 y 7, la planta responde y el rendimiento en grano aumenta, alcanzando, con cultivares híbridos, valores comparables a los de trigo.

c. Principales componentes.

▪ Glúcidos.

Edel & Molina (2007), refieren que los glúcidos, también conocidos por hidratos de carbono, son los componentes químicos principales de los granos de centeno. El almidón es uno de ellos, al que corresponde entre 60 y 75% del peso del grano. Otros glúcidos son los polisacáridos no amiláceos constituyentes de la fibra dietaria y azúcares sencillos tales como la glucosa, sacarosa y fructosa. En el

centeno el azúcar más representativo es la sacarosa (0,7%); la glucosa, fructosa y rafinosa están presentes en cantidades inferiores al 0,1%. Se han obtenido contenidos de Almidón de 57,1 al 65,6 g de almidón por 100 g de sustancia seca. El almidón se encuentra asociado a lípidos polares en un porcentaje de 0,5 a 1%, generalmente en forma de gránulos, lo que le permite empaquetarse densamente y ser insoluble en agua, al mismo tiempo que se mantiene inaccesible para la acción enzimática.

Se distinguen dos tipos de gránulos, cuyos tamaños oscilan entre 2 y 10 μm para los pequeños y entre 15 y 35 μm para los mayores. En el centeno los gránulos mayores son lenticulares y los pequeños esféricos y se han obtenido diámetros máximos superiores a los de trigo. El almidón del centeno tiene alrededor de 24-26% de amilasa y exhibe gran susceptibilidad a degradación amilo lítica debido a su bajo grado de condensación y baja temperatura de gelatinización; 90% de los gránulos de almidón inician la gelatinización a 65 °C, temperatura a la cual la actividad de la α -amilasa se encuentra al máximo.

- **Fibra dietética.**

Edel & Molina (2007), indican que la cantidad de fibra dietética en las diferentes fracciones (salvado, harina de diferentes tasas de extracción) de algunos cereales puede variar de 8 a 41,6%. La fibra dietética está constituida por polisacáridos no amiláceos, y se subdivide en soluble e insoluble. En el salvado predominan la celulosa y la hemicelulosa lignificadas y poco solubles; mientras que en las paredes celulares están las pentosanas (arabinoxilanas), los frútanos y β -glucanos, que son más solubles, forman geles viscosos durante el proceso digestivo y están implicados en la calidad panificable de la harina de centeno. El contenido de fibra dietética del grano integral de centeno es de 14,7 a 25,4% en sustancia seca y puede presentar cantidades similares al trigo, pero su endospermo tiene una mayor proporción de pared celular, razón por la cual, en harinas con igualdad de cenizas, la del centeno tiene mayor proporción de fibra dietética que la del trigo. Las pentosanas tienen gran importancia en la tecnología de panificación debido a su alta capacidad de hidratación y retención de agua, y

por formar complejos con las proteínas de bajo peso molecular y dificultar las interacciones entre las proteínas que forman el gluten. El efecto de las pentosanas en la capacidad de absorción de agua de las harinas y subsiguiente viscosidad de la suspensión, está determinado, además de por su contenido, por el grado de ramificación y el peso molecular, aspectos que condicionan las interacciones que se establecen con las proteínas. Un gramo de proteínas absorbe entre 1 y 3 g de agua; 1 g de almidón, 0,45 g de agua; 1 g de almidón dañado, entre 1,5 y 2 g y las pentosanas, alrededor de 10 g de agua por cada gramo de sustancia. El peso molecular de las pentosanas del centeno es superior a las del trigo, y las insolubles también difieren según los contenidos en galactosa y minerales presentes en sus cenizas.

▪ **Proteínas.**

Edel & Molina (2007), reportan que la cantidad de proteínas en los cereales está influida por la relación entre el endospermo, el pericarpio y la aleurona, por lo tanto, un incremento en el llenado del grano que también implica un aumento del depósito de almidón en el endospermo altera esta relación, disminuyendo la concentración de proteína. El contenido de proteínas en centeno varía de 9 a 15,4% en sustancia seca, dependiendo en gran medida de las condiciones de cultivo. De acuerdo a su solubilidad, las proteínas de los cereales se clasifican en cuatro tipos: albúminas: solubles en agua; globulinas: insolubles en agua y solubles en soluciones salinas diluidas; prolaminas: insolubles en agua y en soluciones salinas y solubles en alcohol al 70%; glutelinas: insolubles en los solventes anteriormente mencionados y solubles en ácidos o bases diluidos o en detergentes. La proporción de las diferentes fracciones proteicas de centeno varía según los componentes del grano (pericarpio, endospermo y embrión) y el contenido total de proteína. La síntesis de las fracciones de albúmina y globulina se produce al principio del llenado del grano, luego aumenta la velocidad de síntesis de prolaminas y glutelinas. Existe una mayor proporción de proteínas de alto peso molecular a medida que el grano se aproxima a la madurez. En los granos de trigo las proteínas se pueden dividir en dos grandes grupos: las proteínas del gluten y las que no forman gluten. Las primeras también se pueden denominar proteínas de almacenamiento y

constituyen alrededor del 75-80 % del total de proteínas. Entre las proteínas no formadoras de gluten, que representan el 20-25% del total, se encuentran todas las enzimas. En el centeno las proteínas se subdividen en tres grupos: de almacenamiento, enzimas hidrolíticas y proteínas con función inhibidora o de defensa. Las proteínas de almacenamiento del endospermo son las secalinas, las del embrión y capas de aleurona son 7S globulinas. Es frecuente la utilización de la designación de gluten para las prolaminas del centeno, sin embargo, el término correcto es secalinas que pueden extraerse en dos fracciones que presentan similitudes con las gliadinas y gluteninas del trigo, también se separan por electroforesis en gel de poliacrilamida con dodecil sulfato de sodio según su peso molecular se denominan secalinas- y de alto peso (HMW). Las secalinas son controladas por genes localizados en los cromosomas 1R y 2R del centeno.

Las proteínas del centeno son de mayor valor biológico que las del trigo. Ello se debe, fundamentalmente, a su contenido más alto de lisina (Primo, 1979).

▪ **Lípidos.**

Edel & Molina (2007), mencionan que los lípidos se pueden dividir en dos grandes grupos: polares y no polares. Estos últimos, constituidos por triglicéridos, están almacenados en esferosomas en el germen, la aleurona y el endosperma. Los lípidos polares son de dos tipos: glicolípidos y fosfolípidos; los digalactosildiglicéridos y monogalactosildiglicéridos son los componentes más importantes de los glicolípidos, mientras que la fosfatidilcolina (lecitina) es la mayoritaria entre los fosfolípidos. Los glicolípidos se localizan en las membranas del amilo plastos del endospermo almidonoso; la fosfatidilcolina se ubica en pequeñas cantidades en la mayoría de las membranas del grano maduro. También se han encontrado en el almidón de los cereales; son difícilmente extraídos con los usuales solventes polares y se han observado en el almidón del centeno. El centeno contiene aproximadamente un 1,5-2,5% de lípidos, sobre sustancia seca. El perfil nutricional de los ácidos grasos es bueno, con gran proporción de los esenciales: linoleico 55,6% y linolénico 10,4%. La importancia tecnológica de los lípidos en las

harinas de los cereales se ve con claridad en los grandes cambios que se producen en el volumen y la textura del pan cuando se varían las cantidades de lípidos.

d. Harina de centeno de la variedad Huáscar

La harina corresponde esencialmente al endospermo; representa entre 70 y 75% del peso inicial del grano y comprende aproximadamente el 70% de las proteínas totales y el 80% del almidón. El rendimiento en harina y su calidad dependen de la variedad y de las condiciones de cultivo, así como la viscosidad de las harinas. El proceso de molienda del centeno para la obtención de harina es similar al del trigo, pero con algunas adaptaciones.

Los granos de centeno son blandos y la penetración del agua es más rápida. Los rodillos de los molinos deben ser todos estriados ya que los lisos tienden a que la harina salga con escamas. Por su textura blanda, la superficie de cernido debe ser más amplia que la del trigo. La harina de centeno puede ser de cualquier grado de extracción. Cuanto mayor sea el grado de extracción, más oscura será la harina. Los tipos de harina más frecuentes de encontrar son de 60% de extracción (harina blanca), 85% de extracción (harina algo oscura) y 100% de extracción (harina integral muy oscura). Durante la molienda se lesiona una fracción de los gránulos de almidón, produciendo así lo que se denomina almidón dañado. La intensidad del daño depende de la fuerza con que se realiza la molienda y de la dureza del grano. El almidón dañado afecta las propiedades de las harinas; fundamentalmente modifica la capacidad de hidratación, ya que absorbe más del 100% de su peso en agua, tres veces más que la que absorbe el almidón que se encuentra en los gránulos sanos. En productos leudados este incremento origina una pérdida en la consistencia de la masa. Los gránulos de almidón lesionados son muy susceptibles al ataque de las amilasas propias de la harina, lo que produce durante la elaboración de la masa una modificación de la actividad de las levaduras (Edel & Molina, 2007).

Las propiedades tecnológicas de las harinas están determinadas fundamentalmente por el gluten y su papel impartiendo fuerza y elasticidad a la

masa durante el amasado y la cocción de productos de panificación. El gluten es el complejo viscoelástico formado por un 75-80% de proteínas, que se produce cuando se genera una masa lavando harina en un exceso de agua para separar el almidón y otros componentes solubles. Durante el proceso de molienda se producen variaciones en la proporción de los componentes en la harina respecto a los granos de centeno. La modificación más importante se registra en la concentración de proteínas. Conjuntamente con la disminución en el contenido de proteínas, se verifica un aumento de la concentración de almidón, sin que se produzcan modificaciones de importancia en el resto de los componentes (Edel & Molina, 2007).

Generalmente la harina de centeno produce masas con menos fuerza y con propiedades reológicas distintas al trigo, debido a su elevada actividad enzimática y al mayor contenido de proteínas hidrosolubles, que implica una menor proporción de proteínas del gluten.

En trigo existe una fuerte correlación entre el contenido de proteínas en harina y la cantidad de gluten. Esta correlación es mucho menor en centeno, debido a que una parte de sus proteínas tienen menor capacidad para formar gluten (Edel & Molina, 2007).

Se puede definir la calidad de una harina, como su capacidad para dar un producto final de excelentes características organolépticas como el sabor y el olor, de buen valor nutritivo y de costo competitivo. Entre los factores que condicionan el potencial panadero de la harina de centeno, se encuentran: la variedad, las condiciones ambientales del cultivo, los fertilizantes, la actividad de la amilasa, de la proteasa y de la pentosanasa, y el estado de los hidratos de carbono y las proteínas (Kent, 1987).

Primo (1979), define que la harina de centeno posee propiedades y características muy diferentes de las harinas de trigo; por ejemplo, posee capacidad alta de producción de gas en la fermentación, pero muy poca capacidad de

retención del mismo; la absorción de agua suele ser muy elevada y las masas son muy poco elásticas.

Bushuk (1976), señala que, en la elaboración del pan de centeno, el proceso de mezclado y amasado es diferente que el usado para el pan de trigo. Debido a que la harina de centeno, en contraste con la harina de trigo, tiene un alto contenido de pentosas solubles e insolubles, las masas de centeno se mezclan lentamente, sin recibir gran energía, ya que de lo contrario las masas se tornan duras por el desarrollo de las propiedades viscosas de estas pentosas. El tiempo óptimo de amasado para cada tipo de masa depende de la composición y actividad enzimática de la harina. Para la producción de panes con mezclas de trigo y centeno, especialmente cuando la proporción de harina de trigo predomina, el desarrollo de la masa puede incluir un mezclado intenso y un amasado rápido y uniforme y a medida que la proporción de harina de trigo aumenta, la influencia de las pentosas disminuye gradualmente siendo necesario un aumento de energía para el desarrollo del gluten. La absorción de agua, producción y estructura de la masa dependen del tipo de harina de centeno utilizada, cuando es de un alto porcentaje de extracción absorbe gran cantidad de agua produciendo una masa pesada pero dura, pegajosa y de poco volumen.

e. Composición química proximal de la harina de centeno de la variedad Huáscar.

Las harinas de centeno que se utilizan en panificación son de elevada extracción y por tanto de menor contenido de almidón y mayor de fibra. Se considera que entre más blanca sea la harina menor será el grado de extracción (Primo, 1979).

En el cuadro siguiente se presenta la composición química proximal de la harina de centeno a diferentes grados de extracción

Tabla 1.*Composición química proximal de la harina de centeno variedad Huáscar*

Constituyente	Grado de extracción	
	100%	85%
Humedad (por 100)	15	15
Proteína (por 100)	7,98	7,8
Grasa (por 100)	1,98	1,64
Almidón (por 100)	69	73
Fibra (por 100)	1,56	0,84
Cenizas (por 100)	1,72	1,04
Potasio(mg/100g)	412	203
Calcio(mg/100g)	31,5	26,1
Magnesio (mg/100g)	92	45
Hierro(mg/100g)	2,7	1,97
Fosforo(mg/100g)	359	193

Fuente: Primo (1979)

2.2.2. Variable dependiente: Mezclas de harinas sucedáneas.

En el Perú se pueden producir cantidades considerables de cereales, pseudo-cereales, tubérculos y raíces leguminosas de grano. En investigaciones realizadas, estas materias primas han demostrado que pueden sustituir parcialmente a la harina de trigo importada, no solo en la elaboración de panes, sino también en fideos y galletas. Dependiendo del valor nutritivo de la harina sucedánea se mejora la calidad nutritiva del producto final y por otro lado se incentiva la producción agrícola de estas materias primas en el Perú.

Las harinas sucedáneas se definen como “El producto obtenido de la molienda de cereales, tubérculos, raíces, leguminosas y otros; obtenido mediante un proceso adecuado y molienda, que reúna características apropiadas para ser utilizada en el consumo humano” (NTP 205.040 Y 205.0.43 del ITINTEC).

Numerosos productos de panificación son producidos por características específicas de la harina que depende de la variedad del trigo del cual es sometido, la ubicación geográfica en la cual fue cultivado, y las condiciones del cultivo. Tanto la cantidad como la fuerza de la proteína en la harina son importantes indicadores de la calidad de esta. La fuerza de una harina es generalmente definida como la capacidad de la harina de formar una masa elástica, dura y una rodaja de pan de

baja densidad que tenga una estructura de miga fina y uniforme. La harina contiene dos proteínas de importancia para elevar las masas con levadura como son las gluteninas y la gliadina. Cuando estas son mezcladas con agua, el gluten que se forma contribuye a la fuerza de la masa. La formación del gluten crea una matriz elástica y extensible; el gluten de alta calidad atrapa grandes cantidades de dióxido de carbono producido por la fermentación de la levadura. La fuerza de la harina es dependiente de la cantidad y del tipo de proteína presente en la harina. Luego, un contenido elevado de proteínas en la harina de pan no garantiza la alta calidad de la harina de pan (Hui et al., 2006).

Perten (1990), reporta que la determinación de la cantidad y la calidad del gluten de una harina es una de las mejores herramientas para conocer sus potencialidades. Esta medición se puede realizar mediante un Sistema Glutomatic que consta de 3 equipos: Glutomatic, Centrifugadora y Glutork que determinan en un corto periodo el rendimiento del gluten húmedo, gluten seco y gluten Índice. El principio del Sistema Glutomatic se basa en el lavado de una muestra de harina por un lavador de gluten Glutomatic para la obtención del gluten y en el centrifugado en la Centrífuga del Sistema Glutomatic por medio de un tamiz especialmente construido en condiciones estandarizadas controladas. Dicho tamiz permite la recogida tanto del Gluten que atraviesa como del que permanece en el tamiz. El peso total del gluten se define como cantidad del Gluten Húmedo. La cantidad de gluten secadas entre dos planchas teflonadas se define como Gluten Seco.

Repo-Carrasco (1998), menciona que la harina de trigo puede ser sustituida parcialmente con otras harinas. Se han hecho ensayos para hacer pan tipo francés con diferentes productos, por ejemplo, con harina de soya, harina de habas, de quinua, kiwicha, kañiwa y se ha encontrado que en la mayoría de los casos que el nivel máximo aceptable de sustitución es del 20%. Con ese nivel de sustitución, el pan todavía mantiene sus características y es aceptado por el consumidor. Sin embargo, se puede hacer otro tipo de panes con mayor grado de sustitución. En diferentes partes del mundo se acostumbra hacer panes con otros cereales como el centeno, la cebada o la avena. Estos panes tienen la característica de no ser tan

voluminosa como el pan blanco tipo francés y de tener un color oscuro. Algunos de estos panes se hacen totalmente sin trigo.

a. Propiedades reológicas de las harinas.

Los llamados ensayos reológicos tienen como objetivo estudiar las propiedades físicas del gluten hidratado y formado por la acción del amasado. Las pruebas son de suma importancia ya que están estrechamente vinculadas con los parámetros del procesamiento (absorción óptima de agua y tiempo de amasado) y calidad del producto terminado (Edel & Molina, 2007).

Cuando la harina se mezcla con el agua, se obtiene una masa que presenta características variables, que depende de las propiedades de la harina y los componentes de la formula usada para conseguir una masa. Son las características visco - elásticas que las proteínas de gluten le confieren a la masa, de las cuales sus propiedades de amasado (tiempo óptimo de masado, tolerancia al sobre amasado y tasa de debilitamiento de masa), y resistencia o fuerza y extensibilidad de la masa son las más importantes. Las propiedades plasto - elásticas de la harina repercuten sobre: la absorción de agua, manejabilidad, la tolerancia de la masa, las propiedades del gluten y las propiedades fermentativas. Existen varios aparatos diseñados para evaluar las propiedades reológicas o físicas de masas. Todos estos aparatos miden directa o indirectamente la fuerza o tenacidad y la extensibilidad o elasticidad del gluten (Quaglia, 1991).

b. Consistógrafo.

El consistógrafo evalúa el comportamiento de la masa durante el amasado y la capacidad de absorción de agua de la harina, midiendo la presión de la masa en el sensor. Esta presión está directamente vinculada con la capacidad de absorción de agua de la harina (GRANOTEC, 2014).

El consistógrafo consta de 2 partes integradas. La primera es la amasadora del Alveógrafo NG equipado con un brazo amasador de doble cuchilla, un sensor de presión que está conectado directamente al Alveolink NG y una barra estática

anti- bola, previene la formación de bolas de la masa y aumenta la eficiencia de la mezcla. La segunda parte es el Alveolink NG encargado de registrar la presión causada por la masa sobre la superficie de la amasadora durante el amasado. El alveolink NG también gestiona el tiempo de la prueba, lo que permite una medición autónoma y detener automáticamente el dispositivo al final de la prueba. La temperatura de la amasadora se ajusta a 24 °C antes de dar inicio al ensayo (GRANOTEC, 2014).

El principio del funcionamiento del Consistograma es ir midiendo la presión de una masa de harina de trigo, basada en el contenido de humedad de esta harina, sobre un sensor colocado en una de las paredes de la amasadora. El mezclador de doble brazo genera dicha presión al empujar la masa contra el sensor. La información de la presión es enviada a un alveolink NG con un software especial para el cálculo de la absorción de agua para llegar a la consistencia deseada.

La consistencia deseada que se quiere alcanzar es de +/- 7% 2200 milibares. Para lograr la consistencia deseada se efectuará un primer ensayo a hidratación constante que proporciona la cantidad de agua que hay que añadir a la masa para que en un segundo ensayo a hidratación adaptada lograr la consistencia deseada. En caso de no alcanzar la consistencia deseada de 2200 milibares +/- 7%, el Alveolink toma el valor de Presión máxima (Pr Max) calcula automáticamente un valor corregido de la hidratación adaptada (HYDHAC) para afinar la medición (GRANOTEC, 2014).

c. Alveógrafo

El Alveógrafo fue inventado por un francés (Chopin) en 1935 y permite conocer las características mecánicas (visco-elásticas) de las masas. Alveógrafo Chopin mide las características reológicas de una masa durante su deformación en forma de una burbuja.

Registra las variaciones de presión de aire medido durante el tiempo de formación de la burbuja, expresa la resistencia de la masa a la deformación. Al someter una masa de harina de trigo a una insuflación en el Alveógrafo, se obtiene

una curva o diagrama que indica el comportamiento de la masa a la fuerza que se le aplica durante la prueba, esto simula la deformación de la masa por el gas producido durante la fermentación (GRANOTEC, 2014).

EL Alveógrafo se compone de 3 partes integradas. La primera es la amasadora NG equipada con un brazo amasador de una cuchilla. El segundo es el Alveógrafo NG es donde se realiza el inflado de la masa y cuenta con una minicámara isotérmica de reposo. El tercero es el Alveolink NG encargado de registrar la curva. La temperatura de la amasadora NG y Alveógrafo NG se ajustan a 24 °C y 25 °C respectivamente antes de empezar el ensayo (GRANOTEC, 2014).

