

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS**  
**ALIMENTARIAS**



**“Cerveza artesanal elaborado con maíz morado (*Zea mays*) y  
quinua (*Chenopodium quinoa*) tipo malteado, tostados a  
diferentes tiempos y temperaturas”**

**TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Autoras : Bach. Daysi Lisset Díaz Aranda**  
**Bach. Lily Jannet Lucero Cueva**  
**Asesores : Mg. Segundo Alipio Cruz Hoyos**  
**Ing. Juan Antonio Ticona Yujra**

**JAÉN – PERÚ, JULIO, 2022**



## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día miércoles 17 de agosto del año 2022, siendo las 17:30 horas, se reunieron de manera **virtual**, los integrantes del Jurado:

**Presidente:** Dr. Juan Dario Rios Mera

**Secretario:** Dr. Ernesto Hernández Martínez

**Vocal:** Dr. Mariela Núñez Figueroa, para evaluar la Sustentación del:

- ( ) Informe de Plan de Trabajo de Investigación
- ( X ) informe Final de Tesis
- ( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: “CERVEZA ARTESANAL ELABORADO CON MAÍZ MORADO (*Zea mays*) Y QUINUA (*Chenopodium quinoa*) TIPO MALTEADO, TOSTADOS A DIFERENTES TIEMPOS Y TEMPERATURAS”, presentado por las Bachilleres Daysi Lisset Díaz Aranda y Lily Jannet Lucero Cueva, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- ( X ) Aprobar
- ( ) Desaprobar
- ( X ) Unanimidad
- ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

- |                |            |        |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )    |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( 16 ) |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( )    |
| d) Regular     | 13         | ( )    |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | ( )    |

Siendo las 18:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmado su participación con la suscripción de la presente.

Dr. Juan Dario Rios Mera  
Presidente de Jurado Evaluador

Dr. Ernesto Hernández Martínez  
Secretario de Jurado Evaluador

Dr. Mariela Núñez Figueroa  
Vocal de Jurado Evaluador

## ÍNDICE

RESUMEN.....	6
ABSTRACT .....	7
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. OBJETIVOS.....	11
2.1. Objetivo general.....	11
2.2. Objetivos específicos .....	11
III. MATERIAL Y MÉTODOS .....	12
3.1. Lugar de ejecución.....	12
3.2. Muestra y muestreo.....	12
3.3. Materias primas e insumos .....	12
3.4. Materiales, equipos y reactivos.....	13
3.5. Metodología experimental.....	14
3.5.1. Variables de estudio.....	14
3.5.2. Métodos de análisis.....	16
3.5.3. Metodología del análisis sensorial.....	18
3.5.4. Proceso experimental.....	19
3.5.5. Diseño experimental .....	27
3.5.6. Análisis de datos.....	28
IV. RESULTADOS .....	29
4.1. Características fisicoquímicas de la cerveza artesanal.....	29
4.2. Aceptabilidad de la cerveza artesanal .....	30
V. DISCUSIÓN.....	34
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
6.1. Conclusiones.....	36
6.2. Recomendaciones .....	36
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37
ANEXOS.....	43



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variables.....	15
<b>Tabla 2.</b> Número de tratamientos resultantes de acuerdo a las variables y niveles estudiados .....	28
<b>Tabla 3.</b> Características fisicoquímicas de los tratamientos de cerveza artesanal.....	29
<b>Tabla 4.</b> Test de Friedman para los tratamientos de cerveza artesanal, en cada una de las características organolépticas .....	33
<b>Tabla 5.</b> Grados Brix obtenidos a los 15 días de embotellado.....	71
<b>Tabla 6.</b> Potencial de hidrógeno obtenido a los 15 días de embotellado.....	72
<b>Tabla 7.</b> Densidad obtenida a los 15 días de embotellado.....	73
<b>Tabla 8.</b> Grado alcohólico obtenido a los 15 días de embotellado.....	74
<b>Tabla 9.</b> Acidez total obtenida a los 15 días de embotellado.....	75
<b>Tabla 10.</b> Valoración de la característica color.....	76
<b>Tabla 11.</b> Valoración de la característica olor .....	77
<b>Tabla 12.</b> Valoración de la característica sabor .....	78
<b>Tabla 13.</b> Valoración de la característica espuma.....	79



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo para la obtención de maíz morado tipo malta .....	21
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujo para la obtención de quinua tipo malta.....	23
<b>Figura 3.</b> Diagrama de flujo para la obtención de cerveza artesanal de maíz morado y quinua tipo malta a diferentes tiempos y temperaturas de tostado. ....	26
<b>Figura 4.</b> Esquema experimental de tratamientos resultantes de acuerdo a las variables y niveles estudiados .....	27
<b>Figura 5.</b> Evaluación promedio de color para cada tratamiento de cerveza artesanal.....	30
<b>Figura 6.</b> Evaluación promedio de olor, para cada tratamiento de cerveza artesanal .....	31
<b>Figura 7.</b> Evaluación promedio de sabor, para cada tratamiento de cerveza artesanal .....	31
<b>Figura 8.</b> Evaluación promedio de espuma, para cada tratamiento de cerveza artesanal....	32



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Norma Técnica Peruana 213.014-2016, CERVEZA. Requisitos.....	43
<b>Anexo 2.</b> Norma Técnica Peruana 213.036-2016, CERVEZA. Determinación de pH en cerveza .....	46
<b>Anexo 3</b> Norma Técnica Ecuatoriano de Normalización 2323:2002. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de la acidez total .....	48
<b>Anexo 4.</b> Instrucciones entregadas a los panelistas no entrenados para la catación de la cerveza artesanal.....	50
<b>Anexo 5.</b> Formato para el análisis sensorial de cerveza artesanal entregado a los panelistas .....	52
<b>Anexo 6.</b> Fotos del proceso para la obtención de maíz morado tipo malta.....	53
<b>Anexo 7.</b> Fotos del proceso para la obtención de quinua tipo malta .....	55
<b>Anexo 8.</b> Fotos del proceso para la obtención de cerveza artesanal.....	56
<b>Anexo 9.</b> Características fisicoquímicas de la cerveza artesanal después de 15 días de embotellado .....	60
<b>Anexo 10.</b> Fotos del análisis sensorial de la cerveza artesanal.....	61
<b>Anexo 11.</b> Fotos de los dieciocho tratamientos de cerveza artesanal .....	62
<b>Anexo 12.</b> Características fisicoquímicas de la cerveza artesanal después de 15 días de embotellado. ....	71
<b>Anexo 13.</b> Resultados del análisis sensorial de la cerveza artesanal .....	76
<b>Anexo 14:</b> Cálculo de Test de Friedman .....	80



## RESUMEN

El mercado de la cerveza artesanal es muy competitivo y el descubrir nuevos sabores nos lleva al uso de materias primas diferentes, lo que impulsa la búsqueda de nuevas alternativas económicas y accesibles en el mercado, como el maíz morado y la quinua. Por ello, el objetivo de la investigación fue obtener una cerveza artesanal con estos dos cereales tipo maltas, siendo las variables independientes estudiadas las combinaciones de maltas de maíz morado (*Zea mays*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) (40:60 y 60:40 % respectivamente), los diferentes tiempos (105, 115 y 125 minutos) y temperatura (100, 110 y 120 y °C) de tostado. Para la fermentación se empleó levadura cervecera *Saccharomyces cerevisiae*. Se embotelló por 15 días, y al día siguiente se analizaron las características fisicoquímicas (°Brix, pH, densidad, grados alcohólicos y acidez total) y se realizó un análisis sensorial empleándose 30 panelistas no entrenados para evaluar color, olor, sabor y espuma. Se concluye con el test de Friedman que, para las cervezas artesanales obtenidas, no existe diferencias significativas entre sus atributos (color, olor, sabor y espuma), y mientras que en las características fisicoquímicas los °Brix, pH, densidad, grados alcohólicos y acidez total fueron en promedio 7.4 °Brix, 4.6, 1.011 g/cm<sup>3</sup>, 4.6 % y 0.3 %, respectivamente.

**Palabras claves:** tipo malta, cerveza artesanal, análisis sensorial.



## ABSTRACT

The craft beer market is very competitive and the discovery of new flavors leads to the use of different raw materials, which drives the search for new economic and accessible alternatives in the market, such as purple corn and quinoa. Therefore, the objective of the research was to obtain a craft beer with these two cereal-type malts, the independent variables studied being the combinations of purple corn (*Zea mays*) and quinoa (*Chenopodium quinoa*) malts (40:60 and 60:40 %, respectively), the different roasting times (125, 115 and 105 minutes) and temperature (120, 110 and 100 °C). *Saccharomyces cerevisiae* brewer's yeast was used for fermentation. It was bottled for 15 days, and the following day the physicochemical characteristics were analyzed (°Brix, pH, density, alcohol content and total acidity) and a sensory analysis was carried out using 30 untrained panelists to evaluate color, odor, flavor and foam. The Friedman test concluded that, for the craft beers obtained, there were no significant differences among their attributes (color, odor, flavor and foam), while in the physicochemical characteristics the °Brix, pH, density, alcoholic strength and total acidity were on average 7.4°Brix, 4.6, 1.011 g/cm<sup>3</sup>, 4.6 % and 0.3 %, respectively.

**Keywords:** malt type, craft beer, sensory analysis.



## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú se ha desarrollado un movimiento de cervecerías artesanales, cuyo horizonte de éxito está trazado por la combinación adecuada de lúpulos, maltas y granos andinos. Aquí no se reducen costos ni se agregan artificios, porque la aventura sensorial no conoce de límites: cada sorbo es una revelación que puede celebrarse en los restaurantes de cinco tenedores de la capital, donde la cerveza artesanal ya tiene el estatus de un “vino perfecto” para la gastronomía peruana (Manrique y Rivas, 2018).

Apaza y Atencio (2017) evaluaron los diferentes porcentajes de guiñapo de maíz morado como sustitución parcial en la elaboración de una cerveza artesanal, sometieron al maíz morado a 24 horas de remojo y humedad de 42 % y germinado durante 4 días a temperatura de  $20 \pm 2$  °C con secado posterior hasta 13 % de humedad, alcanzando en estas condiciones 90 % de germinación. Realizaron proporciones de materia prima ( 20% - 80%; 25% - 75%; 30% - 70%), de guiñapo de maíz morado y malta respectivamente. Obtuvieron como resultado final que el tratamiento obtenido con 20% de guiñapo de maíz morado y 80% de malta como materia prima y procesada con una maceración de una hora y media y tiempo de fermentación de 6 días es el tratamiento más aceptado sensorialmente. Las características fisicoquímicas de la cerveza artesanal con sustitución parcial de malta por guiñapo de maíz morado fueron: 11 °Brix, pH 4.38 y un contenido de alcohol de 6.1 %. Concluyeron que los parámetros óptimos para el procesamiento de la cerveza artesanal, con sustitución parcial de malta (*Hordeum vulgare*) por guiñapo de maíz morado (*Zea mays*) son: guiñapo 20%, malta de cebada 80%, lúpulos 0.61%, levadura Windsor 0.2 %, clarificantes 0.18% y fermentado a temperatura de 18°C a 25°C durante 7 días.

Valencia (2018) obtuvieron dos bebidas fermentadas, de maíz morado (*Zea mays*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad INIA 420 “Negra Collana”, ambas semillas fueron remojadas durante 24 horas y lograron una germinación a los 4 días, a una temperatura de  $20 \pm 2$  °C y secado hasta 12 % de humedad; con los granos de quinua desinfectados se obtuvo mejores condiciones de germinación con un remojo de 4 horas, que después de 24 horas de



germinación se alcanzó 98.9% de poder germinativo se procedió a un secado y tostado a 160 °C por 90 segundos. Las características de la bebida fermentada a base de maíz morado fueron: 5 °Brix, pH 3.09, acidez titulable de 0.18 % (expresado en ácido láctico) y un contenido de alcohol de 2.4% (v/v), para la quinua fue: 5.2 °Brix, pH 3.3, acidez titulable de 0.18 % (expresado en ácido láctico) y contenido de alcohol de 1.5 % (v/v). Concluye que la bebida fermentada que obtuvo mejor resultado es el tratamiento de hidrólisis enzimática con enzimas pépticas (0.02% p/v y 12 horas de hidrólisis) y una filtración con tierras de diatomeas de 0.058% (p/v), obteniendo una turbidez de 514 NTU.

Champi y Taype (2018) estudiaron el efecto de tiempo de cocción y fermentación sobre la calidad de la bebida fermentada a base de maíz morado germinado de variedad de kculli. Para la elaboración de la bebida maíz morado la proporción fue de 1 kg de maíz/ 10 L de agua, se llevó a cocción durante una, dos y tres horas. Para la inoculación de la enzima hidrolítica Rohan Clear se enfrió hasta 25 °C a una dosis de 5g/l durante 3 horas y se filtró cada tratamiento. Se realizó la fermentación a temperatura ambiente durante 8, 16 y 24 horas resultando nueve tratamientos. Concluyeron que las bebidas fermentadas clarificadas y pasteurizadas a mayor tiempo de cocción del mosto de maíz morado se incrementa la concentración de los sólidos solubles y el pH. A mayor tiempo de fermentación tienen una tendencia a disminuir tanto el °Brix como el pH. El tratamiento de cocción a 2 horas y fermentado a 24 horas tuvo la mayor aceptación en los atributos sensoriales.

Lucero y Gordon (2019) estudiaron las condiciones del pretratamiento de maíz morado para su utilización como adjunto en la elaboración de cerveza, utilizando 49% de maíz morado y una cerveza control. El maíz obtenido en cada pretratamiento pasó por un proceso de maceración por 1 hora 15 min a 72 °C. Se analizaron °Brix dando como resultado 12.25. La cerveza con maíz morado presentó una media de todos sus atributos entre 4.98 – 5.42 indicando aceptación por el consumidor.

El mercado de la cerveza artesanal es muy competitivo y el descubrir nuevos sabores nos lleva al uso de materias primas diferentes (Mencia y Pérez, 2018). Es por ello, que la investigación tuvo como objetivo la obtención de una cerveza artesanal para impulsar el uso del maíz morado y la quinua, lo que permitió dar a conocer características beneficiosas que poseen y desarrollar un interés de consumo. Así mismo, busca incrementar la producción



interna de maíz morado y quinua para su aprovechamiento en procesos de malteado para la elaboración de cerveza en la ciudad de Jaén, Perú.

Las cervecerías artesanales se han convertido en todo un boom mundial por su calidad y diversidad de cervezas que se ofrecen en comparación con las industriales. El Perú, obviamente no escapa a esta creciente ola y en el año 2005 es cuando se inicia la producción de cerveza artesanal que hoy ya tiene reconocimiento a nivel latinoamericano creándose la Asociación de Cerveceros Artesanales (Quintanilla y Sucno, 2017).

