

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**DESARROLLO DE CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE CON MAÍZ BLANCO  
ORGÁNICO (*Zea Mays L.*)**

POR:

**YELSON ALEXANDER MÉNDEZ MEJÍA**

**TESIS**



**CATACAMAS**

**OLANCHO**

**ABRIL, 2024**

DESARROLLO DE CERVEZA ARTESANAL ESTILO ALE CON MAÍZ BLANCO  
ORGÁNICO (*Zea Mays L.*)

POR:

**YELSON ALEXANDER MENDEZ MEJIA**

**M. Sc. ROSA ARELYS BETANCOURTH**

**Asesora principal**

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA  
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
TECNOLOGIA ALIMENTARIA

**CATACAMAS**

**OLANCHO**

**ABRIL, 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

Catacamas , Olancho

**ACTA DE SUSTENTACION**

Los suscritos miembros del comité evaluador del informe final de la práctica profesional supervisada certificamos que:

El estudiante **YELSON ALEXANDER MENDEZ MEJIA** del IV Año de Ingeniería en tecnología de alimentos presento su informe intitulado:

**DESARROLLO DE CERVEZA ARTESANAL ESTILO ALE CON MAIZ BLANCO ORGANICO (*Zea Mays* )**

El cuál a criterio de los evaluadores, \_\_\_\_\_ el presente trabajo de investigación como requisito previo para optar al título de Ingeniero en Alimentos

Dado en la ciudad de Catacamas, Departamento de Olancho, a los 02 días del mes de mayo del año dos mil veinticuatro.

---

Asesor Principal

---

Asesor Secundario

---

Asesor Secundario

## DEDICATORIAS

Para mi es un placer y orgullo dedicarles este trabajo a varias personas que fueron pilares y ejemplo a seguir durante este largo trayecto e importante etapa de mi vida.

**A mis Padres:** Por impulsarme a ser alguien mejor en la vida y por enseñarme el valioso camino del trabajo duro y por brindarme todo su apoyo y amor incondicional y enseñarme a seguir adelante ante cualquier adversidad.

**A mis Hermanos:** Por apoyarme y brindarme su ayuda y por impulsarme a seguir adelante siempre.

Es un placer dedicar mi trabajo de investigación a mi amigo Walter Bhrizz Kiath Sambola el cual me ha brindado su apoyo y me ha acompañado en los momentos difíciles en todo el camino de la carrera y me ha dado ánimos en situaciones críticas.

Por último, dedico este trabajo de investigación al M.Sc. Javier Reyes Luna y al Dr. Junior Marcia quienes confiaron en mi y en mis capacidades y que han sido una fuente constante de inspiración y motivación. Este trabajo es un reflejo de todo el esfuerzo y dedicación que he puesto en el, y espero que sea de utilidad para quienes lo necesitan.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, agradezco a Dios nuestro padre celestial por haberme dado vida, salud y fuerza para seguir adelante con mis propósitos, por ser el que me otorgo mis cualidades y bendecir mi camino hacia el éxito.

A mis padres Juan Méndez y Martha Luz Mejía por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, me educaron y me motivaron a seguir mis sueños y este es un gran logro y se lo debo a ustedes que confiaron y creyeron en mí en todo momento, me supieron orientar e inculcar principios morales y me enseñaron a ser perseverante en la vida.

Agradezco con mucho aprecio y de todo corazón a mi asesora principal M.Sc. Rosa Arelys Betancourth quien me guio y me brindo su apoyo en esta investigación, y agradezco a mis asesores auxiliares M.Sc. Ramon Herrera y M. Sc Wilson Martínez por brindarme su apoyo en el transcurso de la investigación.

Y por último agradezco a la Universidad Nacional de Agricultura quien me brindo la oportunidad y el conocimiento para poder concluir con mi investigación.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
2.1.	Objetivo general .....	2
2.1.	Específicos.....	2
<b>III.</b>	<b>REVISION DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
3.1.	La cerveza .....	3
3.1.1.	La cerveza artesanal.....	3
3.1.2.	Diferencias entre las cervezas artesanales e industriales .....	4
3.1.3.	Materias primas utilizadas en la elaboración de cerveza .....	5
a).	El agua potable: .....	5
b).	Cereales: .....	6
c).	La cebada: .....	6
d).	Lúpulo: .....	7
3.2.	Propiedades del Maíz.....	7
3.2.1.	Valor Nutricional.....	8
3.2.2.	Los hidratos de carbono .....	9
3.2.3.	Polisacáridos.....	11
3.2.4.	Almidón.....	11
3.2.5.	Enzimas Proteolíticas: .....	14
3.2.6.	Celulosa.....	15
3.3.	Levadura .....	15
3.4.	Tipos de cervezas.....	17
3.4.1.	Las cervezas tipo ale: .....	17
3.4.2.	Las cervezas tipo lager: .....	17
3.4.3.	Composición de las cervezas tipo ale y lager .....	18
3.5.	Proceso de recolección de materia prima: .....	18
3.5.1.	Malteado: .....	18
3.5.2	Molienda: .....	19
3.5.3.	Macerado:.....	19
3.5.4.	Filtrado: .....	20

Este en un proceso de separación .....	20
3.5.5. Lúpulo: .....	20
3.5.6. Carbonatación: .....	20
3.5.7. Envasado y etiquetado:.....	21
3.5.8. Almacenamiento y Distribución: .....	21
3.6. Propiedades de las cervezas .....	21
3.6.1. Organolépticas.....	21
<b>IV. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>24</b>
4.1. Metodología .....	26
4.2. Fase 1 pruebas preliminares.....	26
4.3. Fase 2 diseño de formulaciones .....	26
4.4. Desarrollo de elaboración de cerveza Artesanal a base de maíz .....	28
4.5. Fase 3 selección de la formula con mayor aceptabilidad sensorial .....	29
4.6. Diseño experimental .....	30
4.7. Análisis estadístico .....	30
4.8. Fase 4 análisis fisicoquímicos.....	31
4.9. Parámetros sensoriales.....	32
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
5.1. Diseño y ejecución de pruebas preliminares.....	33
5.2. Desarrollo de las diferentes formulaciones para la elaboración de cerveza .....	33
5.3. Evaluación sensorial de las cervezas .....	34
5.4. Cálculo de índice de aceptación .....	36
5.5. Análisis fisicoquímicos .....	36
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>38</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>44</b>

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Diferencia entre cervezas artesanales e industriales.....	4
<b>Cuadro 2.</b> Valor nutricional del maíz blanco .....	8
<b>Cuadro 3.</b> Descripción de Materiales .....	25
<b>Cuadro 4.</b> Diseño de formulaciones en la elaboración de cerveza.....	27
<b>Cuadro 5.</b> Tratamientos .....	30

## LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Reacción de condensación de dos monosacáridos .....	10
<b>Figura 2.</b> Representación química de la Amilosa y Amilopectina .....	12
<b>Figura 3.</b> Representación de la Bata-Amilasa .....	14
<b>Figura 4.</b> Tipo de composición de cerveza ale y lager .....	18
<b>Figura 5.</b> Laboratorio de Evaluaciones Sensoriales .....	24
<b>Figura 6.</b> Índice de Aceptabilidad .....	35

## LISTADO DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Evaluación Sensorial de Cerveza.....	44
<b>Anexo 2.</b> Flujograma de Proceso .....	45
<b>Anexo 3.</b> Hoja Maestra.....	47
<b>Anexo 4.</b> Proceso de elaboración de cerveza artesanal tipo ale con maíz blanco .....	48

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> representación de los tratamientos en base a 6000g (6 lt).....	27
<b>Tabla 2:</b> Comparación de las medias de los atributos sensoriales de cerveza artesanal tipo Ale elaborada con una sustitución parcial de maíz en los diferentes tratamientos.....	34
<b>Tabla 3:</b> Formulación con mayor aceptación .....	35
<b>Tabla 4</b> Propiedades fisicoquímicas .....	37

**Mendez, Mejia, Y. A. 2024.** DESARROLLO DE CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE CON MAIZ BLANCO ORGANICO (*Zea Mays L.*). Tesis. Ingenieria en Tecnologia Alimentaria, Catacamas, Olancho, Honduras, Universidad Nacional de Agricultura.