El principio consiste preparar bajo condiciones estándar una masa de harina, sal y agua. Se forman discos de la masa usando un cortador, y después de un periodo de reposo, las piezas son infladas formándose burbuja. La variación de la presión dentro de cada burbuja es registrada en un gráfico. Estas variaciones de presión describen la resistencia al estiramiento (elasticidad) y la extensibilidad de la masa que se está analizando. La longitud y la forma de la curva obtenida por extensión de la burbuja al momento de la ruptura son los criterios de calidad de las propiedades físicas de la masa y por consiguiente las características panificables de la harina (GRANOTEC, 2014).

d. Parámetros del Alveógrafo

Los parámetros principales del Alveógrafo son:

- **Tenacidad (P):** Fuerza requerida para romper la masa, es decir, la masa resiste a la presión de aire (GRANOTEC, 2014).
- **Extensibilidad (L):** Extensibilidad de la masa antes de romperse, bajo el efecto de la presión de aire la masa forma una burbuja, longitud de la curva (GRANOTEC, 2014).
- **Fuerza panadera (W):** Área bajo la curva indica la fuerza del gluten y de la masa, expresa la fuerza panadera (GRANOTEC, 2014).

- **Relación entre la tenacidad y extensibilidad (P/L):** Balance entre la resistencia y extensibilidad de la masa, indica el equilibrio (GRANOTEC, 2014).

e. Panificación.

- Definición del Pan

Repo-Carrasco (1998) define, al pan como al producto esponjado con levadura. Pascual et al. (2006), define al pan como el producto obtenido por una masa cocida y esponjosa de harina de trigo, sal, agua y levadura, perfectamente horneada. Además, se puede incorporar ocasionalmente grasa y otros mejoradores.

- Características de los ingredientes principales empleadas en la panificación.

Los principales ingredientes básicos y secundarios usados en la panificación cumplen con las siguientes funciones como se detallan en seguidamente.

❖ Harina

Funciones: Estructura

Descripción:

Proteína (gliadina + glutenina) + agua forma material viscoelástico (gluten).

- Almidón + agua + calor forma una pasta viscosa que gelatiniza después del horneado.

- Durante el almacenamiento, el almidón se cristaliza (retrogradación) y contribuye a la firmeza del pan (en gran medida causa del envejecimiento)

- Contenido de proteína en la harina del pan: 11-13% (sobre la base de 14% de humedad)

- Hidrata la proteína para formar gluten, Hidrata pentosanos (polisacáridos de la pared celular de la harina no amilácea) y gránulos de almidón dañados.

❖ Agua

Funciones: Hidratación

Descripción:

Solvente, agente dispersante y medio para las reacciones químicas y bioquímicas.

❖ Levadura

Funciones: Leudante

Descripción:

- Ayuda al desplazamiento de la masa
 - Produce CO₂ y etanol por fermentación de azúcares fermentescibles y Acondiciona la masa bioquímicamente y Forma precursores del aroma
 - La velocidad de la fermentación es controlada por la temperatura, disponibilidad de nutrientes nivel de agua, pH, concentración de azúcar, sal y el nivel y tipo de levadura.

❖ Sal

Funciones: Potenciador del sabor

Descripción:

Ayuda a controlar la fermentación y endurece la masa por interacción con el gluten. Extiende el tiempo de desarrollo de la masa (la adición posterior en la masa disminuye el tiempo de amasado entre 10 a 20%)

❖ **Azúcar**

Funciones: Fuente de energía de la levadura

Descripción:

- Carbohidratos fermentescibles.
- Sabor; azúcares residuales, subproductos de la fermentación, compuesto de tipo Maillard durante el horneado.
- Color de la costra, resultado de la caramelización (azúcar + calor) y pardeamiento no enzimático (azúcar reductor + aminoácidos)

❖ **Grasa**

Funciones: Lubricante

Descripción:

- Facilita la expansión de células de gas en la masa
- Lubrica y favorece el corte de panes.
- Extiende la vida útil.
- Suaviza la costra

2.3. Definición de términos básicos

a) Cereales

Pertenecen a la familia de las gramíneas, algunas se determinan por el tamaño de las semillas. (Bailon, 2006, p.18)

b) Evaluación sensorial

Pacheco A. (2016, p. 112) manifestó:

Las pruebas sensoriales de afectividad suelen ser usadas para demostrar la preferencia y/o aceptación de un producto. Los jueces o panelistas pueden presentarse como del tipo no entrenado, semejando a los consumidores habituales. La prueba sensorial de preferencia se utiliza cuando se desea saber si los panelistas prefieren un producto sobre otro. Las pruebas sensoriales de grado de satisfacción se suelen utilizar cuando se desea mayor información sobre el producto. Se suele usar la escala hedónica, que pueden ser verbales o gráficas, la preferencia de trabajar con el de tipo de escala va depender de la edad de los panelistas y del número de muestras a evaluar. Los valores obtenidos en las pruebas hedónicas son tratados como cualquier otra dimensión física y por tanto pueden ser graficados, promediados, sometidos a análisis estadísticos tipo, prueba "t" de student, prueba "F", análisis de varianza, análisis de regresión, etc. (pág. 112)

c) Gluten

Gel formado por las proteínas de almacenamiento del grano de trigo cuando se trabaja mecánicamente una mezcla de harina y agua. Está formado por un 80% de proteína y un 8% de lípidos, base sustancia seca, con un resto de hidratos de carbono y cenizas. (Villanueva, 2014, p.231)

d) Gluteninas

Proteína que durante el amasado con agua forman parte de una red llamada gluten. (De la Vega, 2009, p. 27)

e) Hidrocoloides

Moléculas altamente hidrofílicas, pueden ser polisacáridos como la goma xántica, los galactomananos, los derivados del almidón o proteínas como la gelatina. (Ávila, 2010)

f) Materia prima

Según Bisio A. (2000) Los elementos de elaboración del pan, podemos mencionar:

- ✓ Harina: Componente para la elaboración de las masas de pan. La más usada es la harina de trigo es producción de pan.
- ✓ Agua: Es el líquido que se usa para formar la masa, ayuda a la formación del gluten. Junto con la levadura y la harina provoca los procesos enzimáticos.
- ✓ Sal: da el sabor al pan, Interviene también en darle color y permite que se compacte más la masa.
- ✓ Levadura: Son los agentes fermentadores que contribuyen al aumento del volumen de la masa, debido a la formación de gas.
- ✓ Mejorador de pan: son aquellos aditivos añadidos a la harina con el fin de mejorar la elaboración del pan, sobre todo en sus propiedades física, propiedades organolépticas finales y de conservación del pan.
- ✓ Grasas: Brinda un mayor valor nutritivo, mayor retención de humedad, mayor volumen al pan, permite la formación de una corteza más suave y con mejor textura y aroma.

- ✓ Azúcar: Alimenta a la levadura, brindar un mejor color, sabor y suavidad al pan, ayuda a mejorar el aroma y el tostado, retiene la humedad y frescura del pan.

g) Pan.

Fernández A. "Define el pan como resultado de la cocción de harina de trigo, sal y agua potable fermentada por *Saccharomyces cerevisiae*". (2012, pág. 66)

Según Pacheco. "El pan es el producto de una masa cocida, de harina de trigo, sal, agua y fermentado con levadura, tratado por calentamiento en un horno. Se puede incorporar grasa y mejoradores panificables como leudantes". (2016, pág. 112)

Schmidt H. (2016) Define un pan como al producto que se obtiene por cocción de una mezcla de harinas, sal y agua, dispersada en un medio propicio para fermentar. Si se elabora con otra harina que no es la de trigo, o con mezclas, el pan se toma el nombre de la otra harina. Recibe el nombre de pan especial cuando cambia la presentación en cuanto a forma o tamaño, o por la adición de por lo menos de 6% de ingredientes enriquecidos.

h) Propiedades físico químicas

Villanueva R. (2014) El gluten (conformado por proteínas) presenta propiedades como la capacidad viscoelástica, capacidad de formar films, termoestables y capacidad de absorción hídrica. Las proteínas de la harina de trigo contienen aminoácidos con grupos sulfhidrilos reactivos. En estado nativo o reducido, las proteínas de la harina existen como entidades separadas. Durante el proceso de oxidación, pares de sulfhidrilos se unen en enlaces disulfuro. Ya que cada proteína tiene varios grupos sulfhidrilos, una proteína puede enlazarse con varias cadenas de proteínas resultando en la formación de una malla de proteínas unidas químicamente.

Chinchay C. (2017) Esta malla de moléculas de proteínas es la que principalmente determina la estructura de una masa y su reología. El trabajo sobre la masa

realizado durante el mezclado, es benéfico porque rompe algunos de los puentes disulfuro de modo que estos pueden ser formados nuevamente durante el horneado.

Lima I, Peralta A, Segovia C (2011) nos afirmó:

El arroz posee proteínas fáciles de digerir. A pesar que es una harina muy nutritiva y rica en almidón, se utiliza poco en la panificación, debido a que no posee las proteínas necesarias para la formación del gluten, lo que la hace poco indicada para la fermentación. (pág. 55)

i) Proceso tecnológico de elaboración de pan

Según Morán K, Soledispa K. (2013):

La elaboración de pan sin gluten es dificultosa debido a que el gluten es indispensable para formar la miga y retiene el CO₂ formado durante la fermentación, por tal la deficiencia de gluten produce pérdida de propiedades viscoelásticas. Las prolaminas y gluteninas durante el amasado con agua forman una red viscoelástica (gluten). La harina de trigo tiene la particularidad de tener mayor cantidad y mejor calidad de proteínas formadoras de gluten. Los estudios coinciden que los pacientes celíacos no deben consumir harinas de trigo, avena, cebada y centeno (TACC). La esponjosidad de productos panificables se puede conseguir con la adición de levadura y gelificante, con el objetivo de lograr propiedades viscoelásticas. (pág. 13, 87)

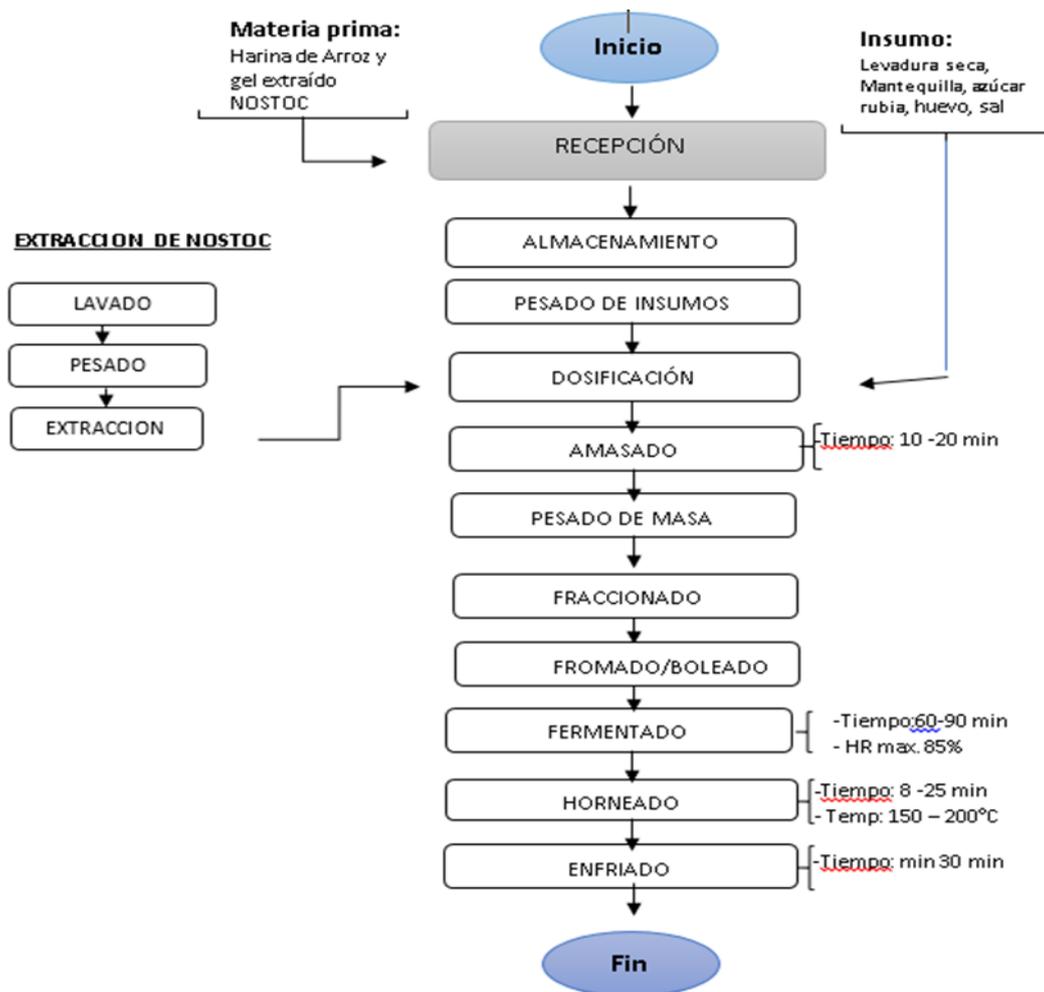


Figura 1. Proceso de elaboración de pan
Adaptado de: Nissan Corporation (2019)

Descripción de las etapas del proceso de elaboración de pan de harina de arroz con gel de nostoc:

- **Recepción**

Consiste en recepcionar y verificar la materia prima e insumos.

- **Pesado de insumos**

Consiste en realizar el pesado de los insumos según la formulación y cantidad a elaborar.

- **Mezclado**

Consiste en mezclar los ingredientes de la formulación pesados según el procedimiento de mezclado.

- **Amasado**

Consiste en amasar los ingredientes por un tiempo de 40 a 60 minutos hasta alcanzar su punto óptimo de amasado.

- **Pesado de masa**

Consiste en cortar y pesar una porción de masa cruda.

- **Fraccionado**

Consiste en dividir la masa previamente pesada en fracciones.

- **Formado/boleado**

Consiste en el formado manual de la unidad fraccionada, de manera que conserven la forma redonda, lisa y uniforme en su aspecto físico y es colocada en recipiente previamente engrasada.

- **Fermentado**

Consiste en dejar reposar la masa, por un tiempo estimado de 60 a 90 minutos.

- **Horneado**

Consiste en el horneado de panes con temperatura programada de (150°C – 200°C), tiempo programado de 12 a 25 minutos.

- **Enfriado**

Consiste en enfriar los panes horneados a un tiempo no menor a 30 minutos y controlando la temperatura de enfriado a condiciones normales.

j) Reología

Ciencia que estudia la deformación y el flujo de materiales causadas por la aplicación de un esfuerzo. El comportamiento reológico de los alimentos es muy complejo y a la vez desempeña un papel muy importante en muchos sistemas de proceso. (Campo, 2018, p.8)

III. MÉTODOS Y MATERIALES

3.1. Hipótesis de la Investigación

3.1.1. Hipótesis general.

H_i: Es posible determinar el porcentaje óptimo de sustitución de la harina de centeno de la variedad Huáscar como sucedánea en la elaboración del pan.

H₀: No es posible determinar el porcentaje óptimo de sustitución de la harina de centeno de la variedad Huáscar como sucedánea en la elaboración del pan.

3.1.2. Hipótesis específicas.

H₁: Las características de acidez y pH de la harina de centeno con 75 % de grado de extracción son buenas para su uso como sucedáneo en la elaboración del pan.

H₀: Las características de acidez y pH de la harina de centeno con 75 % de grado de extracción no son buenas para su uso como sucedáneo en la elaboración del pan.

H₂: La evaluación de las mezclas con respecto al contenido de gluten y su análisis reológico son favorables en el uso de la harina de centeno como sucedáneos en la elaboración del pan.

H₀: La evaluación de las mezclas con respecto al contenido de gluten y su análisis reológico no son favorables en el uso de la harina de centeno como sucedáneos en la elaboración del pan.

H₃: Las características físicas, fisicoquímica, sensorial y microbiológica del mejor tratamiento de la harina de centeno como sucedáneo en la elaboración del pan cumplen con las normas para su comercialización.

H₀: Las características físicas, fisicoquímica, sensorial y microbiológica del mejor tratamiento de la harina de centeno como sucedáneo en la elaboración del pan no cumplen con las normas para su comercialización.

3.2. Variables de Estudio

3.2.1. Definición conceptual.

a) Variable Independiente

Harina de centeno de la variedad Huáscar con 75 por ciento de grado de extracción.

La harina de centeno es la segunda en importancia después de la harina de trigo para la panificación. “El pan elaborado con esta harina tiene una estructura fina es difícil de cocer, tiene un olor característico, es pobre en gluten y de calidad baja por lo que genera una masa pegajosa, difícil de trabajar”. Reyes (2006, p. 22).

- Dimensiones: Acidez titulable, Acidez iónica (pH), Porcentaje de gluten, Consistograma, Alveograma

b) Variable Dependiente

Mezclas de harinas sucedáneas de 5 – 10 – 15 – 20 por ciento de sustitución.

Las harinas sucedáneas se definen como “El producto obtenido de la molienda de cereales, tubérculos, raíces, leguminosas y otros; obtenido mediante un proceso adecuado y molienda, que reúna características apropiadas para ser utilizada en el consumo humano” (NTP 205.040 Y 205.0.43 del ITINTEC).

- Dimensiones: Peso, Volumen, Volumen específico, Acidez titulable, Acidez iónica. Minerales: potasio y fósforo
- Evaluación sensorial: Aroma, sabor, textura, color, apariencia general
- Análisis microbiológico: E. Coli, Mohos y salmonella

3.2.2. Definición Operacional

La definición operacional se reporta en el cuadro siguiente:

Tabla 2.

Definición operacional de las variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Independiente: Harina de centeno de la variedad Huáscar con 75% de grado de extracción	Análisis Físico	Peso	Sistema Internacional
	y	Volumen	
	Fisicoquímico	Volumen específico	
	Contenido de Gluten	Porcentaje de gluten	
Dependiente: Mezclas de harinas sucedáneas de 5-10-15-20 por ciento de sustitución	Análisis Físico	Peso	Sistema Internacional
	y	Volumen	
	Fisicoquímico	Volumen específico	
	Análisis reológicos	Consistograma	
		Alveograma	
	Minerales	Potasio	
		Fósforo	
	Análisis sensorial	Atributos sensoriales	
Análisis microbiológico	E. coli		
	Mohos		
	Salmonella		

3.3. Tipo y Nivel de Investigación

3.3.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación es aplicada porque busca la utilización de conocimientos ya existentes. Carrasco (2006) afirma que este tipo de investigación se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos, es decir, se investiga para

actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad. En esta investigación se plantea conocer a profundidad ambas variables para emplear estos conocimientos de forma adecuada para solucionar problemas organizacionales relacionados con ellas.

3.3.2. Nivel de investigación.

El nivel de la investigación es cuantitativo ya que se trata de un tipo de investigación centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto, como curar una enfermedad o conseguir un elemento o bien que pueda ser de utilidad, al ejecutar los métodos planteados en forma empírica

3.4. Diseño de la Investigación

Para el desarrollo del presente estudio consideró que el diseño es: experimental, transversal.

Hernández (2017) refiere que los estudios experimentales se reconocen debido a que el investigador manipula de manera deliberada ambas variables de estudio. En cuanto a los estudios transversales el mismo autor menciona también que se caracterizan porque la recopilación de datos se realiza en un momento único y determinado.

3.5. Población y muestra de estudio.

3.5.1. Población.

Según Hernández et al. (2006). “La población o universo es el conjunto de los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (p. 239).

La población está conformada por 25 muestras seleccionada en forma aleatoria que corresponde al diseño experimental.

3.5.2. Muestra.

La muestra se realizó mediante muestreo censal, en el que de acuerdo a Hayes (1999), indicadas por los tratamientos del estudio

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos.

Behar (2008) afirma que las técnicas contribuyen a la comprobación de lo establecido en el problema de investigación, siendo usadas de forma conjunta o por separado de acuerdo a la investigación a realizar.

El presente trabajo de investigación se realizó tomando en cuenta a las respuestas de los tratamientos indicados en las etapas del diseño experimental, para ambas variables de estudio. Esta técnica en particular permite recoger las percepciones, valoraciones de los sistemas de panificación. (Niño, 2011)

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.

Baena (2017) hace hincapié en la importancia de los instrumentos, ya que estos comprenden aquellos aspectos que brindan apoyo a las técnicas de recolección de datos y al propósito que estas cumplen.

Las pruebas de panificación mediante las herramientas que siguen un orden establecido y son elaborados de acuerdo a los parámetros particulares de la investigación. (Niño, 2011)

3.7. Métodos de análisis de datos

Los datos obtenidos en los tratamientos indicados en las etapas del diseño experimental fueron sometidos a procesamiento de datos con los programas:

- SPSS

- Microsoft Excel
- Statgraphics

Etapas del diseño experimental

En el cuadro siguiente se reportan las cuatro etapas del diseño experimental

Tabla 3.