La problemática de esta investigación se basa en un punto clave, la malta de cebada, ya que obtenerla tiene un precio elevado, requiere ser importada de países productores, nos hace dependientes de dichos proveedores y además requiere de una logística compleja, así como de tiempo para llegar a productores de cerveza artesanal. Por ello, elaborar una cerveza artesanal con diferentes proporciones tipo maltas artesanales nos hará independientes, con sabor, olor y aroma propios. Incluso, con la aplicación de esta investigación se trata de incrementar la demanda del cultivo del maíz morado y de la quinua, y no sea destinada su producción de forma exclusiva para el área harinera y de balanceados; si no también, para otra clase de productos como es el caso de la de cerveza. Además, la ciudad de Jaén no es ajena a la elaboración de dichas cervezas, ya que se cuenta con dos miniplantas artesanales, lo que indica que existe demanda de cerveza artesanal.



## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

Obtener una cerveza artesanal elaborado de maíz morado (*Zea mays*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) tipo maltas, tostadas a diferentes tiempos y temperaturas

### 2.2. Objetivos específicos

- Obtener una cerveza artesanal con proporciones de maíz morado (*Zea mays*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) tipo maltas.
- Determinar mediante análisis sensorial la cerveza artesanal de mayor aceptabilidad obtenida después de 15 días de embotellado.



### III. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

La investigación se desarrolló en una sala de fermentación, constituida por un ambiente amplio, limpio y desinfectado, acondicionado a una temperatura promedio de 18 °C y a una humedad promedio del 75%, ubicado en el Pasaje San Pedro N° 221, Jaén.

#### 3.2. Muestra y muestreo

##### Muestra

La muestra estuvo constituida por 10 kg de maíz morado (*Zea mays*) y 15 kg de quinua (*Chenopodium quinoa*) obtenidas del Mercado de Abastos “28 de Julio”, Jaén, Cajamarca, Perú.

##### Muestreo

El maíz morado y la quinua fueron seleccionadas mediante un muestreo aleatorio simple, obteniendo 7.2 kg de cada una de ellas. Para determinar estas cantidades el criterio consistió en tener cuenta al total de tratamientos en el diseño experimental y sus respectivas repeticiones.

#### 3.3. Materias primas e insumos

##### Materias primas

- Maíz morado (*Zea mays*): Obtenida del Mercado de Abastos “28 de Julio”, Jaén, Cajamarca, Perú.
- Quinua (*Chenopodium quinoa*): Obtenida del Mercado de Abastos “28 de Julio”, Jaén, Cajamarca, Perú.
- Lúpulo: Adquirido de la empresa Industria Cervecera Tallán S.A.C., con R.U.C.: 20602075339, ubicada en Mza. G, Lote. 17 A.H. Manuel Seoane Corrales, Piura.



### **Insumos**

- Levadura cervecera: Adquirida de la empresa Industria Cervecera Tallán S.A.C., con R.U.C.: 20602075339, ubicada en Mza. G, Lote. 17 A.H. Manuel Seoane Corrales, Piura.
- Azúcar rubia: Adquirida del Mercado de Abastos “28 de Julio”.
- Agua: Agua de mesa ozonizada, marca EUCAR, adquirida de la empresa Industrias S.A.C., con R.U.C.: 20603276052, ubicada en Av. La Colina N° 544, Jaén.

### **3.4. Materiales, equipos y reactivos**

#### **Materiales**

- Bureta
- Embudo
- Cubiertos de acero inoxidable
- Olla de acero inoxidable 20 litros
- Probeta 500 ml
- Tamizador
- Vasos de plástico de 250 ml
- Vaso de precipitación 250 ml

#### **Equipos**

- Balanza analítica “A&D HR-250AZ 6A7702492”, capacidad: 250 g. Div. = 0.005 g.
- Balanzas: “OHAUS PAJ2102” precisión: 625 g. /+0.1 g. y “KCC ES-30KCC 1412A0463” precisión: 30 kg. /+10 g.
- Balanzas. “OHAUS PAJ2102” precisión: 625 g. /+0.1 g. y “KCC ES-30KCC 1412A0463” Precisión: 30 kg. /+10 g
- Cocina marca SURGE 02 hornillas semi industrial - 2.25 ECO
- Densímetro de triple escala marca LD Carlson COMPANY
- Enchapadora tipo cangrejo marca PATENT PENDING
- Erlenmeyer 500 ml
- Estufa eléctrica marca “MAKROSON IC”



- Molino tradicional de acero inoxidable para granos marca CORONA
- Fermentador artesanal tipo Speidel de 20 litros
- Pipetas graduadas de vidrio
- Medidor de pH marca Hanna Instruments HI 98127
- Refractómetro portátil de mano marca KEHANG – 0 – 32% °Brix
- Ventilador 3 en 1 marca IMACO FS1631
- Refrigerador marca Samsung

#### **Reactivos**

- Fenolftaleína
- Solución de NaOH al 0.1 N

### **3.5. Metodología experimental**

#### **3.5.1. Variables de estudio**

En esta investigación se estudiaron las siguientes variables independientes y dependientes, con sus respectivas dimensiones e indicadores, tal como se muestra en la Tabla 1.



**Tabla 1***Operacionalización de variables*

<b>Variabes independientes (X)</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
Temperatura de tostado (T)	°C	100°C, 110°C y 120°C
Tiempo de tostado (t)	Minutos	105 min, 115 min, 125 min
Proporción de maíz morado y quinua tipo maltas (P)	% mezcla (maíz morado y quinua)	Maíz morado 60% y quinua 40% Maíz morado 40% y quinua 60%
<b>Variable dependiente (Y)</b>		
Color	Escala hedónica de 1 a 5	1. Turbio 2. Poco claro 3. Claro 4. Brillante 5. Cristalino
Olor	Escala hedónica de 1 a 5	1. Inexistente 2. Suave 3. Característico 4. Suficiente 5. Intenso
Sabor	Escala hedónica de 1 a 5	1. Muy ligero 2. Ligero 3. Suficiente 4. Vigoroso 5. Generoso
Espuma	Escala hedónica de 1 a 5	1. Casi sin gas 2. Poco Gas 3. Equilibrado 4. Abundante gas 5. Gran cantidad de gas





### 3.5.2. Métodos de análisis

#### Control de las características fisicoquímicas

Las características fisicoquímicas se determinaron después de 15 días de embotelladas los tratamientos de cerveza, ya que es en ese tiempo donde se produce el CO<sub>2</sub> adecuado y se culmina todo el proceso.

##### a. Determinación de °Brix

Según Eizaguirre y Libkind (2017) que un °Brix se define como un gramo de sacarosa en 100 gramos de una solución acuosa; si el único sólido soluble en la solución es la sacarosa, un gramo de azúcar sumará un °Brix. para realizar la medición de °Brix se utilizó un refractómetro y se siguieron los siguientes pasos:

Paso 1: Se verifico el refractómetro con agua destilada. El resultado de la lectura fue cero. Si no se consigue, limpiar y calibrar el dispositivo.

Paso 2: Se aseguró que la superficie del refractómetro este limpia y seca.

Paso 3: Se colocó un par de gotas de cerveza para comprobarla en el prisma.

Paso 4: Se miró a través del visor mientras se apunta el prisma hacia una fuente de luz.

Paso 5: Se enfocó el visor y se hizo una lectura donde la base del color azul se encontró con la escala. Esta lectura fue el °Brix de la muestra.

##### b. Determinación de pH:

El pH expresa el grado de acidez o de alcalinidad de una solución. Normalmente su nivel se interpreta en una escala que va del 1 a 14, en donde el valor 7 es considerado como punto neutral. Una solución con un nivel de pH inferior a 7 es considerada acida, mientras que un nivel de pH superior a 7 se considera básica.

Para la medición de pH se utilizó un pHmetro y se siguió los siguientes pasos:

Paso 1: Se calibro el pHmetro con agua destilada.

Paso 2: Se colocó una muestra de cerveza en un vaso de precipitación, limpio y desinfectado.

Paso 3: Se introdujo el pHmetro dentro del vaso y se dejó 1 minuto.

Paso 4: Se procedió con la lectura.

**c. Determinación de densidad:**

Para este análisis se utilizó un densímetro, ya que fue aquel que midió los sólidos disueltos de la cerveza. Para ello se siguieron los siguientes pasos:

Paso 1: Se llenó una probeta de 250 ml con cerveza.

Paso 2: Se dejó caer suavemente el densímetro en la probeta.

Paso 3: Luego de unos segundos el densímetro floto y se estabilizo

Paso 4: La lectura fue aquella línea que toca la superficie de la cerveza.

El agua tiene una densidad e  $1.000 \text{ g/cm}^3$ , en este caso, como hay azúcar diluida en la cerveza, la medición será por encima de  $1.000 \text{ g/cm}^3$ . Estos pasos ayudaron para la densidad inicial (antes de la fermentación) y final (después de 15 días de embotellado) de cada muestra de cerveza.

**d. Determinación de grados alcohólicos:**

Cerveceros de México (2018) indican la siguiente fórmula para el resultado de grados alcohólicos de una cerveza artesanal:

$$\text{Grados alcohólicos} = (\text{Densidad inicial} - \text{Densidad final}) * 1.05$$

Donde:

1.05 es una constante que indica los ramos de alcohol etílico que se ganan por cada gramo de  $\text{CO}_2$

**e. Determinación de acidez total:**

Se cumplieron los siguientes pasos para la determinación de acidez total en una cerveza artesanal según manifiesta La Agencia Santafesina de Seguridad Alimentaria (2010).

Paso 1: Se colocó 100 ml de muestra en un Erlenmeyer de 500 ml.

Paso 2: Se colocó el Erlenmeyer por 30 minutos a  $60 - 70^\circ\text{C}$  para eliminar completamente el dióxido de carbono y se dejó enfriar.

Paso 3: Se homogenizo por agitación y se extrajo 25 a 50 ml de muestra colocándose en un vaso precipitado.

Paso 4: Se colocó una llave en la bureta, para el control de abre y cierre.



Paso 5: Se sujetó la bureta con una pinza, y esta fue colocada en un soporte del tamaño de la bureta.

Paso 6: Se llenó la bureta con NaOH al 0.1N.

Paso 7: Se agregó en el vaso precipitado, con la muestra de cerveza, unas gotas de fenolftaleína para actuar como indicador.

Paso 8: El vaso precipitado fue colocado debajo de la bureta, a partir de ahí, se dejó caer el NaOH gota a gota hasta ver un cambio de color (a rosa).

Paso 9: transcurrido un tiempo, se notó un ligero cambio de color.

Paso 10: Se cerró la llave y se terminó la titulación

Paso 11: Se leyó el volumen gastado de solución de hidróxido de sodio.

Paso 12: Se aplicó la siguiente formula.

Se aplicó la siguiente fórmula:

$$Acidez\ total = \frac{n * 0.009 * 100}{V}$$

Donde:

n: Son los ml gastados de NaOH

V: Volumen de muestra utilizado

### 3.5.3. Metodología del análisis sensorial

Stewart et al. (2018) manifiesta que los criterios de inclusión y exclusión a considerar para el análisis sensorial de una cerveza artesanal son los siguientes:

#### a. Criterios de Inclusión:

- Estudiantes de ambos sexos entre 18 y 26 años de la Universidad Nacional de Jaén.
- Docentes varones entre 35 a 50 años de la Universidad Nacional de Jaén.

#### b. Criterios de Exclusión:

- Estudiantes y docentes de la Universidad Nacional de Jaén con algún tipo de alergia alimentaria al maíz morado y quinua.
- Estudiantes y docentes de la Universidad Nacional de Jaén con alguna enfermedad existente.



Para el análisis sensorial se emplearon Pruebas afectivas, de tipo Escalar usando escala Hedónica, tal como indica Espinosa (2007). Se realizó para obtener el grado de aceptación de la cerveza artesanal, con 30 panelistas no entrenados de la Universidad Nacional de Jaén. Las muestras de cerveza artesanal fueron colocadas sobre unas cabinas blancas elaboradas de cartulina dúplex de color blanco, con una distancia de 0.5 m entre panelistas.

A los panelistas se les entregó un formato de evaluación sensorial, frente a ellos se colocaron las muestras de cerveza artesanal, cada una en su envase respectivo, un vaso de vidrio y una botella de agua. Se le indicó al panelista que evaluara individualmente todos los puntos que indicaban en el formato según su punto de vista y que cada vez que pruebe la muestra tomara un sorbo de agua para así evitar el enmascaramiento de sabores.

#### **3.5.4. Proceso experimental**

##### ***Obtención de maíz morado tipo malta***

Para la obtención de maíz morado tipo malta, se siguieron los siguientes pasos, tal como indica Drapala y Hernández (2018) .

