



**UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**"OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA MALTEADA A PARTIR  
DE HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) Y  
HARINA DE TRIGO (*Triticum sativum*), POR VIA  
ENZIMATICA"**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE:  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**AUTORES:**

**Bach. GARCIA DIAZ RUTH NOEMI  
Bach. ZAMORA APARICIO RICARDO**

**ASESOR:**

**ING. LUIS ALBERTO POZO SUCLUPE**

**LAMBAYEQUE-PERÚ**

**2016**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**“OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA MALTEADA A PARTIR DE HARINA DE  
QUINUA (*Chenopodium quinoa*) Y TRIGO (*Triticum sativum*), POR VÍA  
ENZIMÁTICA”**

**TESIS DE GRADO**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**REVISADO POR:**

---

ASESOR DE TESIS  
ING. LUIS ALBERTO POZO SUCLUPE

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL JURADO DE CALIFICACIÓN DE  
TESIS**

PRESIDENTE DE JURADO  
Dra. BLANCA ROMERO GUZMAN

---

SECRETARIO  
ING. M. Sc. JUAN ROBLES RUIZ

---

VOCAL  
ING. M. Sc. NOEMI LEON ROQUE

---

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser la razón de nuestro existir, a nuestros padres;

- Julia Victoria Díaz Montoya y Florencio García Tocto (Bach. Ruth Noemí García Díaz)
- Adriana del Rosario Aparicio Ballena y Carlos Alberto Zamora Urbina (Bach. Ricardo Zamora Aparicio)

Y otros familiares por su inmenso sacrificio y abnegación encaminaron nuestras vidas por el sendero del bien, brindando su apoyo incondicional en el transcurso de nuestra carrera estudiantil.

A nuestros maestros que con sus sabios conocimientos depositaron todas sus enseñanzas en nosotros.

## **AGRADECIMIENTO**

Expresamos nuestro eterno agradecimiento a la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias (FIQIA). Escuela de Ing. Industrias Alimentarias por permitirnos alcanzar un nivel alto de conocimientos y valores.

Al Ing. Miguel Ángel Solano Cornejo e Ing. Elena Chao Lu Kung entre otros docentes quienes de una u otra manera colaboraron en la investigación y desarrollo.

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	1
AGRADECIMIENTO.....	2
TABLA DE CONTENIDO.....	3
INDICE DE TABLAS .....	7
INDICE DE GRÁFICOS .....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT .....	12
INTRODUCCIÓN .....	13
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO.....	15
1.1 ANTECEDENTES.....	15
1.2 MARCO TEÓRICO.....	15
1.2.1 Bebidas .....	15
1.2.2 La Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) .....	17
1.2.3 El Trigo .....	22
1.2.4 Hidrólisis .....	25
CAPÍTULO II MARCO METODOLÓGICO .....	31
2.1 DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	31
2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	31
2.2.1 Población .....	31
2.2.2 Muestra .....	31
2.3 MATERIALES .....	32
2.3.1 Materiales de laboratorio .....	32

2.3.2 Material biológico .....	32
2.3.3 Sustancias, reactivos y soluciones .....	33
2.3.4 Equipos de laboratorio .....	33
2.4 MÉTODOS .....	34
2.4.1 Acondicionamiento de la materia prima .....	34
2.4.2 Método en el proceso de hidrólisis enzimática .....	34
2.5 MÉTODOS ANALÍTICOS .....	36
2.6 ELABORACIÓN DEL PRODUCTO .....	38
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	40
3.1 Composición química del grano de trigo ( <i>Triticum savitum</i> ) y grano de quinua variedad blanca ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) .....	40
3.2. Hidrólisis enzimática .....	41
3.2.1. Efecto de la temperatura de hidrólisis sobre la obtención de azúcares reductores por hidrólisis enzimática .....	42
3.2.2 Efecto de la dilución de hidrólisis enzimática sobre la obtención de azúcares reductores (AR) por hidrólisis enzimática.....	43
3.3 Análisis estadístico de aceptabilidad: prueba hedónica para bebida malteada de harina de trigo y quinua por vía enzimática.....	44
3.3.1 Análisis de varianza (ANOVA): prueba hedónica.....	44
CAPÍTULO IV CONCLUSIONES .....	47
CAPÍTULO V RECOMENDACIONES .....	48
CAPÍTULO VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
CAPÍTULO VII ANEXOS .....	52
ANEXO 1 Ficha Técnica de la Enzima Comercial Termamyl 120l, Type L .....	52
ANEXO 2 Técnica del Cuarteo.....	53
ANEXO 3 Determinación del contenido de humedad para cereales y menestras, método usual (NTP 205.002:1979).....	54

ANEXO 4 Determinación de fibra cruda para cereales y menestras (NTP 205.003:1980)	55
ANEXO 5 Determinación de cenizas para cereales y menestras (NTP 205.004:1979)	56
ANEXO 6 Determinación de proteínas totales para cereales y menestras, método de Kjeldahl (NTP 205.005:1979)	57
ANEXO 7 Determinación de materia grasa para cereales y menestras, método Soxhlet (NTP 205.006:1980)	58
ANEXO 8 Determinación de carbohidratos (por diferencia)	59
ANEXO 9 Determinación de azúcares reductores mediante el método Dinitrofenol de Ross	60
ANEXO 10 Determinación de la acidez titulable	61
ANEXO 11 Determinación del pH (método potenciométrico)	62
ANEXO 12 Metodología de Hidrólisis Enzimática para la Harina Unificada (Quinua (70%) y Trigo (30%)) con la Adición de la Enzima Comercial Termamyl, en los diferentes tratamientos de temperatura (T°) y Diluciones (D <sub>x</sub> )	63
ANEXO 13 Prueba Espectrofotométrica para Harina Unificada (Trigo y Quinua Blanca) con el uso del Reactivo de Ross para medir el contenido de Azúcares Reductores.	64
ANEXO 14	66
ANEXO 15	69
ANEXO 16	72
ANEXO 17 Curvas Obtenidas: Azúcares Reductores (mg/L) Vs. Tiempo (min)	73
ANEXO 18	76
ANEXO 19 GRÁFICAS OBTENIDAS	77
ANEXO 20 Elaboración de bebida malteada de harina quinua (70%) y trigo (30%), en dilución (1:10), vía hidrólisis enzimática a 100°C	79
ANEXO 21 Test Hedónico para Aceptación De Bebidas	80
ANEXO 22 Test Hedónico para Evaluación Sensorial de Muestras	81
ANEXO 23 Resultados obtenidos de la Evaluación de test hedónico de Aceptabilidad de Bebida.	82

ANEXO 24 Resultados del test de Evaluación Sensorial de las bebidas.....	83
ANEXO 25 Graficas obtenidas del Test de Evaluación Sensorial de las Bebidas. ....	84
ANEXO 26 Tabla de Análisis de Varianza.....	86
ANEXO 27 Tabla de Duncan .....	87



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Posición Taxonómica de la Quinua .....	18
Tabla 2 Variedades de Quinua .....	19
Tabla 3 Composición de los grandes alimentos (Quinua Blanca, <i>Chenopodium quinoa</i> )..	21
Tabla 4 Composición proximal en base seca de harina de Quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> , Variedad Blanca) .....	22
Tabla 5 Producción de la Agricultura .....	23
Tabla 6 Valor nutricional del grano de trigo .....	24
Tabla 7 Composición de la Harina de Trigo .....	25
Tabla 8 Condiciones de operación en las etapas de licuefacción y sacarificación .....	26
Tabla 9 Características de la enzima alfa amilasa bacteriana .....	28
Tabla 10 Análisis Proximales para Alimentos .....	36
Tabla 11 Análisis Fisicoquímicos para Alimentos.....	37
Tabla 12 Componentes de elaboración para las bebidas.....	39
Tabla 13 Componentes de granos de Trigo y Quinua.....	40
Tabla 14 Producción máxima de azúcares reductores (AR) alcanzados a diferentes diluciones de sustrato.....	44
Tabla 15 Análisis de varianza para aceptabilidad de bebidas. ....	44
Tabla 16 Prueba Duncan para aceptabilidad de bebidas .....	45
Tabla 17 Determinación de Humedad del Trigo.....	54
Tabla 18 Determinación de Humedad de la Quinua .....	54
Tabla 19 Determinación de Humedad de la Bebida.....	54
Tabla 20 Determinación de Fibra.....	55
Tabla 21 Determinación de Cenizas .....	56
Tabla 22 Determinación de Proteína.....	57

Tabla 23 Determinación de Materia Grasa .....	58
Tabla 24 Determinación de Carbohidratos .....	59
Tabla 25 Análisis de Varianza para Temperatura - Suma de Cuadrados Tipo III .....	66
Tabla 26 Medias por Mínimos Cuadrados para Temperatura con intervalos de confianza del 95.0% .....	66
Tabla 27 Pruebas de Múltiple Rangos para AZÚCARES REDUCTORES por TEMPERATURA .....	67
Tabla 28 Comparación Múltiple .....	67
Tabla 29 Análisis de Varianza para Diluciones - Suma de Cuadrados Tipo III .....	69
Tabla 30 Medias por Mínimos Cuadrados para diluciones con intervalos de confianza del 95.0% .....	69
Tabla 31 Pruebas de Múltiple Rangos para SÓLIDOS SOLUBLES por DILUCIONES ..	70
Tabla 32 Comparación múltiple.....	70
Tabla 33 Concentración de Azúcares Reductores (Mg/L) Obtenidos en la Hidrólisis Enzimática de la Dilución de la Mezcla de Harinas de Trigo y Quinoa, en Agua (1:5) con la Adición de la Enzima Comercial Termamyl a Diferentes Temperaturas de Experimentación (60, 70, 80, 90 y 100°C).....	72
Tabla 34 Promedio de las concentraciones de azúcares reductores (mg/L).....	72
Tabla 35 Sólidos Solubles (°Brix) Obtenidos en la Hidrólisis Enzimática a Diferentes Diluciones de Mezcla de Harinas de Trigo y Quinoa, en Agua (1:6; 1:7, 1:8 Y 1:10) con la Adición de la Enzima Comercial Termamyl a 100°C. ....	76
Tabla 36 Promedio de los Sólidos Solubles .....	76

## INDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1.</i> Evolución de las exportaciones de Quinua, tomada de SUNAT, en periodo de enero a Setiembre del 2015.....	20
<i>Gráfico 2.</i> Producción de azúcares reductores (mg/ml) a 60, 70, 80, 90 y 100°C respectivamente en un tiempo de 120 minutos .....	42
<i>Gráfico 3.</i> Producción de Azúcares Reductores (AR) a 1:5, 1:6, 1:7, 1:8 y 1:10 respectivamente en un tiempo de 120 minutos .....	43
<i>Gráfico 4.</i> Producción de Azúcares Reductores (mg/L) Vs. Tiempo (min) a 60°C .....	73
<i>Gráfico 5.</i> Producción de Azúcares Reductores (mg/L) Vs. Tiempo (min) a 70°C .....	73
<i>Gráfico 6.</i> Producción de Azúcares Reductores (mg/L) Vs. Tiempo (min) a 80°C .....	74
<i>Gráfico 7.</i> Producción de Azúcares Reductores (mg/L) Vs. Tiempo (min) a 90°C .....	74
<i>Gráfico 8.</i> Producción de Azúcares Reductores (mg/L) Vs. Tiempo (min) a 100°C .....	75
<i>Gráfico 9.</i> Sólidos Solubles (°Brix) vs. Tiempo (min), dilución 1:6 .....	77
<i>Gráfico 10.</i> Sólidos solubles (°Brix) VS. Tiempo (min), dilución 1:7 .....	77
<i>Gráfico 11.</i> Sólidos solubles (°Brix) VS. Tiempo (min), dilución 1:8 .....	78
<i>Gráfico 12.</i> Sólidos solubles (°Brix) VS. Tiempo (min), dilución 1:10 .....	78
<i>Gráfico 13.</i> Evaluación Sensorial de Color.....	84
<i>Gráfico 14.</i> Evaluación Sensorial de Olor .....	84
<i>Gráfico 15.</i> Evaluación Sensorial de Sabor a Temperatura Ambiente .....	85
<i>Gráfico 16.</i> Evaluación Sensorial de Apariencia .....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Espiga de Trigo. Recuperado de Botanical (2015) .....	23
<i>Figura 2.</i> Diagrama de elección de temperatura de trabajo. Elaboración propia (2017) ....	31
<i>Figura 3.</i> Diagrama de elección de temperatura de trabajo. Elaboración propia (2017) ....	32
<i>Figura 4.</i> Diagrama de elaboración de bebida malteada de harina de quinua y trigo. Elaboración propia (2017) .....	38
<i>Figura 5.</i> Muestras de Bebidas A y B. Elaboración propia (2016).....	45
<i>Figura 6.</i> Bebida B. Elaboración propia (2016) .....	46
<i>Figura 7.</i> Bebida A. Elaboración propia (2016) .....	46
<i>Figura 8.</i> Determinación de Azúcares Reductores. Elaboración propia.....	60
<i>Figura 9.</i> Hidrólisis Enzimática. Elaboración propia .....	63
<i>Figura 10.</i> Muestras en Hidrolisis Enzimática. Elaboración propia .....	64
<i>Figura 11.</i> Muestras después de Hidrolisis Enzimática, para determinación de Azúcares Reductores. Elaboración propia .....	65
<i>Figura 13.</i> Medias y 95.0% Tuckey para Azúcares Reductores (AR) y Temperatura .....	68
<i>Figura 14.</i> Medias y 95.0% Tuckey para Sólidos Solubles y Diluciones.....	71

## RESUMEN

La presente investigación estuvo orientada a la utilización de quinua blanca (*Chenopodium quinoa*) y trigo (*Triticum sativum*); en forma de harinas extruidas mezclada en proporción del 70% de harina extruida de quinua y 30% de harina extruida de trigo, para la obtención de una bebida malteada por vía enzimática.

Se realizó en dos etapas: la hidrólisis enzimática y la elaboración de la bebida. En la etapa de hidrólisis enzimática, se evaluó el grado de hidrólisis empleando la enzima comercial (Termamyl 120 L Type L), compuesta de alfa amilasas obtenidas de cepas de *Bacillus licheniformis*, al 1.5%, la evaluación del grado de hidrólisis se realizó empleando la relación mezcla de harina y agua 1:5 y temperaturas de 60, 70, 80, 90 y 100°C, por un tiempo de dos horas, el monitoreo se realizó a través de la producción de azúcares reductores (AR) obteniéndose como resultado la mayor producción de azúcares reductores a temperatura de 100°C. Definida la temperatura de 100°C por la producción de azúcares reductores en mayor cantidad (615.684 mg/L) se procedió a evaluar la dilución de la mezcla de harinas: agua de 1:5, 1:6, 1:7, 1:8 y 1:10 por un tiempo de dos horas, se monitoreó a través del aumento de sólidos solubles (SS). El grado de hidrólisis óptimo se alcanzó a una dilución de 1:10 (mezcla de harina: agua) respectivamente.

La elaboración de la bebida malteada se realizó a temperatura de 100°C por dos horas y a una relación de 1:10 de dilución de la mezcla de harina: agua. La evaluación organoléptica de la bebida obtenida comparada con un testigo dio como resultado una mayor aceptabilidad, con las siguientes características: 19,28% proteína; 1.60% grasas; 3.20% fibra cruda y un elevado contenido de energía total 398,60 kcal.

Concluyendo que la mezcla de harinas extruidas tiene potencial para ser utilizada en la elaboración de una bebida malteada de gran contenido de azúcares hidrolizables y aminoácidos.

Palabras claves: quinua, trigo, hidrólisis enzimática, bebida malteada

## ABSTRACT

The present investigation was oriented to the use of white quinoa (*Chenopodium quinoa*) and wheat (*Triticum savitum*); in the form of extruded flours mixed in a proportion of 70% of extruded flour of quinoa and 30% of extruded flour of wheat, to obtain a malted beverage by enzymatic route. It was performed in two stages: the enzymatic hydrolysis and the elaboration of the drink. In the stage of enzymatic hydrolysis, the degree of hydrolysis was evaluated using the commercial enzyme (Termamyl 120 L Type L), composed of alpha amylases obtained from strains of *Bacillus licheniformis*, at 1.5%, the evaluation of the degree of hydrolysis was performed using the flour-water ratio 1: 5 and temperatures of 60, 70, 80, 90 and 100 ° C, for a time of two hours, the monitoring was carried out through the production of reducing sugars (AR), obtaining as a result the Higher production of reducing sugars at a temperature of 100 ° C. The temperature of 100 ° C is defined by the production of reducing sugars in greater quantity (615,684 mg / L). We proceeded to evaluate the dilution of the flour mixture: water of 1: 5, 1: 6, 1: 7, 1: 8 and 1:10 for a time of two hours, it was monitored through the increase of soluble solids (SS). The optimum degree of hydrolysis was reached at a dilution of 1:10 (flour mixture: water) respectively.

The elaboration of the malted beverage was carried out at a temperature of 100 ° C for two hours and at a ratio of 1:10 dilution of the flour: water mixture. The organoleptic evaluation of the obtained beverage compared with a control resulted in greater acceptability, with the following characteristics: 19.28% protein; 1.60% fats; 3.20% raw fiber and a high total energy content 398.60kcal.

Concluding that the mixture of extruded flours has the potential to be used in the elaboration of a malted drink with a high content of hydrolysable sugars and amino acids.

Keywords: quinoa, wheat, enzymatic hydrolysis, malted drink

## INTRODUCCIÓN

Como alimentos ricos y saludables, se encuentran los cereales. Su contenido en glúcidos y proteínas prácticamente puede satisfacer todas las necesidades alimenticias humanas. La quinua y el trigo contienen el más alto nivel proteico, comparado con otros cereales; ofrecen una doble proporción alimenticia.

Por lo tanto, surge la siguiente interrogante ¿Se puede elaborar una bebida malteada a base de harinas extruidas de quinua y trigo?

Al respecto Gallegos (2007), refiere en su trabajo de Hidrólisis enzimática de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) y harina de plátano (*Musa paradisaca L.*) Para la obtención de una bebida; señala que es mejor preparar los hidrolizados por separado y luego hacer la mezcla.

Velasco (2007), menciona en su trabajo de Elaboración de una bebida nutritiva a partir del malteado de quinua, el tiempo de conversión del almidón en azúcares el cual fue de 15 minutos.

Y Álvarez (2012), demuestra en su trabajo de investigación sobre Elaboración de dos bebidas proteicas, una con quinua sin maltear y otra con quinua malteada; que al someter a la materia prima (Quinua, *Chenopodium quinoa*) a un proceso de malteo, estos reportan como condiciones óptimas de proceso una relación de agua: grano, 1:6 y 1:1,5 respectivamente. La materia prima mostró una mayor conversión de azúcares reductores lo cual aumentó considerablemente el valor nutricional de la malta de quinua.