Etapas del diseño experimental de la investigación

ETAPA I	ETAPA II	ETAPA III					ETAPA IV	
<p>1. Obtención de la harina de centeno con 75% de grado de extracción</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Grano de centeno ➤ Limpieza y selección ➤ Acondicionamiento ➤ Molienda ➤ Harina 	<p>1. Caracterización de la harina de centeno con 75% de grado de extracción</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Análisis físico químico: Acidez y pH. ➤ Análisis químico proximal: Humedad, proteína, carbohidratos, grasa, fibra y ceniza. <p>2. Caracterización de la harina de trigo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Análisis físico química: Acidez y PH. ➤ Análisis químico proximal: Humedad, proteína, carbohidratos, grasa, fibra y ceniza. <p>3. Evaluación de las mezclas</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Análisis físico-químico: Determinación de gluten ➤ Análisis reológico: consistograma y Alveograma. 	Estudio de los tratamientos					<p>I. Caracterización del tratamiento óptimo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Análisis físico: Peso, volumen y volumen específico. ➤ Análisis físico químico: pH y acidez. ➤ Análisis químico proximal: Humedad, proteína, carbohidratos, grasa, fibra y ceniza. ➤ Análisis de minerales: Potasio y fosforo. ➤ Análisis microbiológico: Escherichia coli, mohos y salmonella sp. 	
		Harinas	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃		T ₄
		Harina de trigo	%	%	%	%		%
		Harina de centeno	100	95	90	85		80
<p>1. Elaboración del pan: método Esponja- masa</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pesado, amasado, primera fermentación, amasado-sobado, división-formado, fermentación y horneado <p>2. Evaluación del pan: Determinación del tratamiento óptimo</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Análisis físico: Peso, volumen y volumen específico ➤ Análisis físico-químico: PH y acidez titulable ➤ Análisis sensorial: Aroma, sabor, textura, apariencia general y color ➤ Análisis estadístico (Análisis sensorial). 								

3.8. Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación se ciñe estrictamente a los aspectos éticos al usar las materias primas, insumos permitidos así como las consideraciones de la Ley N° 29733 (“Ley de Protección de Datos Personales”) que garantiza el anonimato y la confidencialidad de los datos proporcionados por los sistemas de panificación, los panelistas de la evaluación fueron debidamente informados, asegurándose su participación voluntaria en la obtención de los datos requeridos para la evaluación sensorial.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultado de la harina de centeno variedad Huáscar

En las figuras siguientes, respectivamente, se muestran las operaciones cualitativas y cuantitativas en la elaboración de la harina de centeno con sus respectivos parámetros tecnológicos.

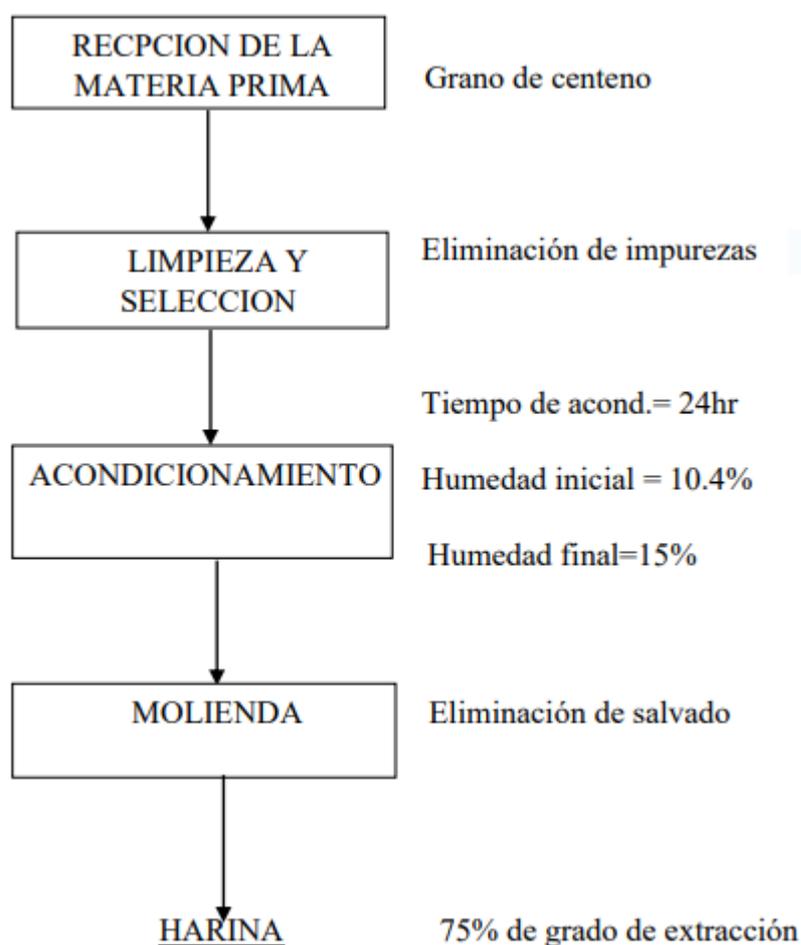


Figura 2. Diagrama de flujo cualitativo de la obtención de la harina de centeno

Fuente: Propia

En la molienda de los granos de centeno de la variedad Huáscar en el Molino Semi Industrial de marca BUEHLER no se presentaron problemas puesto que el equipo está diseñado para moler este tipo de granos con un grado de extracción de 75 %

4.2. Resultado de la caracterización de la harina de trigo, harina de centeno de la variedad Huáscar y mezcla

a. Análisis químico proximal.

En el cuadro siguiente se muestran los resultados de la composición químico proximal de la harina de trigo extra y harina de centeno.

Tabla 4.

Composición químico proximal de la harina de trigo y harina de centeno de la variedad Huáscar

Componentes	Harina Trigo	Harina Trigo (*)	Harina Centeno	Harina Centeno (*)
Humedad (%)	11.94	15.00	11.95	15.00
Proteína total (%)	12.85	7.98	10.19	6.67
Grasa (%)	1.44	1.13	1.46	1.33
Fibra cruda (%)	0.23	0.15	0.95	0.48
Ceniza (%)	0.67	0.46	1.37	0.72
El N (%)	72.87	74.2	74.08	75.0

Fuente: Propia

b. Análisis físico-Químico.

En el cuadro siguiente se muestran los valores de la acidez titulable y pH de la harina de trigo y harina de centeno de la variedad Huáscar

Tabla 5.

Acidez iónica y acidez titulable de la harina de trigo y harina de centeno de la variedad Huáscar

Ensayo	Harina de trigo	Harina de centeno
pH	6.12	5.81
Acidez titulable (% Ácido Sulfúrico)	0.11	0.16

Fuente: Propia

4.3. Evaluación de las sustituciones de la harina de trigo por centeno de la variedad Huáscar

a. Análisis Físico-Químico.

En el cuadro siguiente se muestran los valores del gluten húmedo y gluten seco de la harina con los niveles de sustitución

Tabla 6.

Gluten húmedo y gluten seco de la harina con 5 niveles de sustitución.

Nivel de sustitución (%)	Gluten húmedo (%)	Gluten seco (%)
0	33.32	11.06
5	33.21	10.93
10	32.65	10.87
15	31.86	10.76
20	30.28	10.58

Fuente: Propia

b. Análisis de Consistograma.

El Consistograma se realizó para que en un primer ensayo a hidratación constante se calcule la cantidad de agua que hay que añadir a la masa para que en un segundo ensayo a hidratación adaptada se logre la consistencia deseada de +/- 7%. 2200 milibares. La cantidad de agua exacta calculada es utilizada para realizar la prueba de Alveograma.

Tabla 7.

Consistograma de la harina con 5 niveles de sustitución.

Parámetros	Harina de trigo	Harina de trigo + Harina de centeno			
	0%	5%	10%	15%	20%
HYDHA b 15 (%)	55.0	56.1	56.8	56.7	56.9
Pr Max (mb)	2267	2291	2107	2301	2338
TPr Max (s)	110	100	112	108	112
Tol(s)	176	172	228	178	186
D250 (mb)	540	554	359	505	495
D450 (mb)	878	899	714	850	809
WAC b 15 (%)	57.9	59.1	58.9	59.7	60.1

En el cuadro anterior se mostraron los valores del Consistograma de la harina con 5 niveles de sustitución.

ALVEOLINK NG CONSISTO HA CHOPIN

GRANOTEC PERU SA AV.LOS INGENIEROS 112 URB.SANTA RAQUEL ATE LIMA 03 PERU		
FECHA:11/09/2015 HORA: 08:07		REFERENCIA MUESTRA : PANADERA I.C NOMBRE DE FICHERO : 09110002A515
PARAMETROS TEMP.LABO: 23.0 °C HIGRO.LABO.: 60.0 % HARINA : PANADERA I.C MOLINO : HUMEDAD : 13.70 % PROTEINAS : I.CAIDA : A.D. : EXTRAC. : ZELENY : CENIZAS : GLUTEN :		RESULTADOS H2O = 13.70% HYDHA = 55.0 % b 15 PrMax = 2267 mb TPrMax = 110 s Tol = 176 s D250 = 540 mb D450 = 878 mb WAC = 57.9 % b 15
METODICA : CHOPIN		PrMax MINI : 0 PrMax OBJET. : 2200 V:d1.13C+5.3

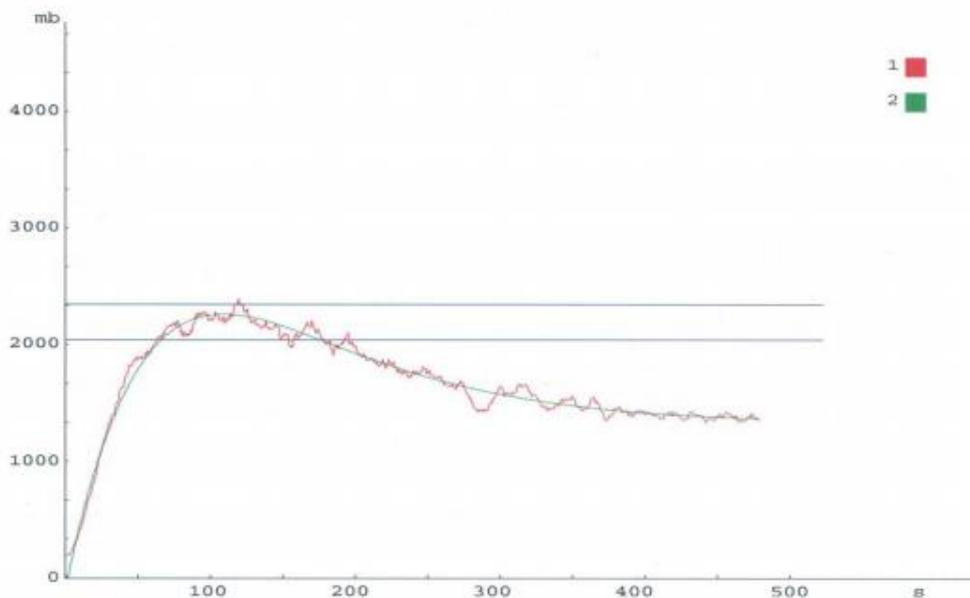


Figura 3. Consistograma de la harina al 0% de sustitución.

Fuente: Propia

ALVEOLINK NG CONSISTO HA CHOPIN

GRANOTEC PERU SA AV.LOS INGENIEROS 112 URB.SANTA RAQUEL ATE LIMA 03 PERU		
FECHA:25/08/2014 HORA: 13:38	REFERENCIA MUESTRA : 2 NOMBRE DE FICHERO : 08250008A514	
PARAMETROS TEMP.LABO: 23.5 °C HIGRO.LABO.: 58.0 % HARINA : 95H.7 5H.C MOLINO : HUMEDAD : 13.00 % PROTEINAS : I.CAIDA : A.D. : EXTRAC. : ZELENY : CENIZAS : GLUTEN :		RESULTADOS H2O = 13.00% HYDHA = 56.1 % b 15 PrMax = 2291 mb TPrMax = 100 s Tc1 = 172 s D250 = 554 mb D450 = 899 mb WAC = 59.1 % b 15
METODICA : CHOPIN		PrMax MINI : 0 PrMax OBJET. : 2200
V:d1.13C+5.3		

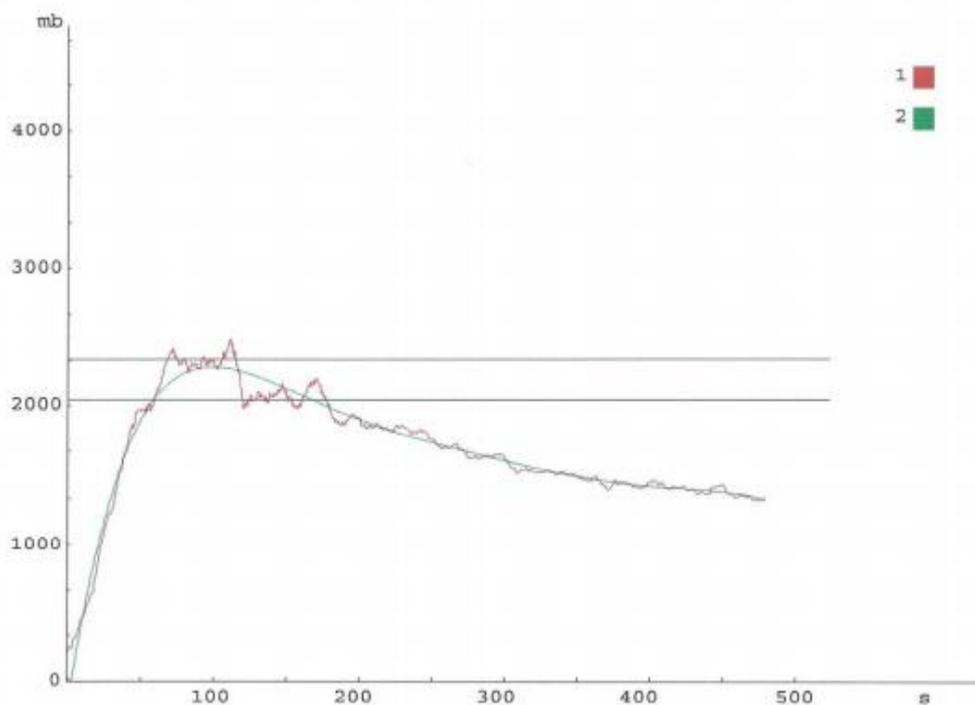


Figura 4. Consistograma de la harina al 5 % de sustitución.

Fuente: Propia

ALVROLINK NG CONSISTO HA CHOPIN

GRANOTEC PERU SA AV.LOS INGENIEROS 112 URB.SANTA RAQUEL ATE LIMA 03 PERU		
FECHA:25/08/2014 HORA: 14:50		REFERENCIA MUESTRA : 3 NOMBRE DE FICHERO : 08250013A514
PARAMETROS TEMP.LABO: 23.5 °C HIGRO.LABO.: 57.0 % HARINA : 90H.T 10H.C MOLINO : HUMEDAD : 12.75 % I.CAIDA : PROTEINAS : EXTRAC. : A.D. : ZELENY : CENIZAS : GLUTEN :		RESULTADOS H2O = 12.75% HYDHA = 56.8 % b 15 PrMax = 2107 mb TPrMax = 112 s Tol = 228 s D250 = 359 mb D450 = 714 mb WAC = 58.9 % b 15
METODICA : CHOPIN		PrMax MINI : 0 PrMax OBJET. : 2200 V:dl.13C+5.3

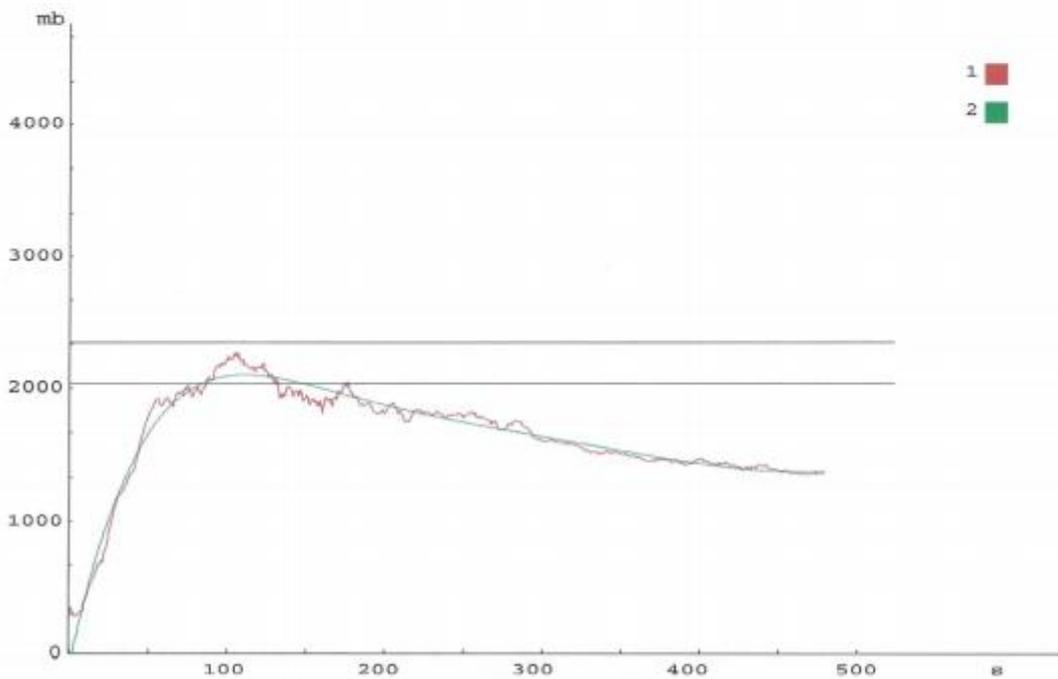


Figura 5. Consistograma de la harina al 10 % de sustitución.

Fuente: Propia

ALVEOLINK NG CONSISTO HA CHOPIN

GRANOTEC PERU SA AV. LOS INGENIEROS 112 URB. SANTA RAQUEL ATE LIMA 03 PERU		
FECHA: 25/08/2014 HORA: 15:14		REFERENCIA MUESTRA : 4 NOMBRE DE FICHERO : 08250014A514
PARAMETROS TEMP. LABO: 23.5 °C HIGRO. LABO.: 57.0 % HARINA : 85H.T 15H.C MOLINO : HUMEDAD : 12.85 % PROTEINAS : I. CAIDA : A.D. : EXTRAC. : ZELENY : CENIZAS : GLUTEN :		RESULTADOS H2O = 12.85 % HYDHA = 56.7 % b 15 PrMax = 2301 mb TPrMax = 108 s Tol = 178 s D250 = 505 mb D450 = 850 mb WAC = 59.7 % b 15
METODICA : CHOPIN		PrMax MINI : 0 PrMax OBJET. : 2200 V: d1.13C+5.3

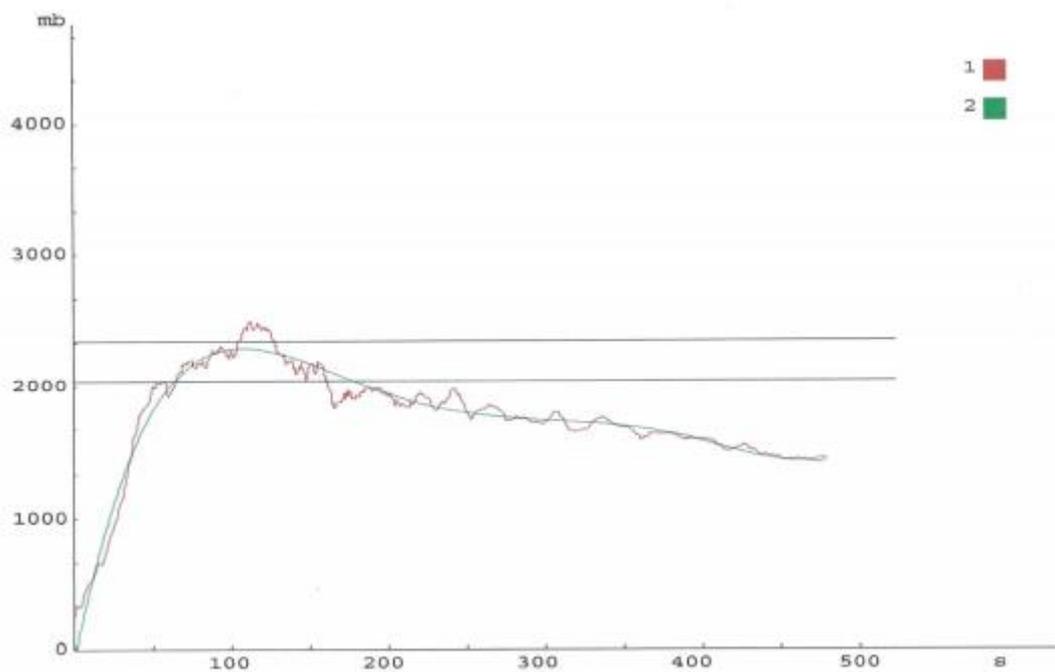


Figura 6. Consistografía de la harina al 15% de sustitución.