- a) **Recepción:** Se recibió el maíz morado, se verificó el peso en una balanza limpia y desinfectada.
- b) **Selección:** Se procedió a realizar el desgranado, retirando los granos agrietados, dañados por picaduras de insectos o roedores, para evitar que altere las características sensoriales del producto final.
- c) **Remojo:** El maíz es sumergido en un contenedor con agua con 10 gotas de hipoclorito de sodio al 5% para ablandar los granos durante 8 horas. Después de 3 horas de remojo se cambió el agua y se eliminaron granos flotantes, añadiéndose nuevamente hipoclorito de sodio. Este paso consistió en aumentar el contenido de humedad del grano y facilitar la germinación. Pasado el periodo, se procedió a filtrar con la ayuda de tamizadores, previamente lavados.
- d) **Germinación:** Concluido el remojo los granos fueron colocados en bandejas de acero inoxidable con una capa de algodón humedecida a una temperatura de 18 °C a 20 °C. Cada hora se procedió a hidratar, remover y airear los granos y



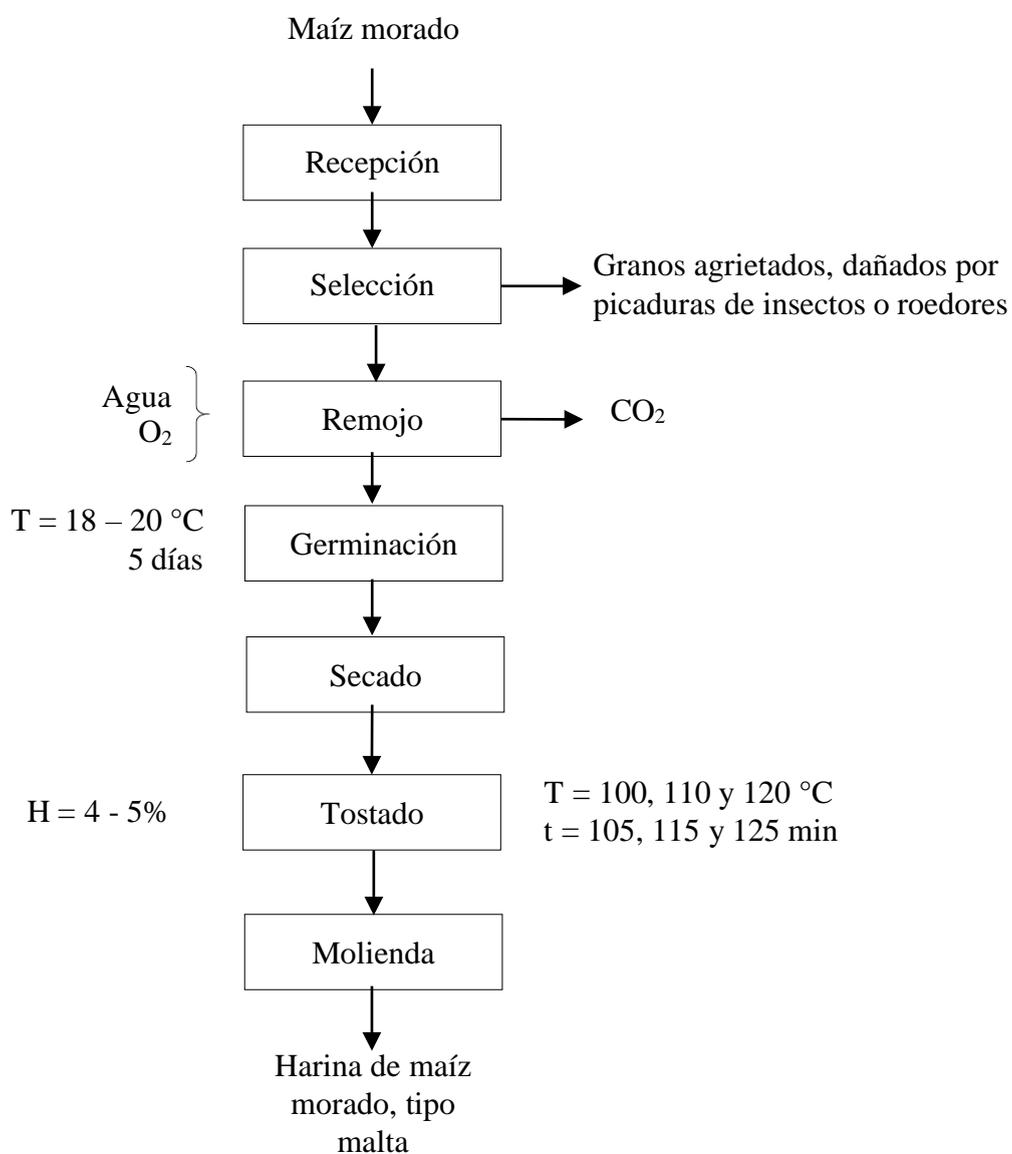
retirando impurezas, granos rotos o con principio de descomposición. Este proceso terminó a los 5 días cuando se observó el desarrollo de la plúmula alcanzando un tamaño de 2 – 4 cm.

- e) **Secado:** En este paso se procedió a reemplazar la capa de algodón humedecido por una capa de algodón seca para nuevamente colocar los granos germinados para ser expuestos a un flujo de aire continuo generado por un ventilador y facilitar el secado.
- f) **Tostado:** Se colocaron los granos en una bandeja para ser llevadas a una estufa a una temperatura de 100 °C por 105, 115 y 125 minutos, obteniendo aquí 3 tratamientos. Lo mismo se hizo para 110 y 120 °C. La humedad final en los dieciocho tratamientos fue 4 -5 %. Finalizado el tostado, los granos de maíz morado fueron enfriados a temperatura ambiente.
- g) **Molienda:** Se molieron los granos en un molino limpio y desinfectado, el cual consta de una pequeña tolva de acero inoxidable, dos rodillos y una perilla que gradúa el tamaño de la molienda.



**Figura 1**

*Diagrama de flujo para la obtención de maíz morado tipo malta*



Nota: Adaptado de Drapala y Hernández (2018)

### **Obtención de quinua tipo malta**

Para la obtención de quinua tipo malta, se siguieron los siguientes pasos, tal como indica (Ñahuero, 2018).

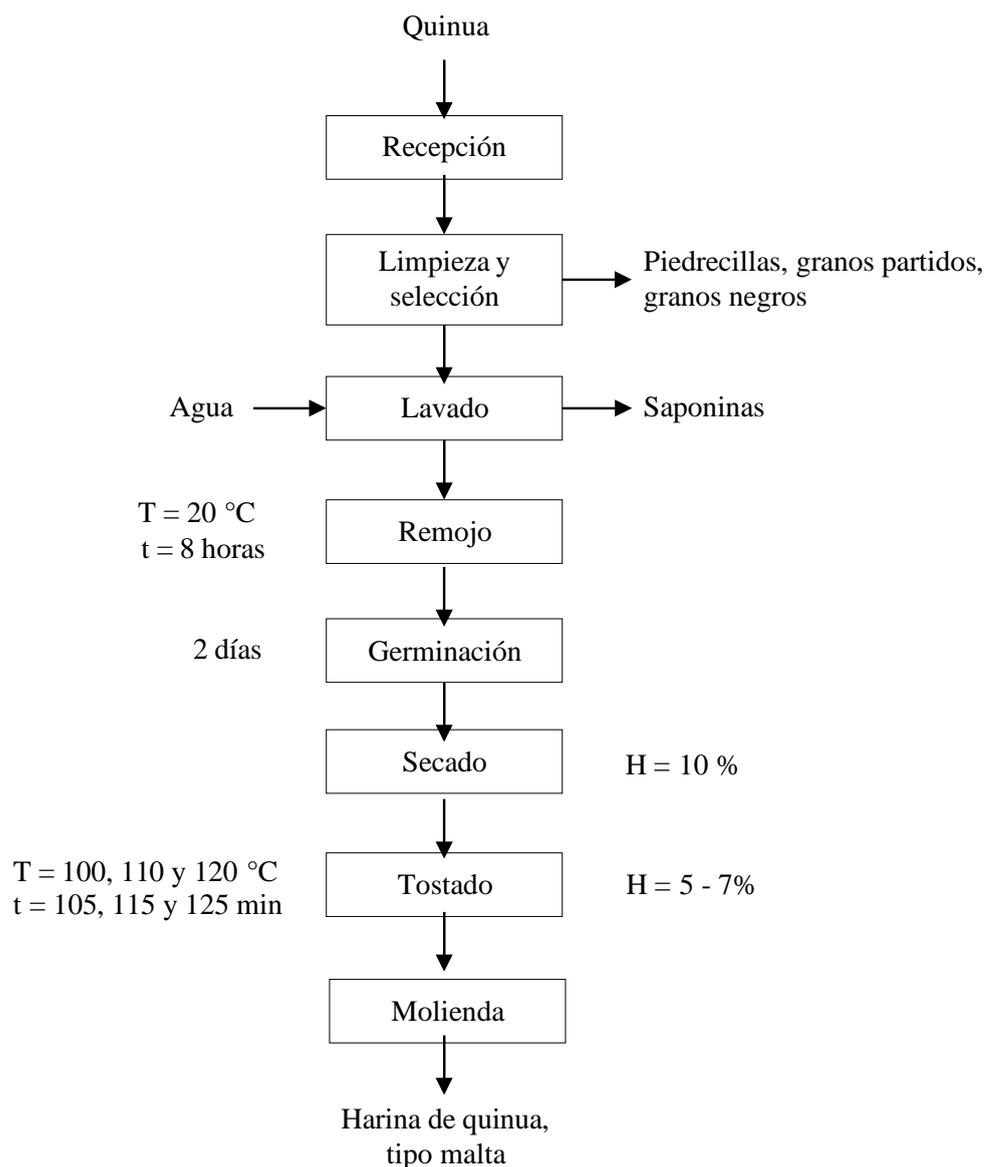
- a) **Recepción:** Se recepcionó la quinua, se verificó el peso en una balanza limpia y desinfectada.
- b) **Selección:** Se retiró de forma manual pajillas, piedrecillas, granos partidos o granos deteriorados para evitar afectar la materia prima.
- c) **Lavado:** Se realizó un lavado manual con abundante agua potable cada dos horas, para eliminar las saponinas (antinutrientes), las cuales dan el sabor amargo. Este paso se realizó por tres veces.
- d) **Remojo:** Los granos de quinua fueron sumergidos en un recipiente plástico con agua clorada en proporción 1:1.5 de relación grano:agua por un periodo de 8 horas, a una temperatura de 20 °C. Se realizó un filtrado con la ayuda de un tamizador, limpio y desinfectado, y se cambió de agua clorada cada 3 horas, este paso se realizó por tres veces.
- e) **Germinado:** Concluido el remojo los granos de quinua fueron colocados en bandejas de acero inoxidable con una capa de algodón humedecida a una temperatura de 18 °C a 20 °C. Cada 8 horas se procedió a hidratar, remover y airear los granos y retirando impurezas, granos rotos o con principio de descomposición. Este proceso terminó a los 2 días cuando se observó el desarrollo de la plúmula habiendo alcanzado un tamaño de 0.3 – 1 cm.
- f) **Secado:** En este paso se procedió a reemplazar la capa de algodón humedecido por una capa de algodón seca para nuevamente colocar los granos germinados para ser expuestos a un flujo de aire continuo generado por un ventilador y facilitar el secado.
- g) **Tostado:** Se colocaron los granos de quinua en una bandeja para ser llevadas a una estufa a una temperatura de 100 °C por 105, 115 y 125 minutos, obteniendo aquí 3 tratamientos. Lo mismo se hizo para 110 y 120 °C. La humedad final en los dieciocho tratamientos fue 5 - 7 %. Finalizado el tostado, los granos de quinua fueron enfriados a temperatura ambiente.



**h) Molienda:** Cada tratamiento se molió en un molino limpio y desinfectado, que constó de una pequeña tolva de acero inoxidable, dos rodillos y una perilla donde se gradúa el tamaño de la molienda.

**Figura 2**

*Diagrama de flujo para la obtención de quinua tipo malta*



Nota: Adaptado de Ñahuero (2018)

## Obtención de cerveza artesanal

Se tomaron en cuenta los siguientes pasos, según manifiesta (Gisbert, 2020).

- a) **Recepción:** Se recibieron dos proporciones: maíz morado 60% y quinua 40%, maíz morado 40% y quinua 60%; ambos obtenidos de los procesos anteriores.
- b) **Ebullición:** Se llevó el agua a ebullición en una olla de acero inoxidable, para cada una de las maltas, y se adicionaron ambas maltas por un tiempo de 10 minutos.
- c) **Macerado:** La maceración se llevó a cabo en una olla de acero inoxidable, previamente limpia y desinfectada. Se mantuvo a una temperatura inicial de 45 – 50 °C para el reposo proteico y de  $\beta$  – glucano, 58 – 65 °C para obtener el máximo rendimiento de maltosa ( $\beta$  – amilasa), para el reposo de la sacarificación de 72 – 75 °C ( $\alpha$  – amilasa) y para finalizar la maceración a 76 – 78 °C.
- d) **Filtrado:** Una vez concluida la maceración se llevó adelante el filtrado del mosto. El mosto que quedó retenido en el tamizador se lavó con agua hervida caliente para extraer el extracto soluble que quedaba retenido.
- e) **Cocción:** El mosto filtrado se cocinó durante 60 minutos, en una olla de acero inoxidable. Tan pronto como comenzó la ebullición, se le adicionó al mosto el 50% del total del lúpulo (lúpulo de amargor), a los 30 minutos se le añadió el 25% del total de lúpulo (lúpulo de sabor) y a los 65 minutos se le añadió el 25% restante, el cual representó al lúpulo de aroma. Durante la cocción se realizó una agitación con la ayuda de un cubierto de acero inoxidable y además retirar el espumado del mosto.
- f) **Enfriado:** Cumplida la cocción, se retiró la olla de la cocina industrial y se pasó al enfriado, sumergiendo la olla en un baño de hielo para disminuir la temperatura del mosto, para lograr bajar la temperatura de 92 °C a 25 °C. El enfriado tardó 20 minutos.
- g) **Fermentación:** Previo a la fermentación, se hidrató la levadura en agua a 35 °C durante 20 minutos. Posteriormente se sembró la levadura activa en los mostos, se homogenizó el bidón para que el mosto se oxigene y la levadura trabaje mejor.



En este paso, existen dos tipos de fermentaciones:

**Fermentación primaria:** Se tapó el bidón con tapón de goma y se colocó un airlock, el cual sirvió para eliminar el gas generado y evitar una explosión producto de la presión generada. A los dos y cuatro días iniciada la fermentación se observó una espuma de color marrón. A partir del cuarto día, se observó en el fondo del bidón una capa de flóculos de almidón, producto de una decantación, comenzando un cambio de color. La fermentación se mantuvo a una temperatura constante de 20 - 25 °C para mantener dicha temperatura se colocó el bidón dentro de una bandeja con agua y cubos de hielo y con ayuda de un ventilador dicha temperatura fue constante y terminó el proceso de fermentación en 6 días.

**Fermentación secundaria:** Pasada la primera fermentación, los bidones fueron llevados a refrigeración a 7 °C por un periodo de 12 días, para lograr una maduración organoléptica y facilitar la clarificación con la suspensión de partículas amorfas, complejos tanino – proteína y levaduras muertas.