Cueva & Pazos (2015), evaluaron la hidrólisis del almidón haciendo uso de la enzima comercial Termamyl 120 L, Type L al 1.5%, el grado de hidrólisis más óptimo se alcanzó a temperatura y concentración que fueron 100°C y 1:0.5 respectivamente.

El objetivo general del presente trabajo de investigación es:

- Obtener una bebida malteada a base de harina de quinua y trigo, por vía enzimática.

Y los objetivos específicos:

- Realizar la caracterización físico-química de los granos de quinua y el cereal de trigo.

- Determinar los parámetros de hidrólisis enzimática en la mezcla de harina de quinua y harina de trigo.
- Establecer los parámetros y los flujos de procesamiento adecuados para la obtención de la bebida malteada.
- Evaluar las características químicas y sensoriales de la bebida malteada.



## CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

### 1.1 ANTECEDENTES

Velasco (2007). Determina en su trabajo de investigación “Elaboración de una bebida nutritiva a partir del malteado de quinua”, el tiempo de conversión del almidón en azúcares el cual fue de 15 minutos. Además, con las siguientes características fisicoquímicas: concentración de sólidos del 11%, una cantidad de proteína soluble del 0,60% y un pH de 5,23.

Cortéz (2007). Estudia la “Hidrólisis Enzimática del Almidón de Quinua”, determinándose valores óptimos de pH y temperatura de 3,81 y 50°C respectivamente.

Álvarez (2012). Demuestra en su trabajo de investigación “Elaboración de dos bebidas proteicas, una con quinua sin maltear y otra con quinua malteada”; que al someter a la materia prima (Quinua, *Chenopodium quinoa*) a un proceso de malteo, estos reportan como condiciones óptimas de proceso una relación de agua: grano, 1:6 y 1:1,5 respectivamente, además de la materia prima muestra una mayor conversión de azúcares reductores lo cual aumenta considerablemente el valor nutricional de la malta de quinua. Siendo que bebidas proteicas presentaron características nutricionales, microbiológicas y sensoriales aceptables. Lo que demuestra que pueden ser empleadas como una alternativa en la alimentación.

### 1.2 MARCO TEÓRICO

#### 1.2.1 Bebidas

Es cualquier líquido que se ingiere y aunque la bebida por excelencia es el agua, el término se refiere a las bebidas sin y con contenido de alcohol. Las infusiones también son un ejemplo de uso masivo de bebidas (Sqperu, 2012).

### ***1.2.1.1 Bebidas de consumo humano***

Son todos los alimentos líquidos, naturales o industrializados, que sirven para satisfacer nuestros requerimientos alimentarios, cuyo consumo e industrialización está sujeto a las normas y legislación vigente que los regula: (Sqperu, 2012).

D.S. N°.007-98-SA – Vigilancia Sanitaria de Alimentos y Bebidas de Consumo Humano  
NTP 208.038 - Alimentos Envasados: Etiquetado.

CODEX STAND, FDA (Sqperu, 2012).

#### ***Tipo de bebidas***

##### **Bebidas Alcohólicas**

Se entiende por bebidas alcohólicas a todas aquellas sustancias que en su composición presentan contenido alcohólico. Entre ellas tenemos; Wisky, Ron, Vino (todos los tipos), etc. (SENA, 2009).

##### **Bebidas Analcohólicas**

Se entiende por no alcohólicas a aquellas bebidas que no presentan contenido alcohólico ya sea en su proceso de transformación o su proceso natural (SENA, 2009).

Las cuales a su vez se subdividen en:

- **Bebidas naturales:** Se consideran bebidas no alcohólicas naturales a todas aquellas en cuyo proceso o transformación no ha intervenido ninguna técnica humana o de otra índole que no esté de acuerdo a los procesos naturales normales, entre éstas tenemos: Agua, Leche y Jugo de frutas (SENA, 2009).
- **Bebidas procesadas:** Se consideran en este grupo a las bebidas naturales que han pasado por un proceso técnico para lograr su obtención y que son derivadas de las naturales. Entre estas tenemos: Yogurt, Kumis, Aromáticas y bebidas Refrescantes. Entre ellas tenemos:

Bebidas artificiales o fabricadas: Son todas aquellas preparadas con aromas y colorantes sintéticos mezclados para obtener bebidas similares a las naturales entre estas tenemos: Soda, Ginger Ale, Gaseosa (SENA, 2009).

Bebidas refrescantes: Son bebidas largas y generalmente sin alcohol o con una graduación alcohólica muy reducida. Se sirven como bebidas refrescantes los jugos, las bebidas lácteas, las gaseosas, las cervezas (en cantidad limitada) y bebidas mezcladas como la sangría (SENA, 2009).

### **1.2.2 La Quinua (*Chenopodium quinoa*)**

#### **1.2.2.1 Caracterización Botánica**

La quinua es una planta herbácea anual, dicotiledónea de amplia dispersión geográfica, con características peculiares en su morfología, coloración y comportamiento en diferentes zonas agroecológicas donde se cultiva. Presenta enorme variación y plasticidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales y se cultiva desde el nivel del mar hasta 4 000 msnm; muy tolerante a factores climáticos adversos como sequía, heladas, salinidad de suelos entre otros que afectan al cultivo (V. Apaza et al, 2013).

Su periodo vegetativo varía desde 90 hasta 240 días, crece con precipitaciones desde 200 a 280 ml anuales, se adapta a suelos ácidos de pH 4,5, hasta alcalinos con pH de 9,0. Asimismo prospera en suelos arenosos hasta los arcillosos, la coloración de la planta es también variable con los genotipos y etapas fenológicas, desde el verde hasta el rojo, pasando por el púrpura oscuro, amarillo, anaranjado granate y demás gamas que se puedan diferenciar (V. Apaza et al, 2013).

Se la denomina pseudocereal, porque botánicamente no pertenece a los cereales verdaderos como lo es el trigo, la cebada, maíz y arroz, pero debido a su contenido alto en almidón se lo conoce como un cereal. Según la variedad puede tener diferentes colores que van desde el amarillo al anaranjado, rojo vivo, rojo oscuro y verde (C. Palma, 2013).

### 1.2.2.2 La Quinua como Alimento

La quinua posee los ocho aminoácidos esenciales para el ser humano, lo que la convierte en un alimento muy completo y de fácil digestión (R. Repo, 2013).

La quinua molida se puede utilizar para la elaboración de distintos tipos de panes, tanto tradicionales como industriales, ya que permite mejorar características de la masa, haciéndola más resistente, lo cual favorece una buena absorción de agua (R. Repo, 2013).

Un problema para la masificación de la producción de quinua es que posee una toxina denominada saponina que le otorga un sabor amargo característico. Esta toxina suele eliminarse a través de métodos mecánicos (pelado) y lavando las semillas en abundante agua (V. Apaza et al, 2013).

### 1.2.2.3 Caracterización Taxonómica

Tabla 1

#### *Posición Taxonómica de la Quinua*

Posición taxonómica de la quinua	
Reino	Vegetal
División	Fanerógamas
Clase	Dicotiledóneas
Sub clase	Angiospermas
Sección	Chenopodia
Orden	Centrospermales
Subsección	Cellulata
Familia	Chenopodiaceae
Especie	Chenopodium
	quinoa Willdenow
Género	Chenopodium

*Nota: Recuperado de Catálogo de Variedades de Quinua en el Perú, p.17, por V. Apaza et al, 2013.*

### 1.2.2.4 Variedades de Quinua

Tabla 2  
Variedades de Quinua

Nombre de la variedad	Zonas de Producción	Color de pericarpio	Color de episperma	Tamaño de grano
INIA 431 - Altiplano	Altiplano, Costa	Crema	Blanco	Grande
INIA 427 - Amarilla Sacaca	MuchaValles	Amarillo	Blanco Grande	Grande
INIA 420 - Negra Collana	Altiplano, Valles Interandinos, Costa	Gris	Negro	Pequeño
INIA 415 - Pasankalla	Altiplano, Valles Interandinos, Costa	Gris	Rojo	Mediano
Ayacuchana INIA	Valles Interandinos	Crema	Blanco	Pequeño
Kankolla	Altiplano	Crema	Blanco	Mediano
Illpa INIA	Altiplano	Crema	Blanco	Grande
Huacariz	Valles Interandinos	Crema	Blanco	Mediano
Amarilla Marangani	Valles Interandinos	Anaranjado	Blanco	Grande
Mantaro	Valles Interandinos	Crema	Blanco	Mediano
Cheweca	Altiplano	Crema	Blanco	Mediano
Rosada de Yanamango	Valles Interandinos	Crema	Blanco	Mediano
Salcedo INIA	Altiplano, Valles Interandinos, Costa	Crema	Blanco	Grande
Hualhuas	Valles Interandinos	Crema	Blanco	Mediano
Blanca de Juli	Altiplano	Crema	Blanco	Pequeño
Rosada de Junín	Valles Interandinos	Crema	Blanco	Pequeño
Quillahuaman INIA	Valles Interandinos	Regular Crema	Blanco	Mediano
Huancayo	Valles Interandinos	Crema	Blanco	Mediano

*Nota: Recuperado de Catálogo de Variedades de Quinua en el Perú, p.21, por V. Apaza et al, 2013.*

### 1.2.2.5 Producción y Consumo de Quinua en el Perú

La producción de quinua en el Perú se concentra principalmente en el altiplano y los valles interandinos, con tendencia creciente del cultivo en la costa por sus características agroclimáticas favorables para la producción (V. Apaza et al, 2013).

De acuerdo a la elasticidad genética del cultivo existen tres zonas potenciales de producción: el altiplano de Puno, que alberga la mayor superficie y volúmenes de producción, los valles interandinos y finalmente la costa peruana donde se han adaptado variedades comerciales procedentes del altiplano (V. Apaza et al, 2013).

Esta clasificación agroecológica se complementa con la revisión de las características varietales y los resultados de respuesta de la quinua a diferentes condiciones climáticas, y el potencial para la generación de nuevas variedades adaptables al contexto actual de cambio climático. Estos aspectos favorables hacen que el cultivo de quinua tenga una alta capacidad de expandirse a casi todos los sistemas agrícolas desde el nivel del mar hasta el altiplano (V. Apaza et al, 2013).

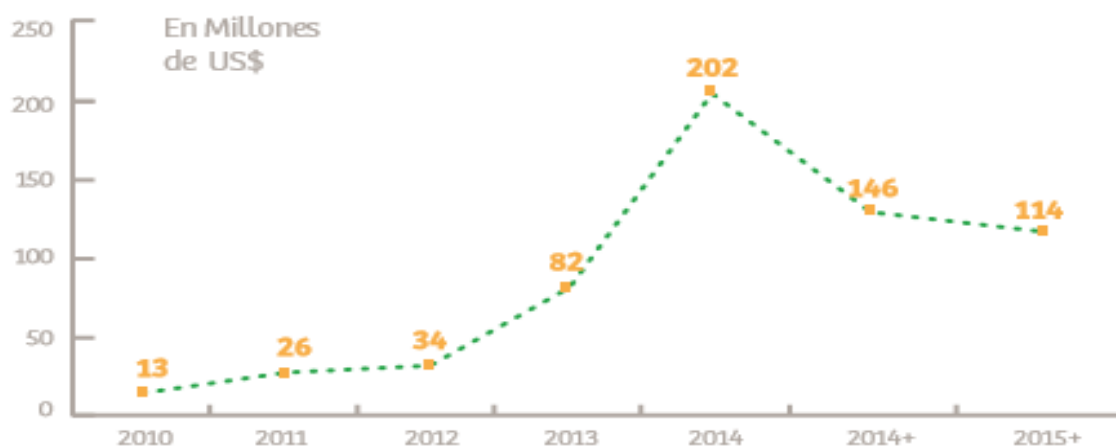


Gráfico 1. Evolución de las exportaciones de Quinua, tomada de SUNAT, en periodo de enero a Setiembre del 2015.

### 1.2.2.6 Valor Nutricional de la Quinua

La quinua es catalogada como un pseudocereal, debido al comportamiento aminoacídico que es similar al de las leguminosas. El contenido de proteínas y grasa de este grano es más alto que en el de otros cereales (Pérez *et al.*, 2011).

Tabla 3

*Composición de los grandes alimentos (Quinua Blanca, Chenopodium quinoa)*

Componentes	Quinua	Carne	Huevo	Queso	Leche Vaca	Leche Humana
Proteína	13.00	30.00	14.00	18.00	3.50	1.80
Grasa	6.10	50.00	3.20		3.50	3.50
Carbohidratos	71.00	-	-	-	-	-
Azúcar	-	-	-	-	4.70	7.50
Hierro	5.20	2.20	3.20	-	2.50	-
Calorías	370.00	431.00	200.00	24.00	66.00	80.00

*Nota: Recuperado de T. Castro (2007)*

La semilla es muy rica en contenido de vitamina B y ayuda en la combustión de los hidratos de carbono (T. Castro, 2007).

La quinua como proteína vegetal ayuda al desarrollo y crecimiento del organismo, conserva el calor y energía del cuerpo, es fácil de digerir, forma una dieta completa y balanceada (T. Castro, 2007).

#### *Harina de Quinua.*

La Harina de Quinua es un alimento que se obtiene al moler el grano de quínoa previamente lavado (Supernatural, 2015).

La harina de quinua está compuesta por altos contenidos de proteína que llegan a un 15% a 18%. Además, presenta proteínas de tipo globulinas, parecidas a las globulinas del amaranto, distintas a las del trigo y de calidad biológica superior (K. Llereña, 2010).

Es un alimento simple y rápido de preparar, muy versátil, puede sustituir a otras harinas. En sopas, platos de fondo, postres, bebidas, pan y galletas (Supernatural, 2015).

Tabla 4

*Composición proximal en base seca de harina de Quinoa (Chenopodium quinoa, Variedad Blanca)*

Componente gx100g	Harina de quinoa
Proteínas	10.82 ± 0.12
Cenizas	1.92 ± 0.08
Fibra	6.12 ± 0.22
Lípidos	5.24 ± 0.36
Enn	75.90 ± 0.38

Enn: extracto nitrogenado, humedad de la harina de quinoa: 8.14%

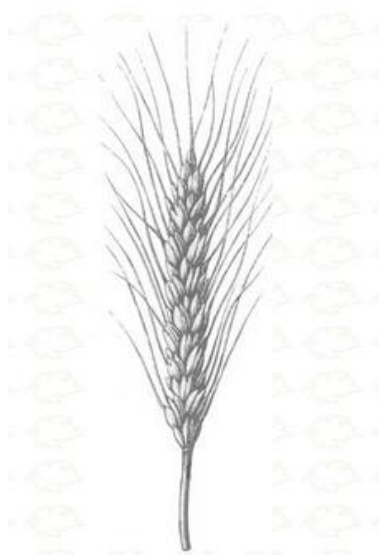
*Nota: Recuperado de INCI, V. Apaza et al., 2007.*

### 1.2.3 El Trigo

El Trigo (*Triticum savitum* Lam. = *Triticum aestivum* (L.) Tell) es un cereal de la familia de las gramíneas, una familia a la que pertenecen otros cereales tan importantes como alimentos como el arroz, el maíz, a avena, el sorgo, etc. (T. Castro, 2007).

El trigo es una planta anual herbácea de hasta 1.2m de altura. Los tallos son erectos y presentan estructura de caña, es decir están huecos en su interior excepto en los nudos. El crecimiento de los tallos no es apical, sino que se produce por el estiramiento de los tejidos situados por encima de los nudos (meristemo) (T. Castro, 2007).





*Figura 1. Espiga de Trigo. Recuperado de Botanical (2015)*

### ***1.2.3.1 Producción de Trigo en el Perú***

**Tabla 5**

***Producción de la Agricultura***

Principales Productos	Miles de toneladas				
	2012	2013	2014	2015	2016
Trigo	0.4	0.5	0.5	0.4	0.2
Maíz amarillo duro	313.1	308.9	306.2	309.7	304.2
Maíz amiláceo	3.7	3.2	3.5	3.5	3.3
Arroz cascara	576.3	622.7	611.0	570.0	645.7
Cebada grano	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2
Quinua	0.6	0.2	5.4	13.0	6.0

*Nota: Recuperado de Boletín estadístico de Producción Agrícola, Pecuaria y Avícola, marzo 2016, p.29 por E. Sifuentes et al, 2016*

### 1.2.3.2 Composición química del trigo

Tabla 6  
*Valor nutricional del grano de trigo*  
**Composición para 100g**

<b>Energía</b>	326 kcal
<b>Proteína</b>	11.70g
<b>Grasa</b>	2.0g
<b>Carbohidratos</b>	65.0g
<b>Fibra</b>	10.3g
<b>Calcio</b>	43.70mg

*Nota: Recuperado de J. Madrid, 2007.*

#### *Harina de Trigo*

La harina es el polvo que se obtiene de la molienda del grano de trigo maduro, entero o quebrado, limpio, sano y seco, en el que se elimina gran parte de la cascarilla (salvado) y el germen. El resto se tritura hasta obtener un grano de finura adecuada (Canimolt, 2015).

La harina contiene entre un 65 y un 70% de almidones, pero su valor nutritivo fundamental está en su contenido, ya que tiene del 9 al 14% de proteínas; siendo las más importantes la gliadina y la gluteína, además de contener otras componentes como celulosa, grasas y azúcar (Canimolt, 2015).

La molienda de trigo consiste en separar el endospermo que contiene el almidón de las otras partes del grano. El trigo entero rinde más del 72% de harina blanca y el resto es un subproducto. En la molienda, el grano de trigo se somete a diversos tratamientos antes de convertirlo en harina (Canimolt, 2015).

Tabla 7  
*Composición de la Harina de Trigo*

Componentes	Harina de trigo
<b>Almidón</b>	70 – 75%
<b>Agua</b>	Menos del 15%
<b>Proteínas</b>	8 – 12%
<b>Azúcares simples</b>	1 – 2%
<b>Materias grasas</b>	1.2 – 1.4 %
<b>Minerales</b>	0.5 – 0.6%
<b>Vitaminas</b>	B, pp, e

*Nota: Recuperado de Cortes et al, 2012*

## 1.2.4 Hidrólisis

### 1.2.4.1 Hidrólisis enzimática

La hidrólisis enzimática es el proceso que tiene por objeto la transformación del almidón de las materias primas amiláceas en azúcares. Con enzimas termoestables se lleva a cabo el método convencional realizando primero la licuefacción de almidón, luego la conversión del almidón en glucosa o sacarificación. Mediante la licuefacción, se liberan los gránulos de almidón, pues a consecuencia del calor, éste absorbe agua y se hincha, ocasionando la ruptura de la pared celular, y el almidón se gelatiniza. Al final de este proceso, que tiene una duración de 30 minutos, la masa se licua por la acción conjunta del calor y del fraccionamiento de la alfa amilasa adicionada. En el proceso de sacarificación, mediante la acción de la enzima Glucoamilasa, se da el fraccionamiento de las cadenas de azúcares largos (dextrinas, triosas y maltosa) hasta obtener glucosa (B. G. Zambrano, 2013).