Fuente: Propia

ALVEOLINK NG CONSISTO HA CHOPIN

GRANOTEC PERU SA AV. LOS INGENIEROS 112 URB. SANTA RAQUEL ATE LIMA 03 PERU		
FECHA: 25/08/2014 HORA: 15:37	REFERENCIA MUESTRA : 5 NOMBRE DE FICHERO : 08250015A514	
PARAMETROS TEMP. LABO: 23.5 °C HIGRO. LABO.: 57.0 % HARINA : 80H.T 20H.C MOLINO : HUMEDAD : 12.90 % PROTEINAS : I. CAIDA : A.D. : EXTRAC. : ZELENY : CENIZAS : GLUTEN :		RESULTADOS H2O = 12.90 % HYDHA = 56.9 % b 15 PrMax = 2338 mb TPrMax = 112 s Tol = 186 s D250 = 495 mb D450 = 809 mb WAC = 60.1 % b 15 HYDHAC = 57.6 % b 15
METODICA : CHOPIN		PrMax MINI : 0 PrMax OBJET. : 2200
V: d1.13C+5.3		

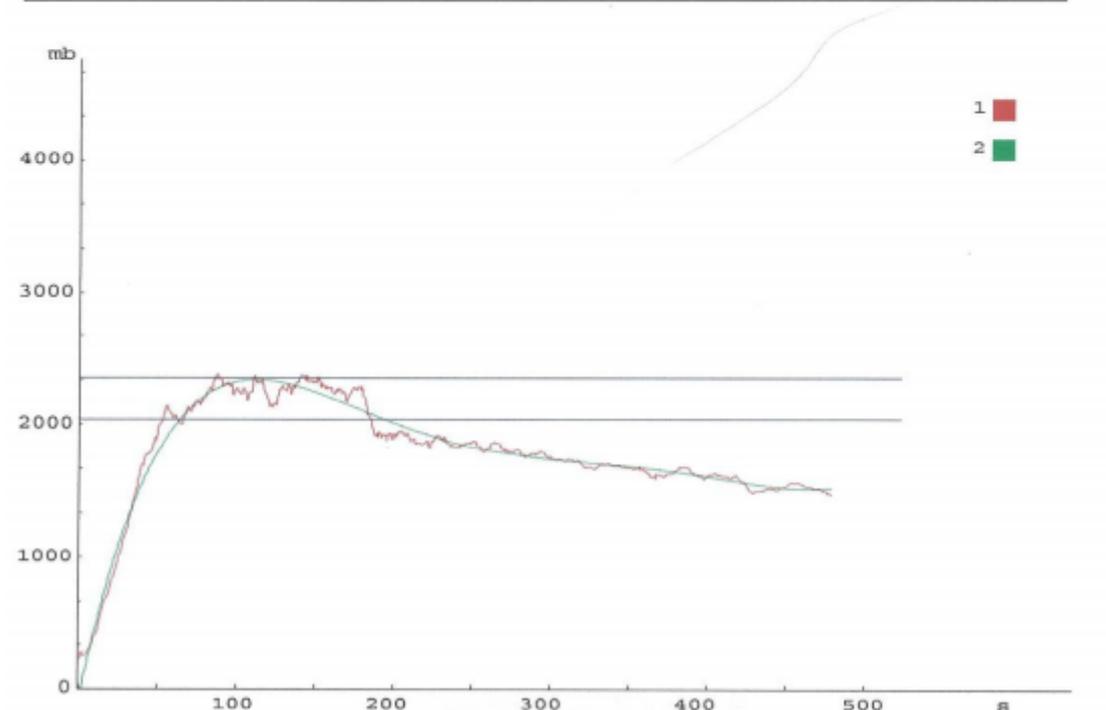


Figura 7. Consistograma de la harina al 20% de sustitución.

Fuente: Propia

c. Análisis de Alveograma.

En la tabla 8, siguiente, se muestran los valores del Alveograma de la harina con 5 niveles de sustitución.

Tabla 8.

Alveograma de la harina con 5 niveles de sustitución.

Nivel de sustitución (%)	Alveograma HA			
	Tenacidad P (mm)	Extensibilidad L (mm)	Fuerza W (10E-4J)	Relación P/L
0	74	90	250	0.83
5	79	129.5	311	0.61
10	90	115.8	328	0.78
15	111	77.3	311	1.44
20	129	57.3	291	2.26

Fuente: Propia

ALVEOLINK NG ALVEO HA CHOPIN

GRANOTEC PERU SA AV. LOS INGENIEROS 112 URB. SANTA RAQUEL ATE LIMA 03 PERU																													
FECHA: 11/09/2015 HORA: 09:12	REFERENCIA MUESTRA : PANADERA I.C NOMBRE DE FICHERO : 09110003A315																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PARAMETROS</th> <th>RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TEMP. LABO: 23.0 °C</td> <td>HIGRO. LABO.: 60.0 %</td> <td>T = 74 mmH2O</td> </tr> <tr> <td>HARINA : PANADERA I.C MOLINO :</td> <td></td> <td>A = 90 mm</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD : 13.70 %</td> <td></td> <td>Ex = 21.1</td> </tr> <tr> <td>PROTEINAS :</td> <td>I. CAIDA :</td> <td>Fb = 250 10E-4J</td> </tr> <tr> <td>A.D. :</td> <td></td> <td>T/A = 0.83</td> </tr> <tr> <td>ZELENY :</td> <td>EXTRAC. :</td> <td>Iec = 62.9 %</td> </tr> <tr> <td>CENIZAS :</td> <td></td> <td>Fb(40) = 135 10E-4J</td> </tr> <tr> <td>GLUTEN :</td> <td></td> <td>HYDHA = 55.0% b 15</td> </tr> </tbody> </table>		PARAMETROS		RESULTADOS	TEMP. LABO: 23.0 °C	HIGRO. LABO.: 60.0 %	T = 74 mmH2O	HARINA : PANADERA I.C MOLINO :		A = 90 mm	HUMEDAD : 13.70 %		Ex = 21.1	PROTEINAS :	I. CAIDA :	Fb = 250 10E-4J	A.D. :		T/A = 0.83	ZELENY :	EXTRAC. :	Iec = 62.9 %	CENIZAS :		Fb(40) = 135 10E-4J	GLUTEN :		HYDHA = 55.0% b 15	
PARAMETROS		RESULTADOS																											
TEMP. LABO: 23.0 °C	HIGRO. LABO.: 60.0 %	T = 74 mmH2O																											
HARINA : PANADERA I.C MOLINO :		A = 90 mm																											
HUMEDAD : 13.70 %		Ex = 21.1																											
PROTEINAS :	I. CAIDA :	Fb = 250 10E-4J																											
A.D. :		T/A = 0.83																											
ZELENY :	EXTRAC. :	Iec = 62.9 %																											
CENIZAS :		Fb(40) = 135 10E-4J																											
GLUTEN :		HYDHA = 55.0% b 15																											
METODICA : CHOPIN	PrMax MINI : 0	PrMax OBJET. : 2200																											
V: d1.13C+5.3																													

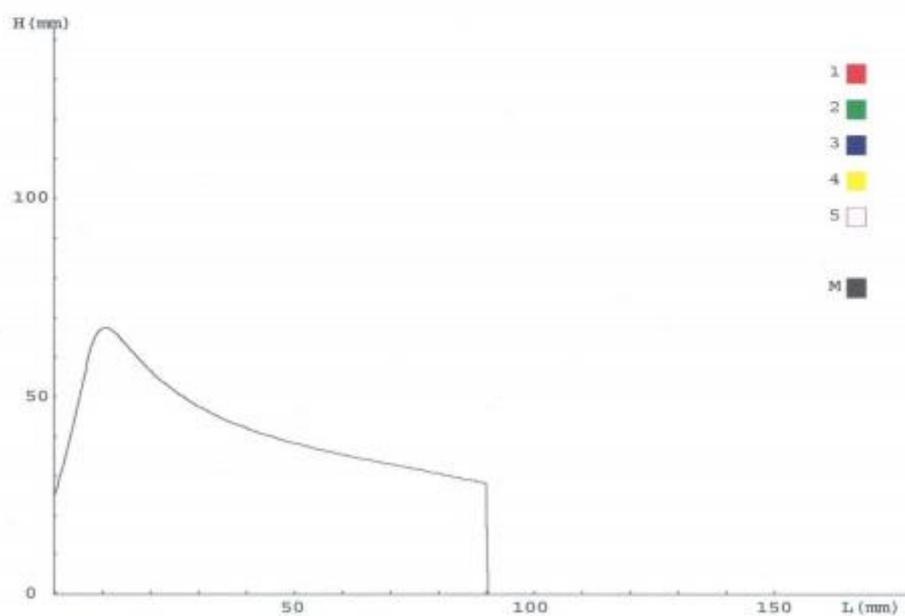


Figura 8. Alveograma de la harina al 0% de sustitución.

Fuente: Propia



Flour Type
Mill
Test Date
Test No.
Operator
Humidity
Notes

: Sample
: 26.08.2014
: R140826001
: Operator
: 12,98
: 95%H. Trigo + 5%H. Centeno Muestra N°2

GRANOTEC

RHEOGRAPH TEST SYSTEMS_2.3

Values

Wet Gluten :
Dry Gluten :
Extraction :
Ash :
Index :
FN :

	W 100-4J	P mmH2O	L mm	P/L	le %
1	328	81	138.2	0.59	55.4
2	306	78	129.1	0.60	54.9
3	312	80	129.1	0.62	56.2
4	297	78	121.8	0.64	57.7
5					
Avg	311	79	129.6	0.61	56.1

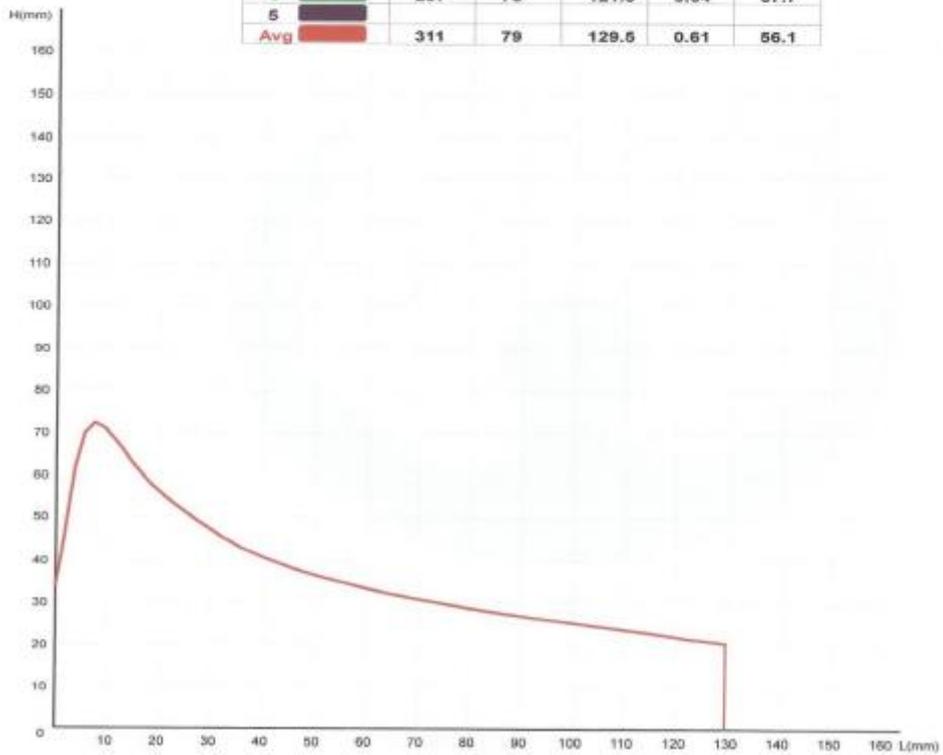


Figura 9. Alveograma de la harina al 5 % de sustitución.

Fuente: Propia



RHEOGRAPH TEST SYSTEMS_2.3

Flour Type :
 Mill :
 Test Date : 28.08.2014
 Test No. : R140828002
 Operator :
 Humidity : 12,75
 Notes :

Sample :
 Wet Gluten :
 Dry Gluten :
 Extraction :
 Ash :
 Index :
 FN :

	W 10E-4J	P mmH2O	L mm	P/L	Ig %
1	338	96	109.1	0.88	57.5
2	322	85	121.8	0.70	57.1
3					
4					
5	325	88	116.4	0.76	57.5
Avg	328	90	115.8	0.78	57.4

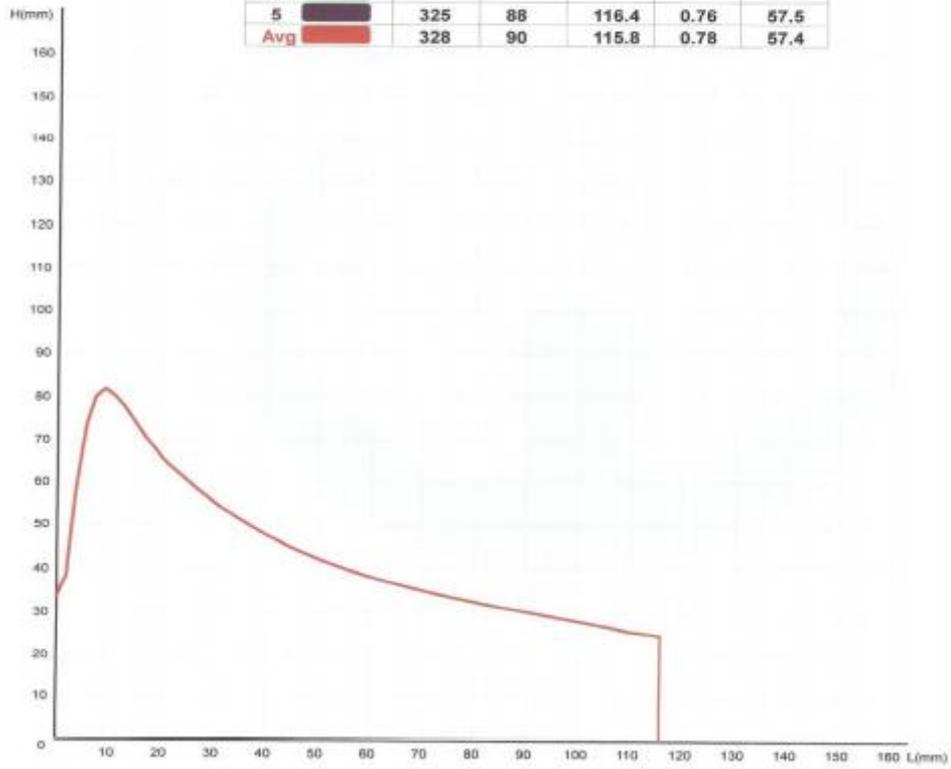


Figura 10. Alveograma de la harina al 10% de sustitución.

Fuente: Propia



RHEOGRAPH TEST SYSTEMS_2.3

Flour Type
Mill
Test Date
Test No.
Operator
Humidity
Notes

: Sample
: 28.08.2014
: R140828003
: Operator
: 12,84
: 85%H. Trigo + 15%H. Centeno Muestra N°4 HA

Values

Wet Gluten :
Dry Gluten :
Extraction :
Ash :
Index :
FN :

	W 10E-4J	P mmH2O	L mm	P/L	lg %
1	329	114	74.5	1.54	54.8
2	317	111	81.8	1.36	54.5
3	299	108	76.4	1.41	56.1
4	299	110	76.4	1.44	54.0
5					
Avg	311	111	77.3	1.44	54.9

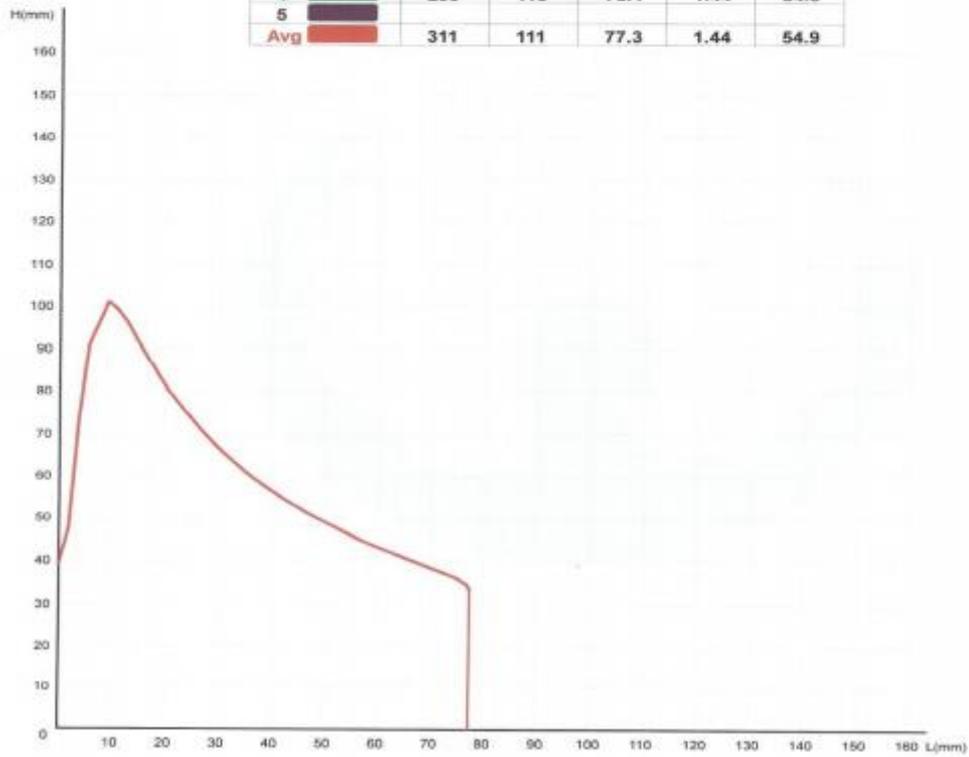


Figura 11. Alveograma de la harina al 15 % de sustitución.

Fuente: Propia



Flour Type
Mill
Test Date
Test No.
Operator
Humidity
Notes

: Sample
: 28.08.2014
: R140828004
: Operator
: 12,89
: 80%H. Trigo + 20%H. Centeno Muestra N°5 HA

GRANOTEC

RHEOGRAPH TEST SYSTEMS_2.3

Values

Wet Gluten :
Dry Gluten :
Extraction :
Ash :
Index :
FN :

	W 10E-4J	P mmH2O	L mm	P/L	le %
1	296	128	60.0	2.13	52.6
2	281	130	54.5	2.38	51.7
3	304	130	60.0	2.16	53.4
4	282	129	54.5	2.36	52.1
5					
Avg	291	129	57.3	2.26	52.5

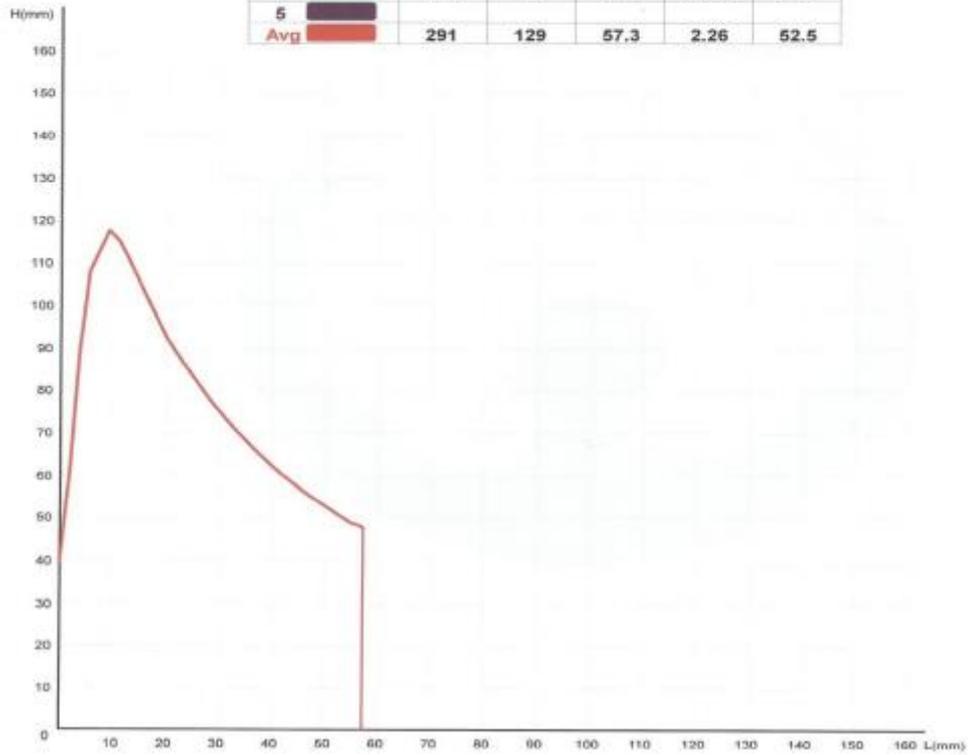


Figura 12. Alveograma de la harina al 20% de sustitución.

Fuente: Propia

4.4. Resultados de los tratamientos en estudios

4.4.1. Resultados de los análisis físicos.

a. Resultado del peso

En la tabla 9 se muestran los valores del peso del pan con 5 niveles de sustitución.

Tabla 9.

Resultado del peso del pan con 5 niveles de sustitución.

Niveles de sustitución (%)	Peso (g)
0	38.7
5	38.8
10	38.8
15	39.8
20	41.9

b. Resultado del Volumen y volumen específico.

El volumen y volumen específico del pan con 5 niveles de sustitución, se señalan en la tabla 10 siguiente.

Tabla 10.