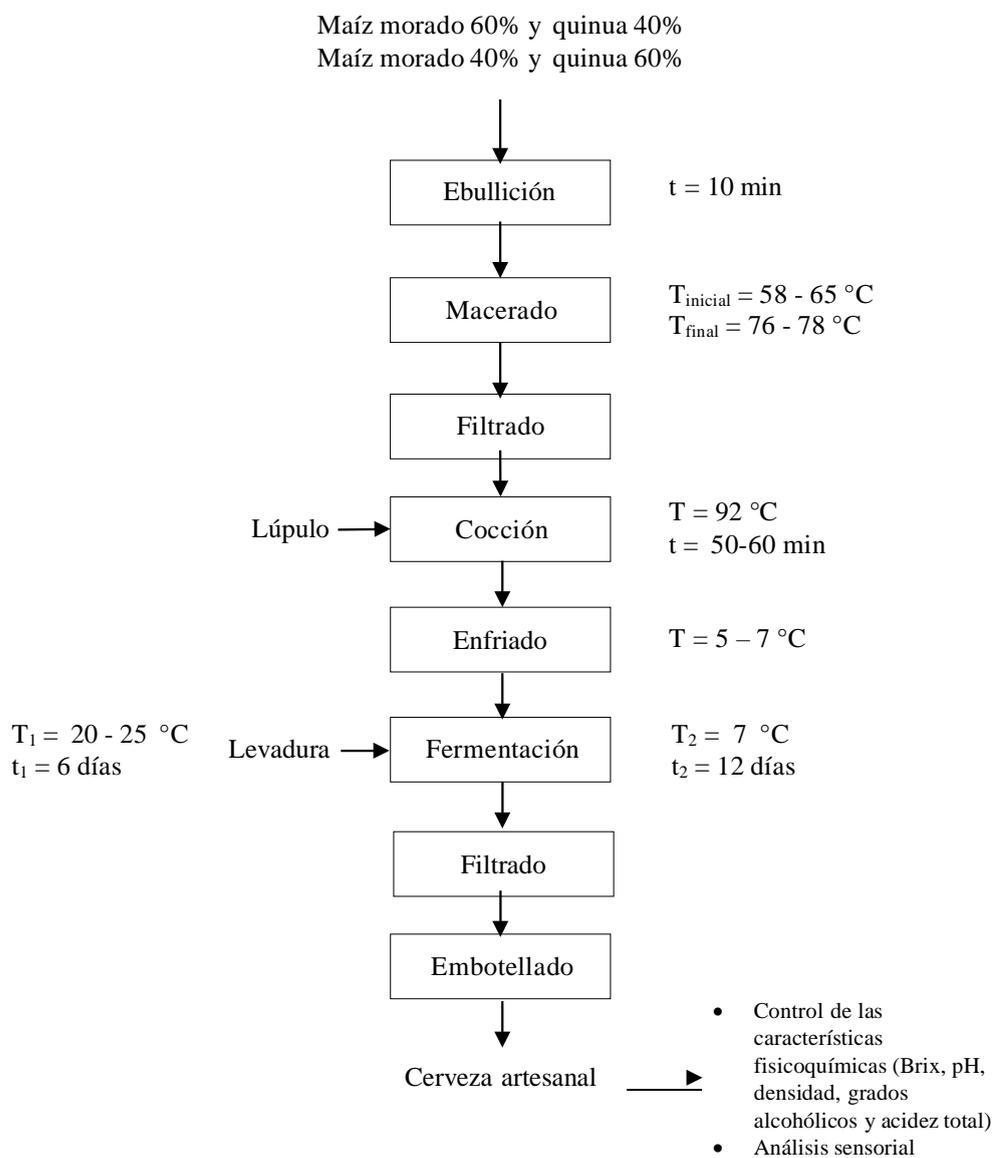
Antes de la fermentación, se realizó un análisis de densidad inicial.

- h) **Filtrado:** Completada ambas fermentaciones, se filtró la cerveza con la ayuda de un tamizador cubierto con tela organza blanca,
- i) **Embotellado:** Previo embotellamiento, se lavaron, desinfectaron y esterilizaron las botellas de vidrio de 320 ml de capacidad, de color ámbar. Se preparó una solución de sacarosa teniendo en cuenta una cantidad de 7 g sacarosa/L cerveza. Dicha solución se agregó a cada botella con la ayuda de una jeringa graduada para la obtención de CO<sub>2</sub>. Al final de este paso, se obtuvo 54 botellas de cerveza, las cuales fueron almacenadas a temperatura ambiente en un ambiente fresco y seco.



### Figura 3

Diagrama de flujo para la obtención de cerveza artesanal de maíz morado y quinua tipo malta a diferentes tiempos y temperaturas de tostado.



Nota: Adaptado de Gisbert (2020).

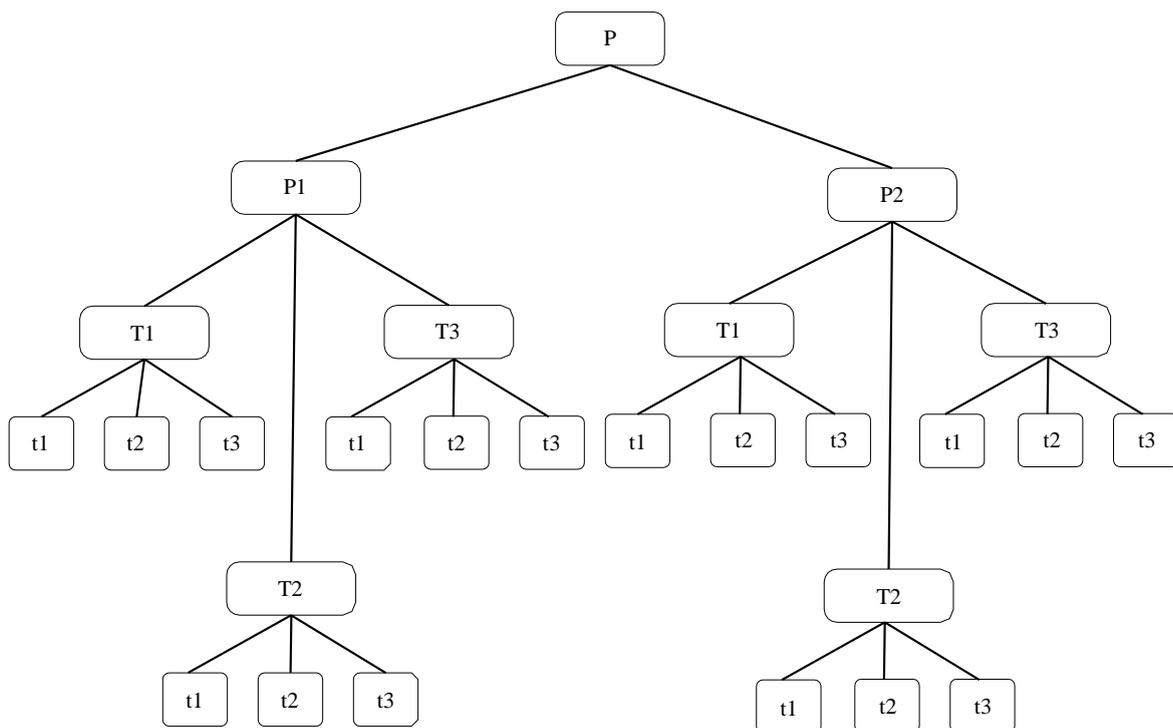
### 3.5.5. Diseño experimental

El diseño experimental fue de bloques completos aleatorizados con un arreglo factorial de  $3T \times 3t \times 2P$ , para dieciocho tratamientos en total.

Con el factor T correspondiente a la temperatura, en tres niveles (T1: 100 °C, T2: 110 °C y T3: 120 °C). El factor t, correspondiente al tiempo de tostado, en tres niveles (t1: 105 min, t2: 115 min y t3: 125 min). Por último, el factor P a dos niveles, que representan las proporciones de maíz morado y quinua tipo malta (P1: Maíz morado al 60% y quinua al 40% y P2: Maíz morado al 40% y quinua al 60%).

**Figura 4**

*Esquema experimental de tratamientos resultantes de acuerdo a las variables y niveles estudiados*



**Tabla 2**

*Número de tratamientos resultantes de acuerdo a las variables y niveles estudiados*

		T	t		
			t1	t2	t3
P	P1	T1	P1T1t1	P1T1t2	P1T1t3
		T2	P1T2t1	P1T2t2	P1T2t3
		T3	P1T3t1	P1T3t2	P1T3t3
	P2	T1	P2T1t1	P2T1t2	P2T1t3
		T2	P2T2t1	P2T2t2	P2T2t3
		T3	P2T3t1	P2T3t2	P2T3t3

**Leyenda:**

T: Temperatura de tostado

T1: 100 °C

T2: 110 °C

T3: 120 °C

t: Tiempo de tostado

t1: 105 min

t2: 115 min

t3: 125 min

P: Fuente de malta

P1: Maíz morado 60% y quinua 40%

P2: Maíz morado 40% y quinua 60%

**3.5.6. Análisis de datos**

Los datos de la evaluación sensorial provienen de escalas hedónicas (Ver anexo 5), en la cual los números han sido definidos arbitrariamente en sentido ordinal. Por lo tanto; para la prueba de hipótesis, se utilizó el test no paramétrico de Friedman, que permite evaluar la hipótesis nula de que k muestras igualadas (dieciocho tratamientos) tienen la misma mediana (Siegel y Castellan, 1998). El mencionado test se realizó en el software estadístico de acceso libre R-project en su versión 4.1.1.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Características fisicoquímicas de la cerveza artesanal

Para asegurar la aleatoriedad de los datos obtenidos se realizaron tres pruebas de repetición, por tratamiento, en cada uno de los indicadores tecnológicos. En la Tabla 3 se tienen representados los valores promedio obtenidos de los indicadores para los dieciocho tratamientos, con sus respectivos parámetros de control (mínimo y máximo) según la Norma Técnica Peruana 213.014 (2016) de elaboración de cerveza.

**Tabla 3**

*Características fisicoquímicas de los tratamientos de cerveza artesanal.*

Tratamiento	°Brix	pH	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Grados alcohólicos (%)	Acidez total (%)
P1T1t1	7.386	3.600	1.013	4.183	0.357
P1T1t2	7.437	4.390	1.011	5.657	0.251
P1T1t3	8.445	4.570	1.013	3.570	0.213
P1T2t1	6.609	4.777	1.012	5.810	0.389
P1T2t2	7.608	4.627	1.012	4.860	0.268
P1T2t3	8.577	4.729	1.011	4.763	0.363
P1T3t1	6.524	4.568	1.012	4.902	0.275
P1T3t2	7.415	4.548	1.021	4.548	0.342
P1T3t3	7.503	4.517	1.004	3.510	0.315
P2T1t1	7.366	4.467	1.012	5.450	0.223
P2T1t2	7.597	4.739	1.011	3.569	0.355
P2T1t3	8.707	4.893	1.011	4.857	0.269
P2T2t1	6.674	4.760	1.011	5.727	0.322
P2T2t2	7.558	4.673	1.013	4.467	0.255
P2T2t3	6.661	4.780	1.008	3.733	0.249
P2T3t1	7.601	4.750	1.011	5.700	0.211
P2T3t2	7.495	4.503	1.010	3.453	0.253
P2T3t3	6.585	4.567	1.007	4.017	0.439
<b>Mínimo</b>	0.120	3.500	1.013	5.000	0
<b>Máximo</b>	9.360	5.000	1.040	ND	0.3

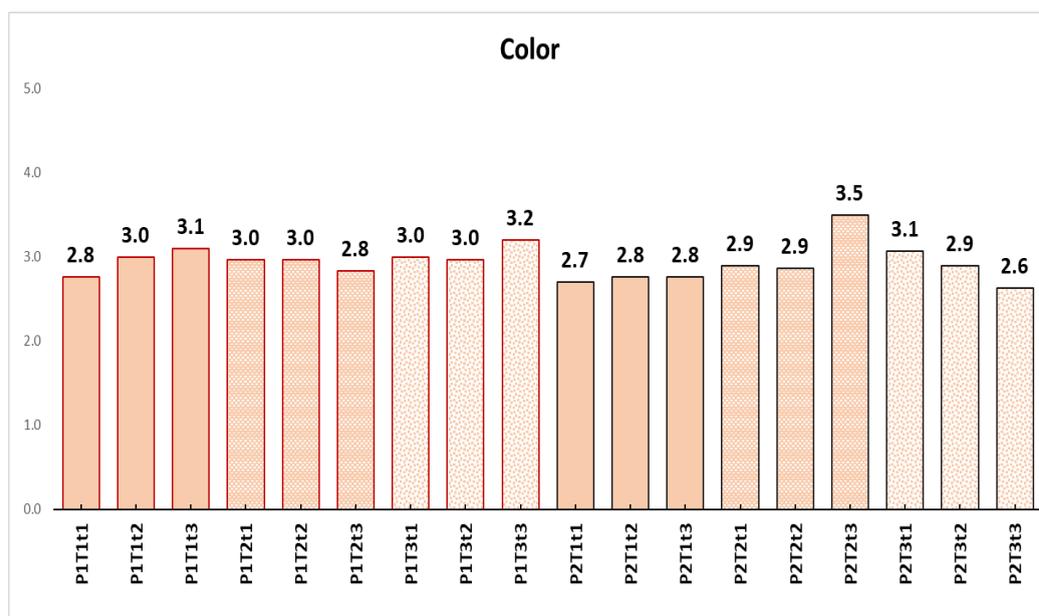
Se puede observar que los resultados correspondientes a °Brix y pH de todos los tratamientos, están dentro de los parámetros normados (0.12 y 9.36 para el caso de °Brix, 3.5 y 5 para pH). Mientras que, en los resultados de la prueba de densidad, los tratamientos P1T1t1, P1T1t3, P1T3t2, P2T2t2 son los que presentan, en promedio, valores entre los parámetros establecidos (mínimo: 1.013 g/cm<sup>3</sup> y máximo: 1.040 g/cm<sup>3</sup>). Respecto a los grados alcohólicos, se observa que los tratamientos P1T1t2, P1T2t1, P2T1t1, P2T2t1 y P2T3t1; tienen valores, en promedio, superiores al límite máximo normado. Por último, en los resultados obtenidos se puede ver que el tratamiento con mayor acidez corresponde a la combinación P2T3t3, con 0.439 % y el de menor valor promedio, a P2T3t1, con 0.211 %.

#### 4.2. Aceptabilidad de la cerveza artesanal

En la Figura 5, se presentan los puntajes correspondientes a la característica color, se puede ver que, en promedio, los tratamientos con mayor y menor puntaje son P2T2t3 y P2T3t3 respectivamente.

**Figura 5**

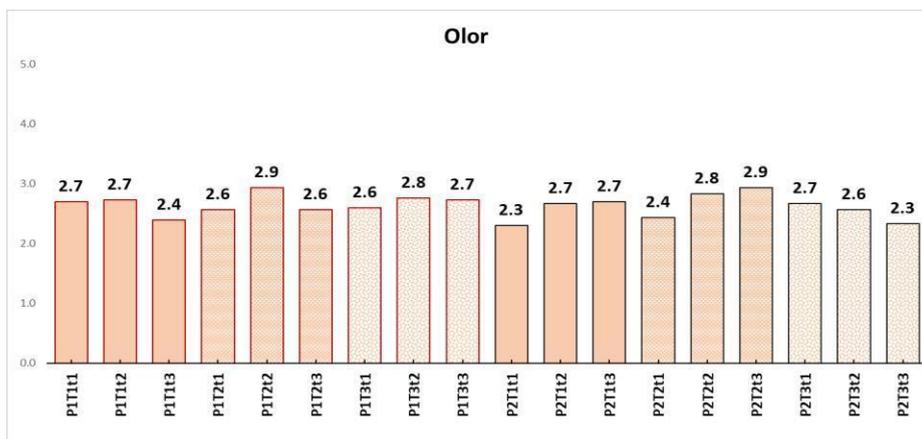
*Evaluación promedio de color para cada tratamiento de cerveza artesanal*



En la Figura 6 se presentan los puntajes promedios de la evaluación respecto al olor de cada uno de los tratamientos de cerveza artesanal. El tratamiento P2T2t3 es el que obtuvo el mayor puntaje promedio; mientras que P2T1t1, el menor.