Son escasos los procesos que realmente puedan llamarse enzimáticos (producción de glucosa y jarabes de fructosa), ya que en la mayor parte de los casos las enzimas fungen un mejor papel en aditivos con funciones como disminuir viscosidad, mejorar la filtración,

evitar la turbidez, clarificar, mejorar la digestibilidad, mejorar la textura, evitar la cristalización y mejorar las características organolépticas, entre otras (Garibay *et. al*, 2001).

Las condiciones de operación de las dos enzimas (alfa-amilasa y Glucoamilasa) utilizadas, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8

*Condiciones de operación en las etapas de licuefacción y sacarificación*

Condición	Hidrólisis	
	Licuefacción	Sacarificación
<b>T, (°C)</b>	85-95	55
<b>pH</b>	6.0-6.5	5.5

*Recuperado de B. G. Zambrano, 2013.*

#### *Alfa amilasa*

Las amilasas, son enzimas que hidrolizan los almidones, se encuentran no solo en los animales sino también en las plantas superiores y en los microorganismos. El almidón contribuye de una manera principal a la viscosidad y a la textura de los alimentos y su hidrólisis durante el procesado y almacenamiento es importante. Existen tres tipos principales de amilasas:  $\alpha$ -amilasas,  $\beta$ -amilasas y glucoamilasas; estas enzimas se extraen de cuatro fuentes principales: las  $\alpha$ -amilasas pueden ser de origen fúngico (*Aspergillus oryzae*), bacteriano (*Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*), céreo y pancreático. Y en el caso de las  $\beta$ -amilasas pueden ser producidas a partir de cereales, soya y batata. Para la hidrólisis industrial del almidón a D-glucosa se utilizan tres o cuatro enzimas diferentes, la más utilizada es la alfa amilasa (B. G. Zambrano, 2013).

La  $\alpha$ -amilasa no ataca tampoco a segmentos del polímero del almidón que está formando dobles hélices, ni a los que se encuentran en forma de complejo con un lípido polar segmento de hélice sencilla estabilizado (A. Beltrán M & L. Herreño T., 2010).

La  $\alpha$ -amilasa es una enzima proteica que se encuentra en la saliva humana cataliza la degradación del almidón, que es un polisacárido de reserva vegetal (A. Garrido, 2001).

La  $\alpha$ -amilasa es una endohidrolasa que actúa de manera aleatoria sobre los enlaces internos  $\alpha$ -(1-4) de la amilosa y la amilopectina, con lo cual producen dextrinas de 10 a 20 unidades de glucosa; se le da el nombre de enzima licuante debido a que su presencia provoca la rápida reducción de la viscosidad de las soluciones de almidón. Es capaz de romper las uniones glucosídicas adyacentes a ambos lados del enlace  $\alpha$ -(1-6) de la amilopectina, aunque no ataca específicamente a este enlace (S. Badui, 2006).

Para su favorable acción catalítica sobre el almidón, esta enzima requiere un activador como el cloruro de sodio y un pH óptimo que se encuentra entre 5 y 7, siendo este valor para la enzima alfa amilasa bacteriana de 6.5. Cabe resaltar que este es una enzima termorresistente, pues a 70°C conserva aún actividad amilolítica en un 70%, por ello algunas  $\alpha$ -amilasa microbianas tienen temperaturas altas de inactivación y si no se han inactivado, pueden tener efectos muy indeseables sobre la estabilidad de los alimentos cuya base sea el almidón. La alfa amilasa es una enzima altamente sensible a una acidez elevada y se inactiva a  $\text{pH} \leq 3.3$  en un tiempo aproximado de 15 minutos. Actúa sobre el almidón en estado sólido y granulado (almidón crudo o nativo) y sobre preparaciones en las que el almidón ya se encuentra gelatinizado (A. Beltrán M & L. Herreño T., 2010).

Tabla 9

Características de la enzima alfa amilasa bacteriana

Características	Acción
<b>Especificidad</b>	Enlace 1-4 glucosídico
<b>Mecanismo</b>	Endoamilasas
<b>Principal producto de la hidrolisis</b>	Dextrinas
<b>Disminución de la viscosidad</b>	Rápida
<b>Perdida del color del yodo</b>	Rápida
<b>Aumento del poder del reductor</b>	Lento
<b>Producción de glucosa</b>	Lenta
<b>Producción de maltosa</b>	Lenta
<b>Producción de dextrinas</b>	Rápida

*Nota: Tomado de A. Beltrán M & L. Herreño T., 2010.*

La acción de las enzimas amilasas sobre una sustancia se cuantifica en unidades de actividad amilolítica, la cual se define como la cantidad de enzima que se requiere para hidrolizar 1g de almidón en solución para que llegue a dextrinas a 30°C por un tiempo de 1 hora. Esta actividad se expresa en unidades de enzima por gramo de almidón preparado (A. Beltrán M & L. Herreño T., 2010).

#### *Licuación o Licuefacción*

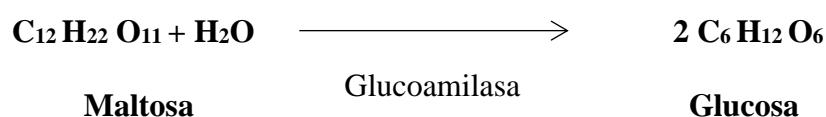
Es el primer paso en la producción de glucosa, en este la alta concentración de almidón, hasta 45% es calentada para gelatinizarlo. Actualmente, existen  $\alpha$ -amilasas termorresistentes producidas por *Bacillus licheniformis* que permiten efectuar la gelatinización y la licuefacción simultáneamente (B. G. Zambrano, 2013).



La  $\alpha$ -amilasa es una enzima termoestable, es decir funciona mejor y resiste altas temperaturas, el promedio de temperatura operativo es de entre 70 y 90°C, además trabaja con un pH óptimo de acción está dentro del rango 5-7, siendo 6.5 para la  $\alpha$ -amilasa bacteriana y pancreática y con una concentración de calcio de entre 50ppm y 100ppm para su mejor rendimiento. Su accionar degrada la amilosa en maltosa y pequeños compuestos de glucosa, transformando así una sustancia inicialmente viscosa (almidón) en una sustancia dulce y menos viscosa debido a los productos formados. Sin embargo, esta enzima solo es capaz de degradar parcialmente la amilopectina debido a que no es capaz de desdoblar los enlaces glicosídicos 1-6 encontrados en los puntos de ramificación de la cadena del polisacárido (B. G. Zambrano, 2013).

#### *Sacarificación*

Los procesos enzimáticos para la producción de glucosa requieren de una segunda etapa después de la licuefacción del almidón. Esta etapa se efectúa con la enzima conocida como amiloglucosidasa o Glucoamilasa. Esta enzima es producida por numerosos tipos de hongos y algunas bacterias (B. G. Zambrano, 2013).



**Glucoamilasa:** Esta enzima, también llamada amiloglucosidasa, es una exohidrolasa ya que actúa sobre el terminal de la molécula; su nombre sistemático es 1,4-alfa-D-glucano glucohidrolasa. Se obtiene del hongo *Aspergillus niger* y actúa sobre las dextrinas produciendo glucosa lo que se traduce en una aceleración de la fermentación. La enzima glucoamilasa tiene la capacidad de hidrolizar tanto los enlaces alfa (1,4) como los alfa (1,6) glicosídicos de moléculas de almidón; su acción prolongada puede causar la ruptura total

del polisacárido, el principal producto final de la acción de la Glucoamilasa sobre el almidón es la glucosa, lo que la diferencia claramente de las alfa, y beta amilasa (B. G. Zambrano, 2013).

Su actividad máxima entre pH 4 y 5.5 y temperatura alrededor de 55-65°C (B. G. Zambrano, 2013).



## CAPÍTULO II MARCO METODOLÓGICO

### 2.1 DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

El diseño experimental se muestra esquemáticamente en la figura 2 y 3, el cual fue estructurado de tal forma que permitió la evaluación correspondiente. Este diseño muestra detalles de las variables en estudio, explicándose el significado de cada variable. El mejor tratamiento se determinó según el parámetro medido, para lo cual los valores experimentales serán evaluados estadísticamente.

### 2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 2.2.1 Población

Se obtuvo del mercado mayorista Moshoqueque, ubicado en el distrito de José Leonardo Ortiz, en la provincia de Chiclayo, región Lambayeque en el 2016.

#### 2.2.2 Muestra

La muestra estuvo constituida por 15kg de Mezcla de harina: 10,5kg de harina extruida de quinua (70%) y 4,5kg de harina extruida de trigo (30%); que se serán acondicionados para cada uno de los posteriores tratamientos.

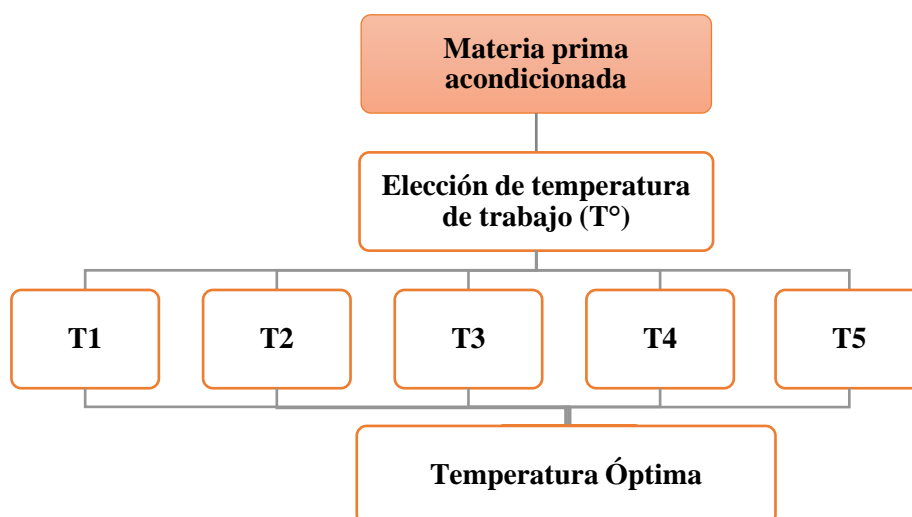


Figura 2. Diagrama de elección de temperatura de trabajo. Elaboración propia (2017)

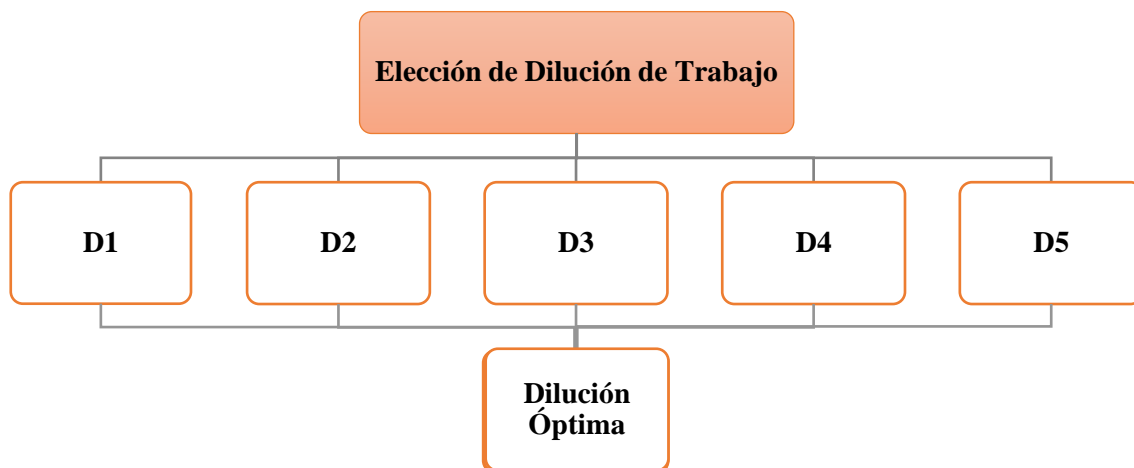


Figura 3. Diagrama de elección de temperatura de trabajo. Elaboración propia (2017)

## 2.3 MATERIALES

### 2.3.1 Materiales de laboratorio

- Agitador de vidrio.
- Varilla de agitación.
- Embudos de vidrio.
- Papel filtro Whatman N°04.
- Pissetas.
- Pipetas de 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10 ml c/u.
- Probetas de 10, 25 y 50 ml c/u.
- Termómetros de -10°C a 250°C.
- Tubos de ensayo.
- Vasos de precipitación de 100, 250 y 500ml c/u.

### 2.3.2 Material biológico

- Harina de Quinoa
- Harina de Trigo
- Enzima Comercial Termamyl 120 L, Type L.

### **2.3.3 Sustancias, reactivos y soluciones**

- Ácido Cítrico al 1% (w/v)
- Agua destilada
- Fenol Q.P.
- Glucosa anhidra Q.P.
- Hidróxido de sodio 0,1 y 1 N y al 5%
- Metabisulfito de potasio Q.P.
- Reactivo 2,4 DNF
- Reactivo de Ross

### **2.3.4 Equipos de laboratorio**

- Balanza analítica electrónica (marca, precisión)
- Cocina eléctrica
- Cronómetro
- Espectrofotómetro marca Génesis, filtro de absorción de 620 milimicrones.
- pHmetro marca HANNA ® tipo lapicero modelo PH009.
- Refractómetro de mano, graduado de 0 a 100% de sacarosa.

## 2.4 MÉTODOS

### 2.4.1 Acondicionamiento de la materia prima

La materia prima utilizada fue la mezcla de harinas, harina de quinua (70%) y harina de trigo (30%). Se caracterizó mediante un análisis proximal por duplicado hecha con la técnica del cuarteo, se fraccionó la muestra con el fin de obtener una muestra más representativa.

### 2.4.2 Método en el proceso de hidrólisis enzimática

Se procedió de la siguiente manera:

#### 2.4.2.1 Evaluación de la temperatura de hidrólisis

- Preparar en un vaso de precipitado una solución en peso (harina representativa: agua) de 1:5
- Medir el pH y ajustarlo a 6, mediante el uso de ácido cítrico al 1% (p/v), en caso fuese necesario.
- Medir el °Brix inicial de la solución.
- Colocar el vaso de precipitación en baño María, cuando alcance la temperatura de experimentación (60, 70, 80, 90 y 100°C), mantener agitación continua durante el proceso.
- Inmediatamente adicionar a la solución la enzima comercial (1.5% en peso referida al peso de la solución inicial) a 60°C.
- Medir espectrofotométricamente la cantidad de azúcares reductores mediante el Método de Miller en intervalos de tiempo de 0, 20, 40, 60, 80, 100 y 120 min.
- Medir el pH y °Brix final de hidrólisis.

#### 2.4.2.2 Evaluación de dilución de hidrólisis enzimática

- Preparar en un vaso de precipitado una solución en peso con diluciones de experimentación (harina de trigo y quinua: agua) de 1:5, 1:6, 1:7, 1:8 y 1:10.

- Medir el pH y ajustarlo a 6, mediante el uso de ácido cítrico al 1% (p/v), en caso fuese necesario.
- Medir el °Brix inicial de la solución.
- Colocar el vaso de precipitación en baño María, cuando éste alcance la temperatura de 100°C, manteniendo en agitación continua durante el proceso.
- Inmediatamente adicionar a la solución la enzima comercial (1.5% en peso referida al peso de la solución inicial)
- Medir espectrofotométricamente la cantidad de azúcares reductores mediante el Método de Miller en intervalos de tiempo de 0, 20, 40, 60, 80, 100 y 120 min.
- Medir el pH y °Brix final de hidrólisis.

## 2.5 MÉTODOS ANALÍTICOS

Los métodos utilizados fueron:

### 2.5.1 Análisis Proximal de las Materias Primas

Determinar por triplicado el contenido de humedad, fibra cruda, cenizas, proteínas, grasas y carbohidratos para ambas materias primas.

Tabla 10

#### Análisis Proxiales para Alimentos

Tipo de Análisis	Norma	Fórmula	N° Anexo
Determinación			
humedad para cereales y menestras	NTP 205.002:1979	$\frac{P1 - P2}{\text{Peso de la muestra}} * 100$	Anexo 3
Determinación de			
Fibra cruda para cereales y menestras	NTP 205.003:1980	$Fc = \frac{Fb - C}{M} * 100$	Anexo 4
Determinación de			
cenizas para cereales y menestras	NTP 205.004:1979	$\%Czas. = \frac{\text{Peso de ceniza}}{\text{Peso de la muestra}} * 100$	Anexo 5
Determinación de			
proteínas totales para cereales y menestras, método Kjeldahl	NTP 205.005:1979	$\%N2 = \frac{G * N * Fc * meq \text{ de } N2}{g \text{ o } ml \text{ de la muestra}} * 100$ $\% \text{ de protein} = \% \text{ de nitrogeno} * 6.25$	Anexo 6
Determinación de			
materia grasa para cereales y menestras, método Soxhlet	NTP 205.006:1980	$Mg = \frac{100(M1 - M)}{M2} * \frac{100}{(100 - H)}$	Anexo 7
Determinación de			
Carbohidratos	Por Diferencia	$\% C = 100 - (\%H + \%P + \%G + \%Ce)$	Anexo 8

Elaboración propia (2017)

### 2.5.2 Análisis Fisicoquímicos

Tabla 11

*Análisis Fisicoquímicos para Alimentos*

Análisis	Base Legal	Fórmula	N° Anexo
Determinación de azúcares reductores	Método de Dinitrofenol de Ross	Método de Dinitrofenol de Ross	Anexo 9
Determinación de acidez titulable	NTP 205.039:1975	$\% = V * 0.098 * \frac{85}{(100 - H)}$	Anexo 10
Determinación del pH: método potenciométrico	NTP 209.059:1974	Método potenciométrico	Anexo 11

*Elaboración propia (2017)*

## 2.6 ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

La elaboración de la bebida malteada de quinua y trigo, por vía enzimática se realizó siguiendo las siguientes operaciones en el diagrama de bloques, mostrado en la Figura 4.