## RESUMEN

La cerveza artesanal se basa en un proceso de fermentación y maduración utilizando malta de cebada en combinación con otros elementos amiláceos los cuales se activan utilizando levaduras que realizan la transformación de los azúcares en alcohol, el objetivo de esta investigación fue desarrollar una cerveza artesanal tipo ale con sustitución parcial de cebada (*Hordeum vulgare L.*) por maíz blanco orgánico (*Zea Mays L.*), el trabajo se desarrollo realizando pruebas preliminares para poder verificar algún defecto, se realizaron tres formulaciones con distintas cantidades de maíz en una sustitución parcial de malta en los diferentes tratamientos y se utilizo un testigo de manera comparativa (t1 20%, t2 30%, t3 50%, t4 testigo) se evaluó la formulación con mayor aceptabilidad sensorial mediante una prueba hedónica de siete puntos donde dichos datos se sometieron al programa estadístico Infostat utilizando el método de Tukey con un nivel de significancia de 0.05% y se evaluaron las características físico químicas de la muestra con mayor aceptación, se realizó el índice de aceptabilidad de cada tratamiento donde se calculo el valor de las medias de los parámetros sensoriales, la cual muestra que el tratamiento 1,2 y 3 fueron aceptados en todos los parámetros sensoriales y se observa que en el tratamiento 3 en el parámetro de sabor tiene cierta similitud con el control, según los datos expuestos si se logro desarrollar una cerveza tipo ale con sustitución parcial de cebada por maíz blanco la cual nos brinda parámetros sensoriales aceptables con cierta similitud a una cerveza comercial.

**Palabras clave:** Fermentación, activación, maduración, levadura, amiláceos.

## I. INTRODUCCIÓN

El estudio se realizó en base al proceso de producción de cerveza artesanal utilizando el maíz como una sustitución parcial de malta de cebada, como una alternativa al uso de granos más económicos en este caso el maíz blanco (Fuente Propia).

Las materias primas utilizadas principal mente para la elaboración de cervezas artesanales e industriales son agua, cebada, malta, levadura, lúpulo y entre otros, sin embargo, durante la transformación de cervezas artesanales se deben de controlar minuciosamente algunos factores que suelen alterarse como textura que depende del tipo de grano que se utiliza, de igual forma la densidad dependen de las concentraciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (Navarro, 2020).

En esta investigación se describió un proceso tecnológico de cervezas artesanales utilizando una baja cantidad de malta y sustituyendo con maíz para complementar el cien por ciento de la formula, siendo las materias primas las que garantizan las propiedades organolépticas propias de la cerveza (Navarro, 2020).

Se realizó la elaboración de cerveza aplicando métodos tradicionales y utensilios básicos tratando de utilizar el grano básico (Maíz) como una alternativa económica sustituyendo parcialmente la malta, así se aprovecharon las características funcionales del grano y se analizaron las características sensoriales y la aceptación que obtuvo ante la población. Y así se elaboró una cerveza de calidad de manera económica (Fuente Propia).

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

Desarrollar una cerveza artesanal tipo ale con sustitución parcial de cebada (*Hodeum vulgare L.*) por maíz blanco orgánico (*Zea Mays L.*).

### 2.1. Específicos

- Diseñar y ejecutar pruebas preliminares para validar la correcta realización de formulaciones a escala laboratorio.
- Realizar diferentes formulaciones mediante un diseño completamente al azar (DCA) donde el factor de estudio es la cantidad de maíz a utilizar.
- Evaluar cual formulación obtuvo mayor aceptabilidad sensorial ante los consumidores, mediante pruebas hedónicas estructuradas de 7 puntos a escala de laboratorio.
- Analizar los parámetros fisicoquímicos de la muestra con mayor aceptación sensorial en el estudio.

### **III. REVISION DE LITERATURA**

#### **3.1. La cerveza**

Según la información proporcionada por *The Beer Times*, la cerveza es una bebida alcohólica que se elabora utilizando azúcares obtenidos de cereales y otros granos, como la cebada y el trigo. Además, se le añade lúpulo para brindarle sabor y aroma característicos (entre otras hierbas y aditivos), que luego son fermentados en agua y levaduras del género *saccharomyces*, es la bebida alcohólica más consumida del mundo, y una de las bebidas más consumidas, solo por detrás del agua, el té y el café de ella se conocen varios tipos con una amplia gama de matices, debidos a las diferentes formas de elaboración y a los ingredientes utilizados. (Brower, 2017).

##### **3.1.1. La cerveza artesanal**

La cerveza artesanal se distingue por ser elaborada según una receta única por maestros cerveceros, lo que le confiere un sabor y carácter distintivo a diferencia de las marcas industriales, su producción es limitada y se enfoca en sabores y texturas especiales, la cerveza artesanal es un tipo de cervezas sin conservantes ni aditivos este producto evolutivo cambia cada día en presencia de levadura se producen mediante un proceso natural a partir del grano de malta sin utilizar extractos o productos diferentes al agua, levadura o lúpulo y cereal para hacer cerveza (Gluck, 2019).

La cerveza se define como una bebida resultante de fermentar mediante levaduras seleccionadas, el mosto procedente de malta la cebada sola o mezclada con otros productos amiláceos transformables en azúcares estos tienen un proceso de digestión enzimática en la cual lleva el proceso de cocción de un aroma de lúpulo con flores, la cerveza artesanal es aquella que ha sido elaborada con agua, levadura, lúpulo, sea en flor o peletizado y cereales, siendo la cebada malteada la opción preferente. Además, para ser considerada como tal no ha debido ser estabilizada ni por microfiltración ni por pasteurización (Martinez, 2002).

### 3.1.2. Diferencias entre las cervezas artesanales e industriales

Todas las cervezas se elaboran con cuatro ingredientes básicos que son el lúpulo, la malta, agua y levadura. Pero las diferencias entre cerveza artesanal y cerveza industrial residen en los procesos de elaboración, las calidades de los ingredientes y en la fórmula que el maestro cervecero ha creado o la incorporación de distintos granos fermentables, para la elaboración de la cerveza artesanal se utilizan ingredientes naturales, sin aditivos artificiales ni conservantes, los únicos ingredientes que se utilizan son agua, levadura, maltas y lúpulos. Por otro lado, la cerveza industrial es pasteurizada y tiene conservantes. (Vazquez, 2014).

Tabla 1

#### Cuadro 1 Diferencia entre cervezas artesanales e industriales

<b>Cerveza Industrial</b>	<b>Cerveza Artesanal</b>
Adición de otros cereales	Adición de cereal (Cebada)
Poco lúpulo	Fermentación más lenta
Fermentación más rígida	Filtrado natural
Filtrado químico	Sin aditivos químicos
Gas carbónico añadido	Gas generado naturalmente
Contiene Aditivos químicos	Propiedades Organolépticas cuidadas durante el proceso
Pasterización y consecuente pérdida de propiedades	Amplia variedad e innovación

Fuente (Cecilia, 2005).