**Figura 6**

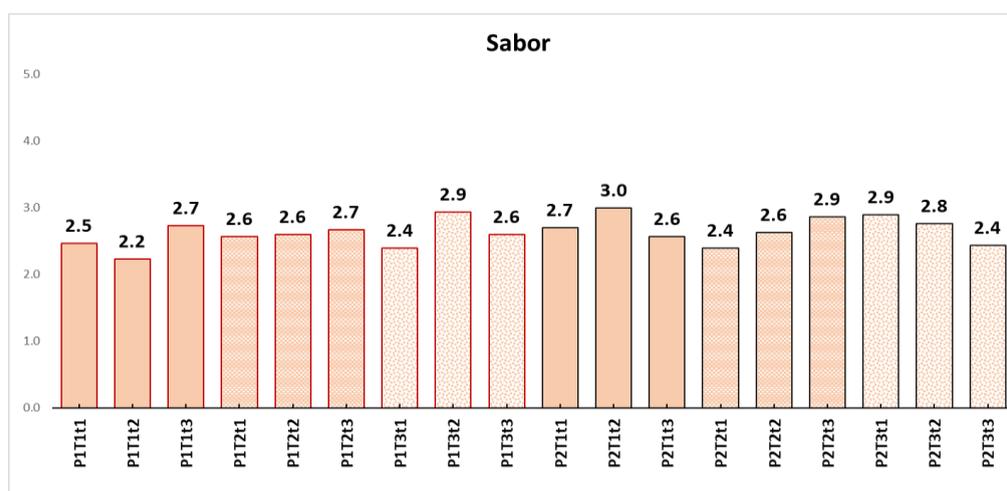
*Evaluación promedio de olor, para cada tratamiento de cerveza artesanal*



En la Figura 7 se tienen los puntajes promedios de la evaluación respecto al sabor para cada uno de los tratamientos de cerveza artesanal. Se puede observar que el tratamiento P2T1t2 es el que, en promedio, tiene mayor puntaje; mientras que el tratamiento PIT1t2, obtuvo los menores puntajes en la evaluación sensorial, respecto al atributo mencionado.

**Figura 7**

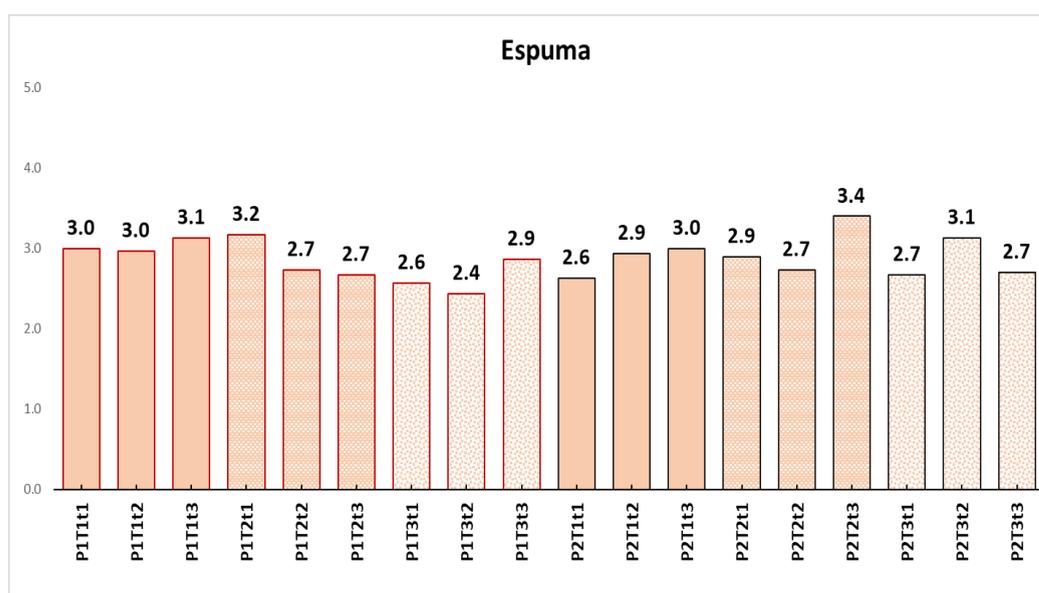
*Evaluación promedio de sabor, para cada tratamiento de cerveza artesanal*



En la Figura 8 se presentan los puntajes promedio de la evaluación respecto a la característica de espuma en cada uno de los tratamientos de cerveza artesanal. Se puede ver que el tratamiento con mayor puntaje, en promedio, es P2T2t3; mientras que el tratamiento que menor puntaje promedio obtuvo corresponde a la combinación P1T3t2.

**Figura 8**

*Evaluación promedio de espuma, para cada tratamiento de cerveza artesanal*



Después de haber revisado exploratoriamente los resultados de las pruebas sensoriales entre los tratamientos de cerveza artesanal, se realizan las pruebas de hipótesis correspondientes para poder afirmar estadísticamente si existen o no diferencias entre los resultados.

En la Tabla 4 se muestran los resultados del test de Friedman, aplicado para cada una de las características sensoriales definidas, en el cual se contrastan las siguientes hipótesis:

$H_0$  = No existe diferencia entre las medianas de los tratamientos

$H_1$  = Si existe diferencia entre las medianas de los tratamientos

Considerando un nivel de significancia del 5%, se puede ver que en ninguna de las características sensoriales existen diferencias significativas entre las medianas de los tratamientos ( $p$ -valor  $> 0.05$ , se acepta  $H_0$ ).

**Tabla 4**

*Test de Friedman para los tratamientos de cerveza artesanal, en cada una de las características organolépticas.*

<b>Características</b>	<b><math>F_r</math></b>	<b>G1</b>	<b>p-valor</b>
Espuma	22.5932	17	0.1630
Color	14.9587	17	0.5985
Olor	16.7044	17	0.4746
Sabor	26.9440	17	0.0589



## V. DISCUSIÓN

Los °Brix varían en función a la cantidad de azúcares presentes en las maltas y a la prolongación del tiempo de macerado (Hernández, 2009). Además, depende de las temperaturas para activar las enzimas que accionan en el desdoblamiento del almidón a azúcares simples (Eblinger, 2009). En estudios previos se obtuvieron un rango de 4.4 a 5.3 °Brix, esto debido al tipo de cerveza weissbier alemana, las cuales están dentro del rango específico (4-6%) según la ley de pureza alemana (Sanlate, 2010); y los grados °Brix obtenidos en esta investigación, se encontraron en un rango de 0.120 a 9.360 °Brix, descrito en la Norma Técnica Peruana 213.014 (2016).

El pH adecuado en la cerveza varía de acuerdo a la calidad y composición química del agua, en conjunto con el mosto obtenido (Suárez, 2013). Rodríguez (2015) obtuvo un valor promedio de 4.53 para cervezas tipo ale hechas a partir de cebada y quinua, mientras que Mencia y Pérez (2018) obtuvieron para las cervezas ale y lager los valores de 4.25 y 4.36 respectivamente. Además, Benito (2013) manifiesta que para evitar el ataque de microorganismos a la cerveza se debe cumplir con la característica de tener un pH alrededor de 4.6, y las cervezas originadas en la investigación arrojan un pH entre 3.60 y 4.57, resultados que se aproximan a las investigaciones anteriores.

García et al. (2004) mencionan que la densidad final para las cervezas ale llegan a 1.011 g/cm<sup>3</sup>, al igual que los valores reportados en los dieciocho tratamientos de esta investigación oscilan entre 1.0038 g/cm<sup>3</sup> – 1.0210 g/cm<sup>3</sup>, resultados similares a los obtenidos de Mencia y Pérez (2016) que describieron valores de 1.013 y 1.040 g/cm<sup>3</sup> para cervezas hechas a partir de malta de cebada y maíz; y a los de Rodríguez (2015) quien obtuvo un valor de 1.011 g/cm<sup>3</sup> para cervezas tipo ale con 25 % de quinua y 75% de cebada y 1.010 g/cm<sup>3</sup> para una proporción de 50:50 de dichas maltas. Esta ligera variación de densidad final se debió a los tipos de granos que se usaron, el proceso de maceración, y el tipo de levadura a usar (Stewart et al., 2018).



Varnam et al. (1996) sostienen que una cerveza fuerte tiene un valor comprendido entre 4.8% y 5.5% grados alcohólicos, mientras que de una menor oscila entre 3.5 y 4.5 %, es decir, las cervezas originadas se encuentran en estas dos categorías. El contenido de grados alcohólicos en el presente estudio, muestra una variación de 3.453% – 5.810%, cantidades similares al estudio mencionado, además similares a los resultados de Marquez (2015) que obtuvo 4.2% y 4.3% grados alcohólicos al emplear quinua en la elaboración de cerveza artesanal. Según la norma citada en el párrafo anterior, existe un rango de 3% a 5% grados alcohólicos para considerar en una cerveza.

Según la Norma Técnica Ecuatoriana 2323 (2002) establece que la acidez de una cerveza artesanal debe estar en el rango de 0 a 0.3% y la obtenida en esta investigación oscila entre 0.211% a 0.439%, resultado igual al obtenido por Aguirre (2019), donde ambas estudiaron la elaboración de cerveza de maíz morado, incluso con proporciones similares 50%, 75% de maíz, 98 °C de y 90 minutos de tostado.

Según el test de Friedman no existe diferencia entre las medianas de los tratamientos, lo que quiere decir que los tratamientos estudiados a partir de las diferentes proporciones (Maíz morado 60% y quinua 40%, Maíz morado 40% y quinua 60%) usadas, los tiempos (105, 115, 125 minutos) y temperaturas de tostado (100, 110 y 120 °C), son iguales frente a la evaluación de los 30 panelistas no entrenados, sin embargo Apaza y Atencio (2017) hallaron que el 20 % maíz morado y 80% malta fue el mejor tratamiento. Esta diferencia puede deberse a que estos autores emplearon a 13 panelistas entrenados, Valencia (2018) también encontró diferencias significativas, empleando a 20 panelistas semientrenados; igualmente con Aung et al.(2022), empleando a 102 panelistas no entrenados. Igualmente con Champi y Taype (2018) y Lucero y Gordon (2019), emplearon 20 panelistas semientrenados y 60 panelistas no entrenados, respectivamente. Estas diferencias respecto a la presente investigación se debe al tipo de panelistas empleados, ya que, Watts et al. (1995) indican que para evaluar gustos, preferencias y requisitos de aceptabilidad, se obtiene empleando métodos de análisis adaptados a las necesidades del consumidor y evaluaciones sensoriales con panelistas no entrenados; y para la identificación y medición de las propiedades sensoriales, desarrollo y/o reformulación de productos, identificación de cambios causados por métodos de procesamiento, almacenamiento se evalúan con paneles entrenados.



## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- En las características fisicoquímicas °Brix y pH, los dieciocho tratamientos se encontraron dentro de los rangos establecidos en la Norma Técnica Peruana de elaboración de cerveza. Mientras que, en densidad cuatro tratamientos (P1T1t1, P1T1t3, P1T3t2 y P2T2t2) se encuentran dentro del rango; en grados alcohólicos, cinco tratamientos (P1T1t2, P1T2t1, P2T1t1, P2T2t1 y P2T3t1) y en acidez total, diez tratamientos (P1T1t2, P1T1t3, P1T2t2, P1T3t1, P2T1t1, P2T1t3, P2T2t2, P2T2t3, P2T3t1 y P2T3t2).
- Descriptivamente se puede diferenciar que, para los atributos color, olor y espuma sobresale la cerveza artesanal P2T2t3 con 3.5, 2.9 y 3.4 puntos respectivamente. Y para el atributo sabor sobresale la cerveza P2T1t2, con 3.0 puntos. Pero con el test de Friedman se concluye que, para las cervezas artesanales obtenidas, no existe diferencias significativas entre sus atributos.

### 6.2. Recomendaciones

Al investigador:

- Trabajar con materias primas que tengan almidón y se puedan convertir en azúcares fermentables para la elaboración de cerveza artesanal o bebidas carbonatadas.
- Estudiar diferentes métodos de carbonatación natural para la elaboración de cerveza.
- Determinar la vida útil de las maltas obtenidas y de la cerveza artesanal.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Santafesina de Seguridad Alimentaria. (2010). *Acidez total en cerveza*.  
<https://www.assal.gov.ar/assa/documentacion/236cervezas-acidez-total.pdf>
- Aguirre, J. (2019). *Obtención de cerveza artesanal a partir de una malta de maíz morado (Zea Mays L.)* [Escuela superior Politécnica de Chimborazo].  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11845>
- Apaza, R. y Atencio, Y. (2017). *Tecnología para la elaboración de una cerveza artesanal tipo ale, con sustitución parcial de malta (Hordeum vulgare) por guiñapo de maíz morado (Zea mays)*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Aung, T., Kim, B. y Kim, M. (2022). Optimized roasting conditions of germinated wheat for a novel cereal beverage and its sensory properties. *Foods*, 11(481), 13.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods11030481>
- Benito, M. (2013). *Los beneficios de la cerveza en la salud*. Elsevier.  
<https://www.elsevier.com/es-es/connect/medicina/los-beneficios-de-la-cerveza-en-la-salud>
- Cerveceros de México. (2018). *Alcohol en cerveza artesanal*.  
<https://cervecerosdemexico.com/2018/06/20/como-se-mide-el-contenido-de-alcohol-en-una-cerveza/>
- Champi, F. y Taype, N. (2018). *Efecto de tiempo de cocción y fermentación sobre la calidad de la bebida fermentada a base de maíz morado (Zea mays) germinado de variedad de Kculli* [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7227>
- Drapala, A. y Hernández, D. (2018). *Elaboración de cerveza de maíz* [Universidad Nacional de Cuyo]. En *Universidad Nacional De Cuyo*.