Volumen y volumen específico del pan con 5 niveles de sustitución

Nivel de sustitución (%)	Volumen (cm³)	Volumen específico (cm³ / g)
0	177	4.57
5	176	4.54
10	176	4.54
15	174	4.37
20	171	4.08

Fuente: Propia

c. Resultado del análisis fisicoquímico

En la tabla 11 se muestran los valores del pH y acidez titulable del pan con 5 niveles de sustitución.

Tabla 11.

Acidez iónica (pH) y acidez titulable del pan con 5 niveles de sustitución

Nivel de sustitución (%)	pH	Acidez titulable (exp. Ácido sulfúrico) (%)
0	5.4	0.16
5	5.5	0.20
10	5.5	0.20
15	5.6	0.24
20	5.6	0.3

Fuente: Propia

d. Resultados de la evaluación sensorial

En la tabla 12 siguiente se muestra el promedio de las calificaciones del pan con 5 niveles de sustitución.

Tabla 12.

Promedio de las calificaciones del pan con 5 niveles de sustitución.

Características	Nivel de sustitución (%)				
	0	5	10	15	20
Aroma	3.37	3.5	3.60	3.37	3.30
Sabor	3.57	3.70	3.50	3.30	3.33
Textura	3.60	3.57	3.70	3.33	3.23
Apariencia general	3.40	3.60	3.80	3.37	3.27
Color	3.80	3.53	3.60	3.33	3.37
Suma	17.74	17.9	18.2	16.7	16.5
Promedio	3.55	3.58	3.64	3.34	3.30

Fuente: Propia

e. Resultado del Análisis estadístico de la evaluación sensorial

Los datos registrados del análisis sensorial fueron evaluados a través de un Análisis de Varianza (ANVA), en la cual se determinó que no existe significancia estadística entre los tratamientos lo que indica que los jueces encuentran igual a los atributos de aroma, sabor, textura, apariencia general y color entre todos los tratamientos de estudio; esto indica que se puede agregar hasta un 20 % del producto sin modificar dichos atributos.

Tabla 13.*Resultado del análisis de varianza para el atributo aroma.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Razón F calculada	F tabulada (5%)	F tabulada (1%)	significancia
Tratamientos	4	1.76	0.44	0.8704	2.4499	3.4852	No significativo
Jueces	29	14.2933	0.4929	0.9750			
Error	116	58.64	0.5055				
Total	149	74.6933					

Fuente: Propia

Tabla 14.*Resultado del análisis de varianza para el atributo sabor.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Razón F calculada	F tabulada (5%)	F tabulada (1%)	significancia
Tratamientos	4	3.3067	0.8267	1.9375	2.4499	3.4852	No significativo
Jueces	29	22.64	0.7807	1.8297			
Error	116	49.4933	0.4267				
Total	149	75.44					

Fuente: Propia

Tabla 15.*Resultado del análisis de varianza para el atributo textura.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Razón F calculada	F tabulada (5%)	F tabulada (1%)	significancia
Tratamientos	4	4.5733	1.1433	1.8465	2.4499	3.4852	No significativo
Jueces	29	15.0733	0.5198	0.8394			
Error	116	71.8267	0.6192				
Total	149	91.4733					

Fuente: Propia**Tabla 16.***Resultado del análisis de varianza para el atributo apariencia general.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Razón F calculada	F tabulada (5%)	F tabulada (1%)	significancia
Tratamientos	4	5.44	1.36	2.0714	2.4499	3.4852	No significativo
Jueces	29	17.8733	0.6163	0.9387			
Error	116	76.16	0.6566				
Total	149	99.4733					

Fuente: Propia

Tabla 17.

Resultado del análisis de varianza para el atributo color.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Razón F calculada	F tabulada (5%)	F tabulada (1%)	significancia
Tratamientos	4	4.2933	1.0733	1.8721	2.4499	3.4852	No significativo
Jueces	29	22.5933	0.7791	1.3589			
Error	116	66.5067	0.5733				
Total	149	93.3933					

Fuente: Propia

4.5. Resultados de la caracterización del tratamiento óptimo.

4.5.1. Resultado de la elaboración del pan óptimo

a. Resultado del balance de materia

Se elaboró el pan con el nivel óptimo de sustitución (90% harina de trigo y 10% harina de centeno), en el cuadro siguiente se presenta el balance de materia.

Tabla 18.*Balance de materia en la elaboración del pan óptimo en base a 1960 gramos*

Operaciones	Movimiento en el sistema				
	Entra (gr)	Sale (gr)	Continua (gr)	Rendimiento en la operación (%)	Rendimiento en el proceso (%)
Pesado	1960	---	1960	100	100
Amasado	1960	---	1960	100	100
1 ^{era} fermentación	1960	---	1960	100	100
Amasado – sobado	3710	55	3655	98.52	186.48
División – formado	3655	---	3655	100	186.48
Fermentación final	3655	---	3655	100	186.48
Horneado	3655	819	2836	77.59	144.69
Enfriado	2836	---	2836	100	144.69

Fuente: Propia

b. Resultados del análisis físico y físico-químico.

En el cuadro se muestra el resultado del Peso, volumen, volumen específico, pH y acidez titulable del pan óptimo (10%).

Tabla 19.

Peso, volumen, volumen específico, acidez iónica (pH) y acidez titulable del pan óptimo.

Características	Resultados
Peso (gr)	38.8
Volumen (cm ³)	176
Volumen específico (cm ³ / gr)	4.54
pH	5.5
Acidez titulable (%)	0.20

c. Resultado del análisis químico proximal y mineral.

En los cuadros siguientes se muestran los resultados de la composición químico proximal y mineral del pan óptimo respectivamente.

Tabla 20.

Resultado de la composición químico proximal del pan óptimo.

Componentes	Contenido	Pan francés (*)
Humedad (%)	22.18	27
Proteína total (%)	11.52	8.4
Grasa (%)	1.06	0.2
Fibra cruda (%)	0.83	0.6
Ceniza (%)	1.54	1.5
El N (%)	62.87	62.9

Fuente: Propia

El pan óptimo en comparación con la composición del pan francés reportado por el Collazos et al. (1996), el contenido humedad (22.18%) es inferior, pero en cuanto

al contenido de proteína (11.52%), grasa (1.06%), fibra (0.83%), ceniza (1.54%) y carbohidratos (62.87%) es superior.

Tabla 21.

Resultados del contenido de minerales del pan óptimo.

Minerales	Harina de trigo(*)	Harina de centeno (*)	Harina de trigo + Harina de centeno (*)	Pan óptimo	Pan francés (**)
Potasio (mg/100g)	118	172	145	181.6
Fosforo (mg/100g)	93	129	111	162.9	101
Calcio (mg/100g)	19.2	19.5	19.35
Magnesio (mg/100g)	16.8	26	21.4
Hierro (mg/100g)	1.35	1.72	1.54

Fuente: Propia

La harina de centeno tiene mayor contenido de potasio y fosforo a comparación de la harina de trigo esto lo hace muy beneficioso porque se les pueden aprovechar para la formación de proteínas; desarrollo del musculo; descomponer y utilizar los carbohidratos; mantener el crecimiento normal del cuerpo y mejorar el rendimiento intelectual y memoria; oxigenar los tejidos; producir y almacenar energía respectivamente.

Con respecto al contenido de fosforo el pan con 10% de sustitución es bastante superior (61.9 unidades más) a lo mencionado por Collazos et al. (1996), para pan francés. Esto debido a que la harina de centeno es buena fuente de micronutrientes importantes tales como potasio (172 mg/100g), según Primo (1979), pero del pan francés no se muestran los valores de potasio. Los valores promedios de potasio y fosforo contenido por la harina de trigo y harina de centeno son inferiores a los valores presentados por el pan con 10%| de sustitución y son ligeramente superior al pan francés.

d. Resultado del análisis microbiológico de la elaboración del pan óptimo

En el cuadro siguiente se muestra los límites microbiológicos del pan óptimo.

Tabla 22.

Resultados de los límites microbiológico del pan óptimo

Ensayo	Resultado	Limite Microbiológico (*)
Echerichia coli (UFC/gr)	<1	3 - 20
Mohos (UFC/gr)	40	10^2 - 10^3
Salmonella SP(UFC/gr)	Ausencia	Ausencia

Fuente: Propia

4.6. Resultados de la Estadística Inferencial para la Contrastación de las hipótesis

4.6.1. Resultados para la contrastación de las hipótesis específicas.

4.6.1.1. Contrastación de la primera hipótesis específica.

H₁: Las características de acidez y pH de la harina de centeno con 75 % de grado de extracción son buenas para su uso como sucedáneo en la elaboración del pan

H₀: Las características de acidez y pH de la harina de centeno con 75 % de grado de extracción no son buenas para su uso como sucedáneo en la elaboración del pan.

a. Comparación de dos variables Acidez harina de centeno & Uso como sucedáneos (%)

Muestra 1: Acidez harina de centeno

Muestra 2: Uso como sucedáneos (%)

Selección de la Variable: Uso como sucedáneos (%)

Muestra 1: 8 valores en el rango de 5.35 a 5.9

Muestra 2: 8 valores en el rango de 85.0 a 98.0

b. Resumen Estadístico de la Comparación de dos variables Acidez harina de centeno & Uso como sucedáneos (%)

Tabla 23.

Comparación de dos variables Acidez harina de centeno & Uso como sucedáneos (%)

	<i>Acidez harina de centeno</i>	<i>Uso como sucedáneos (%)</i>
Recuento	8	8
Promedio	5.6125	90.625
Desviación Estándar	0.220373	4.40576
Coefficiente de Variación	3.92647%	4.86153%
Mínimo	5.35	85.0
Máximo	5.9	98.0
Rango	0.55	13.0
Sesgo Estandarizado	0.0313661	0.21676
Curtosis Estandarizada	-1.0698	-0.147176

Se construyó la tabla 23, contiene el resumen estadístico para las dos muestras de datos. De particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado.

- **Prueba de normalidad Paramétrica**

Como una confirmación que los datos están dentro de la curva gaussiana se presenta la curva de normalidad paramétrica a partir de las medidas de tendencia central

Tabla 24.

Distribuciones de Probabilidad o Distribución: Normal

<i>Parámetros:</i>	<i>Media</i>	<i>Desv. Est.</i>
Dist. 1	5.6125	0.220373

La distribución normal se complementa con su graficas que se determinaron el comportamiento de las variables dentro de la curva normal Gaussiana.

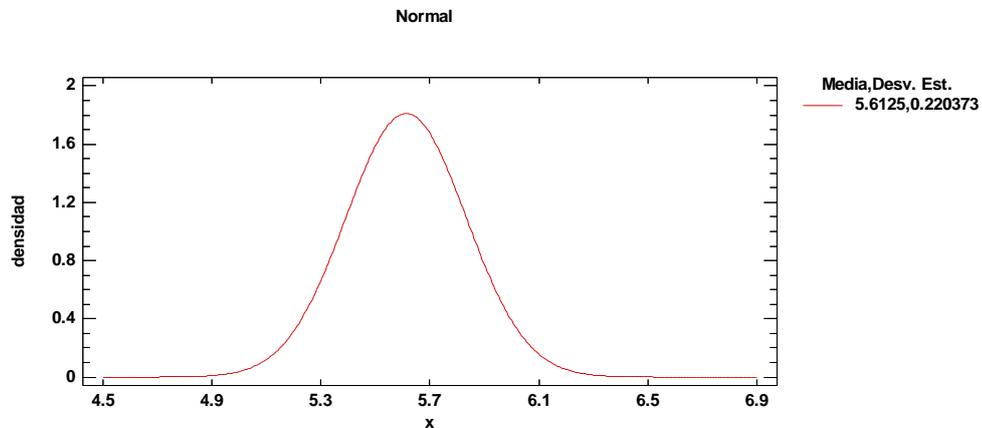


Figura 13. Gráfico de la distribución paramétrica para ver la tendencia paramétrica de los datos en la Constratación de las Hipótesis

Fuente: Propia

- Coherencia de la inferencia estadísticas en la comparación de medias

Las tendencias de resultados son coherentes ya que los datos están dentro de la curva Gaussiana la que se puede comprobar con las medidas de tendencia central y con un coeficiente de variación de 3.92647 % para la acidez de la harina y de 4.86153 % uso como sucedáneo lo que se puede indicar en el gráfico de sus densidades donde se observe el comportamiento de estas variables que tiene la distribución normal

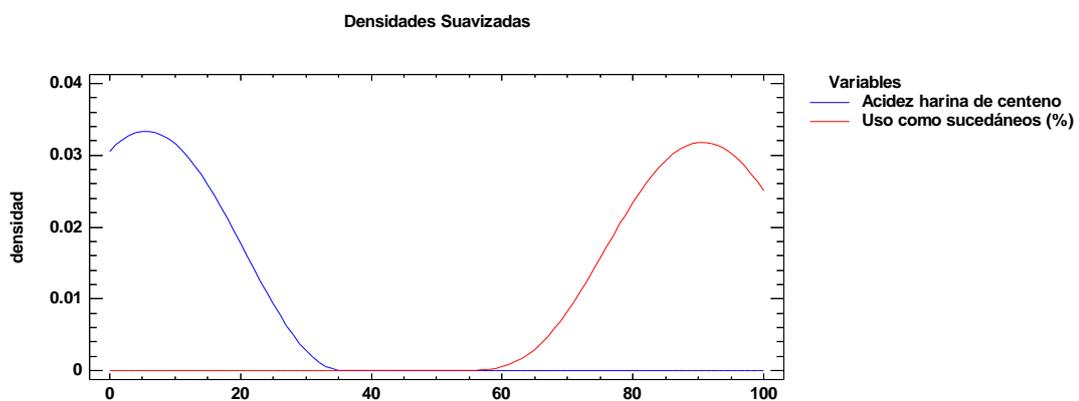


Figura 14. Distribución de las densidades suavizadas para la comparación de promedios.

Fuente: Propia

c. Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Acidez harina de centeno:
 5.6125 ± 0.184237 [5.42826; 5.79674]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Uso como sucedáneos (%):
 90.625 ± 3.68332 [86.9417; 94.3083]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias

Suponiendo varianzas iguales: 85.0125 ± 3.34506 [88.3576; 81.6674]

d. Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alternativa: $\mu_1 \neq \mu_2$

Suponiendo varianzas iguales: $t = 54.5085$ valor-P = 0

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

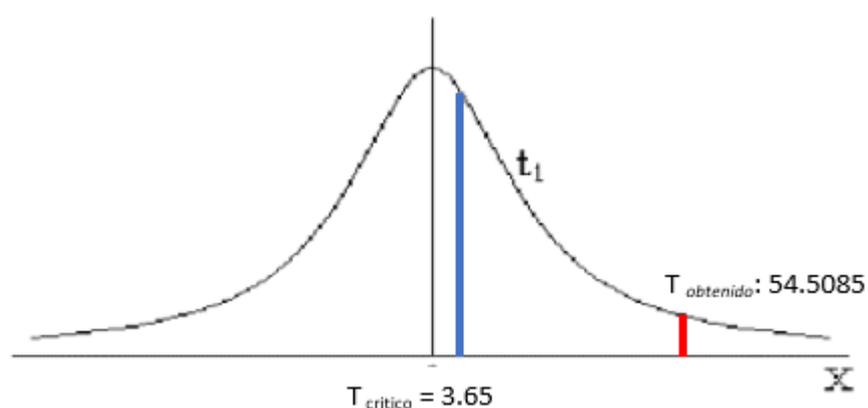


Figura 14: Distribución de las densidades suavizadas para la comparación de promedios

e. Decisión estadística

Considerando que $|t_{obtenido}| = |54.5085| > |t_{critico}| = 3.65$. Se rechaza la hipótesis nula.

Por lo tanto, se acepta:

H₁: Las características de acidez y pH de la harina de centeno con 75 % de grado de extracción son buenas para su uso como sucedáneo en la elaboración del pan.

Se ejecutó la prueba-t para comparar las medias de las dos muestras. De interés particular es el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el

cual se extiende desde 88.3576 hasta 81.6674. Puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%; en la prueba-t para evaluar hipótesis específicas acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a 0.0 versus la hipótesis alterna de que la diferencia no es igual a 0.0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula en favor de la alterna.

Una forma gráfica a partir de las tablas cruzadas del enfrentamiento de estas variables se puede comprobar gráficamente su validez en sus cajas y bigotes como se indica en la figura siguiente:

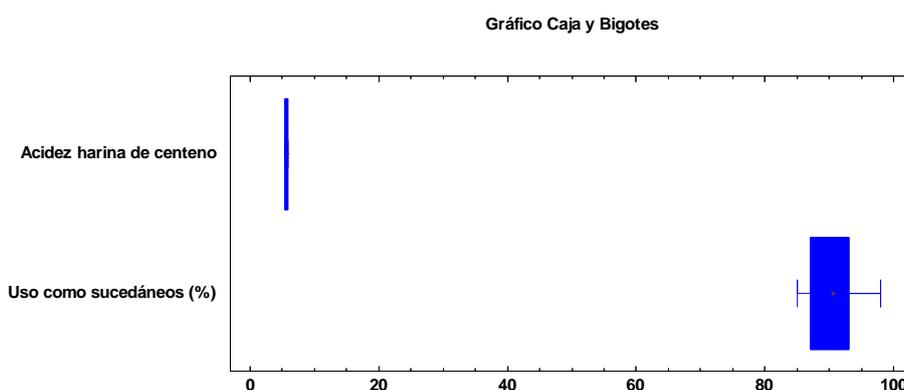


Figura 15. Gráfico de cajas y bigotes de la Comparación de variables acidez de la harina de centeno de la variedad Huáscar como uso sucedáneos

4.6.1.2. **Contrastación de la segunda hipótesis específica.**

H₂: La evaluación de las mezclas con respecto al contenido de gluten y su análisis reológico son favorables en el uso de la harina de centeno como sucedáneos en la elaboración del pan.

H₀: La evaluación de las mezclas con respecto al contenido de gluten y su análisis reológico no son favorables en el uso de la harina de centeno como sucedáneos en la elaboración del pan.

a. Comparación de dos variables Mezcla de contenido de gluten (%) & Uso como sucedáneos (%)

Muestra 1: Mezcla de contenido de gluten (%)

Muestra 2: Uso como sucedáneos (%)

Selección de la Variable: Uso como sucedáneos (%)

Muestra 1: 8 valores en el rango de 32.1 a 32.95

Muestra 2: 8 valores en el rango de 85.0 a 98.0

b. Resumen Estadístico de la Comparación de dos variables Mezcla de contenido de gluten (%) & Uso como sucedáneos (%)

Tabla 25.

Comparación de dos variables Mezcla de contenido de gluten (%) & Uso como sucedáneos (%)

	<i>Mezcla de contenido de gluten(%)</i>	<i>Uso como sucedáneos (%)</i>
Recuento	8	8
Promedio	32.54	90.625
Desviación Estándar	0.319509	4.40576
Coficiente de Variación	0.981895%	4.86153%
Mínimo	32.1	85.0
Máximo	32.95	98.0
Rango	0.85	13.0
Sesgo Estandarizado	-0.309146	0.21676
Curtosis Estandarizada	-0.881306	-0.147176

Se construyó el resumen estadístico para las dos muestras de datos. De particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo

estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado.

c. Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Mezcla de contenido de gluten (%): 32.54 ± 0.267117 [32.2729; 32.8071]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Uso como sucedáneos (%): 90.625 ± 3.68332 [86.9417; 94.3083]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias

Suponiendo varianzas iguales: 58.085 ± 3.34965 [61.4347; 54.7353]

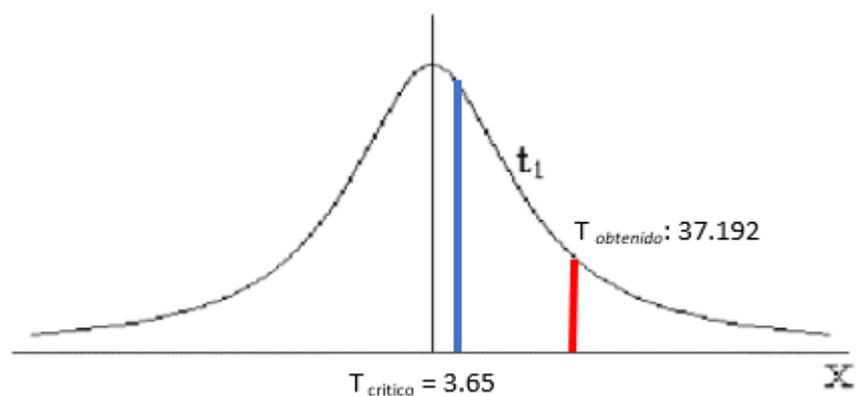
d. Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\text{media}_1 = \text{media}_2$

Hipótesis Alternativa: $\text{media}_1 \neq \text{media}_2$

Suponiendo varianzas iguales: $t = 37.192$ valor-P = 0

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.



e. Decisión estadística

Considerando que $| t_{\text{obtenido}} = | 37.192 > | t_{\text{critico}} = 3.65 |$. Se rechaza la hipótesis nula.

Por lo tanto, se acepta:

H₂: La evaluación de las mezclas con respecto al contenido de gluten y su análisis reológico son favorables en el uso de la harina de centeno como sucedáneos en la elaboración del pan.