### **3.1.3. Materias primas utilizadas en la elaboración de cerveza**

#### **a). El agua potable:**

Exenta de contaminantes y apta para consumo humano.

Siendo el agua, el componente de mayor porcentaje en las cervezas, la composición de esta sobre todo en contenido de sales va a tener gran influencia en la calidad y el sabor de la cerveza la guía describe en detalle el papel fundamental del agua como materia prima en las cervezas artesanales, resaltando sus características esenciales ya que esta se debe presentar en condiciones óptimas e inocuas para la elaboración de cerveza el agua es una de las materias primas básicas en la elaboración de cerveza y representa entre un 85 y un 92% de su composición (Navarro, 2020).

Las características que deben tomar en cuenta son:

- Microbiológicamente estable
- Transparente e inodora
- Sin sabor y sin olor.

Apropiada a la composición mineral (diferentes cervezas requieren diferentes minerales específicos)

Iones de metales pesados entre los rangos máximos y mínimos permitidos (Navarro, 2020).

**b). Cereales:**

los cereales utilizados para la fabricación de cerveza deben estar libre de sustancias que puedan dañar la salud de los consumidores el cereal con mayor rendimiento es la cebada con un 97 % para la producción de la malta, sin embargo, se puede utilizar trigo, arroz, maíz, avena, entre otro cereal en esta ocasión maíz blanco el cereal más empleado en este proceso es la cebada, que pasa a transformarse en malta de cebada (imprescindible para elaborar cerveza), aunque existen otros cereales que también se pueden maltar se pueden utilizar varios cereales de carácter amiláceos. (Alimentarius, 2002).

**C). La cebada:**

La planta conocida como cebada (*Hordeum vulgare*) es una gramínea anual de hoja angosta perteneciente a la familia de las poáceas. Se compone principalmente de dos especies: *Hordeum distichum*, también llamada cebada cervecera, y *Hordeum hexastichon*. que se usa como forraje. Siendo esta un cereal de gran importancia alimenticia tanto para animales como para humanos, la cebada utilizada para elaborar cerveza debe tener altos porcentajes de almidón (60 a 80 %), ya que es el compuesto que da origen al extracto fermentable, además el tipo de cebada es uno de los factores más importantes en el desarrollo del sabor (Vazques, 2020).

El cultivo de la cebada cervecera depende de manera activa de la industria de la malta o malterías. Estas adquieren toda la producción mediante contratos y se aseguran de que cumpla con los estándares de calidad necesarios para su uso en la maltería. Una vez que han sido abastecidas, las malterías exportan los excedentes de cebada cervecera. Siendo muy insignificante la superficie destinada originalmente a cebada forrajera La cebada, tal y como se cosecha, no es la adecuada para la producción cervecera. Ésta debe someterse a un proceso de transformación llamado malteo o malteado, para aportar sus bondadosas cualidades que contribuyen en gran parte al aroma, sabor, cuerpo y color del producto (Gaitan, 2020).

#### **d). Lúpulo:**

Es importante que el lúpulo utilizado en la elaboración de cerveza no contenga sustancias perjudiciales para la salud de los consumidores el lúpulo es el responsable principal de proporcionar equilibrio, intensidad y madurez a cualquier cerveza, en general, y a las artesanas, en particular. Además, protege el producto de la acción de microorganismos y, dependiendo de su proporción y tipo, le transfiere a cada clase un sabor único e inigualable. (Gonzales, 2017).

Expresa que es el ingrediente que da a la cerveza su amargor y aroma característico. Además de generar el efecto estabilizador en la espuma, así como cierta acción antibacteriana protectora. El lúpulo utilizado en la fabricación de cerveza es la flor de la planta *Humulus lupulus*, que está biológicamente relacionada con el género cannabis. Solo las plantas femeninas producen las flores utilizadas en la cerveza, Para la elaboración de la cerveza, solamente se utiliza la flor. Es pequeña y tiene aspecto de piña o alcachofa verde y es la parte que contiene la *lupulina*: un polen amarillo cargado de alfa-ácidos. Estos sirven para contrarrestar el dulzor de la cebada malteada y ayudan a la conservación de la cerveza durante más tiempo. Además, ayudan a mantener las burbujas juntas, dándole cuerpo a la espuma de la cerveza (Cufari, 2022).

### **3.2. Propiedades del Maíz**

Diversas investigaciones revelan que contiene un número importante de grupos fenólicos y flavonoides, que protegen las membranas celulares y el ADN de los efectos de los radicales libres. Es necesario asegurarse de que el lúpulo utilizado en la elaboración de cerveza no contenga elementos que puedan afectar negativamente la salud de los consumidores, en la composición química del grano de maíz, se destaca el contenido de carbohidratos y proteínas. La coronta del maíz es rica en carbohidratos, fibra y minerales. Específicamente, su

contenido de fósforo y calcio es significativo en comparación con otros minerales presentes en el grano (Carrera, 2015).

El grano de maíz contiene 80% de almidón que aporta energía, 11% de proteínas, 2 % de minerales y vitaminas del complejo B. Además de nutrientes, La diversidad genética de los maíces criollos se mantiene principalmente al uso de este cereal en la alimentación básica de las comunidades rurales e indígenas; los cuales, a la vez, son promotores naturales de la conservación y generación de la biodiversidad, aporta bastante energía, unos 100 gramos de maíz cocido contienen aproximadamente 109 calorías, de los cuales, 15 gramos de hidratos de carbono, 3 gramos de proteínas, 2,8 gramos de grasa y 5,5 gramos de fibra rico en vitaminas del grupo B, sobre todo B1, B3, fósforo, magnesio, manganeso y zinc (Cabral, 2016).

### 3.2.1. Valor Nutricional

A continuación, se detalla un cuadro de valor nutricional correspondiente al maíz blanco, utilizado en el presente proyecto.

**Cuadro 2 Valor nutricional del maíz blanco**

<b>NUTRIENTE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR CADA 100G. DE PARTE COMESTIBLE</b>
Agua	Gramos (g)	76
Calorías	Kcal	86
Proteínas	G	3.3
Lípidos totales	G	1.3
Carbohidratos	G	19
Fibra	G	2.0
Calcio	Mg	2.0
Hierro	Mg	05

Magnesio	Mg	37
Fosforo	Mg	89
Potasio	Mg	270
Sodio	Mg	15
Vitamina C	Mg	6.8
Vitamina B6	Mg	0.1
Vitamina A	U. I	187

**Fuente:** (Cecilia, 2005)

Es una fuente destacada de fitonutrientes que actúan como antioxidantes en el cuerpo, además de proporcionar cantidades significativas de vitamina D, que mejora la absorción de calcio en los huesos. El maíz contiene betacaroteno, un pigmento natural que aporta vitamina A, esencial para mantener una buena salud ocular. Existen distintas variedades, que se diferencian en función de su color (amarillo, blanco, azul, morado, rojo y negro) o por la finalidad a la que están destinadas. Las más conocidas en España son el maíz dulce (el que se consume crudo, fresco o enlatado), el maíz cristalino (se utiliza para hacer harinas y sémolas) y el maíz reventón (Cabrera, 2018).