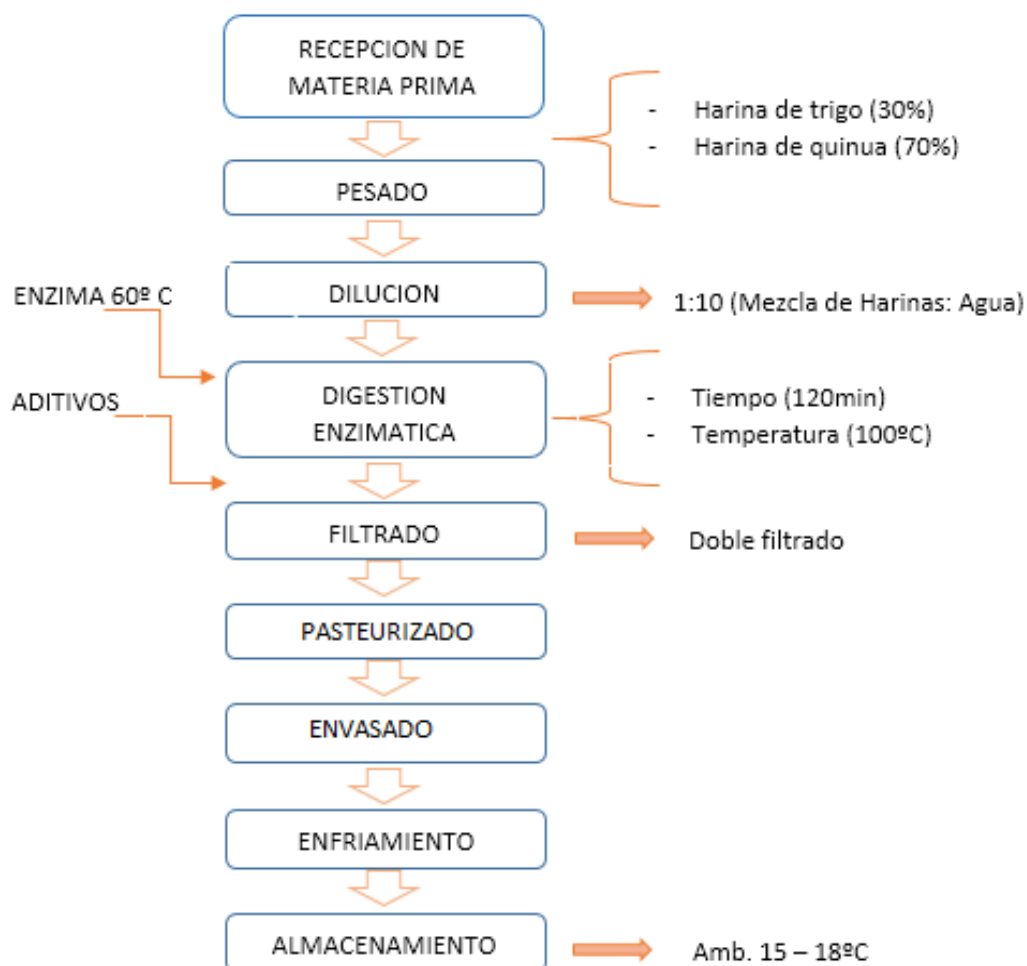


Figura 4. Diagrama de elaboración de bebida malteada de harina de quinua y trigo. Elaboración propia (2017)

### 2.6.1 Descripción del proceso

**Recepción de Materia Prima:** Se recibieron 15 kilogramos de materia prima (mezcla de harinas extruidas) provenientes del mercado mayorista “Moshoqueque” del distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo.

**Pesado:** Se pesaron la materia prima, insumos y aditivos en adecuadas de acuerdo a la composición para las bebidas que se determinó elaborar (2 tipos, para comparación).



Tabla 12

*Componentes de elaboración para las bebidas*

Componentes	%	Bebida A	Bebida B (testigo)
<b>Harina Extruida De Trigo</b>	30	150.00 g	150.00 g
<b>Harina Extruida De Quinoa</b>	70	350.00 g	350.00 g
<b>Enzima Termamyl L</b>	1.5	82.50 ml	82.50 ml
<b>Azúcar</b>	12.5	687.50 g	687.50 g
<b>Ac. Cítrico</b>	0.05	2.75 g	----
<b>Goma Xantana</b>	0.1 / 0.2	5.50 g	11.00 g
<b>Agua</b>	-----	5000.00 ml	5000.00 ml
<b>Dilución</b>	1:10	5500.00 ml	5500.00 ml

*Elaboración propia (2017)*

**Dilución:** Se diluyó la cantidad total de la mezcla de harinas de trigo y quinoa (500gr) con la cantidad estimada de agua, según la dilución establecida (1:10) para el proceso de elaboración de ambas bebidas.

**Digestión Enzimática:** Las diluciones preparadas para ambas bebidas, fueron tratadas por separado. A la dilución de la bebida A se le corrigió el pH (6.5 a 6), mientras que la dilución de la bebida B se trabajó con el pH inicial de 6.5, sin alterar el medio donde la enzima pueda desarrollarse. Ambas diluciones fueron calentadas a 60°C (temperatura de adición de enzima). Se continuó aumentando la temperatura a 100°C, temperatura donde se desarrolló la enzima por el tiempo estimado de 2 horas.

**Filtrado:** una vez concluyó la digestión enzimática, se procedió a filtrar las bebidas, y se obtuvo las bebidas sin ningún tipo de residuo sólido.

**Pasteurizado:** Ambas diluciones fueron llevadas a un proceso de pasteurización a 80°C por un tiempo estimado de 15 min.

**Envasado:** cada una de las bebidas filtradas fueron envasadas en botellas de vidrio de 200 ml y correctamente codificadas, para su posterior evaluación.

**Enfriamiento y almacenamiento:** Las bebidas envasadas, fueron debidamente enfriadas y almacenadas en lugares frescos.

### CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1 Composición química del grano de trigo (*Triticum savitum*) y grano de quinua variedad blanca (*Chenopodium quinoa*)

Los resultados del análisis proximal de los granos trigo y de quinua, que se muestran en la tabla:

Tabla 13

*Componentes de granos de Trigo y Quinoa*

Componente	Trigo	Quinoa
<b>Humedad</b>	9,00%	8,12%
<b>Proteína base Seca</b>	12,3%	16,11%
<b>Extracto libre de N</b>	65,03%	71,64%
<b>Cenizas base seca</b>	3.13%	2,04%
<b>Fibra cruda Base Seca</b>	10,54%	2,09%
<b>Grasas base seca</b>	2,03%	5,84%
<b>Energía total</b>	332.80 Kcal/100gr	399,56 kcal/100gr

*Elaboración propia (2017)*

Fueron similares a lo que reportaron J. Madrid (2007) en la tabla 7 y T. Castro (2007) en tabla 4 respectivamente. Comparativamente el contenido de materia grasa en el Trigo fue ligeramente mayor al que presenta Madrid (2007), que señala un contenido de materia grasa de 2,0%, valor no significativo a lo determinado por esta investigación (2,03%). Sin embargo, el contenido de materia grasa en la quinua, fue menor al que presenta T. Castro (2007), que señala un contenido de grasa de 6,1%, valor significativo a lo determinado por esta investigación (5,84%).

Con referencia a esto, existen referencias bibliográficas que expresan que el contenido lipídico en las materias primas afecta de manera directa la hidrólisis enzimática, (C. Salazar, 2012). En este caso, las materias primas utilizadas para la investigación, contenían bajo porcentaje de grasas; para la quinua fue 5,84% y para el trigo fue 2,03%, como lo expresa la Tabla 14.

Además, que las materias primas deben contener buen perfil aminoacídico en su composición para una adecuada hidrólisis enzimática (C. Salazar, 2015), para lo cual las materias primas tanto el trigo (J. Madrid, 2007) y la quinua (T. Castro, 2007) con 11,7 y 13,0 en contenido de proteínas respectivamente. Sin embargo, existen diferencias en el contenido de proteínas, que en el caso de la quinua (16,11) fue mayor lo que se obtuvo para la investigación; caso contrario sucedió con el trigo (12,3) fue menor respecto a T. Castro, 2007.

Se estableció, en cuanto al contenido lipídico de las materias primas utilizadas; Quinua Blanca (*Chenopodium quinoa*) y Trigo (*Triticum Savitum*), que sus valores se encuentran por debajo y similar respectivamente a lo que expresan T. Castro, 2007 y J. Madrid, 2007, por lo tanto, fueron adecuadas en la hidrólisis enzimática, para la obtención de una bebida con elevado contenido nutricional. En cuanto al contenido de proteínas, el porcentaje trigo (12,3%) y quinua (16,11%) según la investigación fueron superiores a lo reportado por T. Castro, 2007 y J. Madrid, 2007; sin embargo, el contenido de aminoacídico mientras más elevado sea mayor se desarrollará la hidrólisis enzimática, (C. Salazar, 2012). En este contexto la Quinua y el Trigo son apropiados para la obtención de la bebida, por vía enzimática.

### **3.2. Hidrólisis enzimática**

La temperatura, y el pH óptimos según ficha técnica (Anexo 1) para dicha enzima es de  $T=90^{\circ}\text{C}$  y  $\text{pH}=6$ , respectivamente; pero de acuerdo a lo que se ha revisado anteriormente en otras investigaciones se sabe que no necesariamente estos valores coincidirán con los valores óptimos de funcionamiento, como lo afirman N. N. Potter, J.H. Hotchkiss (2000) citando que en general, se tiene que determinar si con las características que tiene el alimento (o con una ligera modificación), la enzima actúa de manera razonable, no necesariamente en sus condiciones óptimas.

La hidrólisis enzimática de la mezcla de harinas (de quinua y trigo), utilizando la enzima comercial Termamyl-L permitió la obtención de azúcares reductores, materia prima para el proceso de malteado para obtención de la bebida.

### 3.2.1. Efecto de la temperatura de hidrólisis sobre la obtención de azúcares reductores por hidrólisis enzimática

La concentración de los azúcares reductores (AR) a dichas temperaturas obtenidos en los diferentes ensayos por triplicado se presenta en el Anexo 14, cuyos promedios de las 5 temperaturas de experimentación se presentan en la Figura 5.

La obtención de AR en las diferentes temperaturas de experimentación (60, 70, 80, 90 y 100°C) fue modelado usando el método espectrometría, el cual ayudó a evaluar el comportamiento de la enzima a diferentes temperaturas según se muestra en el gráfico 2.

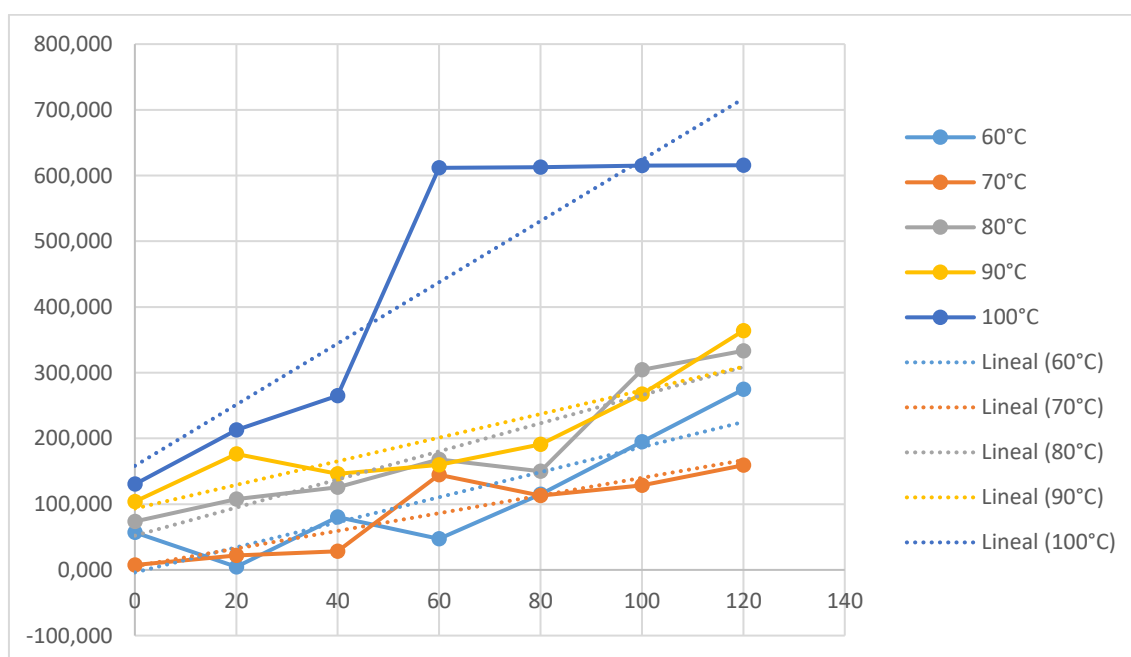


Gráfico 2. Producción de azúcares reductores (mg/ml) a 60, 70, 80, 90 y 100°C respectivamente en un tiempo de 120 minutos

Con los datos registrados de las cantidades de AR para las temperaturas de experimentación durante la hidrólisis enzimática se graficaron curvas de producción de AR, donde los parámetros obtenidos en dicho modelamiento se muestran en el Anexo 14.

Como criterio de evaluación, se obtuvo que cuanto mayor sea la temperatura que se aplique para hidrolizar la mezcla de harina de trigo y quinua, la enzima Termamyl trabajará mucho mejor, concordante con lo que expreso C. Salazar (2012). Las enzimas actúan dependiendo de las condiciones de producción tanto en temperatura como en pH.

### 3.2.2 Efecto de la dilución de hidrólisis enzimática sobre la obtención de azúcares reductores (AR) por hidrólisis enzimática

Los ensayos a diferentes diluciones de experimentación para llevar a cabo el proceso de hidrólisis enzimática fueron evaluados buscando la mejor dilución del sustrato en la que la  $\alpha$ -amilasa genere la cantidad necesaria de Azúcares Reductores (AR) en el menor tiempo posible según se muestra en el gráfico 3.

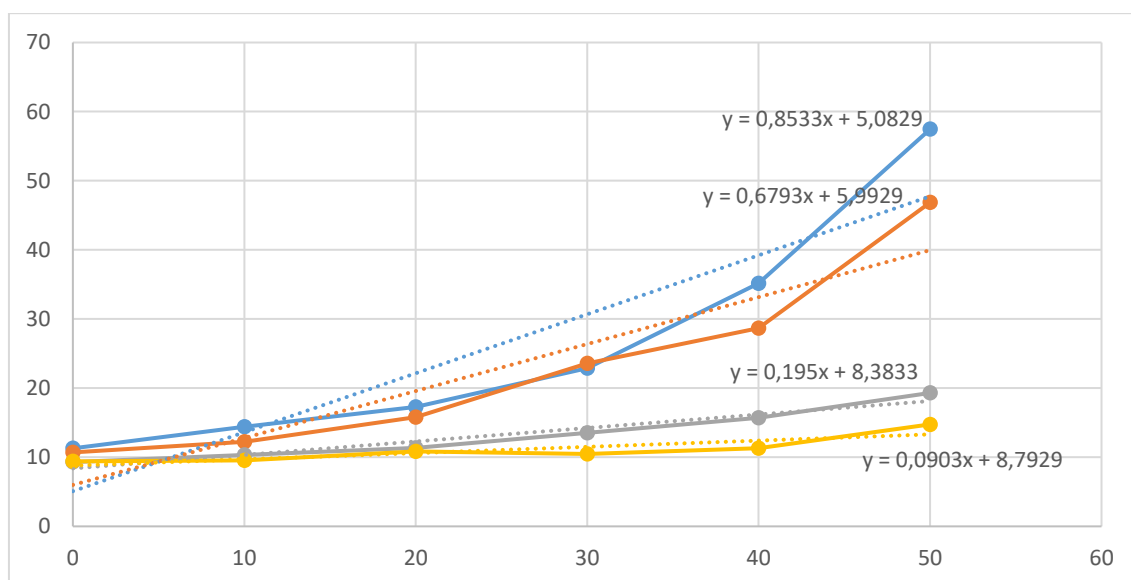


Gráfico 3. Producción de Azúcares Reductores (AR) a 1:5, 1:6, 1:7, 1:8 y 1:10 respectivamente en un tiempo de 120 minutos

La producción de Azúcares Reductores (AR) obtenidos a diferentes diluciones es presentada en la tabla 8. En dicha tabla se puede observar que cuanto más diluida se presenta la muestra de mezcla de harinas de trigo y quinua, menos cantidad de Azúcares Reductores (AR), se presenta en un tiempo dado, lo cual permitirá que la enzima se desarrolle mejor (C. Salazar, 2012); obteniendo así los Azúcares Reductores (AR) y Sólidos Solubles (SS) necesarios para la bebida (18°Brix).

Tabla 14

*Producción máxima de azúcares reductores (AR) alcanzados a diferentes diluciones de sustrato*

Tiempo (min)	Diluciones de experimentación				
	1:5	1:6	1:7	1:8	1:10
<b>60</b>	88.4	69.35	57.9	27.05	18.95

*Elaboración propia (2017)*

### 3.3 Análisis estadístico de aceptabilidad: prueba hedónica para bebida malteada de harina de trigo y quinua por vía enzimática

Para esta evaluación se requirió de dos muestras base, cuya composición de cada una está detallada en el Anexo 18.

#### 3.3.1 Análisis de varianza (ANOVA): prueba hedónica

Después de que cada panelista hubo evaluado las 2 muestras, las categorías descriptivas se convirtieron en puntajes numéricos. Los puntajes se tabularon para los 72 panelistas, como se muestra en el Anexo 21 y Anexo 22. Para el análisis de varianza ANOVA, se realizó una serie de cálculos los cuales serán plasmados en la tabla 16.

Tabla 15

*Análisis de varianza para aceptabilidad de bebidas.*

Fuente de Variación	Relación F				
	gl	SC	CM	Calculada	Tabular ( $p \leq 0,05$ )
<b>Total (T)</b>	143	157,7500			
<b>Tratamiento (Tr)</b>	1	87,1111	87,1111	182,5049	3,9863
<b>Panelistas (P)</b>	71	36,7500	0,5176	1,0844	1,5024
<b>Error (E)</b>	71	33,8889	0,4773		
*SC: Suma de cuadrados    gl: Grados de libertad    CM: Promedio de los cuadrados					

*Elaboración propia (2017)*

Dado que el valor de F calculado para tratamientos es de 182.5049 y es superior al valor de F tabulado que es de 87.1111, se llega a la conclusión de que existe una diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ), entre los puntajes hedónicos promedio, para las 2 muestras de bebidas. El valor de F calculado para los panelistas fue de 1.0844 y es superior al valor de F tabulado que es de

0.5176, se llega a la conclusión de que existe un efecto significativo de panelistas. ( $p \leq 0,05$ ).

Así como lo indican B. M. Watt et al (2000), en la tabla 7.5 de su libro. (Ver Anexo 24)

El análisis de varianza indicó que existen diferencias significativas entre las muestras de las bebidas (Figura 5). Por lo cual según indica el Anexo 22 se puede observar que la muestra de la Bebida A tiene mayor aceptación que la muestra de la Bebida B.