[https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/11455/drapala-hernandez-2018.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/11455/drapala-hernandez-2018.pdf)

Eblinger, H. (2009). *Handbook of Brewing*.  
[https://vebriananggrya.files.wordpress.com/2013/09/handbook\\_of\\_brewing\\_processes\\_\\_technology\\_markets.pdf](https://vebriananggrya.files.wordpress.com/2013/09/handbook_of_brewing_processes__technology_markets.pdf)

Eizaguirre, J. y Libkind, D. (2017). *Guía para uso de refractómetro en cervecería para determinación rápida de densidad, atenuación y alcohol*.

Espinosa, J. (2007). *Análisis sensorial de los alimentos* (Editorial Universitaria (ed.)).  
[https://www.icia.es/icia/download/panimal/Analisis\\_Sensorial.pdf](https://www.icia.es/icia/download/panimal/Analisis_Sensorial.pdf)

Gallardo, D. (2017). *Elaboración se cerveza artesanal con quinua (Chenopodium Quinoa)*.  
Universidad Tecnológica Equinoccial.

García, M., Quintero, R. y López-Munguía, A. (2004). *Biotecnología Alimentaria* (E. L. S.A. (ed.)).  
[http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/tvolke/Biotecnologia\\_Alimentaria-Libro.pdf](http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/tvolke/Biotecnologia_Alimentaria-Libro.pdf)

Gisbert, M. (2020). *Diseño del proceso industrial para la elaboración de cerveza* [Universidad Politécnica de Valencia].  
[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73275/Diseño y puesta en marcha de una planta elaboradora de cerveza.pdf?sequence=3](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73275/Diseño_y_puesta_en_marcha_de_una_planta_elaboradora_de_cerveza.pdf?sequence=3)

Hernández, F. (2009). *Efecto de la temperatura y el tiempo de maceración en la elaboración de un prototipo de cerveza tipo Bock*. Ingeniería en Agroindustria.

Lucero, M. y Gordon, E. (2019). *Estudio de las condiciones del pretratamiento de maíz morado (Zea mays L.) para su utilización como adjunto en la elaboración de cerveza*.  
Universidad San Francisco de Quito.

Manrique, R. y Rivas, P. (2018). *Cumbres, la cerveza artesanal con toques de granos andinos*.  
<https://archivo.gestion.pe/empresas/cumbres-cerveza-artesanal-toques-granos-andinos-2086757>

Marquez, A. (2015). *Elaboración de una cerveza orgánica a partir de la quinua (Chenopodium quinoa)*. En *Universidad Técnica de Machaña*. Universidad Técnica de Machala.



- Mencia, G. y Pérez, R. (2018). *Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz (Zea mays), cebada (Hordeum vulgare), carbonatada con azúcar y miel de abeja* [Escuela Agrícola Panamericana]. <http://www.revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/24>
- Ñahuero, M. (2018). *Caracterización fisicoquímica de la malta de quinua (Chenopodium quinoa Willd) en dos variedades a condiciones de laboratorio* [Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2622>
- Norma Técnica Ecuatoriana 2323. (2002). *Norma Técnica Ecuatoriana 2323:2002* (p. 8).
- Quintanilla, D. y Sucno, S. (2017). *Factibilidad de instalación de una microcervecería para la producción y comercialización de cerveza artesanal en la ciudad de Lima*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Rodríguez, W. (2015). *Efecto de la sustitución de cebada (Hordeum vulgare) por quinua (Chenopodium quinoa) y del pH inicial de maceración en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una cerveza tipo Ale*. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Sanlate, J. (2010). *Efecto de temperatura de tostado de malta y del porcentaje de trigo en la elaboración de una cerveza tipo Weissbier Alemana* [Escuela Agrícola Panamericana]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/278/1/AGI-2009-T016.pdf>
- Siegel, S. y Castellan, N. (1998). *Estadística no paramétrica: aplicadas a la ciencia de la conducta* (E. Trillas (ed.); 4.<sup>a</sup> ed.).
- Simpson, W. J. (2016). Sensory Analysis in the Brewery. En *Brewing Materials and Processes*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799954-8.00013-7>
- Stewart, G., Russell, I. y Anstruther, A. (2018). *Handbook of Brewing* (3.<sup>a</sup> ed.). Taylor & Francis Group.
- Suárez, M. (2013). *Cerveza: componentes y propiedades* [Universidad de Oviedo]. [http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/19093/8/TFM\\_Maria\\_Suarez\\_Diaz.pdf](http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/19093/8/TFM_Maria_Suarez_Diaz.pdf)
- Valencia, P. (2018). *Evaluación tecnológica de la germinación y clarificación de las bebidas*





*tradicionales fermentadas y pasteurizadas de maíz morado (Zea Mays) y quinua (Chenopodium Quinoa) variedad INIA 420 Negra Collana* [Universidad Nacional de San Agustín].  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4098/IAvabupye048.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Varnam, A., Sutherland, J. y Ena, J. (1996). *Bebidas: tecnología, química y microbiología*.

Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L. y Elías, L. (1995). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*.



## AGRADECIMIENTO

*Agradecer en primer lugar a Dios por ser mi guía y por la fortaleza diaria, durante el proceso de ejecución de la presente investigación.*

*A nuestros padres y familia por brindarnos su apoyo y comprensión incondicional.*

*A nuestros asesores, Magister Segundo Alipio Cruz Hoyos y el Ingeniero Juan Antonio Ticona Yujra, quienes nos orientaron durante todo el proceso de este proyecto. Al Lic. Jhan Piere Gilberto Martín Balbuena Campos, por el apoyo en la parte estadística de este estudio.*

*A la Universidad Nacional de Jaén, nuestra Alma Mater, que nos ha formado y permitido que seamos profesionales.*

*A todas las personas que nos apoyaron para realizar la presente investigación.*



## DEDICATORIA

*Este proyecto de investigación está dedicado en primer lugar a Dios por bendecir todos los días de mi vida, a mis padres: Jorge Díaz Silva y Deisy Esther Aranda Neira quienes me dieron la vida y su apoyo incondicional para cumplir cada uno de mis objetivos, a mi hermano por su apoyo incondicional, a mi esposo por su amor, comprensión y apoyo incondicional y todas aquellas personas que de una u otra manera ha contribuido para el logro de mis objetivos.*

***Daysi Lisset Díaz Aranda***

*La presente Tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera, a mis padres y hermana, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a mi querida hija por su afecto y su cariño que son los detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo, de mis ganas de buscar lo mejor, a mi esposo por sus palabras, confianza, por su amor y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente, y todas aquellas personas que de una u otra manera ha contribuido para el logro de mis objetivos.*

***Lily Jannet Lucero Cueva***



# ANEXOS

## Anexo 1

*Norma Técnica Peruana 213.014-2016, CERVEZA. Requisitos.*

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 213.014 2016
Dirección de Normalización - INACAL Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)	Lima, Perú

### CERVEZA. Requisitos

BEER. Requirements

**2016-03-30**  
**3° Edición**

R.D. N° 005-2016-INACAL/DN. Publicada el 2016-04-14      Precio basado en 08 páginas  
I.C.S.: 67.160.10      ESTA NORMA ES RECOMENDABLE  
Descriptor: Cerveza, bebida, bebida alcohólica

© INACAL 2016



## 5. CLASIFICACIÓN

Las cervezas se clasifican en:

### 5.1 Respecto a su extracto original o extracto primitivo:

5.1.1 **Cerveza liviana:** Es la cerveza cuyo extracto original es mayor o igual a 5 % en peso y menor que 9,0 °P en peso. Podrá denominarse “light” a la cerveza liviana cuando también cumpla con los requisitos a) y b).

- a) Reducción de 25 % del contenido de nutrientes y/o del valor energético con relación a una cerveza similar del mismo fabricante (misma marca) o del valor medio del contenido de tres cervezas similares conocidas, que sean producidas en la región; y
- b) Valor energético de la cerveza lista para el consumo: máximo de 35 Kcal/100 mL .

5.1.2 **Cerveza:** Es la cerveza cuyo extracto original es mayor o igual a 9,0 °P en peso.

### 5.2 Respecto al grado alcohólico:

5.2.1 **Cerveza sin alcohol:** Se entiende a la cerveza cuyo contenido alcohólico es inferior o igual a 0,5 % en volumen.

5.2.2 **Cerveza con alcohol:** Es la cerveza cuyo contenido alcohólico es superior a 0,5 % en volumen.

### 5.3 Respecto al color:

5.3.1 **Cervezas claras:** color < 30 unidades E.B.C.

- 7.1.1 Contener un mínimo de 0,3 % de dióxido de carbono por peso.
- 7.1.2 Contener un mínimo de extracto original del 5 % en peso.
- 7.1.3 El contenido de alcohol debe estar de acuerdo a su clasificación (véase en los apartados 5.2.1 y 5.2.2).
- 7.1.4 El color debe estar de acuerdo a su clasificación (véase en los apartados 5.3.1 y 5.3.2).
- 7.2 **Requisitos específicos**
- 7.2.1 La cerveza debe cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 1 .

**TABLA 1**

PARÁMETROS MEDIDOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Contenido alcohólico a 20° C	% (v/v)	0,5	NTP 213.004
Extracto original	° Plato	5	NTP 213.037
Contenido de dióxido de carbono	Volúmenes de CO <sub>2</sub>	0.3	NTP 213.038
Color	EBC	*	NTP 213.027

\* Véase en los apartado 5.3.1 y 5.3.2 .

**8. MUESTREO**

Las muestras se extraerán de acuerdo a la NTP 213.013 .

## Anexo 2

*Norma Técnica Peruana 213.036-2016, CERVEZA. Determinación de pH en cerveza.*

---

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 213.036 2016
--------------------------	---------------------

---

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

## CERVEZA. Determinación de pH en cerveza

BEER. The determination of pH of beer

**2016-09-07**  
**1ª Edición**

R.D. N° 022-2016-INACAL/DN. Publicada el 2016-09-14

Precio basado en 10 páginas

I.C.S.: 67.160.10

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Cerveza, pH, potenciómetro

© INACAL 2016



ANEXO B  
(INFORMATIVO)

Los valores de precisión determinadas por el Comité de Análisis IOB en 1997, cuando 42 laboratorios analizaron 2 cervezas se dan a continuación como guía (los participantes utilizaron una variedad de diferentes técnicas de desgasificación (los participantes utilizaron.

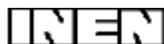
Rango	$r_{95}$	$R_{95}$
3,94 a 4,42	0,025	0,133

Usando un medidor de pH con buenos electrodos, se puede conseguir una precisión de  $\pm 0,02$  unidades de pH y una exactitud de  $\pm 0,05$  unidades de pH . Sin embargo, en condiciones normales, la exactitud es  $\pm 0,1$  unidades de pH especialmente para determinaciones en el agua y soluciones de baja capacidad amortiguadora. Por esa razón, el pH se debe reportar en valores más próximos a 0,1 unidades de pH .



**Anexo 3**

*Norma Técnica Ecuatoriano de Normalización 2323:2002. Bebidas alcohólicas.  
Cerveza. Determinación de la acidez total.*



**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2 323:2002**

---

---

**BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. DETERMINACIÓN  
DE LA ACIDEZ TOTAL.**

**Primera Edición**

ALCOHOLIC BEVERAGES. BEER. DETERMINATION OF TOTAL ACIDITY.

First Edition

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'J. Y. ...'.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'M. ...'.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'D. ...'.

<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>	<b>BEBIDAS ALCOHOLICAS CERVEZA DETERMINACION DE LA ACIDEZ TOTAL</b>	<b>NTE INEN 2 323:2002 2002-12</b>
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los métodos de ensayo para determinar la acidez total en la cerveza.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. PREPARACION DE LA MUESTRA</b></p> <p>2.1 Eliminar el CO<sub>2</sub>, para lo cual, la muestra se transfiere a un erlenmeyer cuyo volumen debe ser mayor al de la muestra y llevar a una temperatura de 15°C a 20°C.</p> <p>2.2 Eliminar el gas, agitar el recipiente, al principio suavemente y después vigorosamente, hasta que no se observe desprendimiento de gas de la cerveza.</p> <p>2.3 Si la muestra contiene materiales en suspensión, filtrar el líquido libre de CO<sub>2</sub> a través de papel de filtro, cubriendo el embudo con un vidrio de reloj para reducir la evaporación.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS</b></p> <p>3.1 La determinación de la acidez total se puede efectuar por cualquiera de los métodos establecidos. El método de <i>Titulación Potenciométrica</i> debe ser usado como dirimente en caso de divergencia.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. METODOS DE ENSAYO</b></p> <p>4.1 Método por Titulación potenciométrica.</p> <p>4.1.1 Resumen</p> <p>4.1.1.1 La acidez total representa la suma de las sustancias ácidas volátiles, determinadas por titulación de una muestra de cerveza desgasificada con solución de hidróxido de sodio 0,1 N hasta pH 8,2.</p> <p>4.1.1.2 Los resultados pueden expresarse como porcentaje de ácido láctico o como cm<sup>3</sup> de álcali 1,0 N necesarios para neutralizar 100 g de cerveza.</p> <p>4.1.2 Equipos</p> <p>4.1.2.1 Medidor de pH con electrodos de vidrio y calomel. Que dará lecturas exactas a un pH 8,2.</p> <p>4.1.2.2 Vaso de titulación, de suficiente tamaño para colocar los 50 cm<sup>3</sup> de muestra.</p> <p>4.1.2.3 Agitador apropiado movido eléctricamente o por aire.</p> <p>4.1.2.4 Bureta.</p> <p>4.1.2.5 Pipeta de 50 cm<sup>3</sup> ± 0,1 cm<sup>3</sup>.</p> <p>4.1.2.6 Termómetro.</p>		

## **Anexo 4**

*Instrucciones entregadas a los panelistas no entrenados para la catación de la cerveza artesanal.*

Según (Simpson, 2016) se debe tener en cuenta estos conceptos para un correcta catación:

### **¿Qué es una cata?**

“Consiste en probar con atención un producto cuya calidad queremos apreciar, se trata de someterlo a nuestros sentidos (gusto y olfato) y conocerlo buscando sus diferentes defectos y cualidades con el fin de expresarlos: la cata es estudiar, analizar, descubrir definir juzgar y clasificar”

### **¿Cómo realizar una cata correctamente?**

“Cuando cates, no observes la botella, ni la etiqueta, ni el entorno; sumérgete en ti mismo para ver como nacen tus sensaciones y como se forman tus impresiones. Cierra los ojos y mira con la nariz, la lengua y el paladar”.