### 3.2.2. Los hidratos de carbono

Los carbohidratos están formados por los siguientes átomos: oxígeno, hidrógeno y carbono. Son capaces de disolverse en agua debido a la existencia de grupos polares que pueden establecer enlaces de hidrógeno con las moléculas de agua:

Grupo hidroxilo (OH)

Grupo aldehído (H-C=O)

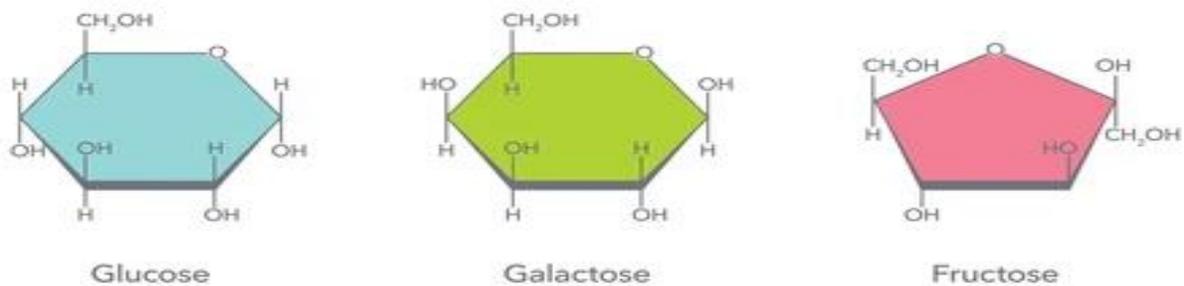
Grupo cetona (-C=O)

Los carbohidratos se dividen en tres grupos según su complejidad Monosacáridos

Estos compuestos están compuestos por un único tipo de azúcar, como la glucosa, fructosa y ribosa. Los nombres de los azúcares terminan con el sufijo -osa, que significa azúcar. Los monosacáridos pueden tener 3,4,5,6 o más átomos de carbono en sus estructuras. Disacáridos cada átomo de carbono que soporta un grupo hidroxilo es quiral, excepto los que se encuentran al final de la cadena. Esto da lugar a una serie de formas isoméricas, todas con la misma fórmula química, por ejemplo, la galactosa y la glucosa son aldohexosas, pero tienen estructuras físicas y propiedades químicas diferentes. (Drapala, 2005).

Son carbohidratos que se forman por la reacción de condensación de dos monosacáridos como se muestra en el siguiente ejemplo:

**FIGURA 1** Reacción de condensación de dos monosacáridos



**Fuente** (Drapala, 2005)

### **3.2.3. Polisacáridos**

Estos polímeros se forman cuando tres o más monosacáridos (monómeros) reaccionan mediante una condensación el almidón es un polisacárido o hidrato de carbono compuesto. es el principal componente de los granos de maíz. Se forma por dos polímeros de glucosa llamados amilosa y amilopectina, que son la reserva de alimento de las plantas. Dependiendo del proceso para obtener el almidón, su valor nutricional puede variar. Aproximadamente, 100 g de almidón de maíz contienen 91,3 g de carbohidratos, 0,9 g de fibra, 7,5 g de agua, 0,26 g de proteínas, 0,05 g de grasa, 0,9 g de fibra, además de minerales como magnesio, calcio, fósforo, hierro, zinc, selenio, potasio, sodio, yoduro, que en conjunto aportan 374 calorías (Drapala, 2005).

### **3.2.4. Almidón**

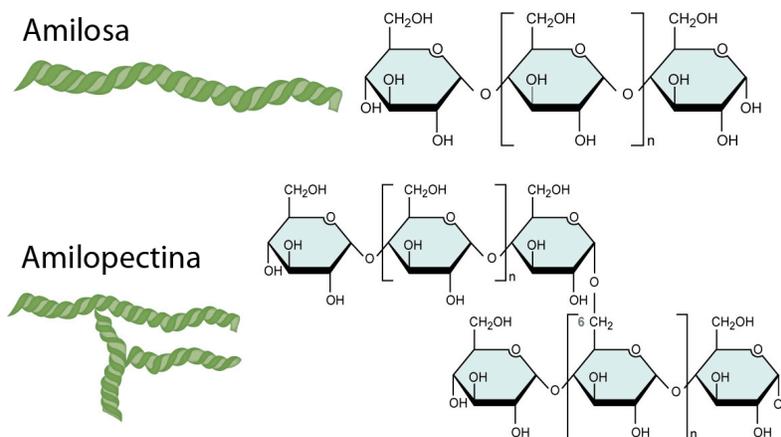
El almidón es un polisacárido que funciona como sustancia de depósito en las células de plantas. Formada por 1000 o más unidades de alfa glucosa unidas por enlaces glicosídicos, el almidón se encuentra en las células de la planta como estructuras llamadas granos de almidón. Otros ejemplos de estructuras en plantas que contienen gran cantidad de almidón son los cereales como trigo, arroz y maíz. El almidón se almacena en estas semillas para proporcionar energía para el crecimiento del embrión durante la germinación de semillas (Peña, 2005).

Las moléculas de almidón son de dos tipos: amilosa y amilopectina.

**Amilosa:** se refiere al polímero que contiene almidón que se observa de una forma en espiral es mantenida por los enlaces de hidrógeno. Constituye el 25% del almidón ordinario  
**amilopectina:** Es un polisacárido que se diferencia de la amilosa en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular parecida a la de un árbol: las ramas éstas se encuentran juntas en el tronco central por enlaces  $\alpha$ -D-(1,6), localizadas en unidades

de 25 a 30 unidades sobre las líneas de la glucosa. La amilopectina constituye alrededor del 75% de los almidones más comunes (Borneo, 2006).

**Figura 2 Representación química de la Amilosa y Amilopectina**



**Fuente** (Drapala, 2005).

La amilosa y la amilopectina se componen de unidades de glucosa. Sin embargo, se diferencian notablemente en su estructura y, por tanto, en su capacidad de degradación durante el malteado y la maceración, la amilosa, que es esencialmente un polímero lineal, constituye típicamente entre el 15% al 20% de almidón, y la amilopectina, que es una molécula ramificada más grande, es el componente principal del polisacárido (Cecilia, 2005)..

#### Hidrólisis del almidón de forma enzimática

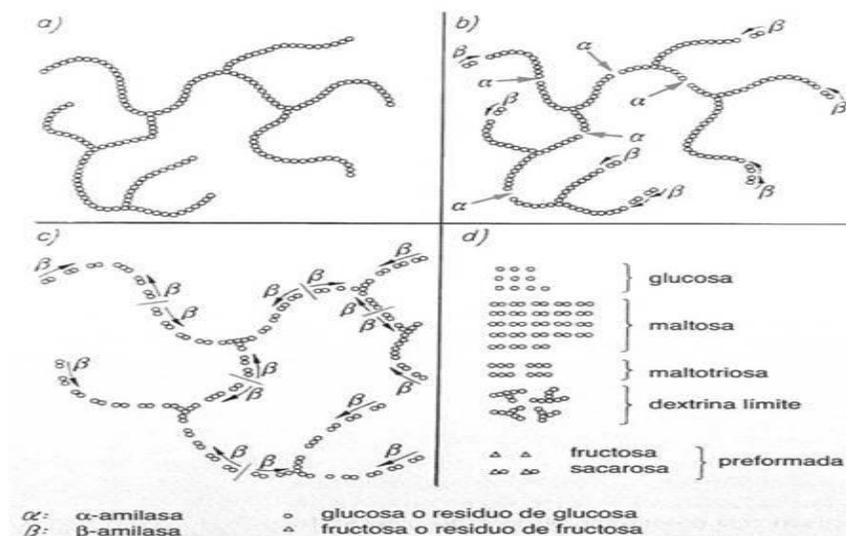
Las amilasas rompen los enlaces entre los azúcares que constituyen al almidón y finalmente después de su acción deja glucosa libre y maltosa, Lo que llamamos almidón no es realmente un polisacárido, sino la mezcla de dos, la amilosa y la amilopectina. Ambos

están formados por unidades de glucosa, en el caso de la amilosa unidas entre ellas por enlaces a 1-4 lo que da lugar a una cadena lineal. (Drapala, 2005)

Hidrólisis es una reacción que rompe grandes moléculas para pasar a pequeñas, con la adición de agua. Alfa amilasas: es una enzima que cataliza la hidrólisis de los enlaces alfa-glucosídicos, de los polisacáridos alfa glucosídicos de alto peso molecular, tales como el almidón, liberando glucosa, maltosa y dextrinas. Se encuentra presente en semillas que contienen almidón como reserva alimenticia. Se activan de 72-75°C (Lopez, 2009).