#### Análisis de la prueba Duncan: prueba hedónica

Para comparar las 2 medias de nuestras bebidas, calculamos valores de media Tabular como lo explica B. M. Watt et al (2000), valores que se observaran en la tabla 17.

Se puede observar en la tabla 17, que el valor de comparación que es 1,56 es mayor que la amplitud cuyo valor es 0.23. Por lo tanto, existen diferencias significativamente a un nivel probabilidad del 5%, respecto a la Bebida B (Figura 6) con respecto a la Bebida A (Figura 7).

Tabla 16

*Prueba Duncan para aceptabilidad de bebidas*

Fuente de Variación	Medias	Medias Tabular	Q Tabular ( $p \leq 0,05$ )	Amplitud	Valor de Comparación
<b>Bebida A</b>	2,90278	3	2,9706833	0,241874231	
<b>Bebida B</b>	1,34722	2	2,8236833	0,229905432	1,555555556
<b>*Q: Prueba de Amplitud múltiple Duncan 5% significancia</b>					

*Elaboración propia (2017)*



Figura 5. Muestras de Bebidas A y B. Elaboración propia (2016)



*Figura 6. Bebida B. Elaboración propia (2016)*



*Figura 7. Bebida A. Elaboración propia (2016)*



## CAPÍTULO IV CONCLUSIONES

- Se elaboró la bebida malteada a base de harina extruida de quinua y trigo, por vía enzimática.
- Se realizó la caracterización fisicoquímica de los granos de quinua y trigo, teniéndose como resultados lo siguiente: para los granos de quinua, humedad (8.12%), proteínas (16.11%), lípidos (2.04%), carbohidratos (71.64%), cenizas (2.04%) y fibra (2.09%); y para los granos de trigo, humedad (9%), proteínas (12.3%), lípidos (2.03%), carbohidratos (65.03%), cenizas (3.13%) y fibra (2.09%)
- Se determinó los parámetros de hidrolisis enzimática, los cuales fueron temperatura 100°C y dilución 1:10.
- Se estableció los flujos de procesamiento para la elaboración de la bebida malteada los cuales fueron: recepción de materia prima, pesado, dilución, digestión enzimática, filtrado, pasteurizado, envasado, enfriamiento y almacenamiento.
- Se evaluaron las características químicas y sensoriales de la bebida malteada, las cuales fueron: humedad (83.23%), proteínas (1.37%), lípidos (0.49%), carbohidratos (13.86%), cenizas (0.57%) y fibra (0.38%), pH: 4.26, °Brix: 18.75; y las siguientes características sensoriales: Color: ámbar, Olor: sui generis, Sabor: sui generis y Apariencia: agradable.

## **CAPÍTULO V RECOMENDACIONES**

Se recomienda:

- Mantener la agitación constante durante la digestión enzimática, para obtener mejores resultados durante el proceso de sacarificación.
- Combinar la bebida malteada con otros tipos de frutas y/o pulpas con la finalidad de aumentar el grado de aceptación del consumidor.
- Realizar un estudio de vida útil de la bebida malteada.
- Un estudio de pre factibilidad del proceso de elaboración establecido en el presente estudio para una posible elaboración del producto a nivel industrial, previo mejoramiento de la aceptación de parte del consumidor

## CAPÍTULO VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ÁLVAREZ, Y. 2012. Elaboración y Caracterización de dos bebidas proteicas, una a base de quinua (*Quenopodium quinoa Wild*) malteada y otra a base de quinua sin maltear. (Tesis de Pre Grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna-Perú.
2. APAZA, V., CÁCERES, G., ESTRADA, R., PINEDO, R. 2013. Catálogo de Variedades Comerciales de la Quinua en el Perú. Departamento INIA. Lima-Perú.
3. BADUI, S. 2006. Química de los Alimentos. Quinta edición. México. Pearson Educación.
4. BELTRÁN M., A y HERREÑO T., L. 2010. Aplicación de la enzima  $\alpha$ -amilasa comercial BAN® 480L a la Harina de Arroz de la Variedad fedearroz 50 para la Elaboración de una Bebida Vegetal. (Tesis de Pre Grado). Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/10185/15599/1/T43.10%20B419a.pdf>.
5. BOTANICAL. 2015. El Trigo. Recuperado de: <http://www.botanical-online.com/trigo.htm>.
6. CANIMOLT. 2015. Harina de trigo. Recuperado de: <http://www.canimolt.org/harina/definicion>.
7. CASTRO, T. 2007. Quinua Real. Recuperado de: <http://www.prodiversas.bioetica.org/quinua.htm>.
8. CORTÉZ, M. 2007. Hidrolisis Enzimática del Almidón de Quinua. (Tesis de Pre Grado). Universidad Técnica de Oruro. Oruro-Bolivia. Recuperado de: <http://www.dpicuto.edu.bo/tesis/facultad-nacional-de-ingenieria/carrera-de-ingenieria-quimica/350-hidrolisis-enzimatica-del-almidon-de-quinua.html>.

9. CORTEZ, W., IBLA, J., CALDERÓN, L., HERRERA, A. 2012. Cuantificación de azúcares reductores en las cascarras de naranja y banano. Universidad El Bosque. Colombia.
10. CUEVA, J. y PAZOS, C. 2015. Obtención de alcohol a partir de camote de pulpa anaranjada (*Ipomoea batata L.*). (Tesis de Pre Grado). Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Perú.
11. GARIBAY, M., QUINTERO, R., LOPEZ-MUNGUÍA, A. 2001. Biotecnología Alimentaria. 3ra Edición. México. Limusa – Noriega Editores.
12. GARRIDO, M. 2001. Actividad enzimática de la alfa amilasa. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf900/actividad-enzimaticaamilasa/actividad-enzimatica-amilasa.pdf>.
13. LLERENA, K. 2010. Utilización de harina de trigo y quinua para la elaboración de galletas, para los niños del parvulario de la E. S. P. O. CH. (Tesis de Pre Grado). Escuela Superior Técnica de Chimborazo, Ecuador.
14. MADRID, J. 2007. La espelta, un cereal bueno para cultivos ecológicos. Recuperado de: <http://doctorjuanmadrid.com/la-espelta-un-cereal-bueno-para-cultivos-ecologicos/>
15. MINAGRI. 2016. Sistema Integrado de Estadística Agraria, Estadística Mensual. Lima – Perú. Recuperado de: [http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/boletineselectronicos/estadisticaagrariamensual/2015/bemsa\\_marzo15-final.pdf](http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/boletineselectronicos/estadisticaagrariamensual/2015/bemsa_marzo15-final.pdf).
16. PALMA, C. 2013. La Quinua. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos58/quinua/quinua.shtml>.
17. POTTER, N. y HOTCHKISS, J. 2000. Ciencia de los Alimentos. 6ta edición. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España.

18. REPO, R. 2013. Congreso científico internacional de quinua y granos andinos. Lima-Perú.
19. SALAZAR, A. 2012. Hidrolisis Enzimática y su Aplicación en los Alimentos. Organización TECNAS (Investigación, desarrollo e innovación para la Industria de Alimentos). Recuperado de: <http://www.tecnas.com.pe/hidrolisis.pdf>.
20. SENA. 2009. Colección Básica de Bar Subdirección General de Operaciones. Recuperado de: [http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21\\_1/alephe/www\\_f\\_spa/icon/23610/tec\\_bar/clasificacion/5.html](http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/23610/tec_bar/clasificacion/5.html).
21. SIFUENTES. 2016. SIEA. Boletín estadístico de Producción Agrícola, Pecuaria y Avícola, marzo 2016. Perú.
22. SUPERNATURAL. 2015. Harina de Quinoa. Recuperado de: [http://www.supernatural.cl/harina\\_quinoa.asp](http://www.supernatural.cl/harina_quinoa.asp).
23. VELASCO, M. 2007. Proyecto para la elaboración de una bebida nutritiva a partir del malteado de quinua. (Tesis de Pre Grado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Ecuador.
24. WATTS M., YLIMAKI L., JEFFERY E., ELÍAS G. 1992. Métodos Sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Ottawa, Ont. CIID.
25. ZAMBRANO, G. 2013. Estudio Técnico-Económico para la obtención de alcohol a partir de camote (Ipomea batata). (Tesis de Pre Grado). Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. Recuperado de: <http://es.scribd.com/doc/170814998/Alcohol-de-Camote>.

## CAPÍTULO VII ANEXOS

## ANEXO 1 Ficha Técnica de la Enzima Comercial Termamyl 120L, Type L

**Termamyl® 120 L, Type L**

Valid from 13-Oct-2005

**Product Characteristics:**

Enzyme Class	Alpha-amylase
Declared activity	120 KNU-T/g
Colour	Light to dark brown Colour can vary from batch to batch. Colour intensity is not an indication of enzyme activity.
Physical form	Liquid
Approximate Density (g/ml)	1.26
Viscosity (cPs)	1-25
Stabiliser	Methionine Sodium chloride Sucrose
Production organism	Bacillus licheniformis Produced by fermentation of a microorganism which is selfcloned according to the EU definition (further information available upon request). The enzyme protein is separated and purified from the production organism.

**Product Specification:**

	Lower Limit	Upper Limit	Unit
Alpha Amylase Units KNU-T	120	138	/g
pH at 25°C	5.5	7.0	
Density	-	-	g/ml
Total Viable Count	-	50000	/g
Coliform Bacteria	-	30	/g
Enteropathogenic E.Coli		None Detected	/25g.
Salmonella		None Detected	/25g.

The product complies with the recommended purity specifications for food-grade enzymes given by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) and the Food Chemical Codex (FCC).

**Packaging:** See the standard packaging list for more information.

**Recommended Storage:**

Best before	When stored as recommended, the product is best used within 3 months from date of delivery.
Storage temperature	0-25°C (32°F-77°F)
Storage Conditions	In unbroken packaging - dry and protected from the sun. The product has been formulated for optimal stability. Extended storage or adverse conditions such as higher temperature or higher humidity may lead to a higher dosage requirement.

**Safety and handling precautions:**

Enzymes are proteins. Inhalation of dust or aerosols may induce sensitization and may cause allergic reactions in sensitized individuals. Some enzymes may irritate the skin, eyes and mucous membranes upon prolonged contact. The product may create easily inhaled aerosols if splashed or vigorously stirred. Spilled product may dry out and create dust. Spilled material should be flushed away with water. Avoid splashing. Left over material may dry out and create dust. Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection as prescribed on the warning label. Wash contaminated clothes. A Material Safety Data Sheet is supplied with all products. See the Safety Manual for further information regarding how to handle the product safely.

## ANEXO 2 Técnica del Cuarteo

Se vierte la muestra del alimento en una fuente rectangular o de forma definida.

Una vez que la muestra este en un recipiente, dividirlo en cuatro partes exactas, si es pues, de forma rectangular una división en cruz.

De las 4 partes tomar la muestra contenida en dos extremos no juntos.

<b>TOMAR “I”</b>	<b>DESECHAR</b>
<b>DESECHAR</b>	<b>TOMAR “II”</b>

De las partes que tomamos, realizamos una homogenización en otro recipiente.

<b>TOMAR “I” + “II”</b>
-------------------------

Procedemos a realizar la misma operación del paso N°03.

<b>TOMAR “I”</b>	<b>DESECHAR</b>
<b>DESECHAR</b>	<b>TOMAR “II”</b>

Las nuevas partes a tomar las llevamos a un tercer recipiente, homogenizamos y trabajamos como muestra final.

<b>MUESTRA FINAL</b>
----------------------

### ANEXO 3 Determinación del contenido de humedad para cereales y menestras, método usual (NTP 205.002:1979)

Consiste en determinar la pérdida de masa experimentada por una determinada cantidad de muestra, cuando es sometida a la acción de 105 °C de temperatura.

El contenido de humedad fue determinado mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{P1-P2}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

Dónde:

P1: Peso de la placa + muestra inicial

P2: Peso de la placa + muestra final

Tabla 17

#### *Determinación de Humedad del Trigo*

N°	Peso de Muestra	Peso de Placa	P1	P2	%H
1	10	22.32	32.32	31.37	9.47
2	10	23.14	33.14	32	9.41
3	10	22.22	32.22	31.40	8.24
Promedio					9.04

*Elaboración propia (2017)*

Tabla 18

#### *Determinación de Humedad de la Quinua*

N°	Peso de Muestra	Peso de Placa	P1	P2	%H
1	10	22.32	32.32	31.50	8.17
2	10	23.14	33.14	32.31	8.31
3	10	22.22	32.22	31.43	7.89
Promedio					8.12

*Elaboración propia (2017)*

Tabla 19

#### *Determinación de Humedad de la Bebida*

N°	Peso de Muestra	Peso de Placa	P1	P2	%H
1	10	22.32	32.32	23.93	83.87
2	10	23.14	33.14	24.79	83.47
3	10	22.22	32.22	23.98	82.35
Promedio					83.23

*Elaboración propia (2017)*



#### ANEXO 4 Determinación de fibra cruda para cereales y menestras (NTP 205.003:1980)

Consiste en someter una determinada cantidad de muestra previamente desengrasada a hidrólisis con ácido y con soda. El residuo es secado, pesado, calcinado y pesado.

El contenido de fibra cruda fue determinado mediante la siguiente fórmula:

$$Fc = \frac{Fb - C}{M} * 100$$

Donde:

Fc: Por ciento de fibra cruda

Fb: Masa de fibra bruta, en gramos

C: Masa de cenizas de la fibra, en gramos

M: Masa de la muestra, en gramos

Tabla 20

##### *Determinación de Fibra*

Alimento	Valor (%)
Trigo	10.54
Quinoa Blanca	2.09
Bebida A	0.38

*Elaboración propia (2017)*

## ANEXO 5 Determinación de cenizas para cereales y menestras (NTP 205.004:1979)

Consiste en determinar cenizas por diferencia de pesada, llevando a calcinar completamente una determinada cantidad de muestra, a una temperatura máxima de 550 °C en horno mufla.

El contenido de cenizas fue determinado mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{\text{Peso de ceniza}}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

Tabla 21

<i>Determinación de Cenizas</i>	
Alimento	Valor (%)
Trigo	3.13
Quinoa Blanca	2.04
Bebida A	0.57

*Elaboración propia (2017)*

## ANEXO 6 Determinación de proteínas totales para cereales y menestras, método de Kjeldahl (NTP 205.005:1979)

La muestra es sometida a un proceso de digestión, destilación y titulación para determinar el contenido de nitrógeno total.

El contenido de proteínas totales fue determinado mediante las siguientes fórmulas:

### Porcentaje de nitrógeno en la muestra:

$$\% \text{ de nitrógeno} = \frac{G * N * Fc * meq \text{ de } N_2}{g \text{ o ml de la muestra}} * 100$$

Donde:

G: volumen de ácido sulfúrico empleado en la valoración

N: normalidad del ácido sulfúrico

Fc: factor de corrección del ácido sulfúrico

Meq N<sub>2</sub>: 0.014

g: gramos de muestra

### Porcentaje de proteína bruta en la muestra:

$$\% \text{ de proteína} = \% \text{ de nitrógeno} * 6.25$$

El factor de conversión de nitrógeno en proteínas utilizado fue 6.25

Tabla 22

#### *Determinación de Proteína*

Alimento	Valor
Trigo	12.3
Quinoa Blanca	16.11
Bebida A	1.37

*Elaboración propia (2017)*

## ANEXO 7 Determinación de materia grasa para cereales y menestras, método Soxhlet (NTP 205.006:1980)

Se basa en la afinidad que tiene la grasa por un solvente apolar como lo es el hexano.

El contenido de materia grasa se expresa en porcentaje de masa de muestra seca y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Mg = \frac{100(M1 - M)}{M2} * \frac{100}{(100 - H)}$$

Donde:

Mg: Contenido de materia grasa, en gramos

M1: Masa del recipiente con la materia grasa, en gramos

M2: Masa de la muestra, en gramos.

M: Masa del recipiente, en gramos

H: Contenido de humedad porcentual de la muestra

Tabla 23

### *Determinación de Materia Grasa*

Alimento	Valor
Trigo	2.03
Quinoa Blanca	2.04
Bebida A	0.49

*Elaboración propia (2017)*

**ANEXO 8 Determinación de carbohidratos (por diferencia)**

$$\% \text{ de Carbohidratos} = 100 - (\%H + \%P + \%G + \%Ce)$$

Tabla 24  
*Determinación de Carbohidratos*

Alimento	Valor
Trigo	65.03
Quinoa Blanca	71.64
Bebida A	13.86

*Elaboración propia (2017)*

## **ANEXO 9 Determinación de azúcares reductores mediante el método Dinitrofenol de Ross**

1. Se toma 1ml de muestra de la solución en un 1° tubo de ensayo, se agrega 9 ml de agua destilada. Agitar bien. Filtrar con Whatman N°04. (Dilución -1).
2. Del filtrado se toma 1ml de su solución para ser adicionado con 9ml de agua destilada en el tubo N°02 (Dilución -2).
3. Del Tubo N°02 se extrae 1ml de su solución para ser adicionado con 9ml de agua destilada en el tubo N°03 (Dilución -3).
4. De cada dilución (-1, -2 y -3) se tomará 1ml de sus respectivas soluciones en 3 tubos de ensayo diferentes (A, B y C).
5. Luego se le adicionará 3ml del Reactivo de Ross a los 3 tubos de ensayo respectivamente.
6. Se calienta en agua hirviendo por 6 minutos exactamente.
7. Enfriar con agua fría de caño que corra por las paredes exteriores del tubo.
8. Se lee la transmitancia en el espectrofotómetro. Para este análisis se usa un filtro de absorción de 620 milimicrones.



*Figura 8. Determinación de Azúcares Reductores. Elaboración propia*

**ANEXO 10 Determinación de la acidez titulable**

Este ensayo se realizó por duplicado, tomando como referencia la NTP 205.039 (1975). La acidez titulable fue expresada en porcentaje, referido a ácido sulfúrico y calculado en base a 15% de humedad.

El % de acidez se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\% = V * 0.098 * \frac{85}{(100 - H)}$$

Donde:

V: Gasto de la solución de 0.1N de hidróxido de sodio.