A la hora de realizar una cata es importante que:

#### **El catador:**

- No trague la cerveza
- No use perfumes Fuertes
- Se abstraiga de sus preferencias personales
- Este relajado y despierto, no pierda la concentración en ningún momento

#### **La muestra:**

- Debe ser anónima
- Pruebe al final la primera muestra

#### **El entorno:**

- El vaso debe ser transparente y sin olores extraños
- El local debe tener buena luz, sin ruidos
- No fumar ni ingerir alimentos una hora antes del catado
- Tenga a mano papel y lápiz para hacer anotaciones



### ¿ Cómo tener una buena visión?

**Vista:** El color de la cerveza en el borde de la copa inclinada da la primera información. Aquí evaluamos los colores (intensidad y matiz) y la transparencia.

### ¿ Cómo utilizar bien la nariz?

**Olfato:** Sobre vaso con tiraje de catado llenándolo hasta la mitad.

Se agitará el vaso en redondo llevando la superficie del vaso a la nariz, respirando profundamente por ella arrastrando todos los aromas de la cerveza. Se identificarán los aromas que te recuerdan a algún ingrediente primordial de la cerveza.

### ¿ Cómo utilizar bien la lengua y paladar?

**Gusto:** Sobre el mismo vaso que hemos detectado los aromas procedemos a detectar su sabor, primero damos un sorbo para enjuagar la boca y garganta y crear una primera capa sobre las papilas gustativas estimulándolas. A continuación, damos un segundo sorbo, el que se paladeará y se catará más despacio permitiendo que la cerveza inunde todas las papilas gustativas de la lengua y pueda identificar los diferentes sabores.



**Anexo 5**

*Formato para el análisis sensorial de cerveza artesanal entregado a los panelistas*

**TESIS: “Cerveza artesanal con maíz morado (*Zea mays*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) tipo malta, tostadas a diferentes tiempos y temperatura”**

Nombre : .....

Fecha : ...../...../.....

**Evaluación Sensorial**

COLOR		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	T 16	T 17	T 18	
	1.Turbio																			
	2.Poco claro																			
	3.Claro																			
	4.Brillante																			
	5.Cristalino																			

OLOR		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	T 16	T 17	T 18	
	1. Inexistente																			
	2. Suave																			
	3. Característico																			
	4. Suficiente																			
	5. Intenso																			

SABOR		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	T 16	T 17	T 18	
	1. Muy ligero																			
	2. Ligero																			
	3. Suficiente																			
	4. Vigoroso																			
	5. Generoso																			

ESPUMA		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	T 16	T 17	T 18	
	1. Casi sin gas																			
	2. Poco Gas																			
	3. Equilibrado																			
	4. Abundante gas																			
	5. Gran cantidad de gas																			

Nota: Formato para el análisis sensorial de cerveza artesanal, adaptado por las tesis de Aguirre (2019) y Gallardo

(2017)

## Anexo 6

*Fotos del proceso para la obtención de maíz morado tipo malta*



Fotografía 1: Recepción de maíz morado



Fotografía 2: Remojo de maíz morado



Fotografía 3: Proceso de germinación de maíz morado



Fotografía 4: Proceso de secado de maíz morado

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'J. V. ...'.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'D. J. ...'.



Fotografía 5: Molienda de maíz morado

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

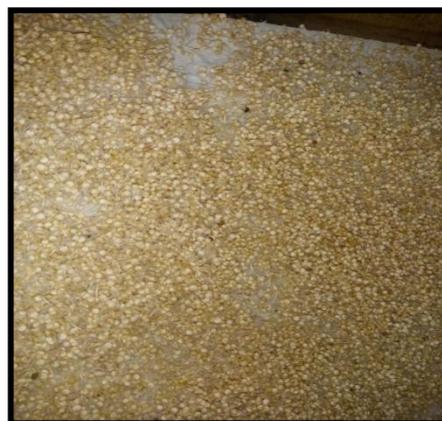
*[Handwritten signature]*

**Anexo 7**

*Fotos del proceso para la obtención de quinua tipo malta.*



Fotografía 1: Recepción de quinua



Fotografía 2: Proceso de germinación de quinua



Fotografía 3: Proceso de secado de quinua



## Anexo 8

*Fotos del proceso para la obtención de cerveza artesanal.*



Fotografía 1: Recepción de maíz morado y quinua tipo maltas



Fotografía 2: Cocción del mosto



Fotografía 3: Reposo y filtrado del mosto





Fotografía 4: Fermentación de la cerveza artesanal



Fotografía 5: Filtrado de la cerveza artesanal



Fotografía 6: Elaboración del jarabe para la carbonatación de la cerveza artesanal



Fotografía 7: Embotellado de la cerveza artesanal



Fotografía 8: Adición de jarabe para la carbonatación de la cer.veza



Fotografía 9: Sellado de la cerveza artesanal

Handwritten signature in blue ink.

Handwritten signature in blue ink.

Handwritten signature in blue ink.

## Anexo 9

*Características fisicoquímicas de la cerveza artesanal después de 15 días de embotellado*



Fotografía 1: Medición de °Brix



Fotografía 2: Medición de pH



Fotografía 3: Medición de la acidez total

## Anexo 10

### *Fotos del análisis sensorial de la cerveza artesanal*



Fotografía 1: Análisis sensorial de la cerveza artesanal

*[Handwritten signature]* *[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]* *[Handwritten signature]*

## Anexo 11

*Fotos de los dieciocho tratamientos de cerveza artesanal.*



Tratamiento 1: Cerveza elaborada con maíz morado al 60% y quinua al 40%, tostadas a 100 °C por 105 minutos (P1T1t1).



Tratamiento 2: Cerveza elaborada con maíz morado al 60% y quinua al 40%, tostadas a 100 °C por 115 minutos (P1T1t2).



Tratamiento 3: Cerveza elaborada con maíz morado al 60% y quinua al 40%, tostadas a 100 °C por 125 minutos (PIT1t3).



Tratamiento 4: Cerveza elaborada con maíz morado al 60% y quinua al 40%, tostadas a 110 °C por 105 minutos (PIT2t1).

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'J. C. C.', written on a white background.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'M. H.', written on a white background.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'D. J. C.', written on a white background.



Tratamiento 5: Cerveza elaborada con maíz morado al 60% y quinua al 40%, tostadas a 110 °C por 115 minutos (PIT2t2).



Tratamiento 6: Cerveza elaborada con maíz morado al 60% y quinua al 40%, tostadas a 110 °C por 125 minutos (PIT2t3).

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "J. C. C." followed by a flourish.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "M. H." followed by a flourish.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "D. J." followed by a flourish.



Tratamiento 7: Cerveza elaborada con maíz morado al 60% y quinua al 40%, tostadas a 120 °C por 105 minutos (P1T3t1).



Tratamiento 8: Cerveza elaborada con maíz morado al 60% y quinua al 40%, tostadas a 120 °C por 115 minutos (P1T3t2).



Tratamiento 9: Cerveza elaborada con maíz morado al 60% y quinua al 40%, tostadas a 120 °C por 125 minutos (P1T3t3).



Tratamiento 10: Cerveza elaborada con maíz morado al 40% y quinua al 60%, tostadas a 100 °C por 105 minutos (P2T1t1).

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'J. C. C.', located at the bottom left of the page.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'M. H.', located at the bottom center of the page.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'D. J. C.', located at the bottom right of the page.



Tratamiento 11: Cerveza elaborada con maíz morado al 40% y quinua al 60%, tostadas a 100 °C por 115 minutos (P2T1t2).



Tratamiento 12: Cerveza elaborada con maíz morado al 40% y quinua al 60%, tostadas a 100 °C por 125 minutos (P2T1t3).



Tratamiento 13: Cerveza elaborada con maíz morado al 40% y quinua al 60%, tostadas a 110 °C por 105 minutos (P2T2t1).



Tratamiento 14: Cerveza elaborada con maíz morado al 40% y quinua al 60%, tostadas a 110 °C por 115 minutos (P2T2t2).

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'J. C. C.', written in a cursive style.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'M. H.', written in a cursive style.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'D. J. C.', written in a cursive style.



Tratamiento 15: Cerveza elaborada con maíz morado al 40% y quinua al 60%, tostadas a 110 °C por 125 minutos (P2T2t3).



Tratamiento 16: Cerveza elaborada con maíz morado al 40% y quinua al 60%, tostadas a 120 °C por 105 minutos (P2T3t1).



Tratamiento 17: Cerveza elaborada con maíz morado al 40% y quinua al 60%, tostadas a 120 °C por 115 minutos (P2T3t2).



Tratamiento 18: Cerveza elaborada con maíz morado al 40% y quinua al 60%, tostadas a 120 °C por 125 minutos (P2T3t3).

## Anexo 12

*Características fisicoquímicas de la cerveza artesanal después de 15 días de embotellado.*

### a) Valores de °Brix

El mosto del maíz morado malteado y la quinua malteada es un medio apto para los microorganismos presentes en el proceso de fermentación, conforme va avanzando el proceso las levaduras van consumiendo los azúcares presentes, realizando de esta manera el proceso de fermentación, hasta que la deficiencia de azúcares como nutrientes y el etanol, cesan el incremento de la población.

**Tabla 5**

*Grados Brix obtenidos a los 15 días de embotellado.*

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Promedio
	I	II	III	
P1T1t1	7.33	7.43	7.40	7.39
P1T1t2	7.54	7.32	7.45	7.44
P1T1t3	8.34	8.43	8.56	8.44
P1T2t1	6.52	6.54	6.76	6.61
P1T2t2	7.53	7.54	7.75	7.61
P1T2t3	8.54	8.54	8.66	8.58
P1T3t1	6.36	6.64	6.57	6.52
P1T3t2	7.36	7.35	7.55	7.42
P1T3t3	7.35	7.64	7.52	7.50
P2T1t1	7.45	7.35	7.30	7.37
P2T1t2	7.64	7.44	7.72	7.60
P2T1t3	8.42	8.90	8.80	8.71
P2T2t1	6.54	6.75	6.73	6.67
P2T2t2	7.35	7.65	7.67	7.56
P2T2t3	6.53	6.75	6.70	6.66
P2T3t1	7.35	7.70	7.75	7.60
P2T3t2	7.53	7.55	7.40	7.49
P2T3t3	6.63	6.55	6.57	6.58

b) Valores de pH

Tabla 6

Potencial de hidrógeno obtenido a los 15 días de embotellado.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Promedio
	I	II	III	
P1T1t1	3.7	3.5	3.6	3.60
P1T1t2	4.37	4.35	4.45	4.39
P1T1t3	4.6	4.55	4.56	4.57
P1T2t1	4.78	4.79	4.76	4.78
P1T2t2	4.56	4.57	4.75	4.63
P1T2t3	4.768	4.76	4.66	4.73
P1T3t1	4.58	4.56	4.565	4.57
P1T3t2	4.56	4.54	4.545	4.55
P1T3t3	4.52	4.51	4.52	4.52
P2T1t1	4.6	4.5	4.3	4.47
P2T1t2	4.758	4.74	4.72	4.74
P2T1t3	4.98	4.9	4.8	4.89
P2T2t1	4.8	4.75	4.73	4.76
P2T2t2	4.7	4.65	4.67	4.67
P2T2t3	4.89	4.75	4.7	4.78
P2T3t1	4.8	4.7	4.75	4.75
P2T3t2	4.56	4.55	4.4	4.50
P2T3t3	4.58	4.55	4.57	4.57



c) Valores de Densidad

Tabla 7

Densidad obtenida a los 15 días de embotellado.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Promedio
	I	II	III	
P1T1t1	1.0138	1.01	1.0145	1.01
P1T1t2	1.014	1.01	1.01	1.01
P1T1t3	1.014	1.01	1.0145	1.01
P1T2t1	1.0136	1.01	1.012	1.01
P1T2t2	1.01	1.0128	1.0123	1.01
P1T2t3	1.013	1.01	1.01	1.01
P1T3t1	1.01	1.0129	1.0126	1.01
P1T3t2	1.04	1.01	1.013	1.02
P1T3t3	1.004	1.005	1.0025	1.00
P2T1t1	1.01	1.013	1.0137	1.01
P2T1t2	1.008	1.0128	1.0128	1.01
P2T1t3	1.01	1.01	1.0128	1.01
P2T2t1	1.01	1.0126	1.01	1.01
P2T2t2	1.01	1.0118	1.017	1.01
P2T2t3	1.0025	1.01	1.01	1.01
P2T3t1	1.01	1.012	1.01	1.01
P2T3t2	1.01	1.01	1.01	1.01
P2T3t3	1.014	1.003	1.005	1.01

a) Grado Alcohólico

**Tabla 8**

*Grado alcohólico obtenido a los 15 días de embotellado.*

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Promedio
	I	II	III	
P1T1t1	4.6	4.45	3.5	4.18
P1T1t2	5.77	5.65	5.55	5.66
P1T1t3	3.6	3.55	3.56	3.57
P1T2t1	5.88	5.69	5.86	5.81
P1T2t2	4.96	4.77	4.85	4.86
P1T2t3	4.868	4.76	4.66	4.76
P1T3t1	4.98	4.76	4.965	4.90
P1T3t2	4.56	4.44	4.645	4.55
P1T3t3	3.52	3.5	3.51	3.51
P2T1t1	5.5	5.4	5.45	5.45
P2T1t2	3.658	3.54	3.51	3.57
P2T1t3	4.87	4.9	4.8	4.86
P2T2t1	5.7	5.75	5.73	5.73
P2T2t2	4.5	4.35	4.55	4.47
P2T2t3	3.8	3.65	3.75	3.73
P2T3t1	5.7	5.65	5.75	5.70
P2T3t2	3.47	3.44	3.45	3.45
P2T3t3	3.95	4	4.1	4.02

b) Valores de acidez total

**Tabla 9**

*Acidez total obtenida a los 15 días de embotellado*

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Promedio
	I	II	III	
P1T1t1	0.366	0.35	0.355	0.36
P1T1t2	0.254	0.25	0.25	0.25
P1T1t3	0.214	0.21	0.215	0.21
P1T2t1	0.39	0.39	0.388	0.39
P1T2t2	0.26	0.277	0.267	0.27
P1T2t3	0.368	0.36	0.36	0.36
P1T3t1	0.28	0.27	0.276	0.28
P1T3t2	0.34	0.34	0.345	0.34
P1T3t3	0.31	0.32	0.316	0.32
P2T1t1	0.22	0.223	0.226	0.22
P2T1t2	0.358	0.353	0.353	0.35
P2T1t3	0.27	0.27	0.266	0.27
P2T2t1	0.32	0.316	0.33	0.32
P2T2t2	0.25	0.258	0.257	0.26
P2T2t3	0.248	0.25	0.25	0.25
P2T3t1	0.2	0.212	0.22	0.21
P2T3t2	0.27	0.24	0.25	0.25
<b>P2T3t3</b>	<b>0.41</b>	<b>0.46</b>	<b>0.446</b>	<b>0.44</b>