La beta amilasa es una enzima que realiza la hidrólisis del segundo enlace  $\alpha$ -1,4 en la molécula de almidón. Esto resulta en la ruptura simultánea de dos unidades de glucosa, formando maltosa. La presencia de amilasa en los granos de cereal es fundamental para la producción de malta. Además, muchos microorganismos también pueden producir amilasa para degradar el almidón presente fuera de las células. La temperatura óptima es de 62-65°C (Rocha, 2009).

**Figura 3 Representación de la Bata-Amilasa**



**Fuente** (Drapala, 2005).

### 3.2.5. Enzimas Proteolíticas:

Hay dos grupos de enzimas proteolíticas en el proceso de fabricación de cerveza, las proteinasas o proteasas y las peptidasas desempeñan un papel importante. Las proteasas tienen la función de descomponer las grandes moléculas de proteínas en cadenas más pequeñas de aminoácidos. Esto ayuda a mantener la espuma y reduce la turbidez de la cerveza. Por otro lado, las peptidasas liberan aminoácidos individuales de los extremos de las proteínas, que son utilizados como nutrientes por las levaduras. La mayoría de las proteínas presentes en el mosto no son solubles hasta que se alcanza una temperatura entre 45° y 55° C. Además, el rango ideal de pH para estas enzimas es ligeramente inferior al nivel normal del macerado de 5.2 a 5.8, aunque también funcionan eficientemente dentro de este intervalo. Por lo tanto, no es necesario preocuparse demasiado al respecto para reducir el pH (Pedro, 2001).

Un malteado más largo permite a las enzimas proteolíticas degradar las proteínas de la malta o el maíz hasta un cierto punto (Cecilia, 2005).

Hay otras enzimas proteolíticas, conocidas como beta-glucanasas. Lo que hacen es degradar los beta-glucanos presentes en la cáscara del grano. Éstos pueden provocar problemas generando un mosto viscoso y denso si no se degradan. Cuando se utiliza más de un 25% de granos sin maltear en un escalón entre 37° y 45° C, que está por debajo del escalón de proteínas, durante 20 minutos, para romper los beta-glucanos sin afectar a las proteínas que contribuyen al cuerpo y la retención de espuma (Drapala, 2005).

### **3.2.6. Celulosa**

El 5 a 6% de celulosa se encuentra exclusivamente en la cáscara y actúa como sustancia estructural. La celulosa se compone de cadenas largas de residuos de B-glucosa enlazados sin ramificaciones en la posición 1,4. Sin embargo, la celulosa es insoluble y no es degradable por las enzimas de la malta o del maíz. Por consiguiente, la celulosa no tiene efecto alguno en la calidad de la cerveza. Los enlaces 1,4 (también 1,6 o 1,3) que se mencionan repetidamente hacen referencia a la unión de átomos de carbono entre las moléculas de glucosa. Para ilustrar esto, se añade un número a los átomos de carbono en las fórmulas estructurales presentadas. Debe tenerse en cuenta que las estructuras están, en la realidad, ordenadas espacialmente y los enlaces están ordenados de manera diferente, con ángulos dados de forma natural. Las letras a y b se utilizan para hacer referencia a las distintas ubicaciones de los grupos H y OH en el átomo C1. Los enlaces a y b exhiben comportamientos completamente distintos, siendo el enlace a característico de la amilosa y el enlace b propio de la celulosa (Seco, 2023).

### **3.3. Levadura**

La levadura para la fabricación de cerveza deberá de provenir de un cultivo puro; esta se encarga de digerir los azúcares extraídos en alcohol y CO<sub>2</sub>, las especies *cerevisiae* y

*carlsbergensis* exhiben comportamientos particulares que definen dos grandes categorías de cervezas ales y lagers. La variedad *carlsbergensis*, es denominada también *pastorianusm* se usa para las cervezas lager y *cerevisiae* a las altas la levadura es un ingrediente esencial en la elaboración de cerveza, ya que es responsable del proceso de fermentación a partir de azúcares simples, como la glucosa y la maltosa, produce ingredientes esenciales tales como alcohol y dióxido de carbono (Gonzales, 2017).

### **3.4. Tipos de cervezas**

Se clasifican en 2 categorías:

#### **3.4.1. Las cervezas tipo ale:**

Son elaboradas con levaduras que tienden a permanecer cerca de la superficie del mosto al final del proceso fermentativo, de ahí la denominación de fermentación alta, la levadura empleada para este tipo de cerveza es generalmente *Saccharomyces cerevisiae*, la cual se utiliza también en fabricación del pan y de los vinos, su temperatura óptima para el desarrollo está comprendida entre los 15 y los 25 ° C, por lo que se dice con frecuencia que realiza una fermentación «caliente». Esta característica les permite ser fabricadas a temperatura ambiente sin necesidad de un entorno frío. El tiempo de fermentación es relativamente corto, siendo culminado en una o dos semanas. Debido a estas características, las cervezas tipo ale son las preferidas por los fabricantes artesanales (Bartolo, 2019).

#### **3.4.2. Las cervezas tipo lager:**

Esta categoría representa el segundo grupo de las dos principales clasificaciones de cervezas. A diferencia de las ales, son elaboradas mediante el empleo de levaduras *Saccharomyces carlsbergensis* (*opastorianus*), las cuales tienden a descender hasta depositarse en el fondo del tanque, de ahí la expresión de «baja fermentación». Estas cepas de levadura fermentan de manera más efectiva a temperaturas que oscilan entre 4 y 9 °C, a diferencia de las levaduras de alta fermentación que lo hacen a temperaturas más elevadas. Requieren almacenamiento prolongado en tanques fríos luego de la fermentación. Antiguamente este almacenamiento

era realizado en profundas y frías cavernas, lo que dio origen a la denominación lager, término proveniente del alemán lagern, que significa almacenar (Gallegos, 2016).

### 3.4.3. Composición de las cervezas tipo ale y lager

**Figura 4 Tipo de composición de cerveza ale y lager**



**Fuente** (Times, 2015).

### 3.5. Proceso de recolección de materia prima:

En esta etapa se procede a la recolecta de la materia prima principal (cereal) en grandes cantidades para ser trasladados y almacenados en silos, para luego ser procesados (Vásquez, 2020).