En la prueba-t para comparar las medias de las dos muestras. También construye los intervalos, o cotas, de confianza para cada media y para la diferencia entre las medias. De interés particular es el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 61.4347 hasta 54.7353. Puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%; en la prueba-t para evaluar hipótesis específicas acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a 0.0 versus la hipótesis alterna de que la diferencia no es igual a 0.0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula en favor de la alterna.

Una forma gráfica a partir de las tablas cruzadas del enfrentamiento de estas variables se puede comprobar gráficamente su validez en sus cajas y bigotes como se indica en la figura siguiente:

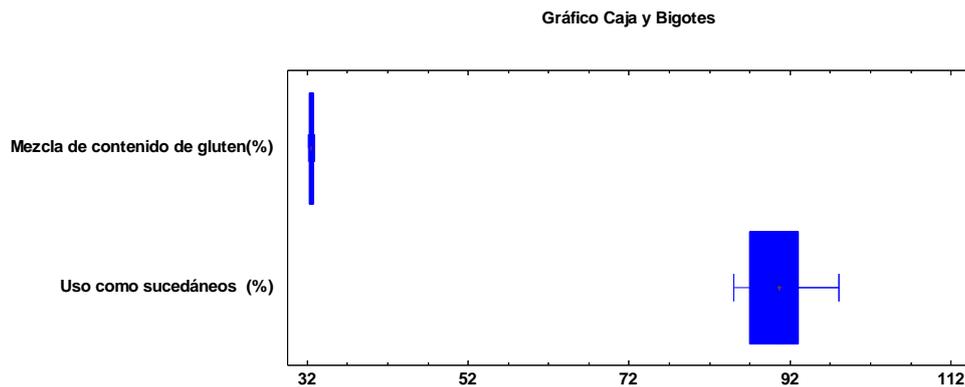


Figura 16. Gráfico de cajas y bigotes de la Comparación de variables mezcla del contenido de gluten de la harina de centeno de la variedad Huáscar como uso sucedáneos
Fuente: Propia

4.6.1.3. **Contrastación de la tercera hipótesis específica.**

H₃: Las características físicas, fisicoquímica, sensorial y microbiológica del mejor tratamiento de la harina de centeno como sucedáneo en la elaboración del pan cumplen con las normas para su comercialización.

H₀: Las características físicas, fisicoquímica, sensorial y microbiológica del mejor tratamiento de la harina de centeno como sucedáneo en la elaboración del pan no cumplen con las normas para su comercialización

a. Comparación de dos variables las características de calidad (físicas, fisicoquímicas, sensorial y microbiológicas) & Normas de comercialización.

Muestra 1: Las características de calidad

Muestra 2: Normas de comercialización

Selección de la Variable: Normas de comercialización

Muestra 1: 8 valores en el rango de 16.0 a 19.0

Muestra 2: 8 valores en el rango de 48.0 a 57.0

b. Resumen Estadístico de la Comparación de dos variables las características de calidad (físicas, fisicoquímicas, sensorial y microbiológicas) & Normas de comercialización

Tabla 26.

Comparación de dos variables las características de calidad (físicas, fisicoquímicas, sensorial y microbiológicas) & Normas de comercialización

	<i>Las características de calidad</i>	<i>Normas de comercialización</i>
Recuento	8	8
Promedio	17.625	52.875
Desviación Estándar	1.18773	3.5632
Coeficiente de Variación	6.73892%	6.73892%
Mínimo	16.0	48.0
Máximo	19.0	57.0
Rango	3.0	9.0
Sesgo Estandarizado	-0.455328	-0.455328
Curtosis Estandarizada	-0.709731	-0.709731

Fuente: Propia

Se determinó el resumen estadístico para las dos muestras de datos. De particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado.

c. Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Las características de calidad:
17.625 +/- 0.992974 [16.632; 18.618]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Normas de comercialización:
52.875 +/- 2.97892 [49.8961; 55.8539]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias

Suponiendo varianzas iguales: 35.25 ± 2.84813 [38.0981; 32.4019]

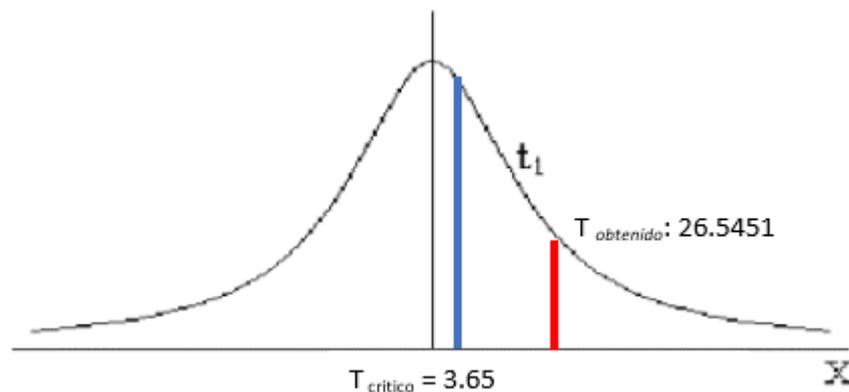
d. Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alternativa: $\mu_1 \neq \mu_2$

Suponiendo varianzas iguales: $t = 26.5451$ valor-P = 0

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.



e. Decisión estadística

Considerando que $|t_{obtenido}| = |26.5451| > |t_{critico}| = 3.65$. Se rechaza la hipótesis nula.

Por lo tanto, se acepta:

H₃: Las características físicas, fisicoquímica, sensorial y microbiológica del mejor tratamiento de la harina de centeno como sucedáneo en la elaboración del pan cumplen con las normas para su comercialización.

Se ejecutó la prueba-t para comparar las medias de las dos muestras. De interés particular es el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 38.0981 hasta 32.4019. Puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%; en la prueba-t para evaluar hipótesis específicas acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a 0.0 versus la hipótesis alterna de que la diferencia no es igual a 0.0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula en favor de la alterna.

Una forma gráfica a partir de las tablas cruzadas del enfrentamiento de estas variables se puede comprobar gráficamente su validez en sus cajas y bigotes como se indica en la figura siguiente:

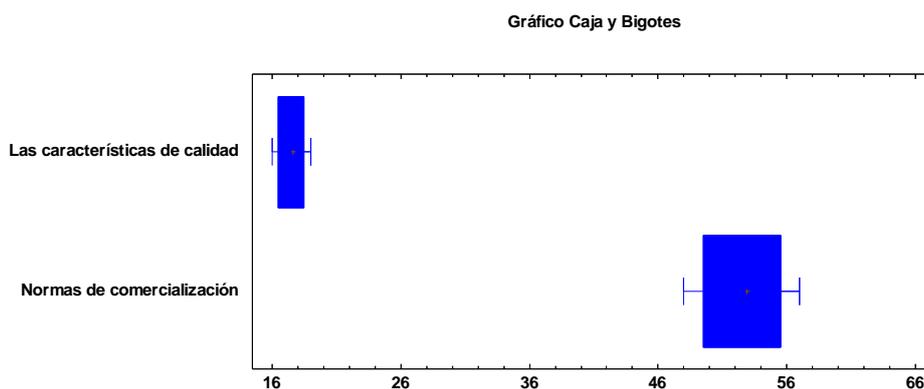


Figura 17. Gráfico de cajas y bigotes de la Comparación de variables las características de calidad (físicas, fisicoquímicas, sensorial y microbiológicas) & Normas de comercialización

Fuente: Propia

4.6.2. Resultados para la contrastación de la hipótesis general.

H_i: Es posible determinar el porcentaje óptimo de sustitución de la harina de centeno de la variedad Huáscar como sucedánea en la elaboración del pan.

H₀: No es posible determinar el porcentaje óptimo de sustitución de la harina de centeno de la variedad Huáscar como sucedánea en la

a. Comparación de dos variables Porcentaje optimo sustitución & Uso como sucedáneos (%)

Muestra 1: Porcentaje optimo sustitución

Muestra 2: Uso como sucedáneos (%)

Selección de la Variable: Uso como sucedáneos (%)

Muestra 1: 8 valores en el rango de 5.0 a 10.0

Muestra 2: 8 valores en el rango de 85.0 a 98.0

b. Resumen Estadístico de la Comparación de dos variables Porcentaje optimo sustitución & Uso como sucedáneos (%)

Tabla 27.

Comparación de dos variables Porcentaje optimo sustitución & Uso como sucedáneos (%)

	<i>Porcentaje optimo sustitución</i>	<i>Uso como sucedáneos (%)</i>
Recuento	8	8
Promedio	8.75	90.625
Desviación Estándar	2.31455	4.40576
Coficiente de Variación	26.452%	4.86153%
Mínimo	5.0	85.0
Máximo	10.0	98.0
Rango	5.0	13.0
Sesgo Estandarizado	-1.66296	0.21676
Curtosis Estandarizada	0	-0.147176

Fuente: Propia

Se determinó el resumen estadístico para las dos muestras de datos. Pueden utilizarse otras opciones tabulares, dentro de este análisis, para evaluar si las diferencias entre los estadísticos de las dos muestras son estadísticamente significativas. De particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las

pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado.

c. Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Porcentaje optimo sustitución:
8.75 +/- 1.93502 [6.81498; 10.685]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Uso como sucedáneos (%):
90.625 +/- 3.68332 [86.9417; 94.3083]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias

Suponiendo varianzas iguales: 81.875 +/- 3.77385 [85.6488; 78.1012]

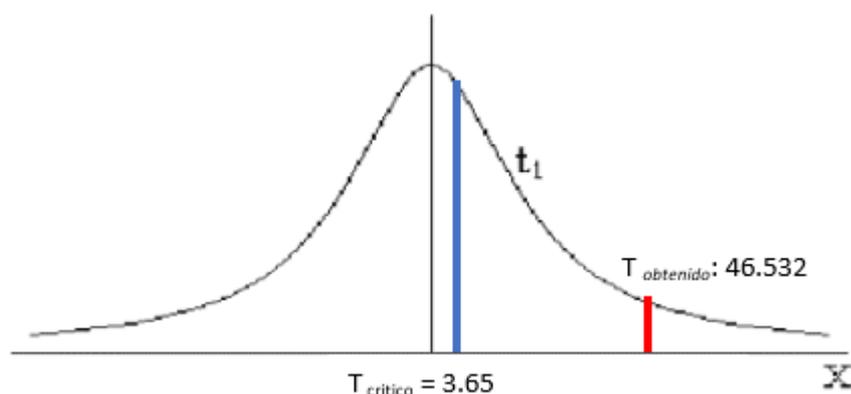
d. Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $media1 = media2$

Hipótesis Alternativa: $media1 \neq media2$

Suponiendo varianzas iguales: $t = 46.532$ valor-P = 0

Se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0.05.



e. Decisión estadística

Considerando que $|t_{obtenido} = |46.532 > |t_{critico} = 3.65|$. Se rechaza la hipótesis nula.

Por lo tanto, se acepta:

H_i: Es posible determinar el porcentaje óptimo de sustitución de la harina de centeno de la variedad Huáscar como sucedánea en la elaboración del pan.

Se ejecutó la prueba-t para comparar las medias de las dos muestras. De interés particular es el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 85.6488 hasta 78.1012. Puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%; en la prueba-t para evaluar hipótesis específicas acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a 0.0 versus la hipótesis alterna de que la diferencia no es igual a 0.0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0.05, se rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna.

Una forma gráfica a partir de las tablas cruzadas del enfrentamiento de estas variables se puede comprobar gráficamente su validez en sus cajas y bigotes como se indica en la figura siguiente

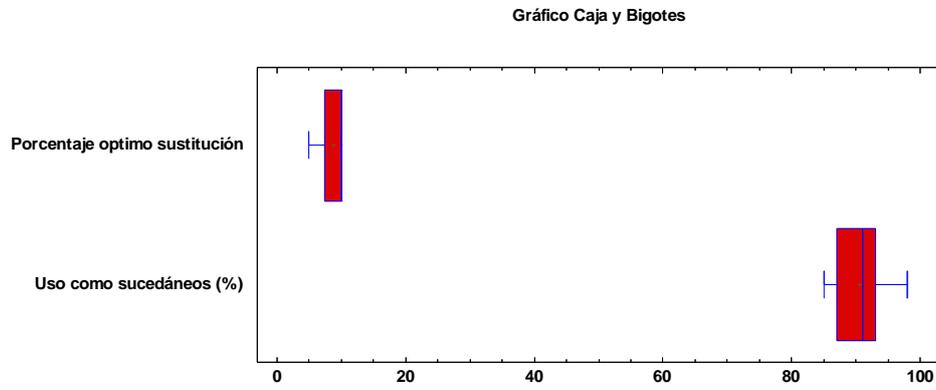


Figura 18. Gráfico de cajas y bigotes de la Comparación de variables porcentaje óptimo de sustitución & uso como sucedáneo

Fuente: Propia

V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión sobre los resultados de rendimiento de la harina de centeno variedad Huáscar

El rendimiento en el proceso de la obtención de la harina de centeno con 75% de grado de extracción es de 76.21%, la pérdida mayor se da en la molienda (5.080), debido a la separación del salvado y el germen del endospermo del grano de centeno. En las operaciones de limpieza y selección también hubo pérdida de 0.720 kg, porque se eliminó todo tipo de impurezas y material extraño presente entre los granos de centeno. Mientras que en la recepción y acondicionamiento los rendimientos en la operación son al 100%; estos valores son coincidentes con lo reportado por los investigadores Anticono (2017) y Sánchez H, Osella C, De la Torre M (2008)

5.2. Discusión de los resultados de la caracterización de la harina de trigo, harina de centeno de la variedad Huáscar y mezclas

El contenido de proteína, grasa, fibra y ceniza de la harina de trigo y harina de centeno son superiores a lo mencionado por Primo (1979) respectivamente, sin embargo, en cuanto al contenido de humedad y carbohidrato son inferiores en comparación con el autor.

La harina de centeno (0.23%) tiene mayor fibra que la harina de trigo (0.95%) porque tiene más salvado debido a que es más difícil su separación del endospermo pese a que ambos tienen el mismo grado de extracción.

La harina de trigo tiene mayor contenido de proteína que la harina centena, no obstante, las proteínas del centeno son de mayor valor biológico esto se debe fundamentalmente a su contenido más alto de lisina eso le hace más digerible según Primo (1979).

El contenido de ceniza (0.67) de la harina de trigo extra empleada en el proyecto se encuentra dentro de los rangos estipulados por INDECOPI (1986),

para harina extra de trigo por lo que se puede decir, que cumple con las especificaciones de la norma.

La harina de centeno elaborada contiene 1.37 de ceniza que se encuentra entre los rangos estipulados por INDECOPI (1986), para harina popular de trigo.

a. Discusión de los resultados análisis fisicoquímicos

El valor del pH de la harina de trigo y harina de centeno es 6.12 y 5.81 respectivamente. Estos datos corresponden a una harina normal, es decir que no ha sufrido almacenamiento prolongado por estar en una escala de 5.5 a 6.5 y además se encuentran dentro del grupo de alimentos de baja acidez o no ácidos, por estar dentro de un intervalo de pH de 5.0 – 6.8 según Pascual & Zapata (2010).

Los resultados obtenidos del análisis físico-químico de la harina extra de trigo usado en el proyecto se encuentran en los rangos mencionados por **INDECOPI** (1986), para harina extra de trigo, por lo que se puede decir, que la harina extra de trigo evaluado cumple con las especificaciones de la norma técnica mencionada.

Con respecto a la harina de centeno en el cuadro 16 observamos que el porcentaje de humedad y ceniza es 11.95% y 1.37% respectivamente y en el cuadro la acidez es 0.16%. Por lo que podemos concluir que, en caso del contenido de ceniza, supera lo establecido por INDECOPI (1986), para harina extra por lo tanto la harina de centeno la podemos clasificar como harina popular porque el contenido de ceniza y la acidez titulable se encuentra entre los rangos establecidos por INDECOPI (1986), para harina popular.

5.3. Discusión de los resultados de la evaluación de las sustituciones de la harina de trigo por centeno de la variedad Huáscar

Se observa que a medida que se va incrementando el porcentaje de sustitución desde 5 a 20% disminuyo el porcentaje gluten húmedo desde 33.21 a 30.28% y el gluten seco desde 10.93 a 10.58%, debido a que la harina de trigo presenta mayor cantidad de gluten que la harina de centeno según Kent (1987).

a. Discusión de los resultados del Análisis de Consistograma.

Se observa que al aumentar el nivel de sustitución se incrementa el porcentaje de absorción de agua y la hidratación adaptada (HYDHA) como se observa en las figuras siguientes. Esto debido a que la harina de centeno tiene alto contenido de pentosanas, ya que estas tienen gran importancia en la tecnología de panificación debido a su alta capacidad de hidratación y retención de agua. Las pentosanas, absorben alrededor de 10 g de agua por cada gramo de sustancia en comparación con un gramo de proteínas que absorbe entre 1 y 3 g de agua; 1 g de almidón, 0,45 g de agua; 1 g de almidón dañado, entre 1,5 y 2 g según Edel & Molina (2007). Así mismo disminuyó el debilitamiento a los 250 y 450 segundos de los tratamientos T₂, T₃ y T₄ a excepción del T₀ y T₁. En cuanto a la presión máxima del tratamiento T₂ disminuyó a excepción de los T₀, T₁, T₃ y T₄, sin embargo, el tiempo para llegar a esta presión máxima de los tratamientos T₁ y T₃ disminuyó a excepción del T₀, T₂ y T₄. Las presiones máximas alcanzadas se encuentran entre +/- 7% de 2200 milibares por lo tanto los 5 tratamientos alcanzaron la consistencia deseada. Con respecto a la tolerancia el T₂ presenta un incremento a excepción T₀, T₁, T₃ y T₄, la tolerancia es el Intervalo de tiempo durante la cual la masa mantiene la máxima consistencia. Da idea de cómo la masa soporta el amasado como lo indican Kent (1987), Anticono (2017) y Sánchez H, Osella C, De la Torre M (2008)

b. Discusión de los resultados del Análisis de Consistograma.

Al respecto de los resultados del Alveograma como se observa en las figuras que seguidamente se indica cuando una harina presenta valores de tenacidad (P) muy altos, esto refleja cierta dificultad para retener el CO₂ producido por las levaduras durante la fermentación de una masa, es decir, que la red formada por el gluten es demasiado tenaz, se diría que no es estable a la fermentación, de esto podemos indicar que una concentración de 15 y 20% de harina de centeno en la formulación podría resultar perjudicial en el proceso de elaboración de pan, ya que presenta valores altos. Ferreras (2009) indica que cuando son muy altos los valores de extensibilidad (L) se estaría ante una masa muy extensible que podría retener CO₂, pero no tendría estructura y se deformaría fácilmente. Calavera (2004), señala

que los valores de W pueden oscilar entre 185 a 250 x 104 joule, a mayor valor de W, más resistencia ofrece la masa, estaríamos ablando de harinas con fuerza. Calavera (2004), indica que el valor P/L puede oscilar entre 0.6 y 0.8 para una harina de media fuerza donde los valores de la harina con niveles de sustitución de 5% y 10% se encuentran en este rango, por lo que se puede decir que son harinas adecuadas para la panificación porque producen una masa con equilibrio normal entre la tenacidad y la extensibilidad; es decir existe equilibrio entre la capacidad de retención de gases en la fermentación y la absorción de agua de la masa. Pero los niveles de sustitución de 15 y 20% presentan valores de P/L elevados presentaran problemas durante el masado y al menor estiramiento de la masa esta se desgarran y cuando el valor de P/L sea más bajo al rango mencionado por Calavera (2004) más elástica puede resultar una masa.

Finalmente, luego de realizado las pruebas de gluten, Consistograma y Alveograma, para cada nivel de sustitución, se determinó que la harina de trigo al 5 y 10% de sustitución parcial por harina de centeno presentaron buenas características reológicas, como lo indican Kent (1987), Anticona (2017)

5.4. Discusión de los resultados de los tratamientos en estudios con respecto a los análisis físicos

a. Discusión para el peso

Se observa que al aumentar el nivel de sustitución se incrementa el peso del pan esto se debe a que la harina de centeno contiene más fibra (pentosanas) esto hace que los panes tengan mayor retención de agua. Calavera (2004)

b. Discusión para el volumen y el volumen específico

Se puede comprobar que, al aumentarse el nivel de sustitución, disminuye la cantidad de gluten y la fuerza para crear una matriz elástica y extensible que pueda retener el dióxido de carbono producido en la fermentación, disminuyendo el volumen de pan según Kent (1987).

c. Discusión para para el análisis fisicoquímico

Los valores de pH experimental son muy similares a los valores de pH encontrado para pan francés (5.6), pan italiano (5.7), pan de molde (5.2). Pero por encima del pan ácido de centeno (4.2) y pan francés ácido (3.9 a 4.0). En cuanto a los valores de acidez hallados experimentalmente, es muy similar al del pan francés (0.25%), del pan italiano (0.29%) y del pan de molde (0.28%) según Panera (2009). En cuanto a los valores de acidez hallados experimentalmente, estos están por debajo del valor máximo de 0.5%, permitido por INDECOPI (1976) para pan francés y pan tolete, elaborado a partir de una mezcla de harina de trigo y harina de sucedáneos. Sin embargo INDECOPI (1976) para pan de yema señala un máximo de 0.4%.