H: humedad de la muestra (%)

**ANEXO 11 Determinación del pH (método potenciométrico)**

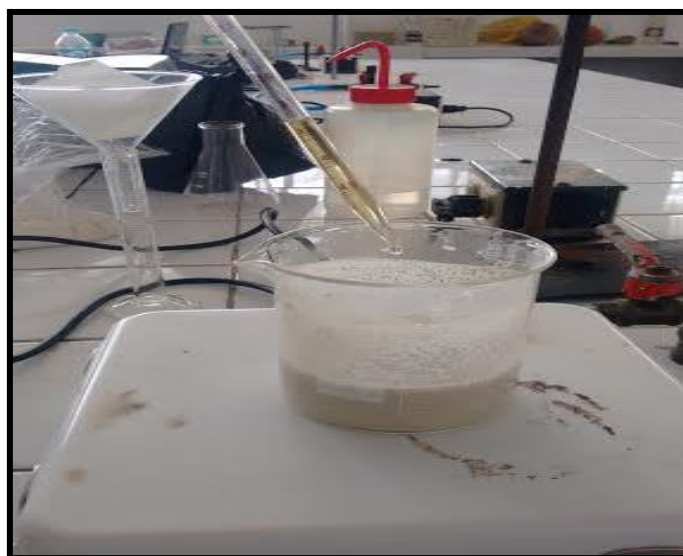
Este ensayo se realizó por duplicado, tomando como referencia la NTP 209.059 (1974). El valor del pH se determina midiendo la diferencia de voltaje entre dos electrodos inmersos en una solución de la muestra.



**ANEXO 12 Metodología de Hidrólisis Enzimática para la Harina Unificada (Quinua (70%) y Trigo (30%)) con la Adición de la Enzima Comercial Termamyl, en los diferentes tratamientos de temperatura ( $T^\circ$ ) y Diluciones ( $D_x$ )**

Una vez obtenida la mezcla de harinas de trigo (30%) y quinua (70%), se procede a realizar las diluciones según corresponda de 1:5; 1:6; 1:7; 1:8; y 1:10. Posteriormente se le medirá el pH y  $^\circ$ Brix según corresponda.

Se somete a cocción las diluciones a la temperatura que corresponda (60, 70°C, 80°C, 90°C, 100°C) Y se adiciona la enzima comercial Termamyl al 1.5%, respectivamente.



*Figura 9. Hidrólisis Enzimática. Elaboración propia*

**ANEXO 13 Prueba Espectrofotométrica para Harina Unificada (Trigo y Quinua Blanca)  
con el uso del Reactivo de Ross para medir el contenido de Azúcares Reductores.**

1. Cada 20 minutos se extrae 1ml de muestra de la dilución que se está hidrolizando y se filtra con Whatman N.º 04.
2. Se toma 0.5ml de la muestra filtrada y se le agrega 4.5 ml de agua destilada al tubo. Agitar bien. (*Dilución -1*)
3. Del filtrado se toma 0.5ml de su solución para ser adicionado con 4.5 ml de agua destilada en el tubo N°02 (*Dilución -2*)
4. Del Tubo N°02 se extrae 0.5 ml de su solución para ser adicionado con 4.5 ml de agua destilada en el tubo N°03 (*Dilución -3*)
5. De cada dilución (*-1, -2 y -3*) se tomará 0.5 ml de sus respectivas soluciones en 3 tubos de ensayo diferentes (A, B y C).
6. Luego se le adicionará 3ml del Reactivo de Ross a los 3 tubos de ensayo respectivamente.
7. Se calienta en agua hirviendo por 6 minutos exactamente. Y se enfría con agua corriente



*Figura 10. Muestras en Hidrolisis Enzimática. Elaboración propia*



*Figura 11.* Muestras después de Hidrolisis Enzimática, para determinación de Azúcares Reductores. Elaboración propia

8. Se calibra el espectrofotómetro a 620 milimicrones. con la muestra blanco, que será de agua destilada.
9. Se lee la transmitancia en el espectrofotómetro colocando el contenido de cada tubo en celdas diferentes.

## ANEXO 14

Tabla 25

*Análisis de Varianza para Temperatura - Suma de Cuadrados Tipo III*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: TEMPERATURA	194446.	4	48611.5	10.50	0.0001
B: TIEMPO	205636.	6	34272.7	7.40	0.0002
RESIDUOS	97226.9	21	4629.85		
TOTAL (CORREGIDO)	445551.	31			

*Nota. \*Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual Elaboración propia (2017)*

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de Temperatura en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 2 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Temperatura con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 26

*Medias por Mínimos Cuadrados para Temperatura con intervalos de confianza del 95.0%*

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
Media global	32	190.035			
Temperatura					
60	7	126.549	25.7178	73.0658	180.032
70	7	86.2634	25.7178	32.7801	139.747
80	7	180.343	25.7178	126.859	233.826
90	7	201.2	25.7178	147.717	254.683
100	4	355.818	35.7977	281.373	430.264
Tiempo					
0	5	74.4666	30.4298	11.1843	137.749
20	5	118.444	30.4298	55.1621	181.727
40	5	129.067	30.4298	65.7843	192.349
60	5	235.022	30.4298	171.74	298.305
80	4	183.729	34.8617	111.23	256.228
100	4	265.285	34.8617	192.786	337.784
120	4	324.229	34.8617	251.73	396.728

*Elaboración propia (2017)*

Esta tabla muestra la media de AZUCARES REDUCTORES para cada uno de los niveles de temperatura. También muestra los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95.0% para cada una de las medias. Pueden desplegarse estas medias e intervalos seleccionado Gráfica de Medias de la lista de Opciones Gráficas.

Tabla 27

*Pruebas de Múltiple Rangos para AZÚCARES REDUCTORES por TEMPERATURA*

TEMPERATURA	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
70	7	86.2634	25.7178	X
60	7	126.549	25.7178	XX
80	7	180.343	25.7178	XX
90	7	201.2	25.7178	X
100	4	355.818	35.7977	X

**OPTIMO**

*Nota. Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD. Elaboración propia (2017)*

Tabla 28

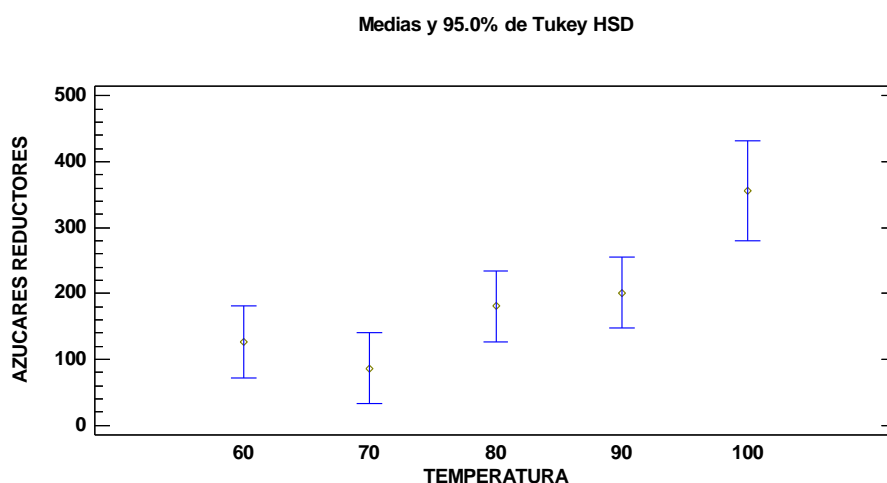
*Comparación Múltiple*

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
60 - 70		40.2857	108.38
60 - 80		-53.7936	108.38
60 - 90		-74.651	108.38
60 - 100	*	-229.269	131.348
70 - 80		-94.0793	108.38
70 - 90	*	-114.937	108.38
70 - 100	*	-269.555	131.348
80 - 90		-20.8574	108.38
80 - 100	*	-175.476	131.348
90 - 100	*	-154.618	131.348

*Nota. \* indica una diferencia significativa. Elaboración propia (2017)*

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 5 pares indica

que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0. NOTA: los intervalos no son exactos puesto que el número de observaciones en cada nivel no es el mismo. Podría considerar usar, en su lugar, el procedimiento de Bonferroni.



*Figura 12.* Medias y 95.0% Tuckey para Azúcares Reductores (AR) y Temperatura

## ANEXO 15

Tabla 29

*Análisis de Varianza para Diluciones - Suma de Cuadrados Tipo III*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Diluciones	1011.69	3	337.232	6.20	0.0054
B: Tiempo 2	1863.56	6	310.593	5.71	0.0024
Residuos	870.244	16	54.3903		
Total (corregido)	3582.49	25			

*Nota. \*Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual. Elaboración propia (2017)*

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de SÓLIDOS SOLUBLES en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 2 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre SÓLIDOS SOLUBLES con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 30

*Medias por Mínimos Cuadrados para diluciones con intervalos de confianza del 95.0%*

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
MEDIA GLOBAL	26	19.974			
Diluciones					
1.1	7	12.1786	2.78748	6.26937	18.0878
1.6	6	27.9644	3.1165	21.3577	34.5711
1.7	6	24.5244	3.1165	17.9177	31.1311
1.8	7	15.2286	2.78748	9.31937	21.1378
-Tiempo 2					
0	4	10.1725	3.68749	2.35536	17.9896
10	4	11.6375	3.68749	3.82036	19.4546
20	4	13.825	3.68749	6.00786	21.6421
30	4	17.625	3.68749	9.80786	25.4421
40	4	22.7	3.68749	14.8829	30.5171
50	4	34.5875	3.68749	26.7704	42.4046
60	2	29.2704	5.42784	17.7639	40.7769

*Elaboración propia (2017)*

Esta tabla muestra la media de SÓLIDOS SOLUBLES para cada uno de los niveles de dilución. También muestra los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95.0% para cada una de las medias. Pueden desplegarse estas medias e intervalos seleccionado Gráfica de Medias de la lista de Opciones Gráficas.

Tabla 31

*Pruebas de Múltiple Rangos para SÓLIDOS SOLUBLES por DILUCIONES*

<i>DILUCIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1.1	7	12.1786	2.78748	X
1.8	7	15.2286	2.78748	XX
1.7	6	24.5244	3.1165	XX
1.6	6	27.9644	3.1165	X

*Nota. Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD. Elaboración propia (2017)*

Tabla 32

*Comparación múltiple*

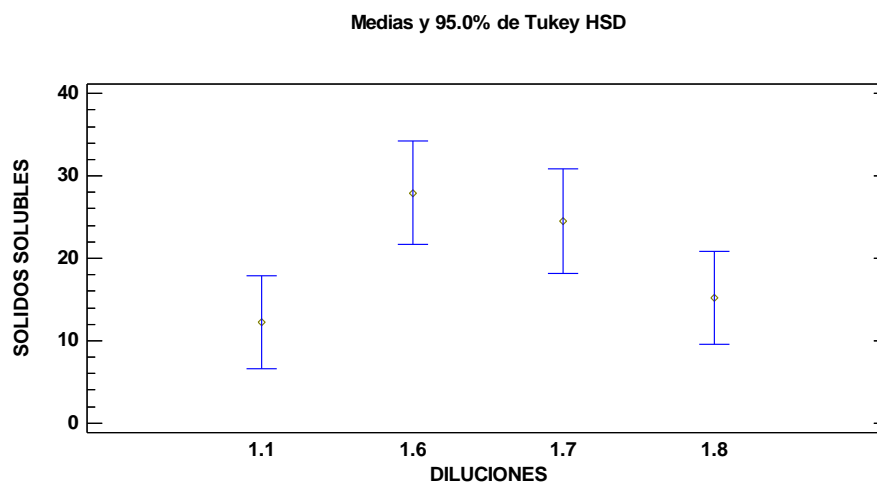
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1.1 - 1.6	*	-15.7858	11.968
1.1 - 1.7	*	-12.3458	11.968
1.1 - 1.8		-3.05	11.2836
1.6 - 1.7		3.44	12.1877
1.6 - 1.8	*	12.7358	11.968
1.7 - 1.8		9.29583	11.968

*Nota. \* indica una diferencia significativa. Elaboración propia (2017)*

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente



significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0. NOTA: los intervalos no son exactos puesto que el número de observaciones en cada nivel no es el mismo. Podría considerar usar, en su lugar, el procedimiento de Bonferroni.



*Figura 13.* Medias y 95.0% Tukey para Sólidos Solubles y Diluciones

## ANEXO 16

Tabla 33

*Concentración de Azúcares Reductores (Mg/L) Obtenidos en la Hidrólisis Enzimática de la Dilución de la Mezcla de Harinas de Trigo y Quinoa, en Agua (1:5) con la Adición de la Enzima Comercial Termamyl a Diferentes Temperaturas de Experimentación (60, 70, 80, 90 y 100°C)*

TIEMPO	TEMPERATURA														
	60°C			70°C			80°C			90°C			100°C		
0	68.86	40.86	61.53	2.20	17.86	2.20	85.86	64.53	70.53	103.86	87.53	120.20	150.68	120.53	119.53
20	74.53	73.20	71.53	33.86	30.20	2.20	116.86	102.53	102.86	174.53	203.53	151.53	224.20	189.86	225.20
40	76.86	101.86	61.86	12.53	42.53	30.20	129.86	111.86	135.20	190.86	125.86	121.53	246.86	283.20	264.86
60	80.20	98.86	92.86	148.53	171.20	114.86	183.20	160.53	160.53	150.53	150.20	178.53	567.20	769.20	832.20
80	110.53	138.20	96.86	128.53	131.20	79.86	139.86	148.53	161.20	180.86	218.86	172.86			
100	197.53	183.86	203.53	106.53	115.86	163.53	286.20	341.86	285.20	228.86	320.20	252.86			
120	232.53	312.53	278.86	188.53	142.86	146.20	357.86	316.20	325.86	353.53	346.20	392.20			

*Elaboración propia (2017)*

Tabla 34

*Promedio de las concentraciones de azúcares reductores (mg/L)*

Tiempo	Temperatura				
	60°C	70°C	80°C	90°C	100°C
0	57.089	7.422	73.644	103.867	130.311
20	73.089	22.089	107.422	176.533	213.089
40	80.200	28.422	125.644	146.089	264.978
60	90.644	144.867	168.089	159.756	611.756
80	115.200	113.200	149.867	190.867	612.487
100	194.978	128.644	304.422	267.311	615.251
120	274.644	159.200	333.311	363.978	615.684

*Elaboración propia (2017)*

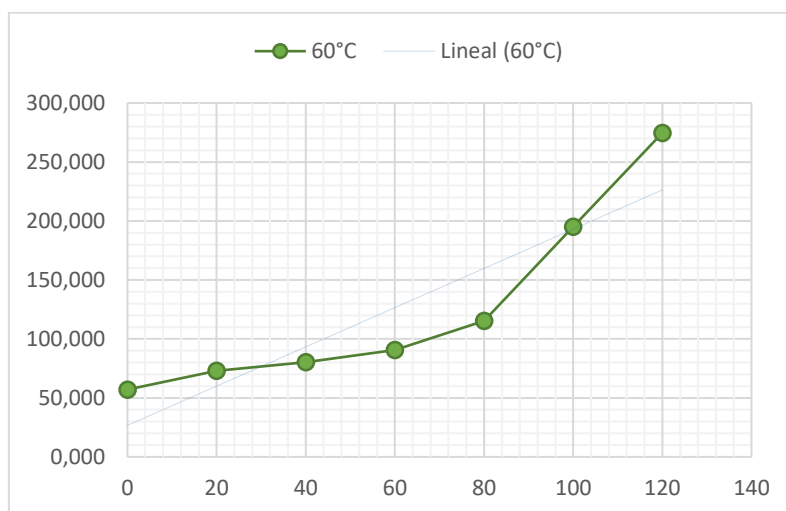
**ANEXO 17 Curvas Obtenidas: Azúcares Reductores (mg/L) Vs. Tiempo (min)**