#### 3.5.1. Malteado:

El proceso de malteado tiene las siguientes etapas:

Primeramente, el cereal pasa por una limpieza del grano, seguido del remojo en cual tiene una duración de 2 días con una humedad aproximadamente 45 %, luego el Germinado tiene que estar a una temperatura de 15°C para la formación de síntesis de enzimas, y por ultimo las 2 etapas principales de secado y tostado con un porcentaje de humedad del 4%, el cual inactiva enzimas brindando sabor, color y olor, manteniendo su conservación, en el proceso

de malteado de la cerveza se necesitan granos uniformes que germinen a la vez; alta actividad enzimática, para la transformación de almidón en azúcar; bajo aporte proteico, alrededor de un 10% y un bajo nivel de gomas como los beta-glucanos, para una mejor separación de los granos y el mosto en la fase de remojo (Torres, 2021)

### **3.5.2 Molienda:**

La malta recién molida conserva mucho más aroma al moler en grano y no convertirlo en harina, simplemente se tiene que romper en partículas pequeñas. La cascara servirá posteriormente como filtrante por lo que conviene que esté lo más intacta posible la finalidad de la molienda es la producción de partículas de pequeño tamaño que puedan ser rápidamente atacadas por los enzimas en la cuba de maceración la molienda ideal podría resumirse como no deben quedar granos sin moler al moler los granos el proceso será el mismo, el endospermo se muele por completo, pero la cascara queda completamente intacta. (Gaitan, 2020).

### **3.5.3. Macerado:**

El macerado consiste en convertir el almidón que contiene los granos de azúcares fermentables (el alimento de la levadura) este proceso dura entre 60 y 90 minutos removiendo constantemente la mezcla cada 10 minutos aproximadamente, es importante que no disminuya la temperatura de 62°C y no supere los 74°C el rango de activación de las amilasas a temperaturas inferiores, las enzimas que consumen el almidón son mucho menos activas. En cambio, a temperaturas superiores a 74°C se desnaturalizan (Navarro, 2020).

Se debe tomar en cuenta que una maceración de 62- 67°C ayudan a conseguir cervezas artesanales ligeras, puesto que actúan las beta-amilasas este tipo de amilasas producen azúcares fermentables. Por otro lado, si se mantiene la temperatura en un rango entre 67 y 74 grados Celsius durante el proceso de elaboración de la cerveza, esta adquirirá más cuerpo y tendrá un sabor más dulce, una maceración sencilla dura aproximadamente 1 hora y es entre

las temperaturas de 65-68°C. Existen diferentes grupos de enzimas que su trabajo es el convertir los almidones en azúcares fermentables (Calderoni, 2012).

#### **3.5.4. Filtrado:**

Este es un proceso de separación de partículas sólidas de un líquido utilizando un material poroso llamado filtro. La técnica se basa en verter una mezcla sólido-líquido sobre un filtro que permita el paso del líquido, pero retenga las partículas sólidas. En la producción de cervezas artesanales, comúnmente se utiliza un proceso de filtrado conocido como filtrado de prensa, que cuenta con un tamiz fino capaz de retener incluso minerales importantes para la cerveza. La parte sólida del filtrado se le llama bagazo la cual es aprovechable para la alimentación del ganado (Vazques, 2020).

#### **3.5.5. Lúpulo:**

Es añadido al procedimiento para brindar amargor a la cerveza en cantidad exacta a como lo indica la receta según el cervecero. Normalmente se adicionan 60 minutos antes que termine el proceso la fermentación: Por otra parte, se añade la levadura, que es encargada en convertir el mosto en cerveza, para ello se vierte la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) por encima del mosto, que previamente se halla oxigenado durante el trasvase, cerrando el fermentador y dejar reposar de 8-10 días o como prefiera el maestro cervecero (Cascaron, 2023).

#### **3.5.6. Carbonatación:**

Este método busca que la cerveza adquiera gas CO<sub>2</sub> para generar espuma en la bebida alcohólica, ya que es una característica física que define a la cerveza las cervezas industrializadas utilizan este método comúnmente, el cual consiste en refrigerar el contenedor para posteriormente aplicar CO<sub>2</sub> a presión, después de un tiempo de 24 horas, este se adiciona a la cerveza y la carbonatará. De esta manera se controla el nivel de carbonatación ajustando la presión (Lorenzo, 2007).

### **3.5.7. Envasado y etiquetado:**

este procedimiento debe estar regidas a las normativas correspondientes es el momento del carbonatado de la cerveza que se produce en el plazo aproximado de un mes los envases en los que se comercializa la cerveza son botellas cerradas con chapa o tapón a presión y latas, los rótulos o etiquetas deben contener el nombre del producto, fabricante, registro sanitario, y grado de alcohol para las cervezas y bebidas aperitivas especiales como ponche, sabajón, entre otros, se debe declarar la fecha de vencimiento. (Navarro, 2020).

### **3.5.8. Almacenamiento y Distribución:**

Una pauta básica está en mantener la cerveza en un lugar fresco y oscuro que la preserve de los rayos solares, y durante un espacio de tiempo que no se prolongue a más de unas cuantas semanas el producto durante su almacenamiento debe estar a una temperatura de 12 a 16 ° C aproximadamente. Y la distribución rigiéndose a los reglamentos brindados, el producto tiene que estar en buenas condiciones para poder distribuirlo sin ningún problema a los consumidores (Octavio, 2006).

## **3.6. Propiedades de las cervezas**

### **3.6.1. Organolépticas**

**Sabor:** Se diferencian cuatro sabores básicos que pueden ser percibidos en una bebida: salado, dulce, amargo y ácido se considera realizar la evaluación sensorial a las cervezas, de forma que se perciba los sabores básicos, del mismo modo los aromas que contiene (Galicia, 2019).

Dentro de estas se clasifican:

**Salado:** El sabor salado no se encuentra en ningún estilo de cerveza, al contrario de los demás que sí aparecen en cierta medida, si aparece este sabor se debe a presencia de los fenoles producidos por algunas cepas de levadura, por clorofenoles y por un lavado incorrecto del grano, encontrar un sabor salado en la cerveza es un defecto sin solución que hace que la cerveza se vaya a desechar (Ferreya, 2014).

**Dulce:** Cuando parte del azúcar contenido en el mosto no es fermentado, aparece el sabor dulce en la cerveza. Esta característica también puede proceder de azúcar añadido, aunque no solemos pensar en él como parte del sabor de la cerveza, el dulzor está presente a través los azúcares que aporta el cereal, parte de los cuáles la levadura no es capaz de digerir el balance entre el dulzor y el amargor es uno de los aspectos que dan una buena estructura a la cerveza. (Diaz, 2013).

**Amargo:** Los aceites esenciales del lúpulo son los mayores responsables del amargor de una cerveza, sin embargo, la malta muy tostada puede producir también cierto amargor para describir el amargor de una cerveza se emplea la escala técnica IBU (escala estandarizada que se utiliza para medir el nivel de amargor en una cerveza), la cual va de 10 a 100. La media oscila entre 20 y 35, siendo considerado el valor de 45 como excesivamente alto (Barrios, 2017).

**Ácido:** El gusto ácido es inusual en las cervezas y solo es aceptado en determinados estilos, como *lambics* y *flandes*. Cuando aparece de manera indeseable generalmente es porque ha ocurrido una contaminación bacteriana, el ácido acético es posiblemente el ácido menos deseado en una cerveza, ya que indica un sabor a vinagre causado por la presencia de la bacteria acetobacter. Por otro lado, el ácido láctico es el precursor del diacetilo, una sustancia que proporciona un olor distintivo a mantequilla en las cervezas contaminadas por *lactobacillus* y *pediococcus*. Este compuesto, puede ser deseable en los estilos india pale ale siempre que su concentración sea moderada (Borjas, 2019).

**Color:** La cerveza tiene un comportamiento algo diferente, su tonalidad proviene de la materia prima, que son los cereales, está sujeta al tratamiento que se aplica. Los diferentes grados de tostado de la malta, y la mezcla que se haga de ella, proporcionan toda una gama de colores que puede ir desde el dorado pálido hasta el marrón casi negro. El color de la cerveza puede determinar su edad, calidad y detectar fallos de manufactura, los colores como rubio, cobrizo, marrón, negro o ámbar lanzan resultados comprensibles para los elaboradores de cervezas artesanales, pero de una manera más técnica por sustitución de unidades como escalas específicas como EBC (*European Brewery Convention*, es la escala de medición del color de las cervezas) y la SRM (método de referencia estándar para el color de la cerveza o *Standard Reference Method*) (Vazques, 2020).