### Anexo 13

#### Resultados del análisis sensorial de la cerveza artesanal

**Tabla 10.**

*Valoración de la característica color*

PANELISTAS	TRATAMIENTOS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
P1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	1
P2	3	2	4	4	1	2	4	4	1	1	3	3	2	4	2	3	2	2
P3	3	4	4	4	2	2	3	3	2	3	3	3	2	4	3	2	2	3
P4	4	3	3	3	2	3	4	2	1	4	3	3	2	3	4	4	3	1
P5	3	2	2	2	1	2	2	3	4	3	3	2	2	4	5	4	3	3
P6	4	3	4	3	3	3	1	4	3	2	2	2	3	4	5	3	4	2
P7	2	4	3	3	3	2	2	2	2	1	2	3	2	4	5	2	5	1
P8	2	3	2	3	1	1	3	1	2	2	2	3	3	4	4	4	4	2
P9	3	2	3	4	2	2	4	2	4	3	2	3	2	3	4	4	2	3
P10	3	3	3	2	3	2	5	2	1	3	1	3	2	3	4	3	2	2
P11	2	4	2	2	1	1	4	1	1	4	2	2	2	3	4	1	2	4
P12	5	4	2	1	5	1	3	5	4	4	4	1	3	1	4	3	1	2
P13	2	3	1	4	4	5	5	2	3	3	4	2	4	2	4	4	3	1
P14	5	4	3	5	4	4	2	2	4	1	5	5	3	4	2	3	5	1
P15	5	1	2	2	5	2	3	5	1	5	5	4	5	2	3	1	2	3
P16	1	5	5	4	5	3	5	5	4	2	3	4	2	2	4	1	3	5
P17	2	1	4	1	5	1	1	4	5	1	4	5	5	1	2	1	5	1
P18	1	1	2	1	5	1	5	5	3	2	5	4	1	1	3	3	3	3
P19	1	2	4	1	4	5	3	4	5	4	2	3	3	5	4	2	3	1
P20	3	1	4	4	4	4	4	2	4	1	2	2	2	5	3	5	1	4
P21	2	5	2	5	1	5	2	1	5	3	4	3	2	3	1	4	1	1
P22	1	3	4	3	4	4	1	5	5	3	3	3	5	3	3	3	1	5
P23	4	2	5	5	4	3	3	2	3	2	1	1	2	2	3	1	2	3
P24	1	4	4	1	1	4	2	1	4	4	1	1	1	1	4	3	4	4
P25	1	4	3	5	5	3	3	4	2	2	4	3	3	3	3	4	3	4
P26	5	1	4	3	3	5	1	3	5	2	1	4	5	3	3	3	3	4
P27	4	5	5	4	2	2	3	1	5	1	3	1	3	5	5	3	3	1
P28	4	4	4	3	3	4	2	5	3	5	3	1	5	1	2	5	4	3
P29	4	3	2	2	3	4	4	4	3	5	1	5	5	2	5	5	4	5
P30	1	5	1	3	1	3	4	2	5	3	2	2	4	1	4	5	4	4

**Tabla 11**

*Valoración de la característica olor*

PANELISTAS	TRATAMIENTOS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
P1	4	3	3	4	4	2	3	4	2	3	4	2	3	1	2	3	4	3
P2	3	4	4	2	4	3	3	2	2	2	1	4	3	2	3	3	2	2
P3	2	2	2	3	4	4	3	3	2	2	3	4	2	4	2	4	3	2
P4	3	2	3	4	1	3	4	4	2	2	3	2	2	2	2	4	1	3
P5	1	4	2	3	4	3	2	3	4	4	2	3	4	3	3	3	3	3
P6	1	3	2	4	2	4	2	3	3	4	1	1	1	3	2	2	2	4
P7	3	4	1	2	3	2	4	1	2	3	1	4	2	4	3	1	3	2
P8	2	4	3	4	2	2	1	4	2	4	2	3	2	3	4	3	4	2
P9	4	3	2	3	4	2	2	1	3	2	3	2	4	2	4	3	3	4
P10	1	2	2	3	1	4	3	3	3	2	2	4	3	4	4	3	3	3
P11	2	3	2	1	4	2	1	2	3	3	4	1	2	2	3	4	4	1
P12	4	2	3	3	1	3	4	2	2	2	2	3	1	2	3	3	4	3
P13	3	2	1	1	3	2	2	3	3	1	4	4	2	3	4	2	3	1
P14	1	4	4	3	4	1	1	2	4	4	4	4	4	2	2	4	1	2
P15	4	2	2	2	2	3	4	4	1	3	2	4	1	3	3	3	3	2
P16	3	4	1	1	3	4	1	3	1	4	2	2	4	4	2	4	3	3
P17	4	1	4	4	4	3	1	2	4	1	2	2	3	2	2	2	2	2
P18	4	3	1	2	3	3	2	4	4	3	4	3	2	3	3	4	4	1
P19	1	1	1	3	4	1	3	2	3	1	4	3	3	1	3	1	3	4
P20	2	3	3	3	4	2	4	2	4	1	4	3	2	3	3	3	1	4
P21	3	3	2	1	3	4	4	2	3	3	2	1	4	3	4	4	1	2
P22	4	1	4	4	1	2	4	4	1	1	3	1	1	4	4	4	2	1
P23	3	3	2	2	4	3	4	2	3	4	2	2	3	3	4	3	2	2
P24	4	3	4	2	2	1	1	2	3	2	4	1	2	1	4	1	2	4
P25	1	4	2	2	1	3	3	4	3	1	4	3	2	3	4	1	2	1
P26	4	1	2	3	4	1	1	1	3	1	3	1	1	4	4	2	2	3
P27	2	3	4	2	4	3	3	4	4	1	2	3	2	3	1	2	2	1
P28	3	2	1	3	3	2	4	2	4	1	1	4	3	3	2	1	2	1
P29	3	4	1	1	3	3	3	4	1	2	3	3	3	4	3	1	4	3
P30	2	2	4	2	2	2	1	4	3	2	2	4	2	4	1	2	2	1

**Tabla 12**

*Valoración de la característica sabor*

PANELISTAS	TRATAMIENTOS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
P1	3	2	3	2	2	4	4	2	3	1	2	3	3	2	3	4	2	2
P2	4	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	4	2	3	1	3	2
P3	1	4	4	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	4	3
P4	2	1	2	4	3	3	3	4	4	3	3	4	2	4	2	3	1	2
P5	2	2	2	2	2	3	4	4	1	2	3	2	2	3	3	3	3	1
P6	3	2	3	1	2	3	2	3	3	3	4	2	1	2	4	2	2	4
P7	4	2	4	4	2	2	1	4	2	3	3	3	2	2	3	4	4	2
P8	1	2	1	1	3	4	2	2	2	3	4	2	2	3	3	3	3	3
P9	2	2	3	2	4	1	3	2	4	4	3	2	4	4	2	3	2	2
P10	2	2	3	4	2	1	1	3	2	4	2	2	1	2	3	3	3	2
P11	3	2	3	2	2	4	4	2	3	1	2	3	3	2	3	4	2	2
P12	4	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	4	2	3	1	3	2
P13	1	4	4	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	4	3
P14	2	1	2	4	3	3	3	4	4	3	3	4	2	4	2	3	1	2
P15	2	2	2	2	2	3	4	4	1	2	3	2	2	3	3	3	3	1
P16	3	2	3	1	2	3	2	3	3	3	4	2	1	2	4	2	2	4
P17	4	2	4	4	2	2	1	4	2	3	3	3	2	2	3	4	4	2
P18	1	2	1	1	3	4	2	2	2	3	4	2	2	3	3	3	3	3
P19	2	2	3	2	4	1	3	2	4	4	3	2	4	4	2	3	2	2
P20	3	2	3	1	2	3	2	3	3	3	4	2	1	2	4	2	2	4
P21	4	2	4	4	2	2	1	4	2	3	3	3	2	2	3	4	4	2
P22	1	2	1	1	3	4	2	2	2	3	4	2	2	3	3	3	3	3
P23	2	2	3	2	4	1	3	2	4	4	3	2	4	4	2	3	2	2
P24	2	2	3	4	2	1	1	3	2	4	2	2	1	2	3	3	3	2
P25	3	2	3	2	2	4	4	2	3	1	2	3	3	2	3	4	2	2
P26	4	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	4	2	3	1	3	2
P27	1	4	4	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	4	3
P28	3	2	3	1	2	3	2	3	3	3	4	2	1	2	4	2	2	4
P29	4	2	4	4	2	2	1	4	2	3	3	3	2	2	3	4	4	2
P30	1	2	1	1	3	4	2	2	2	3	4	2	2	3	3	3	3	3

**Tabla 13**

*Valoración de la característica espuma*

PANELISTAS	TRATAMIENTOS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
P1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	1
P2	3	2	4	4	1	2	4	4	1	1	3	3	2	4	2	3	2	2
P3	3	4	4	4	2	2	3	3	2	3	3	3	2	4	3	2	2	3
P4	4	3	3	3	2	3	4	2	1	4	3	3	2	3	4	4	3	1
P5	3	2	2	2	1	2	2	3	4	3	3	2	2	4	5	4	3	3
P6	4	3	4	3	3	3	1	4	3	2	2	2	3	4	5	3	4	2
P7	2	4	3	3	3	2	2	2	2	1	2	3	2	4	5	2	5	1
P8	2	3	2	3	1	1	3	1	2	2	2	3	3	4	4	4	4	2
P9	3	2	3	4	2	2	4	2	4	3	2	3	2	3	4	4	2	3
P10	3	3	3	2	3	2	5	2	1	3	1	3	2	3	4	3	2	2
P11	5	5	4	4	3	3	3	3	5	1	4	5	2	5	5	4	3	4
P12	2	5	2	1	4	3	1	3	2	1	1	3	5	1	4	3	4	2
P13	5	4	3	3	1	5	5	3	4	3	3	5	2	1	4	4	5	3
P14	5	4	2	5	5	4	5	1	4	4	1	4	2	5	3	1	4	3
P15	4	1	2	1	4	5	1	1	2	3	5	5	2	2	5	1	1	5
P16	5	3	4	4	2	1	1	1	1	3	4	2	3	1	4	2	2	4
P17	4	1	5	2	3	2	4	3	2	3	2	2	4	1	1	1	3	1
P18	1	3	3	5	1	4	4	1	2	3	4	3	4	3	2	4	4	5
P19	2	5	1	3	5	4	3	5	5	1	5	2	2	3	2	5	4	2
P20	2	5	5	4	3	2	3	2	3	2	4	5	4	1	5	1	3	3
P21	4	5	2	4	2	4	2	2	1	2	4	3	5	4	3	1	1	2
P22	2	1	5	5	2	1	4	5	5	5	5	5	5	5	3	2	3	2
P23	4	3	3	4	5	2	1	3	5	4	3	3	1	1	5	2	5	2
P24	1	1	3	1	1	2	1	3	3	2	4	1	1	1	1	4	3	5
P25	2	5	5	5	2	5	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	5	4
P26	3	2	5	3	4	2	2	3	5	2	1	1	5	1	1	1	3	1
P27	4	3	3	2	4	1	1	2	3	2	2	3	3	5	2	1	3	2
P28	2	1	5	5	4	4	2	1	2	2	5	3	5	2	4	3	3	2
P29	3	2	1	1	5	4	1	1	5	5	4	5	4	1	3	3	3	5
P30	1	2	1	3	2	1	1	2	3	5	1	1	3	1	3	3	2	4

## Anexo 14:

### Cálculo de Test de Friedman

```
37- #=====ENFOQUE NO PARAMETRICO (Test de Friedman)=====
38
39 CarOr = c("Espuma","Color","Olor","Sabor") ##vector con las características a testear
40 dataTest = NULL; dataComp = NULL; dataRangos = NULL; data_CompWC = NULL
41
42 #>% filter(Proporcion == "60M_40Q")
43
44 for (j in c(1:4)) {
45   data3 <- data_organ3 %>% select(Juez,Productos,CarOr[j]) %>% spread(Productos,CarOr[j])
46   testF = friedman.test(as.matrix(data3[,-1])) #Test de Friedman
47   fcm = friedmanmc( as.matrix(data3[,-1]) ) #Comparaciones multiples
48   #data_WC = data3 %>% gather(key = "Producto", value = "Ev", 2:19)
49   #test_WC = pairwise.wilcox.test(data_WC$Ev, data_WC$Producto, paired = TRUE, p.adjust.method = "holm")
50   #as.data.frame(test_WC$) = data_WC %>% wilcox_test(Ev ~ Producto, paired = TRUE, p.adjust.method = "bonferroni")
51   chi = testF$statistic; g1 = testF$parameter; pval = testF$p.value
52
53   result_Friedman = as.data.frame(cbind(CarOr[j],chi,g1,pval))
54   comparaciones = fcm$dif.com %>% mutate(Caracteristicas = CarOr[j])
55   #comparaciones_WC = cbind(CarOr[j],as.data.frame(test_WC$p.value))
56
57   dataTest = rbind(dataTest,result_Friedman) #Data con los resultados del test de Friedman para cada caracterisitica.
58
59
60
61
62
63
64:1 ENFOQUE NO PARAMETRICO (Test de Friedman)
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2406
2407
2408
2409
2410
2411
2412
2413
2414
2415
2416
2417
2418
2419
2420
2421
2422
2423
2424
2425
2426
2427
2428
2429
2430
2431
2432
2433
2434
2435
2436
2437
2438
2439
2440
2441
2442
2443
2444
2445
2446
2447
2448
2449
2450
2451
2452
2453
2454
2455
2456
2457
2458
2459
2460
2461
2462
2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470
2471
2472
2473
2474
2475
2476
2477
2478
2479
2480
2481
2482
2483
2484
2485
2486
2487
2488
2489
2490
2491
2492
2493
2494
2495
2496
2497
2498
2499
2500
2501
2502
2503
2504
2505
2506
2507
2508
2509
2510
2511
2512
2513
2514
2515
2516
2517
2518
2519
2520
2521
2522
2523
2524
2525
2526
2527
2528
2529
2530
2531
2532
2533
2534
2535
2536
2537
2538
2539
2540
2541
2542
2543
2544
2545
2546
2547
2548
2549
2550
2551
2552
2553
2554
2555
2556
2557
2558
2559
2560
2561
2562
2563
2564
2565
2566
2567
2568
2569
2570
2571
2572
2573
2574
2575
2576
2577
2578
2579
2580
2581
2582
2583
2584
2585
2586
2587
2588
2589
2590
2591
2592
2593
2594
2595
2596
2597
2598
2599
2600
2601
2602
2603
2604
2605
2606
2607
2608
2609
2610
2611
2612
2613

```