Gráfico 4. Producción de Azúcares Reductores (mg/L) Vs. Tiempo (min) a 60°C

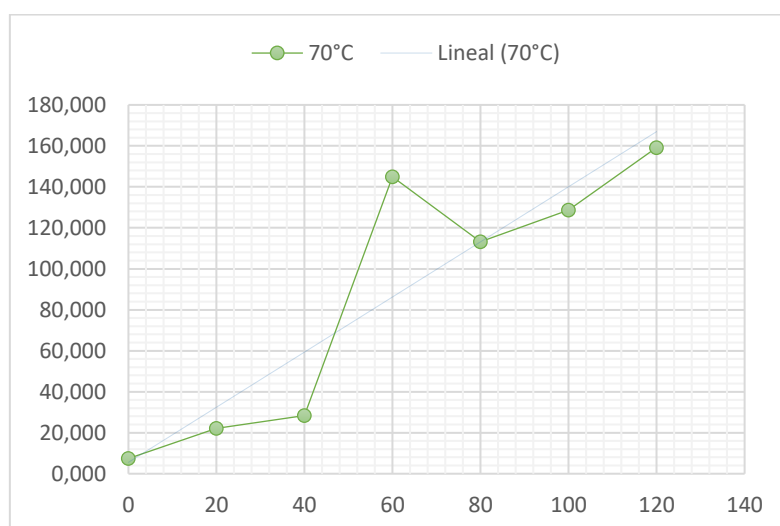


Gráfico 5. Producción de Azúcares Reductores (mg/L) Vs. Tiempo (min) a 70°C

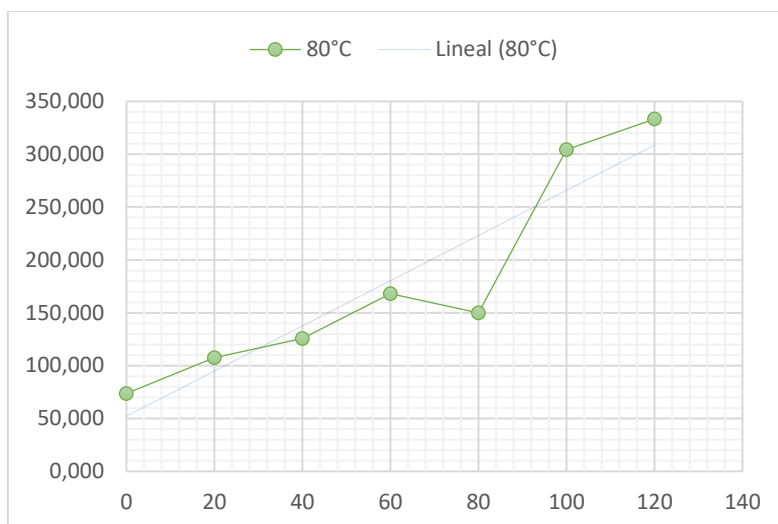


Gráfico 6. Producción de Azúcares Reductores (mg/L) Vs. Tiempo (min) a 80°C

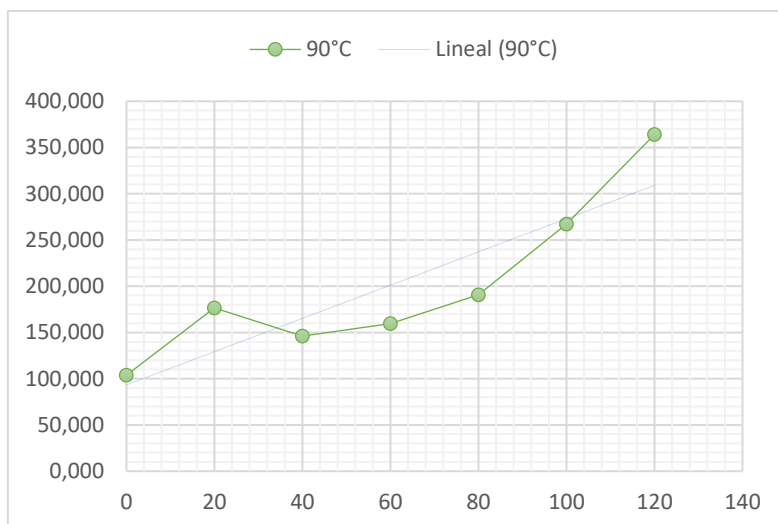


Gráfico 7. Producción de Azúcares Reductores (mg/L) Vs. Tiempo (min) a 90°C

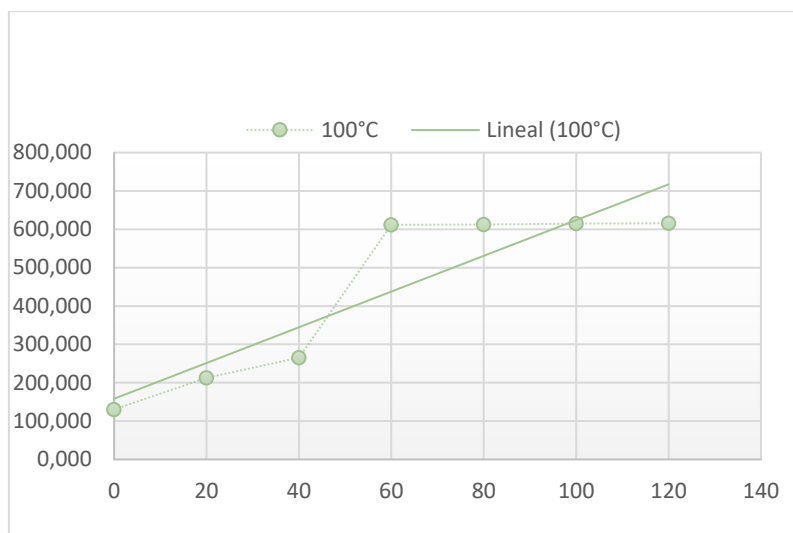


Gráfico 8. Producción de Azúcares Reductores (mg/L) Vs. Tiempo (min) a 100°C

## ANEXO 18

Tabla 35

*Sólidos Solubles (°Brix) Obtenidos en la Hidrólisis Enzimática a Diferentes Diluciones de Mezcla de Harinas de Trigo y Quinua, en Agua (1:6; 1:7, 1:8 Y 1:10) con la Adición de la Enzima Comercial Termamyl a 100°C.*

Tiempo	Sólidos Solubles							
	1:6		1:7		1:8		1:10	
<b>0</b>	11.34	11.24	10.9	10.5	9.1	9.5	9.3	9.5
<b>10</b>	14.3	14.5	12.5	12	10.2	10.5	9.3	9.8
<b>20</b>	17.8	16.8	16.1	15.5	11.1	11.6	11.5	10.2
<b>30</b>	22.3	23.5	23.1	24.1	13.3	13.8	10.7	10.2
<b>40</b>	35.8	34.5	28.5	28.8	15.8	15.6	11.7	10.9
<b>50</b>	58.6	56.3	48.1	45.6	19.2	19.4	14.7	14.8
<b>60</b>					27.6	26.5	19.3	18.6

*Elaboración propia (2017)*

Tabla 36

*Promedio de los Sólidos Solubles*

Tiempo	Diluciones			
	1:6	1:7	1:8	1:10
<b>0</b>	11.29	10.7	9.3	9.4
<b>10</b>	14.4	12.25	10.35	9.55
<b>20</b>	17.3	15.8	11.35	10.85
<b>30</b>	22.9	23.6	13.55	10.45
<b>40</b>	35.15	28.65	15.7	11.3
<b>50</b>	57.45	46.85	19.3	14.75
<b>60</b>			27.05	18.95

*Elaboración propia (2017)*

## ANEXO 19 GRÁFICAS OBTENIDAS

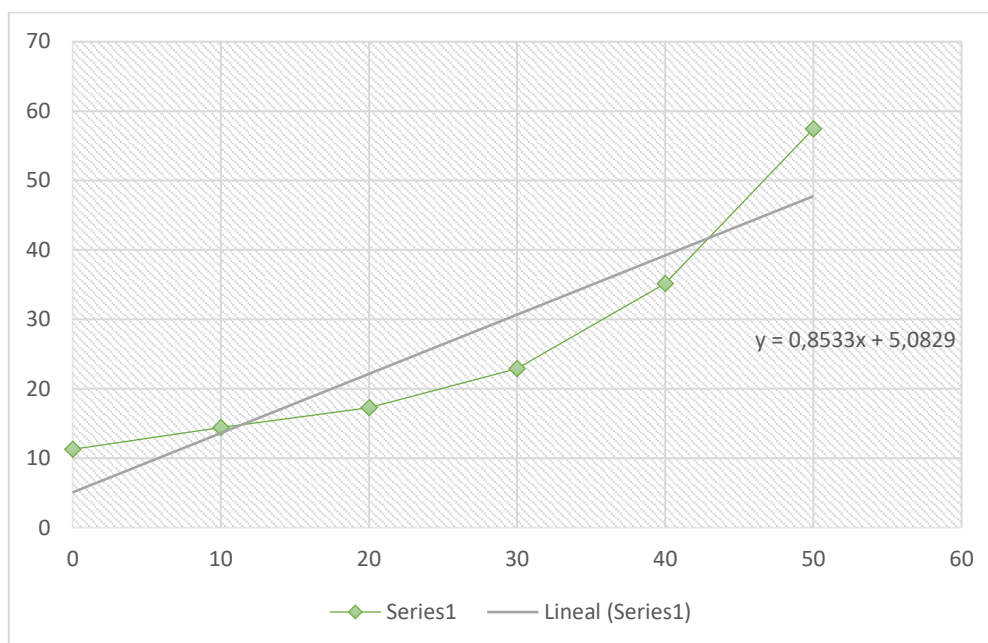


Gráfico 9. Sólidos Solubles (°Brix) vs. Tiempo (min), dilución 1:6

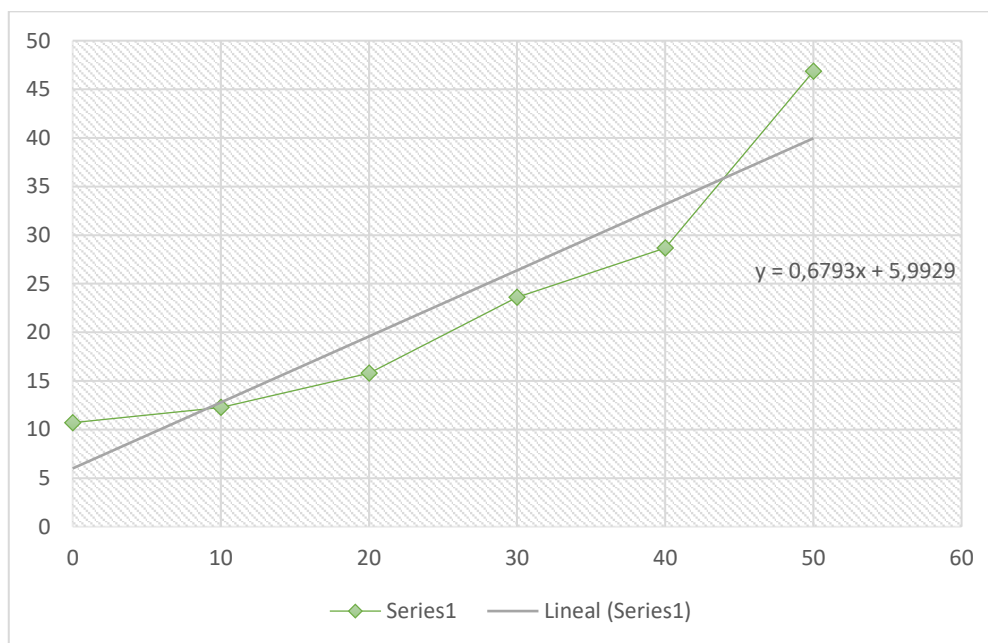


Gráfico 10. Sólidos solubles (°Brix) VS. Tiempo (min), dilución 1:7

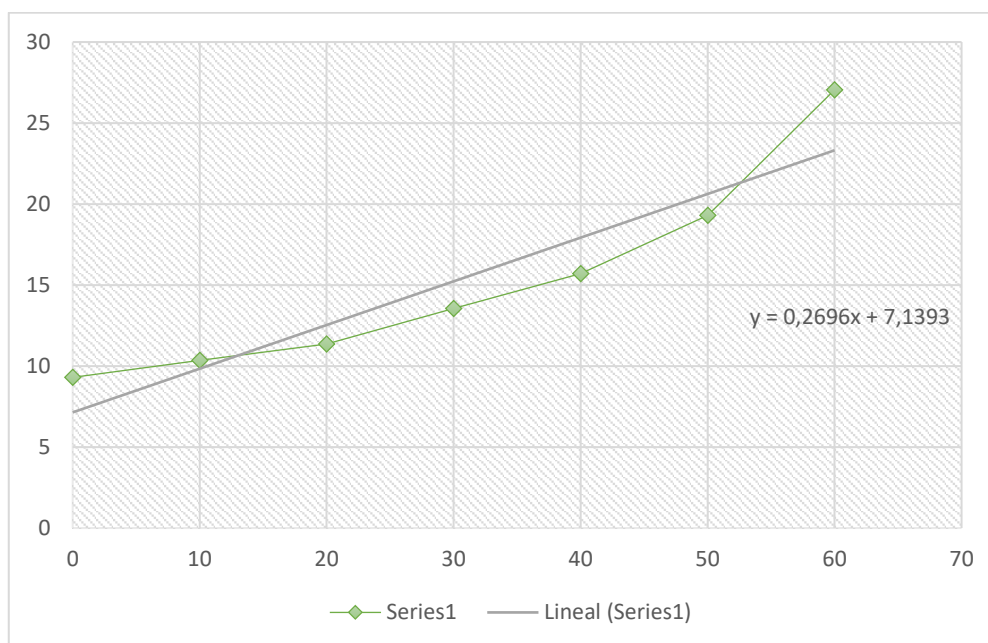


Gráfico 11. Sólidos solubles (°Brix) VS. Tiempo (min), dilución 1:8

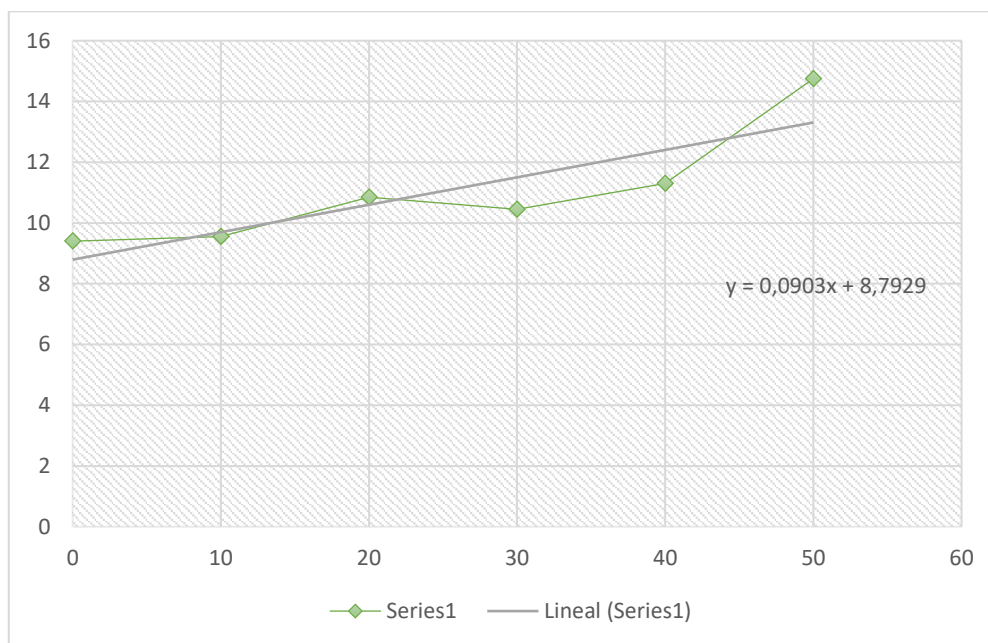


Gráfico 12. Sólidos solubles (°Brix) VS. Tiempo (min), dilución 1:10



**ANEXO 20 Elaboración de bebida malteada de harina quinua (70%) y trigo (30%), en dilución (1:10), vía hidrólisis enzimática a 100°C**

1. Determinar la cantidad de insumos para cada bebida.
2. Una vez hecha la dilución de las mezclas de harinas con agua, se procede a medir pH y °Brix.;

<b>Características</b>	<b>Dilución A</b>	<b>Dilución B (Testigo)</b>
<b>pH</b>	6.0	6.5
<b>°Brix inicial</b>	9.0	9.3

3. Las diluciones A y B se llevan a cocción, en la T° de 60°C se adiciona la enzima, junto al azúcar con la goma Xantana en el porcentaje correspondiente a cada dilución.
4. Empieza el tratamiento enzimático de dos horas a una temperatura óptima de 100°C, manteniendo en constante movimiento.
5. Transcurrido el tiempo estimado (2 horas) se retira del fuego y se procedió a filtrar (se realizó 2 filtrados).
6. La bebida filtrada se llevó a pasteurización a 80°C por 15min, luego se procedió al envasado, el cual se realizó en botellas de 200 ml.
7. Se enfriaron las botellas y se almacenaron hasta la evaluación sensorial.

## ANEXO 21 Test Hedónico para Aceptación De Bebidas.

### FORMATO N°01: PRUEBA IDONICA DE ACEPTACION DE BEBIDA

Edad \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
 NOMBRE DEL PRODUCTO \_\_\_\_\_

Frente a usted hay dos muestras de bebidas, una codificada como Bebida A y otra codificada como Bebida B

Orden de  
bebidas

1. Bebida A (harina de trigo, harina quinua, azúcar, sal, CMC 0,01)

2. Bebida B (harina de trigo, harina quinua, azúcar, sal, CMC 0,02)

Evaluación de las  
Bebidas

Coloque en cada recuadro la evaluación hecha a las bebidas según su grado de aceptación o rechazo organoléptico (revisar en la parte inferior del recuadro la escala de evaluación)

ITEM	COLOR	SABOR	OLOR	APARIENCIA	EMPAQUE
BEBIDA A					
BEBIDA B					

Escala de evaluación: (1) Me encanta, (2) Me gusta bastante, (3) Me gusta ligeramente  
 (4) No me gusta ni me desagrada, (5) Me desagrada ligeramente y (6) Me desagrada totalmente

Observaciones /  
recomendaciones

---



---



---



---

MUCHAS GRACIAS, BENDICIONES



## ANEXO 22 Test Hedónico para Evaluación Sensorial de Muestras

### FORMATO Nº01: PRUEBA HEDONICA PARA ACEPTACION DE BEBIDAS

FECHA \_\_\_\_\_

Observe y pruebe cada muestra de bebidas, yendo de izquierda a derecha, como aparece en la presente evaluación. Indique el grado en que le gusta o disgusta cada muestra, haciendo una marca en la línea correspondiente a las palabras apropiadas en cada columna de código:

**Código** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Me encanta

\_\_\_\_\_ Me gusta bastante

\_\_\_\_\_ Me gusta ligeramente

\_\_\_\_\_ No me gusta ni me  
desagrada

\_\_\_\_\_ Me desagrada  
ligeramente

\_\_\_\_\_ Me desagrada  
totalmente

**Código** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Me encanta

\_\_\_\_\_ Me gusta bastante

\_\_\_\_\_ Me gusta ligeramente

\_\_\_\_\_ No me gusta ni me  
desagrada

\_\_\_\_\_ Me desagrada  
ligeramente

\_\_\_\_\_ Me desagrada  
totalmente

Escala de evaluación: (6)Me encanta, (5)Me gusta bastante, (4)Me gusta ligeramente  
(3)No me gusta ni me desagrada, (2)Me desagrada ligeramente y (1)Me desagrada totalmente

**Comentarios**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Comentarios**

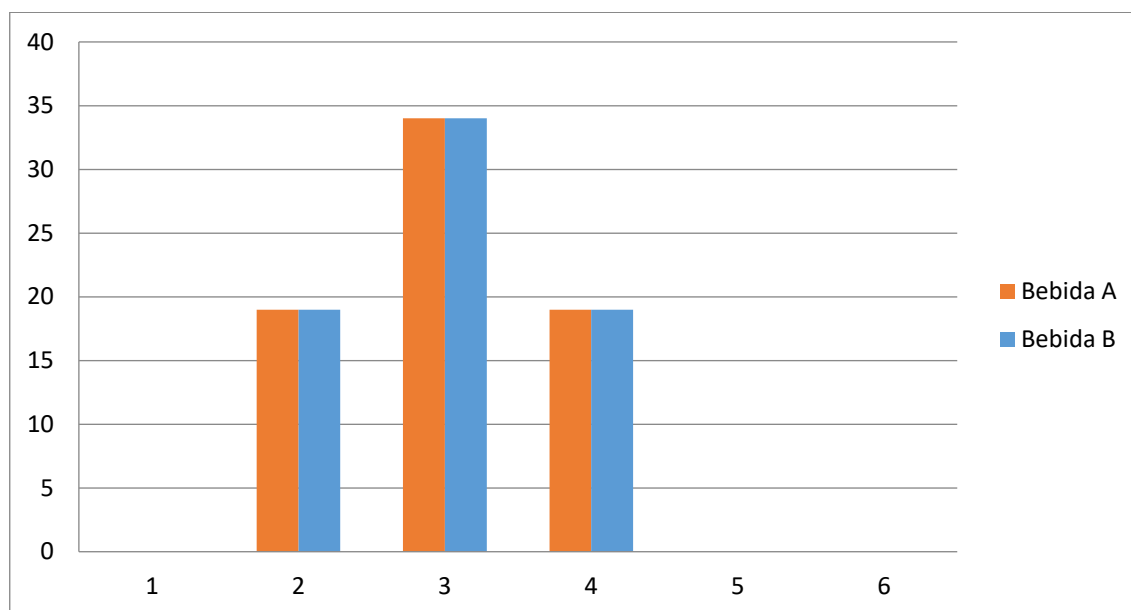
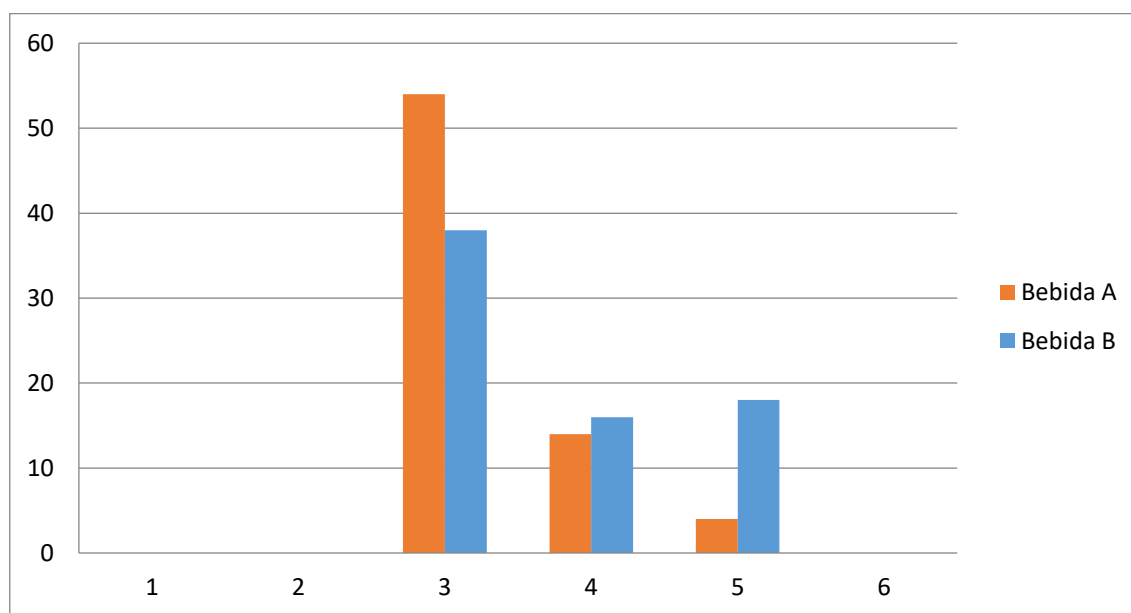
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ANEXO 23 Resultados obtenidos de la Evaluación de test hedónico de Aceptabilidad de Bebida.**