**Textura:** se representa de una manera especial que hace que la cerveza sea diferente a otras bebidas lo cual esta se caracteriza por la espuma. Conocida también como cabeza o corona, esta determina la textura de esta (Sarmiento, 2021).

En general, todas las cervezas generan espuma, aunque unas producen más que otras como las que se elaboran con trigo tienden a producir más espuma, y a ser más estables que las elaboradas con cebada, la espuma es una de las características organolépticas que perciben o caracterizan una cerveza al momento de consumirla, está constituida por proteínas, gomas y mucilagos en granos y cereales para su elaboración estas situaciones influyen en el cuerpo de la cerveza (Febles, 2020).

Las propiedades de una espuma cervecera más apreciadas por los consumidores son: la densidad, la cremosidad, la adherencia y la persistencia, la mayoría depende del cereal utilizado y tendrá una valoración mayor o menor según el estilo de la cerveza (Gonzales, 2017).

#### **IV. MATERIALES Y METODOS**

##### **Lugar de Investigación:**

El estudio se realizó en la Universidad Nacional de Agricultura, en el laboratorio de evaluaciones sensoriales del campus, está ubicada en Catacamas, Olancho, barrio el espino.

Se realizó en el laboratorio de evaluaciones sensoriales la cerveza a base de maíz blanco la cual fue sometida a pruebas de aceptación al consumidor (Figura 5).

**Figura 5 Laboratorio de Evaluaciones Sensoriales**



**Fuente Propia**

### Cuadro 3 Descripción de Materiales

<b>Materiales y equipos</b>	<b>Descripción</b>
Balanza granataria	Capacidad de 10 a 30 kg
Molino de mano	De rodos dentados de acero inoxidable
Ollas	Acero inoxidable
Tela blanca	Proceso de filtración
Estufa de gas	Semi industrial
Manguera transparente	Resistentes para la presión de CO <sub>2</sub>
Densímetro y termómetro	Termómetro digital y respectiva probeta para densímetro
Cucharones	Acero inoxidable
Nevera Coleman	Portátil
Cronometro	Digital
Pailas plásticas	Resistentes al calor
Botellas plásticas	Resistentes al CO <sub>2</sub>

#### **Fuente Propia**

Estos son los materiales utilizados en la elaboración de la cerveza artesanal, los cuales fueron utensilios básicos de cocina y adaptaciones caseras para poder elaborar la cerveza.

#### **4.1. Metodología**

El trabajo se desarrolló en cuatro fases donde en la primera se realizaron pruebas preliminares para visualizar algún defecto o inconveniente al realizar las formulaciones, en la segunda fase es donde se realizaron las formulaciones con distintas cantidades de maíz en los diferentes tratamientos, en la tercera fase se evaluó la formulación con mayor aceptabilidad sensorial mediante una prueba hedónica de 7 puntos y en la última fase se evaluaron las características fisicoquímicas de la muestra con mayor aceptación.

**4.2. Fase 1 pruebas preliminares:** Esta operación consistió en estandarizar un prototipo inicial del producto para verificar que las formulaciones se desarrollaron sin ningún defecto ya que estas pruebas tuvieron como fin llegar a una formula establecida la cual es el resultado del producto.

#### **4.3. Fase 2 diseño de formulaciones**

En esta fase se formularon tres tratamientos de cerveza artesanal con diferentes cantidades de maíz con una sustitución parcial de malta, cada tratamiento se realizó en base a seis litros de agua para la obtención del mosto, se utilizó un testigo que fue representado por una cerveza industrial.

Seguidamente mente en las formulaciones se utilizó una diferente concentración de maíz, la fórmula 1- contenía un 20% de maíz, en la fórmula 2- 30 % de maíz, formula 3-40 % de maíz y el testigo consistía en una cerveza industrial sin maíz. Estos distintos porcentajes se designaron como (Testigo, T1, T2, T3) La elaboracion de las diferentes formulaciones se llevaron a cabo mediante diseño completamente al azar (DCA) utilizando el software estadístico de Infostat, las siguientes formulaciones se describen en el (Cuadro 4).

**Tabla 1** representación de los tratamientos en bace a 6000g (6 lt)

<b>Formulaciones</b>		
<b>Tratamientos</b>	<b>Concentraciones</b>	
	<b>Malta de cebada</b>	<b>Maíz Blanco</b>
<b>T1</b>	80%	20%
<b>T2</b>	70%	30%
<b>T3</b>	50%	50%
<b>Control</b>	100%	0

**Fuente propia**

**Cuadro 4** Diseño de formulaciones en la elaboración de cerveza

<b>Formulaciones</b>	<b>T 1</b>	<b>T 2</b>	<b>T 3</b>
<b>Ingredientes</b>			
Agua	6000 g	6000 g	6000 g
Malta	2000 g	2000 g	2000 g
Lúpulo	6 g	6 g	6 g
*Maíz blanco	400 g	600 g	800 g
Levadura	6 g	6 g	6 g

**Fuente Propia**

#### 4.4. Desarrollo de elaboración de cerveza Artesanal a base de maíz

- a) **Recepción de la materia prima:** En esta etapa se recibió la materia prima y se verifico que esté en condiciones aptas para poder ser procesadas.
- b) **Malteado:** Se utilizó maíz blanco al cual se le realizo una prueba de viabilidad para germinar el grano y completar el malteado del mismo.
- c) **Molienda:** Se utilizó un molino de mano con el cual se trituro mínimamente el grano para poder aprovechar la malta completamente.
- d) **Macerado:** En este paso se extrajeron todas las materias útiles de la malta de cebada a través del agua, para obtener el jugo dulce el mosto. A partir de una leve cocción a 60 grados centígrados durante una hora.
- e) **Recirculado:** En esta etapa se utilizó otra olla con agua hirviendo, utilizando una manta se cambió de lugar la malta y se coloco en la olla sacando todo el jugo de la malta y se agrego en la olla en la que se encontraba anterior mente para extraer todo el jugo de la malta. Se repito tres veces esta acción.
- f) **Filtrado:** Se utilizó una manta la cual retira todos los residuos y los desechos de la malta dejando únicamente el jugo en la olla.
- g) **Hervor:** En el siguiente paso se realizó una cocción a 100 grados centígrados durante 70 minutos.
- h) **Adición de Lúpulo:** Se procedió a pesar en gramos en una balanza 3 g de lúpulo los cuales se añadieron a la olla con el fin de agregar amargor a la cerveza.
- i) **Enfriamiento:** En esta etapa se trasladó la olla que contiene el mosto aun recipiente que contiene agua y se le agregar hielo con el fin de bajar la temperatura a 30 grados centígrados la cual se tomó con el termómetro.
- j) **Fermentación:** En esta etapa se utilizaron recipientes plásticos resistentes a la presión donde se colocó el mosto y se le añadió la levadura Kveik Ale y se esperó la fermentación la cual dio como resultado a la cerveza.
- k) **Carbonatación:** Se realizó de manera natural o artesanal diluyendo el azúcar en agua hirviendo. Se utilizaron 8 gramos de azúcar por cada litro de agua.