Finalmente, luego de realizado los análisis físico y físico – químico del pan para diferentes niveles de sustitución., se determinó que el pan con 5 y 10% de sustitución parcial presentaron buenos valores, coincidentes con cómo lo indican Kent (1987), Anticono (2017)

d. Discusión para la evaluación sensorial

Los atributos (aroma, sabor, textura, apariencia general y color) de cada tratamiento, fueron calificados según la escala hedónica de 1-5, cuya ficha se muestra en el anexo 08 y el resultado del análisis sensorial.

En esta evaluación el puntaje promedio más alto obtenido es de 3.64 que corresponde al tratamiento T₂, del cual podemos decir que el pan con nivel de sustitución parcial al 10% con harina de centeno se encuentra con el promedio 3.64 que significa que “me gusta”.

Los datos registrados del análisis sensorial fueron evaluados a través de un Análisis de Varianza (ANVA), en la cual se determinó que no existe significancia estadística entre los tratamientos lo que indica que los jueces encuentran igual a los atributos de aroma, sabor, textura, apariencia general y color entre todos los

tratamientos de estudio; esto indica que se puede agregar hasta un 20 % del producto sin modificar dichos atributos como lo indican Stone, H. y J. Sidel. (2004).

5.5. Discusión de los resultados de la caracterización del tratamiento óptimo.

a. Para el balance de materia

En el horneado alcanza un rendimiento en la operación de 77.59 % coincidente con lo que indica Kent (1987).

b. Para en su análisis proximal

El pan optimo en comparación con la composición del pan francés reportado por el Collazos et al. (1996), el contenido humedad (22.18%) es inferior, pero en cuanto al contenido de proteína (11.52%), grasa (1.06%), fibra (0.83%), ceniza (1.54%) y carbohidratos (62.87%) es superior. Kent (1987).

c. Para contenido de minerales

La harina de centeno tiene mayor contenido de potasio y fosforo a comparación de la harina de trigo esto lo hace muy beneficioso porque se les pueden aprovechar para la formación de proteínas; desarrollo del musculo; descomponer y utilizar los carbohidratos; mantener el crecimiento normal del cuerpo y mejorar el rendimiento intelectual y memoria; oxigenar los tejidos; producir y almacenar energía respectivamente. Kent (1987).

Con respecto al contenido de fosforo el pan con 10% de sustitución es bastante superior (61.9 unidades más) a lo mencionado por Collazos et al. (1996), para pan francés. Esto debido a que la harina de centeno es buena fuente de micronutrientes importantes tales como potasio (172 mg/100g), según Primo (1979), pero del pan francés no se muestran los valores de potasio. Los valores promedios de potasio y fosforo contenido por la harina de trigo y harina de centeno

son inferiores a los valores presentados por el pan con 10%| de sustitución y son ligeramente superior al pan francés. Kent (1987).

d. Para su análisis microbiológico de la elaboración del pan óptimo

Se observó ausencia en cuanto a *Salmonella spp*, *Escherichia coli*, y Mohos presentan cantidades dentro de los límites microbiológicos según DIGESA (2008) para productos de panadería y pastelería con o sin relleno y/o cobertura que no requieren refrigeración.

5.6. Discusión de los resultados de la Estadística Inferencial para la Contrastación de las hipótesis

5.6.1. Discusión de la contratación de las hipótesis específicas.

a. Primera hipótesis específica

La validez de la primera hipótesis donde se demuestra que las características de acidez y pH de la harina de centeno con 75 % de grado de extracción son buenas para su uso como sucedáneo en la elaboración del pan; ya que se valida por el valor obtenido en la prueba de $t = 54.5085$ valor- $P = 0$, donde se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$., ya que el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 88.3576 hasta 81.6674, puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%; como lo indican Iglesias (2015) y Pino (2017).

b. Segunda hipótesis específica

La validez de la segunda hipótesis donde se demuestra que la evaluación de las mezclas con respecto al contenido de gluten y su análisis reológico son favorables en el uso de la harina de centeno como sucedáneos en la elaboración del pan ya que se valida por el valor obtenido en la prueba de $t = 37.192$ valor- $P = 0$, donde se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$., ya que el intervalo de

confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 61.3434 hasta 54.7353, puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%; como lo indican Iglesias (2015) y Pino (2017).

c. Tercera hipótesis específica

La validez de la tercera hipótesis donde se demuestra que las de calidad; características físicas, fisicoquímica, sensorial y microbiológica del mejor tratamiento de la harina de centeno como sucedáneo en la elaboración del pan cumplen con las normas para su comercialización ya que se valida por el valor obtenido en la prueba de $t = 26.5451$ valor- $P = 0$, donde se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05.$, ya que el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 38.0981 hasta 32.4019, puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%; como lo indican Iglesias (2015) y Pino (2017).

5.6.2. Discusión de la contratación de la hipótesis general.

La validez de la tercera hipótesis donde se demuestra que es posible determinar el porcentaje óptimo de sustitución de la harina de centeno de la variedad Huáscar como sucedánea en la elaboración del pan ya que se valida por el valor obtenido en la prueba de $t = 46.532$ valor- $P = 0$, donde se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05.$, ya que el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 85.6488 hasta 78.1012, puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%; como lo indican Iglesias (2015) y Pino (2017).

VI. CONCLUSIONES

Al término de la investigación y en función de los objetivos se llegaron a las siguientes conclusiones:

- ❖ Se determinó que el porcentaje óptimo de sustitución de la harina de centeno de la variedad Huáscar como sucedánea en la elaboración del pan es de diez porcientos; ya que al ser el t obtenido (46.532) mayor que el t crítico (3.65) se rechaza la hipótesis nula por consiguiente se acepta la hipótesis de investigación general.
- ❖ Las características de acidez y pH de la harina de centeno con 75 % de grado de extracción para su uso como sucedáneo en la elaboración del pan presentan los valores de 0.11 por ciento y un pH de 6.8; ya que al ser el t obtenido (54.5085) mayor que el t crítico (3.65) se rechaza la hipótesis nula por consiguiente se acepta la hipótesis de investigación específica.
- ❖ En la evaluación de las mezclas con respecto al contenido de gluten y su análisis reológico en el uso de la harina de centeno como sucedáneos en la elaboración del pan óptimo presenta un buen volumen (176 cm³) pese a que en su formulación no incluye mejorador, acidez (0.20%) adecuada; un buen contenido de proteína (11.52%), grasa (1.06%), fibra (0.83%) y minerales como fosforo (162.9 mgr/100gr) y potasio (181.6 mgr/100gr); ya que al ser el t obtenido (37.192) mayor que el t crítico (3.65) se rechaza la hipótesis nula por consiguiente se acepta la hipótesis de investigación específica.
- ❖ En su caracterización física, fisicoquímica, sensorial y microbiológica del mejor tratamiento de la harina de centeno como sucedáneo en la elaboración del pan estuvo compuesto por la harina de trigo (12.85%) tienen mayor proteína que la harina de centeno (10.19%) mientras que la harina de centeno tienen mayor grasas (1.46%), fibra (0.95%), ceniza (1.37%) y carbohidrato (74.08%) que la harina de trigo; la harina de centeno es harina popular por el contenido de humedad (11.95%), ceniza (1.37%) y acidez (0.16%) niveles de sustitución de

5% y 10% producen una masa con equilibrio normal entre la tenacidad y la extensibilidad; es decir existe equilibrio entre la capacidad de retención de gases en la fermentación y la absorción de agua de la masa; con los límites microbiológicos dados por DIGESA; a su vez también al ser el t obtenido (26.5451) mayor que el t crítico (3.65) se rechaza la hipótesis nula por consiguiente se acepta la hipótesis de investigación específica.

VII. RECOMENDACIONES

- ❖ Establecer modelos matemáticos para el control del sistema de producción de panes con harina sucedánea de centeno de la variedad Huáscar para optimizar mediante superficies de respuesta
- ❖ Generar investigaciones en los procesos de fermentación en sistemas sólidos como los generados en las mezclas de sucedáneos ya que los procesos de fermentación están desarrollados solos con sistemas líquidos
- ❖ Establecer la vida útil de los panes sucedáneos con harina de centeno de la variedad Huáscar para establecer el tipo de empaque para su comercialización
- ❖ Realizar investigaciones para los productos de pastelería con la adición de harina de centeno de la variedad Huáscar, ya que los productos de pastelería tienen mayor rendimiento económico que los panes

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC. (2000). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Minnesota-The United States.
- Ajan B., José P. "Efecto de exopolisacáridos de *Lactobacillus reuteri* en la elaboración de masa madre con harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) variedad blanca "salcedo inia" y roja "pasankalla" para la obtención de pan ácido libre de gluten". [Revista en Internet]. Disponible en:<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/158/B2-M-18256.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alvis A, Pérez L, Arrazola G. (2011) Elaboración de Panes con Agregado de Harina de Arroz Integral y Modelación de sus Atributos Sensoriales a Través de la Metodología de Superficie de Respuesta. Información Tecnológica [Revista en Internet]. 22(5):29-38
- Angeleth P. (2016) "Elaboración de panes sin gluten utilizando harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd.*) y almidón de papa (*Solanum tuberosum*)". [Revista en Internet]. Disponible en:
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2605/Q02-P323-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Anticona, A. (2017). "COMPARACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y REOLÓGICA DE HARINAS: TRIGO (*Triticum aestivum*), CENTENO (*Secale cereale*) Y TRITICALE (*x Triticosecale*) EN ELABORACIÓN DE PAN", para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, de la Facultad de Industrias Alimentarias, en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International. Virginia-The United States.

- Bailón R. (2006). Procesamiento de Hortalizas. 1ra ed. Perú: Universidad Nacional del Callao. Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. Instituto de Investigación.
- Bennion, F. (1969). Fabricación del pan. Traducción de la 4ta edición inglesa. Zaragoza-España: Acribia.
- Bisio A. (2000) El Pan. 1raed.España: Ed. De Vecchi.
- Bushuk, W. (1976). Rye: production, chemistry and technology. University of Manitoba: American association of cereal chemist.
- Calaveras, J. (2004). Nuevo tratado de panificación y bollería. Madrid- España: Mundi Prensa Libros S.A.
- Callejo, M. (2002). Industrias de Cereales y Derivados. Madrid-España: MundiPrensa.
- Casellas F, J López Vivancos JR. (2003) Malegelada, Epidemiología actual y accesibilidad al seguimiento de la dieta de la enfermedad celiaca del Adulto, 2da ed. España.
- Chinchay C. (2017) Química de Alimentos. 1ra ed. Perú: Universidad Nacional del Callao. Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos.
- Collazos C. (1993) Composición de Alimentos de Mayor Consumo en el Perú, Lima: Instituto Nacional de Salud – Ministerio de Salud.
- Collazos Ch. C, White P, White H, Viñas T. E, Alvistur J. E, Urquieta A. R, Vásquez J, Díaz T. C, Quiróz M. A, Roca N. A, Hegsted M, Brandfield R. La composición de los alimentos peruanos. An Fac med [Internet]. 18mar.1957 [citado 10ene.2021];40(1):232-65. Available from: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/article/view/10737>

Cueto E. (2007). Celiaquía, un modo de ser. Buenos Aires: Parábola.

Daniela M., Mauricio M. Desarrollo de un producto alimentario panificable tipo pan blando a partir de harina de trigo, yuca y quinua. [Revista en Internet]. Disponible en: <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/646/1/T664%20M491.pdf>

Desrosier, N. (1996). Elementos de tecnología de alimentos. México: Continental S.A.

Días, A. Quiroz, A. Roca, D. Hegsted, R. Bradfield, N. Herrera, A. Faching, N. Robles, E.

DIGESA. (2008). Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Ministerio de Salud.

Edel, A. y C. Molina. 2007. De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. Córdoba- Argentina: Báez.

Eyla M., (2016) ProQuest para la creación de una panificadora industrial en el cantón Vinces que produce y comercializa panes a base de harina de banano. [Revista en Internet]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7944/1/T-UCSG-PRE-ESP-IE-154.pdf>

FAO. (2003). Trade reforms and food security. Disponible en www.fao.org/DOCREP/005/Y4671E/y4671e06.html.

Fernández A. (2012) Formulación y análisis de costos de pan tostado tipo dulce enriquecido con micronutrientes para el consumo de la población guatemalteca con enfermedad celíaca. [tesis de titulación en internet]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar; 66p. Disponible en: [file:///C:/Users/DANIEL%20BARAHONA/Downloads/Vera%20Rodr%C3%A Dguez%20%20_TESISALM_2017%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/DANIEL%20BARAHONA/Downloads/Vera%20Rodr%C3%A Dguez%20%20_TESISALM_2017%20(3).pdf)

- Fernández A. (2012) Formulación y análisis de costos de pan tostado tipo dulce enriquecido con micronutrientes para el consumo de la población guatemalteca con enfermedad celíaca. [tesis de titulación en internet]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar; 66p. Disponible en: [file:///C:/Users/DANIEL%20BARAHONA/Downloads/Vera%20Rodr%C3%A9guez%20%20 TESISALM 2017%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/DANIEL%20BARAHONA/Downloads/Vera%20Rodr%C3%A9guez%20%20 TESISALM 2017%20(3).pdf)
- Ferreras, R. (2009). Análisis reológico de las diferentes fracciones de harina obtenidas en la molienda del grano de trigo. [Tesis para optar el título de Ingeniero Técnico Agrícola]. Facultad de Industrias Agrarias y Alimentarias: Universidad de Salamanca España.
- Flores, I. (2007). Sustitución parcial del trigo por pajuro (*Erythrina edulis*) en la elaboración del pan. [Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias]. Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Garda M, Alvarez M, Lattanzio M, Ferraro C. y Colombo M. (2012) Rol de los hidrocoloides de semillas de chía y lino en la optimización de panificados libres de gluten. *Diaeta* (B. Aires); 30(140):31-38
- Gómez, L. (2008). Universidad Agraria impulsa cultivo de cereales con alto rendimiento en la sierra. *Diario El Comercio*. Miércoles 23 de Abril del 2008.
- GRANOTEC. (2014). Boletín de información de uso del consistógrafo. Lima- Perú.
- Hernández y M. Arias. (1996). Tablas Peruanas de Composición de alimentos. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud y Centro Nacional de Alimentación y Nutrición.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación (4a. ed.). México: Mc Graw Hill

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). México: Mc Graw Hill
- Hoseney, C. (1991). *Principios de Ciencia y Tecnología de cereales*. Zaragoza-España: Acribia S.A.
- Hui, Y., H. Corke, I. De Leyn, N. Cross y W. NIP. (2006). *Baking products: Science and Technology*. Iowa- EE. UU: Backwell Publishing.
- Ibáñez, M. (2013). *Manual de Cereales y Granos Nativos*. Programa de cereales y granos nativos: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Iglesias María Emilia (2015). *Metodología de la Investigación científica: Diseño y elaboración de protocolos y proyectos*. Ciudad autónoma de Buenos Aires: Centro de publicaciones educativas y material didáctico Primera edición, junio de 2015, Argentina.
- INDECOPI. (1976). *Pan de yema*. NTP.
- INDECOPI. (1976). *Pan francés*. NTP.
- INDECOPI. (1986). *Harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial*. NTP.
- Jurado B, Fuertes C, Tomas G, Ramos E, Arroyo J, Cáceres R, Inocente M, Alvarado B, Rivera B, Ramírez M, Ostos H, Cárdenas L. (2014) Estudio fisicoquímico, microbiológico y toxicológico de los polisacáridos del *nostoc commune* y *nostoc sphaericum*. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím.* [Revista en Internet]. [Citado el 07 de octubre del 2017]; 17(1):15-22.
- Karmas, E. y R. Harris. (1988). *Nutritional Evaluation on Food Processing*. New York-The United States: A VI Book-Van Norstrand Reinhold.
- Kent, N. y A. Evers. (1994). *Technology of cereals: An introduction for Students of Food Science and Agriculture*. Oxford-The United Kingdom: Pergamon.

- Kent, N. (1987). *Tecnología de los Cereales*. Zaragoza-España: Acribia.
- Kuklinski C. (2010) *Nutrición y Bromatología*. 1ra ed. España: Ed. Omega; 2010.
- Kulp, k. y J. Ponte. (2000). *Handbook of Cereal Science and Technology Food Science Technology*. New York -The United States of America: CRC press.
- Lima I, Peralta A, Segovia C. (2011) *Evaluación Nutricional de Panes no Leudado Dulces*. [Monografía de titulación en internet]. El Salvador: Universidad Dr. José Matías Delgado; 55p.
- Manobanda, N. (2017). *“Formulación y caracterización de un pan libre de gluten elaborado a partir de cultivos nativos del Ecuador”*. (Tesis de Ingeniera en Alimentos) Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador
- Matos M. (2013) *Formulación y desarrollo de productos horneados libres de gluten a base de harina de arroz enriquecidos con proteínas*. [tesis doctoral en internet]. España: Universidad Politécnica de Valencia; [Citado el 29 de octubre del 2017]; 213p.
- Medina, D. y Martínez, T. (2018). *“Desarrollo de un producto alimentario panificable tipo pan blando a partir de harina de trigo, yuca y quinua”*. (Tesis de pregrado). Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de Sucre. Sincelejo. Colombia.
- Mellado, Myriam de las Mercedes Salas, & Haros, Monika. (2016). Evaluación de la calidad tecnológica, nutricional y sensorial de productos de panadería por sustitución de harina de trigo por harina integral de arroz. *Brazilian Journal of Food Technology*, 19, e2016002. Epub September 01, 2016. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.0216>
- Merchán, Eyla. (2017). *“Propuesta para la creación de una panificadora industrial en el cantón Vinces que produce y comercializa panes a base de harina de*

banano” (Tesis de Ingeniera en Desarrollo de Negocios) Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Ecuador.

Meyer, M. (1983). *Elaboración de productos Agrícolas*. Mexico: Trillas.

Milde L, Cabral F, Ramírez R. (2014). Efecto del almacenamiento congelado sobre panificado de fécula de mandioca: propiedades físicas, texturales y sensoriales. *Rev. Cienc. Tecnol.* [Revista en Internet]. [Citado el 07 de octubre del 2017]; (21):33-39

Miñarro B, Capellas M, Albanell E. (2009) Optimización de pan sin gluten. *Alimentaria. Investigación, tecnología y seguridad.* [Revista en Internet].; 403(3):60-62. Disponible en: http://www.cerpta.com/premsa/revistes_2009/3.pdf

Morán K, Soledispa K. (2013) Efecto De La Goma Xanthan Y La Hidroxipropilmetil celulosa En Las Características Físicas Y Reológicas Del Pan de Arroz Libre de Gluten Tipo Molde. [tesis de titulación en internet]. Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral; 87p.

Moreno, J., López, G., Vela, R. (1986). Survival of *Azotobacter* spp in dry soils. *Appl. Environm. Microbial.*, 51: 120-121

Mota R, Guimarãesa R, Büttela Z, Rossib F, Colicab G, Silva CJ, Santos C, Galesa L, Zillea A, De Philippis R, Pereira SB, Tamagninia P. (2013) *Production and characterization of extracellular carbohydrate polymer from Cyanothecce sp. CCY0110.* *Carbohydrate Polymers* [Revista en Internet]. 2013; 92(2):1408–1415.

Orellana, A. (2017). *“Estrategias de comercialización de panes artesanales sin gluten para las personas celíacas de la microempresa rico pan del sector sur de la ciudad de Guayaquil”* (Tesis de Ingeniera en Marketing) Facultad de Administración. Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Ecuador.

- Owens, G. (2001). *Cereals processing technology*. Cambridge-England: Woodhead Publishing.
- Pacheco A. (2016). *Elaboración de panes sin gluten utilizando harina de quinua (*chenopodium quinoa* willd.) y almidón de papa (*solanum tuberosum*)*. [Tesis de titulación en internet]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 112p.
- Panera. (2009). *Ciencias Básicas de la Panificación: El Rol de pH en la panificación*. Año 3 – Numero 14. Lima-Perú: Panera Ediciones S.A.C.
- Pascual, G. y J. Zapata. (2010). *Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias]. Facultad de Industrias Alimentarias: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Pascual, G., G. Cortez, S. Melgarejo y C. Ramos. (2006). *Guía de práctica de Tecnología de Cereales y Leguminosas*. Facultad de Industrias Alimentarias: Universidad Nacional Agraria “La Molina”.
- Perten, H. (1990). *Rapid measurement of wet gluten quality by the gluten index*. *Cereal Foods World*, 35: 401-402.
- Pino Gotuzzo Raúl (2017). *Metodología de la Investigación*. Editorial San Marcos E.I.R.L.
- Primo, E. (1979). *Química Agrícola III Alimentos*. Madrid: Alhambra.
- Quaglia, G. (1991). *Ciencia y Tecnología de la Panificación*. Zaragoza-España: Acribia.
- Repo-Carrasco, R. (1998). *Introducción a la Ciencia y Tecnología de cereales y granos andinos*. Universidad Nacional Agraria la Molina.