Panelistas	A	B	total de Panelistas	media de los panelistas	Panelistas	A	B	total de Panelistas	media de los panelistas
1	4	1	5	2,5	37	2	1	3	1,5
2	4	3	7	3,5	38	2	1	3	1,5
3	4	1	5	2,5	39	2	2	4	2
4	3	1	4	2	40	4	1	5	2,5
5	4	1	5	2,5	41	3	1	4	2
6	4	1	5	2,5	42	3	1	4	2
7	2	2	4	2	43	2	2	4	2
8	4	1	5	2,5	44	2	1	3	1,5
9	3	1	4	2	45	3	1	4	2
10	3	2	5	2,5	46	3	1	4	2
11	3	1	4	2	47	3	2	5	2,5
12	3	1	4	2	48	3	1	4	2
13	3	2	5	2,5	49	3	1	4	2
14	3	1	4	2	50	3	2	5	2,5
15	3	1	4	2	51	3	2	5	2,5
16	3	2	5	2,5	52	5	2	7	3,5
17	3	1	4	2	53	2	1	3	1,5
18	3	1	4	2	54	3	1	4	2
19	4	1	5	2,5	55	3	1	4	2
20	4	1	5	2,5	56	3	3	6	3
21	3	1	4	2	57	2	1	3	1,5
22	2	1	3	1,5	58	4	1	5	2,5
23	3	1	4	2	59	2	2	4	2
24	3	1	4	2	60	2	1	3	1,5
25	1	1	2	1	61	3	1	4	2
26	2	1	3	1,5	62	3	2	5	2,5
27	2	1	3	1,5	63	3	1	4	2
28	1	1	2	1	64	3	1	4	2
29	4	3	7	3,5	65	2	1	3	1,5
30	3	1	4	2	66	3	1	4	2
31	3	3	6	3	67	3	1	4	2
32	3	1	4	2	68	2	1	3	1,5
33	3	1	4	2	69	4	2	6	3
34	1	3	4	2	70	3	1	4	2
35	4	1	5	2,5	71	3	2	5	2,5
36	2	1	3	1,5	72	3	2	5	2,5
<b>Sub-Total de tratamientos</b>	107	48	155		<b>Sub-Total de tratamientos</b>	102	49	151	
<b>Total de tratamientos</b>	209	97	<b>306</b>						
<b>Media de Tratamientos</b>	2,9	1,35							

## ANEXO 24 Resultados del test de Evaluación Sensorial de las bebidas

TIPO DE BEBIDA	A			B		
CATEGORIA	EVALUACION	#PERSONAS	%	EVALUACION	#PERSONAS	%
COLOR	6	0	0,00%	6	0	0,00%
	5	19	26,39%	5	19	26,39%
	4	34	47,22%	4	34	47,22%
	3	19	26,39%	3	19	26,39%
	2	0	0,00%	2	0	0,00%
	1	0	0,00%	1	0	0,00%
	total	72		total	72	
OLOR	6	0	0,00%	6	0	0,00%
	5	0	0,00%	5	0	0,00%
	4	54	75,00%	4	38	52,78%
	3	14	19,44%	3	16	22,22%
	2	4	5,56%	2	18	25,00%
	1	0	0,00%	1	0	0,00%
	total	72		total	72	
SABOR A Tº AMBIENTE	6	0	0	1	0	0
	5	0	0,00%	2	0	0,00%
	4	0	0,00%	3	0	0,00%
	3	57	79,17%	4	52	72,22%
	2	12	16,67%	5	12	16,67%
	1	3	4,17%	6	8	11,11%
	total	72		total	72	
APARIENCIA	6	0	0	6	0	0
	5	0	0,00%	5	0	0,00%
	4	3	4,17%	4	0	0,00%
	3	68	94,44%	3	68	94,44%
	2	0	0,00%	2	3	4,17%
	1	1	1,39%	1	1	1,39%
	total	72		total	72	
EMPAQUE	6	2	0,0278	6	2	0,02777778
	5	69	95,83%	5	69	95,83%
	4	1	1,39%	4	1	1,39%
	3	0	0,00%	3	0	0,00%
	2	0	0,00%	2	0	0,00%
	1	0	0,00%	1	0	0,00%
	total	72		total	72	

**ANEXO 25 Graficas obtenidas del Test de Evaluación Sensorial de las Bebidas.***Gráfico 13. Evaluación Sensorial de Color**Gráfico 14. Evaluación Sensorial de Olor*

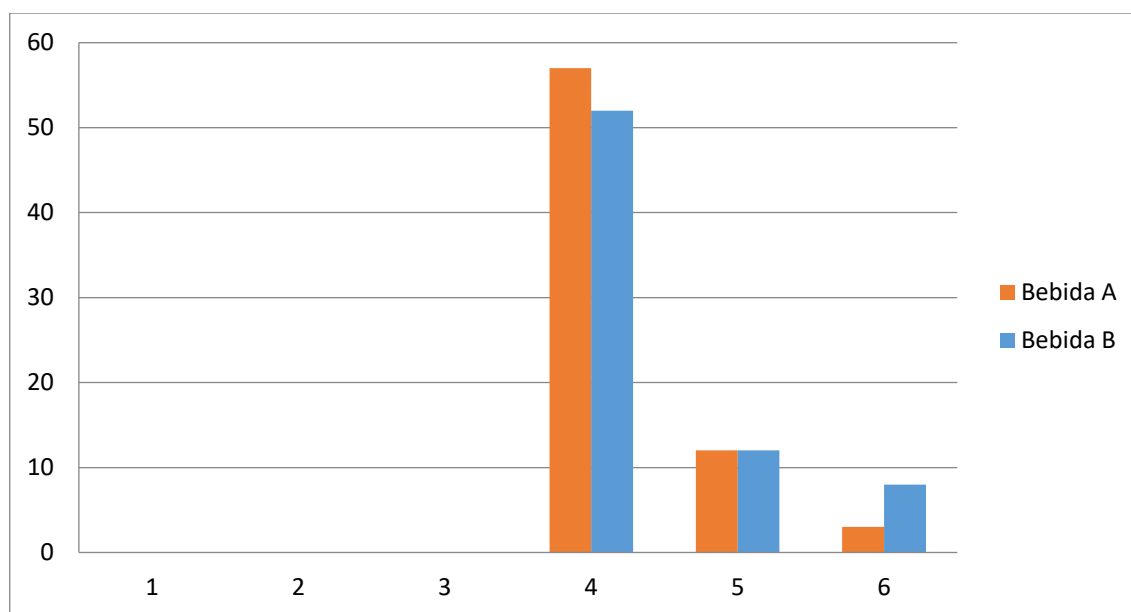


Gráfico 15. Evaluación Sensorial de Sabor a Temperatura Ambiente

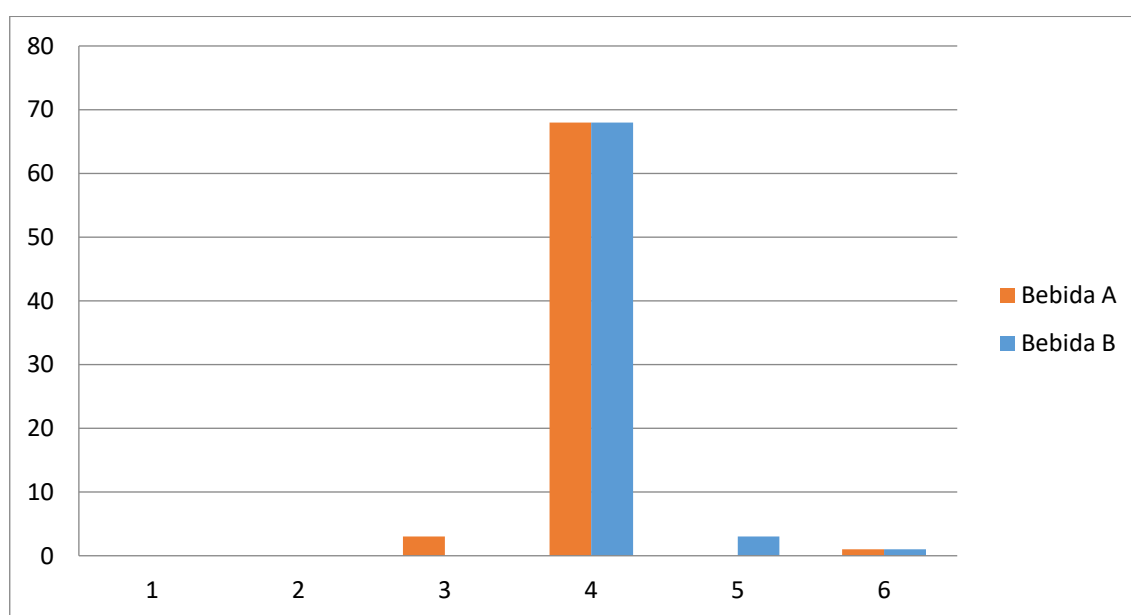


Gráfico 16. Evaluación Sensorial de Apariencia

## ANEXO 26 Tabla de Análisis de Varianza

**TABLA 7.5**  
**Distribución de F al**  
**Nivel de Significancia de 5%**

$\nu_1 \backslash \nu_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296	19.330	19.353	19.371	19.385
3	10.128	9.5521	9.2766	9.1172	9.0135	8.9406	8.8868	8.8452	8.8123
4	7.7086	6.9443	6.5914	6.3883	6.2560	6.1631	6.0942	6.0410	6.9988
5	6.6079	5.7861	5.4095	5.1922	5.0503	4.9503	4.8759	4.8183	4.7725
6	5.9874	5.1433	4.7571	4.5337	4.3874	4.2839	4.2066	4.1468	4.0990
7	5.5914	4.7374	4.3468	4.1203	3.9715	3.8660	3.7870	3.7257	3.6767
8	5.3177	4.4590	4.0662	3.8378	3.6875	3.5806	3.5005	3.4381	3.3881
9	5.1174	4.2565	3.8626	3.6331	3.4817	3.3738	3.2927	3.2296	3.1789
10	4.9646	4.1028	3.7083	3.4780	3.3258	3.2172	3.1355	3.0717	3.0204
11	4.8443	3.9823	3.5874	3.3567	3.2039	3.0946	3.0123	2.9480	2.8962
12	4.7472	3.8853	3.4903	3.2592	3.1059	2.9961	2.9134	2.8486	2.7964
13	4.6672	3.8066	3.4105	3.1791	3.0254	2.9153	2.8321	2.7669	2.7144
14	4.6001	3.7389	3.3439	3.1122	2.9582	2.8477	2.7642	2.6987	2.6458
15	4.5431	3.6823	3.2874	3.0556	2.9013	2.7905	2.7066	2.6408	2.5876
16	4.4940	3.6337	3.2389	3.0069	2.8524	2.7413	2.6572	2.5911	2.5377
17	4.4513	3.5915	3.1968	2.9647	2.8100	2.6987	2.6143	2.5480	2.4943
18	4.4139	3.5546	3.1599	2.9277	2.7729	2.6613	2.5767	2.5102	2.4563
19	4.3808	3.5219	3.1274	2.8951	2.7401	2.6283	2.5435	2.4768	2.4227
20	4.3513	3.4928	3.0984	2.8661	2.7109	2.5990	2.5140	2.4471	2.3928
21	4.3248	3.4668	3.0725	2.8401	2.6848	2.5727	2.4876	2.4205	2.3661
22	4.3009	3.4434	3.0491	2.8167	2.6613	2.5491	2.4638	2.3965	2.3419
23	4.2793	3.4221	3.0280	2.7955	2.6400	2.5277	2.4422	2.3748	2.3201
24	4.2597	3.4028	3.0088	2.7763	2.6207	2.5082	2.4226	2.3551	2.3002
25	4.2417	3.3852	2.9912	2.7587	2.6030	2.4904	2.4047	2.3371	2.2821
26	4.2252	3.3690	2.9751	2.7426	2.5868	2.4741	2.3883	2.3205	2.2655
27	4.2100	3.3541	2.9604	2.7278	2.5719	2.4591	2.3732	2.3053	2.2501
28	4.1960	3.3404	2.9467	2.7141	2.5581	2.4453	2.3593	2.2913	2.2360
29	4.1830	3.3277	2.9340	2.7014	2.5454	2.4324	2.3463	2.2782	2.2229
30	4.1709	3.3158	2.9223	2.6896	2.5336	2.4205	2.3343	2.2662	2.2107
40	4.0848	3.2317	2.8387	2.6060	2.4495	2.3359	2.2490	2.1802	2.1240
60	4.0012	3.1504	2.7581	2.5252	2.3683	2.2540	2.1665	2.0970	2.0401
120	3.9201	3.0718	2.6802	2.4472	2.2900	2.1750	2.0867	2.0164	1.9588
$\infty$	3.8415	2.9957	2.6049	2.3719	2.2141	2.0986	2.0096	1.9384	1.8799

Esta tabla da los valores de F para que  $I_F(\nu_1, \nu_2) = 0.05$ .



## ANEXO 27 Tabla de Duncan

**TABLA 7.7**  
**Valores Críticos (Valores Q) de la Nueva Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan al**  
**Nivel de Significancia de 5 %**

$\nu$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97
2	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085
3	4.501	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516
4	3.927	4.013	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033
5	3.635	3.749	3.797	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814
6	3.461	3.587	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
7	3.344	3.477	3.548	3.588	3.611	3.622	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626
8	3.261	3.399	3.475	3.521	3.549	3.566	3.575	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579
9	3.199	3.339	3.420	3.470	3.502	3.523	3.536	3.544	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547
10	3.151	3.293	3.376	3.430	3.465	3.489	3.505	3.516	3.522	3.525	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526
11	3.113	3.256	3.342	3.397	3.435	3.462	3.480	3.493	3.501	3.506	3.509	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510
12	3.082	3.225	3.313	3.370	3.410	3.439	3.459	3.474	3.484	3.491	3.496	3.498	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499
13	3.055	3.200	3.289	3.348	3.389	3.419	3.442	3.458	3.470	3.478	3.484	3.488	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490
14	3.033	3.178	3.268	3.329	3.372	3.403	3.426	3.444	3.457	3.467	3.474	3.479	3.482	3.484	3.484	3.485	3.485	3.485
15	3.014	3.160	3.250	3.312	3.356	3.389	3.413	3.432	3.446	3.457	3.465	3.471	3.476	3.478	3.480	3.481	3.481	3.481
16	2.998	3.144	3.235	3.298	3.343	3.376	3.402	3.422	3.437	3.449	3.458	3.465	3.470	3.473	3.477	3.478	3.478	3.478
17	2.984	3.130	3.222	3.285	3.331	3.366	3.392	3.412	3.429	3.441	3.451	3.459	3.465	3.469	3.473	3.475	3.476	3.476
18	2.971	3.118	3.210	3.274	3.321	3.356	3.383	3.405	3.421	3.435	3.445	3.454	3.460	3.465	3.470	3.472	3.474	3.474
19	2.960	3.107	3.199	3.264	3.311	3.347	3.375	3.397	3.415	3.429	3.440	3.449	3.456	3.462	3.467	3.470	3.472	3.473
20	2.950	3.097	3.190	3.255	3.303	3.339	3.368	3.391	3.409	3.424	3.436	3.445	3.453	3.459	3.464	3.467	3.470	3.472
24	2.919	3.066	3.160	3.226	3.276	3.315	3.345	3.370	3.390	3.406	3.420	3.432	3.441	3.449	3.456	3.461	3.465	3.469
30	2.888	3.035	3.131	3.199	3.250	3.290	3.322	3.349	3.371	3.389	3.405	3.418	3.430	3.439	3.447	3.454	3.460	3.466
40	2.858	3.006	3.102	3.171	3.224	3.266	3.300	3.328	3.352	3.373	3.390	3.405	3.418	3.429	3.439	3.448	3.456	3.463
60	2.829	2.976	3.073	3.143	3.198	3.241	3.277	3.307	3.333	3.355	3.374	3.391	3.406	3.419	3.431	3.442	3.451	3.460
120	2.800	2.947	3.045	3.116	3.172	3.217	3.254	3.287	3.314	3.337	3.359	3.377	3.394	3.409	3.423	3.435	3.446	3.457
$\infty$	2.772	2.918	3.017	3.089	3.146	3.193	3.232	3.265	3.294	3.320	3.343	3.363	3.382	3.399	3.414	3.428	3.442	3.454

$\nu = gl(\text{Error})$ ,  $p$  = número de medias dentro de la amplitud o intervalo de variación que se comparan.