- Reyes, Rómulo y Melecio Mejía. (2006) Panadería y pastelería. Lima, Mirbet.
- Roldan W. (2015) Caracterización y cuantificación del comportamiento reológico del hidrocoloide proveniente del nostoc (*Nostocsphaericum* v.). [tesis de Maestría]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
- Sánchez H, González R, Osella C, Torres R, De la torre M. (2008) Elaboración de pan sin gluten con harinas de arroz extrudidas. *Cienc. tecnol. Aliment.* [Revista en Internet].6(2):109-116.
- Schmidt Hebbel H. (2016) Avances en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Chile: Alfabeta impresiones; 198.
- Stone, H. y J. Sidel. (2004). *Sensory evaluation practices*. California-The United State: Elsevier Academic Press.
- Torres R, González R, Sánchez H, Osella C, De la Torre M. (1999) Comportamiento de variedades de arroz en la elaboración de pan sin gluten. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* [Revista en Internet].; 49(1):162-165.
- Vera D. (2017). *ELABORACION DE PAN DE MOLDE SIN GLUTEN EMBOLSADO A BASE DE HARINA DE ARROZ (*Olyza saliva*) Y HARINA PAPA (*Solanum tuberosum*) Y USO DE HIDROCOLOIDES*. (Tesis de Pregrado) Escuela de Ingeniería de Alimentos. Universidad Nacional del Callao. Callao. Perú
- Villanueva R., (2014) El gluten del trigo y su rol en la industria de la panificación Universidad de Lima. Lima, Perú, [Internet] disponible en: http://fresno.ulima.edu.pe/sf/sf_bdfde.nsf/OtrosWeb/Ing32Villanueva/%24file/10-ingenieria32-VILLANUEVA.pdf
- Ward F, Andon S. (2002) Hydrocolloids as film formers, adhesives, and gelling agents for bakery and cereal products. *Cereal Foods World.*; 47(1):52- 55.

Zegarra S. (2018). *ELABORACIÓN DE UN PAN APTO PARA CELIACOS A BASE DE HARINA DE CHENOPODIUM PALLIDICAULE AELLE (CAÑIHUA) Y EVALUACIÓN DE SU ACEPTABILIDAD SENSORIAL*. (Tesis de Doctorado en Nutrición). Universidad San Ignacio de Loyola. Lima. Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Matriz de consistencia de la evaluación de las características de la harina de centeno de la variedad Huascar y de la elaboración del pan en su sustentación como sucedánea

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES y Dimensiones	Método
<p>Problema General ¿Cuáles es el porcentaje óptimo de sustitución de la harina de centeno de la variedad Huascar como sucedánea en la elaboración del pan?</p> <p>Problemas Específicos ¿Cuáles son las características de acidez y pH de la harina de centeno con 75 % de grado de extracción para su uso como sucedáneo en la elaboración del pan?</p> <p>¿Cuál es la evaluación de las mezclas con respecto al contenido de gluten y su análisis reológico en el uso de la harina de centeno como sucedáneos en la elaboración del pan?</p>	<p>Objetivo General Determinar el porcentaje óptimo de sustitución de la harina de centeno de la variedad Huascar como sucedánea en la elaboración del pan</p> <p>Objetivos Específicos Determinar las características de acidez y pH de la harina de centeno con 75 % de grado de extracción para su uso como sucedáneo en la elaboración del pan</p> <p>Efectuar la evaluación de las mezclas con respecto al contenido de gluten y su análisis reológico en el uso de la harina de centeno como sucedáneos en la elaboración del pan</p>	<p>Hipótesis General Es posible determinar el porcentaje óptimo de sustitución de la harina de centeno de la variedad Huascar como sucedánea en la elaboración del pan</p> <p>Hipótesis Específicas Las características de acidez y pH de la harina de centeno con 75 % de grado de extracción son buenas para su uso como sucedáneo en la elaboración del pan</p> <p>La evaluación de las mezclas con respecto al contenido de gluten y su análisis reológico son favorables en el uso de la harina de centeno como sucedáneos en la elaboración del pan</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Harina de centeno con 75 por ciento de grado de extracción.</p> <p>DIMENSIONES Acidez titulable Acidez iónica (pH) Porcentaje de gluten Consistograma Alveograma</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE Mezclas de harinas sucedáneas de 5 – 10 – 15 – 20 por ciento de sustitución</p> <p>DIMENSIONES Peso Volumen Volumen específico Acidez titulable Acidez iónica Minerales: potasio y fosforo Evaluación sensorial: Aroma, sabor, textura, color, apariencia general</p>	<p>Tipo de Investigación: Esta investigación es experimental</p> <p>Diseño: El diseño de investigación es factorial en la estadística no paramétrica</p> <p>Población: La población estará conformada por lotes de panes generados por bacht de 50 Kilos</p> <p>Muestra: Constituida bacht de 10 Kilogramos de mezcla</p> <p>Técnicas: Observación Evaluación sensorial</p> <p>Instrumento Recolección de datos</p> <p>Material de análisis: físico, químico,</p>

<p>¿Cuál es la caracterización física, fisicoquímica, sensorial y microbiológica del mejor tratamiento de la harina de centeno como sucedáneo en la elaboración del pan?</p>	<p>Realizar la caracterización física, fisicoquímica, sensorial y microbiológica del mejor tratamiento de la harina de centeno como sucedáneo en la elaboración del pan</p>	<p>Las características físicas, fisicoquímica, sensorial y microbiológica del mejor tratamiento de la harina de centeno como sucedáneo en la elaboración del pan cumplen con las normas para su comercialización</p>	<p>Análisis microbiológico: E. Coli, Mohos y salmonella</p>	<p>fisicoquímico, reologico, sensorial y microbiológico</p>
--	---	--	---	---

Anexo 2. Matriz de Operacionalización

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Independiente: Harina de centeno de la variedad Huáscar con 75% de grado de extracción	Análisis Físico y Físicoquímico	Peso	De razón Sistema Internacional
		Volumen	
		Volumen específico	
	Contenido de Gluten	Porcentaje de gluten	
	Análisis reológicos	Consistograma	
		Alveograma	
Dependiente: Mezclas de harinas sucedáneas de 5-10-15-20 por ciento de sustitución	Análisis Físico y Físicoquímico	Peso	De razón Sistema Internacional
		Volumen	
		Volumen específico	
	Análisis reológicos	Consistograma	
		Alveograma	
	Minerales	Potasio	
		Fósforo	
	Análisis sensorial	Atributos sensoriales	
	Análisis microbiológico	E. coli	
		Mohos	
		Salmonella	

Anexo 3. Instrumentos

a. Análisis físico químico

Humedad: Se empleará el secado por estufa de circulación de aire caliente a 105°C hasta obtener peso constante. Método (AOAC, 1995).

Ceniza: Por incineración de la materia orgánica de 500°C a 600°C en una Mufla hasta peso constante. Método (AOAC, 1995).

Proteínas: Se empleará el método del micro Keldahl, para determinar el porcentaje de Nitrógeno y luego multiplicar por su factor para convertir en porcentaje de proteínas. Método (AOAC, 1995).

Grasa: Se realizará la extracción de grasa mediante el solvente Hexano, con el equipo Soxhlet (AOAC, 1995).

Carbohidratos: Se obtendrá por diferencia de 100 y la suma de proteína, agua, ceniza, grasa y fibra. (A.O.A.C., 1995).

pH: Se determinará con un potenciómetro Fisher Cientific, Mediante lectura utilizando un Buffer de 4.0 y 7.0 (FAO, 1990).

b. Análisis microbiológico

Se realizarán los siguientes análisis: Determinación (Recuento total, E Coli, Salmonellas, Coliformes), de acuerdo a la guía de laboratorio de control de calidad de la PPL-UNALM.

c. Análisis sensorial

Se evaluarán con la participación de un panel de jueces seleccionado, compuesto por 15 personas, quienes calificarán los atributos de Textura, Aroma y sabor, color con las pruebas de aceptabilidad y preferencia.

Anexo 4. Propuesta de valor

Considerando que Ley Universitaria fue aprobada y en su Artículo N° 124 define la Responsabilidad Social Universitaria como la “Gestión ética y eficaz del impacto generado por la universidad en la sociedad debido al ejercicio de sus funciones: académica, de investigación y de servicios de extensión y participación en el desarrollo nacional en sus diferentes niveles y dimensiones; incluye la gestión del impacto producido por las relaciones entre los miembros de la comunidad universitaria, sobre el ambiente, y sobre otras organizaciones públicas y privadas que se constituyen en partes interesadas. Es así, como se considera como el fundamento de la vida universitaria.

La Propuesta de Valor de la tesis es la declaración de intenciones con la que comunicamos breve y claramente para qué sirve lo que hacemos y por qué eso es importante en evaluación de las características de la harina de centeno (*Secale cereale L.*) de la variedad Huáscar y de la elaboración del pan como sucedánea ya que permite una nueva alternativa para el desarrollo de la panificación, así como la gastronomía peruana

La propuesta de valor sobre la producción de pan de centeno de la variedad Huáscar que se demuestra con características panificables como una nueva forma de producir panes sobre todo con una materia prima con aptitud de procesamiento en panificación y que se siembra en los ecosistemas andinos.

Con este nuevo reto y planteamiento elaboramos la propuesta de valor de la investigación para que se utilice para la transferencia tecnológica de los beneficiarios de la investigación mediante la conclusión siguiente de la investigación:

Se determinó que el porcentaje óptimo de sustitución de la harina de centeno de la variedad Huáscar como sucedánea en la elaboración del pan es de diez porcientos; ya que al ser el t obtenido (46.532) mayor que el t crítico (3.65) se

rechaza la hipótesis nula por consiguiente se acepta la hipótesis de investigación general.

Además, podemos también indicar como propuesta de valor en el cuadro siguiente

¿Qué se hizo?	¿A quién se hizo?	¿Cómo se hizo?	¿Para qué se hizo?
Producción de panes sucedáneos con harina de Centeno de la variedad Huáscar	A los sistemas de panificación con sucedáneos y a los productores de centeno de la variedad Huáscar	El proceso generó tecnología de la panificación con sustentaciones óptimas de harina de centeno de la variedad Huáscar mediante los procedimientos de producciones de panes clásicos	La investigación permitió demostrar los atributos panificables de la Harina de centeno de la variedad Huáscar con la tecnología clásica de los sistemas de producción clásicos y obtener panes de buena calidad

Anexo 5. Tabla de T Student

DISTRIBUCIÓN t DE STUDENT

gl	α^1						gl	α^1	0,100	0,050	0,025	0,010	0,005	0,001
	0,100	0,050	0,025	0,010	0,005	0,001								
1	6,314	12,706	25,452	63,656	127,321	636,578	80	1,664	1,990	2,284	2,639	2,837	3,416	
2	2,920	4,303	6,205	9,925	14,089	31,600	81	1,664	1,990	2,284	2,638	2,836	3,415	
3	2,353	3,182	4,177	5,841	7,453	12,924	82	1,664	1,989	2,283	2,637	2,835	3,413	
4	2,132	2,777	3,495	4,604	5,598	8,010	83	1,663	1,989	2,283	2,636	2,834	3,412	
5	2,015	2,571	3,165	4,032	4,773	6,869	84	1,663	1,989	2,282	2,635	2,833	3,410	
6	1,943	2,441	2,969	3,707	4,517	5,959	85	1,663	1,988	2,281	2,634	2,832	3,409	
7	1,895	2,367	2,841	3,490	4,209	5,408	86	1,663	1,988	2,281	2,634	2,831	3,407	
8	1,860	2,306	2,752	3,355	3,933	5,041	87	1,663	1,988	2,281	2,634	2,830	3,406	
9	1,833	2,262	2,685	3,250	3,690	4,781	88	1,662	1,987	2,280	2,633	2,830	3,405	
10	1,812	2,228	2,634	3,169	3,581	4,587	89	1,662	1,987	2,280	2,632	2,829	3,403	
11	1,796	2,201	2,593	3,106	3,497	4,437	90	1,662	1,987	2,280	2,632	2,828	3,402	
12	1,782	2,179	2,560	3,055	3,428	4,318	91	1,662	1,986	2,279	2,631	2,827	3,401	
13	1,771	2,160	2,533	3,012	3,372	4,221	92	1,662	1,986	2,279	2,630	2,826	3,399	
14	1,761	2,145	2,510	2,977	3,326	4,140	93	1,661	1,986	2,278	2,630	2,826	3,398	
15	1,753	2,131	2,490	2,947	3,286	4,073	94	1,661	1,986	2,278	2,629	2,825	3,397	
16	1,746	2,120	2,473	2,921	3,252	4,015	95	1,661	1,985	2,277	2,629	2,824	3,396	
17	1,740	2,110	2,458	2,898	3,222	3,965	96	1,661	1,985	2,277	2,628	2,823	3,395	
18	1,734	2,101	2,445	2,878	3,197	3,922	97	1,661	1,984	2,276	2,627	2,822	3,394	
19	1,729	2,093	2,433	2,861	3,174	3,883	98	1,660	1,984	2,276	2,627	2,821	3,393	
20	1,725	2,086	2,423	2,845	3,153	3,850	99	1,660	1,984	2,276	2,626	2,820	3,391	
21	1,721	2,080	2,414	2,831	3,133	3,819	100	1,660	1,984	2,276	2,626	2,820	3,390	
22	1,717	2,074	2,405	2,819	3,119	3,792	101	1,660	1,984	2,275	2,625	2,819	3,389	
23	1,714	2,069	2,398	2,807	3,104	3,768	102	1,660	1,983	2,275	2,625	2,819	3,389	
24	1,711	2,064	2,391	2,797	3,091	3,745	103	1,660	1,983	2,275	2,624	2,818	3,388	
25	1,708	2,060	2,385	2,787	3,078	3,725	104	1,660	1,983	2,274	2,624	2,818	3,388	
26	1,706	2,056	2,379	2,779	3,067	3,707	105	1,659	1,983	2,274	2,623	2,818	3,388	
27	1,705	2,052	2,373	2,771	3,057	3,689	106	1,659	1,983	2,274	2,623	2,817	3,387	
28	1,701	2,048	2,368	2,765	3,047	3,674	107	1,659	1,982	2,273	2,623	2,816	3,384	
29	1,699	2,045	2,364	2,756	3,038	3,660	108	1,659	1,982	2,273	2,622	2,816	3,383	
30	1,697	2,042	2,360	2,750	3,030	3,646	109	1,659	1,982	2,273	2,622	2,815	3,382	
31	1,696	2,040	2,356	2,744	3,022	3,633	110	1,659	1,982	2,272	2,621	2,815	3,381	
32	1,694	2,037	2,352	2,738	3,015	3,622	111	1,659	1,982	2,272	2,621	2,814	3,380	
33	1,692	2,035	2,348	2,733	3,008	3,611	112	1,659	1,981	2,272	2,620	2,814	3,379	
34	1,691	2,032	2,345	2,728	3,002	3,601	113	1,658	1,981	2,272	2,620	2,813	3,378	
35	1,690	2,030	2,342	2,724	2,996	3,591	114	1,658	1,981	2,271	2,620	2,813	3,377	
36	1,688	2,028	2,339	2,719	2,990	3,582	115	1,658	1,981	2,271	2,619	2,812	3,376	
37	1,687	2,026	2,336	2,715	2,985	3,574	116	1,658	1,980	2,271	2,619	2,811	3,375	
38	1,686	2,024	2,334	2,712	2,980	3,566	117	1,658	1,980	2,270	2,618	2,811	3,375	
39	1,685	2,023	2,331	2,708	2,976	3,558	118	1,658	1,980	2,270	2,618	2,810	3,374	
40	1,684	2,021	2,329	2,704	2,971	3,551	119	1,658	1,980	2,270	2,617	2,810	3,373	
41	1,683	2,020	2,327	2,701	2,967	3,544	120	1,658	1,980	2,270	2,617	2,809	3,373	
42	1,682	2,018	2,325	2,698	2,963	3,538	121	1,657	1,980	2,269	2,617	2,809	3,372	
43	1,681	2,017	2,323	2,695	2,959	3,532	122	1,657	1,979	2,269	2,616	2,808	3,371	
44	1,680	2,015	2,321	2,692	2,956	3,526	123	1,657	1,979	2,269	2,616	2,808	3,371	
45	1,679	2,014	2,319	2,690	2,952	3,520	124	1,657	1,979	2,269	2,616	2,807	3,370	
46	1,679	2,013	2,317	2,687	2,949	3,515	125	1,657	1,979	2,268	2,615	2,807	3,369	
47	1,678	2,012	2,315	2,685	2,946	3,510	126	1,657	1,979	2,268	2,615	2,806	3,368	
48	1,677	2,011	2,314	2,682	2,943	3,505	127	1,657	1,979	2,268	2,615	2,806	3,368	
49	1,677	2,010	2,312	2,680	2,940	3,500	128	1,657	1,978	2,268	2,614	2,805	3,367	
50	1,676	2,009	2,311	2,678	2,937	3,496	129	1,657	1,978	2,268	2,614	2,805	3,367	
51	1,675	2,008	2,310	2,676	2,934	3,492	130	1,657	1,978	2,268	2,614	2,804	3,366	
52	1,675	2,007	2,308	2,674	2,932	3,488	131	1,657	1,978	2,267	2,613	2,804	3,365	
53	1,674	2,006	2,307	2,672	2,929	3,484	132	1,656	1,978	2,267	2,613	2,804	3,365	
54	1,674	2,005	2,306	2,670	2,927	3,480	133	1,656	1,978	2,267	2,613	2,803	3,364	
55	1,673	2,004	2,304	2,668	2,925	3,476	134	1,656	1,978	2,267	2,613	2,803	3,364	
56	1,673	2,003	2,303	2,667	2,923	3,473	135	1,656	1,978	2,266	2,612	2,803	3,364	
57	1,672	2,002	2,302	2,665	2,920	3,469	136	1,656	1,977	2,266	2,612	2,803	3,363	
58	1,672	2,002	2,301	2,663	2,918	3,466	137	1,656	1,977	2,266	2,612	2,802	3,362	
59	1,671	2,001	2,300	2,662	2,916	3,463	138	1,656	1,977	2,266	2,611	2,802	3,361	
60	1,671	2,000	2,299	2,660	2,915	3,460	139	1,656	1,977	2,266	2,611	2,802	3,361	
61	1,670	2,000	2,298	2,659	2,913	3,457	140	1,656	1,977	2,265	2,611	2,801	3,360	
62	1,670	1,999	2,297	2,657	2,911	3,454	141	1,656	1,977	2,265	2,610	2,801	3,359	
63	1,669	1,998	2,296	2,656	2,909	3,452	142	1,655	1,977	2,265	2,610	2,801	3,359	
64	1,669	1,998	2,295	2,655	2,908	3,449	143	1,655	1,976	2,265	2,610	2,801	3,358	
65	1,668	1,997	2,295	2,654	2,906	3,447	144	1,655	1,976	2,265	2,610	2,800	3,358	
66	1,668	1,997	2,294	2,652	2,904	3,444	145	1,655	1,976	2,265	2,610	2,800	3,357	
67	1,668	1,996	2,293	2,651	2,903	3,442	146	1,655	1,976	2,264	2,609	2,800	3,357	
68	1,668	1,995	2,292	2,650	2,902	3,439	147	1,655	1,976	2,264	2,609	2,800	3,356	
69	1,667	1,995	2,291	2,649	2,900	3,437	148	1,655	1,976	2,264	2,609	2,800	3,357	
70	1,667	1,994	2,291	2,648	2,899	3,435	149	1,655	1,976	2,264	2,609	2,800	3,357	
71	1,667	1,994	2,290	2,647	2,897	3,433	150	1,655	1,976	2,264	2,609	2,800	3,357	
72	1,666	1,993	2,289	2,646	2,896	3,431	151	1,655	1,976	2,264	2,609	2,800	3,356	
73	1,666	1,993	2,289	2,645	2,895	3,429	152	1,655	1,976	2,264	2,609	2,800	3,356	
74	1,666	1,993	2,288	2,644	2,894	3,427	153	1,655	1,976	2,264	2,608	2,800	3,355	
75	1,665	1,992	2,287	2,643	2,892	3,425	154	1,655	1,975	2,264	2,608	2,800	3,355	
76	1,665	1,992	2,287	2,642	2,891	3,423	155	1,655	1,975	2,263	2,608	2,800	3,354	
77	1,665	1,991	2,286	2,641	2,890	3,421	156	1,655	1,975	2,263	2,607	2,800	3,354	
78	1,665	1,991	2,285	2,640	2,889	3,420	157	1,655	1,975	2,263	2,607	2,800	3,354	
79	1,664	1,990	2,285	2,639	2,888	3,418	158	1,655	1,975	2,263	2,607	2,800	3,354	
							159	1,655	1,975	2,263	2,607	2,800	3,354	
							160	1,654	1,975	2,263	2,607	2,800	3,354	
							161	1,654	1,974	2,261	2,605	2,800	3,354	
							162	1,653	1,975	2,260	2,605	2,800	3,354	
							163	1,653	1,975	2,259	2,602	2,800	3,354	
							164	1,653	1,975	2,259	2,602	2,800	3,354	
							165	1,653	1,975	2,259	2,602	2,800	3,354	
							166	1,653	1,975	2,259	2,602	2,800	3,354	
							167	1,653	1,975	2,259	2,602	2,800	3,354	
							168	1,653	1,975	2,259	2,602	2,800	3,354	