- l) **Envasado:** Esta etapa se realizó utilizando un embudo y botellas de vidrio especialmente para cerveza, estos materiales se esterilizaron para evitar daño del producto y se embazó la cerveza en cada una de las botellas.
- m) **Etiquetado:** se colocó la etiqueta con los respectivos ingredientes y fecha de vencimiento, condiciones especiales de conservación y cantidad neta.
- n) **Almacenamiento:** se almaceno en un lugar seco fresco y oscuro a una temperatura ambiente, para un almacenamiento refrigerado necesita una temperatura entre 12 a 16 grados centígrados, el proceso de elaboracion se describe mejor en el diagrama de proceso (Anexos 2).

#### 4.5. Fase 3 selección de la formula con mayor aceptabilidad sensorial

Las distintas formulaciones se sometieron a una evaluación sensorial a escala piloto, tomando como variables de respuesta el aroma, color, sabor y retención de espuma, a partir de pruebas hedónicas con escala de 7 puntos con 50 jueces tipo afectivos, tomados al azar de la ciudad de Catacamas, con edades entre los 18 y 35 años, puede visualizar la prueba hedónica la cual se muestra en (**Anexos 1**).

La muestra se presentó a los jueces de la siguiente manera, cada una de las muestras de aproximadamente 40mL fueron servidas en vasos plásticos transparentes desechables, a una temperatura de  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Se evaluaron hasta un máximo de 4 muestras por sesión realizando 3 repeticiones de cada muestra.

Se realizó un análisis sensorial donde las muestras fueron codificadas y aleatorizadas de acuerdo con la tabla de números aleatorios (Anexos 3).

#### 4.6. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado en la investigación fue un diseño completamente al azar (DCA), en el cual el factor de estudio fueron las distintas cantidades de maíz, las cuales fueron, 0kg, 0.4kg, 0.6kg, 0.8kg de acuerdo con las formulaciones de cerveza (Cuadro 5).

**Cuadro 5 Tratamientos**

<b>Tratamientos</b>	<b>Cantidad de Maíz</b>
T1	400 g
T2	600 g
T3	800 g
T4	Muestra testigo 0 g

**Fuente Propia**

#### 4.7. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se evaluaron utilizando el programa estadístico de diseño (Infostat) utilizando el método de Tukey mediante un análisis de variancia paramétrica con un nivel de significancia del 0.05%.

#### 4.8. Fase 4 análisis fisicoquímicos

Los parámetros se evaluaron en los laboratorios de la Universidad Nacional de Agricultura utilizando los equipos necesarios para medir estos mismos.

- **Contenido de alcohol:** Se utilizó un densímetro el cuál se introdujo en una probeta con el contenido de la muestra de la cerveza, se deja flotando el densímetro y se observa la numeración que marca la cual representa la densidad de la muestra, luego se realiza el cálculo matemático, utilizando los datos obtenidos.
- **Medición de pH:** primeramente, se calibro el pH metro luego de ello introducimos su membrana de cristal la cual es sensible al pH en agua destilada y procede a ser introducida en una muestra preparada de cerveza con agua destilada y así se obtuvieron los resultados de la muestra de cerveza artesanal de maíz, luego se procedió a lavar la membrana del pH metro con agua destilada para guardar el equipo
- **Acidez:** se prepararon los instrumentos como los matraces, goteros y los reactivos, etc. Se utilizó una balanza analítica y se preparó una solución de hidróxido de sodio, se toma una muestra de cerveza se adicionan dos gotas de Fenolftaleína, se procede a la titulación con hidróxido de sodio hasta el cambio de color. Se anotó el volumen gastado y así se calcula la acidez de la cerveza con un pequeño cálculo matemático.

#### Fórmula para calcular la Acidez

$$\% \text{ de acidez} = \frac{(0.098)(\text{Normalidad NaOH})(\text{ml utilizado de la muestra titulante})}{\text{Gramos de la muestra}} \times 100$$

#### **4.9. Parámetros sensoriales**

- Aroma
- Color
- Sabor
- Consistencia de espuma
- Estos se evaluaron con una prueba hedónica con una escala de 7 puntos (Anexos 1).

## **V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1. Diseño y ejecución de pruebas preliminares**

Se llevaron a cabo pruebas preliminares exhaustivas con el fin de establecer la viabilidad de sustituir parte de la malta de cebada por maíz blanco orgánico malteado. Los resultados revelaron tres formulaciones distintas que representan diferentes proporciones de sustitución. En primer lugar, la formulación T1 propone una sustitución del 20% de la malta de cebada por maíz blanco orgánico malteado. Por otro lado, la formulación T2 sugiere una sustitución más pronunciada, alcanzando el 30% de sustitución de malta de cebada por maíz blanco. Finalmente, la formulación T3 se planteó en sustituir la mitad, es decir, un 50%, de la malta de cebada por maíz blanco orgánico malteado. Estas diversas formulaciones proporcionan un amplio espectro de opciones para evaluar y determinar la combinación óptima de ingredientes en la producción.

### **5.2. Desarrollo de las diferentes formulaciones para la elaboración de cerveza**

Se desarrollaron las diferentes formulaciones que incorporaban diferentes concentraciones de maíz. Estas formulaciones se designaron como T1, T2 y T3, representando respectivamente concentraciones de maíz del 20%, 30% y 50%. Los resultados de estos experimentos revelaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en términos de varios parámetros sensoriales, incluido el color, aroma, sabor y retención de espuma. En particular, el tratamiento T3, que presentaba una sustitución del 50% de maíz, destacó por su mayor aceptación sensorial en el parámetro de sabor. Además, este tratamiento mostró una notable similitud con la muestra control en términos de sabor, lo que sugiere que la formulación con un 50% de maíz orgánico malteado puede ser una opción prometedora para mantener la calidad sensorial del producto final.

### 5.3. Evaluación sensorial de las cervezas

Se evaluaron las diferentes formulaciones mediante una prueba hedónica de 7 puntos donde la puntuación más baja es 1 y la más alta es 7 se realizó esta prueba para obtener los datos necesarios para poder determinar el nivel de aceptabilidad de las muestras con estos datos se utilizó el programa estadístico Infostat donde se determinó si hubo o no diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. En la **Tabla 2** se muestra la comparación de los resultados de las medias de la evaluación de los atributos de la cerveza artesanal como ser: aroma, color, sabor y consistencia de espuma (Manga, 2017).

**Tabla 2:** Comparación de las medias de los atributos sensoriales de cerveza artesanal tipo Ale elaborada con una sustitución parcial de maíz en los diferentes tratamientos.

% de Maíz	Aroma	Color	Sabor	Consistencia de Espuma
20%	5.34±1.22 <sup>a</sup>	5.16±1.33 <sup>a</sup>	4.96±1.50 <sup>a</sup>	5.18±1.29 <sup>a</sup>
30%	5.14±1.26 <sup>a</sup>	5.22±1.17 <sup>a</sup>	4.88±1.21 <sup>a</sup>	5.02±1.36 <sup>a</sup>
50%	5.36±1.43 <sup>a</sup>	5.56±1.33 <sup>a</sup>	5.98±1.17 <sup>b</sup>	5.4±1.53 <sup>a</sup>
Control	5.86±1.25 <sup>b</sup>	5.76±1.02 <sup>b</sup>	6.12±1.38 <sup>b</sup>	6±1.07 <sup>b</sup>

**Nota:** El valor de las medias se muestra con letras diferentes las cuales indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) según la prueba de comparación LSD Fisher.

Tratamiento (1) formulación de 0.4 kg de maíz

Tratamiento (2) formulación de 0.6 kg de maíz

Tratamiento (3) formulación de 0.8 kg de maíz

Tratamiento (4) control 0 kg de maíz.

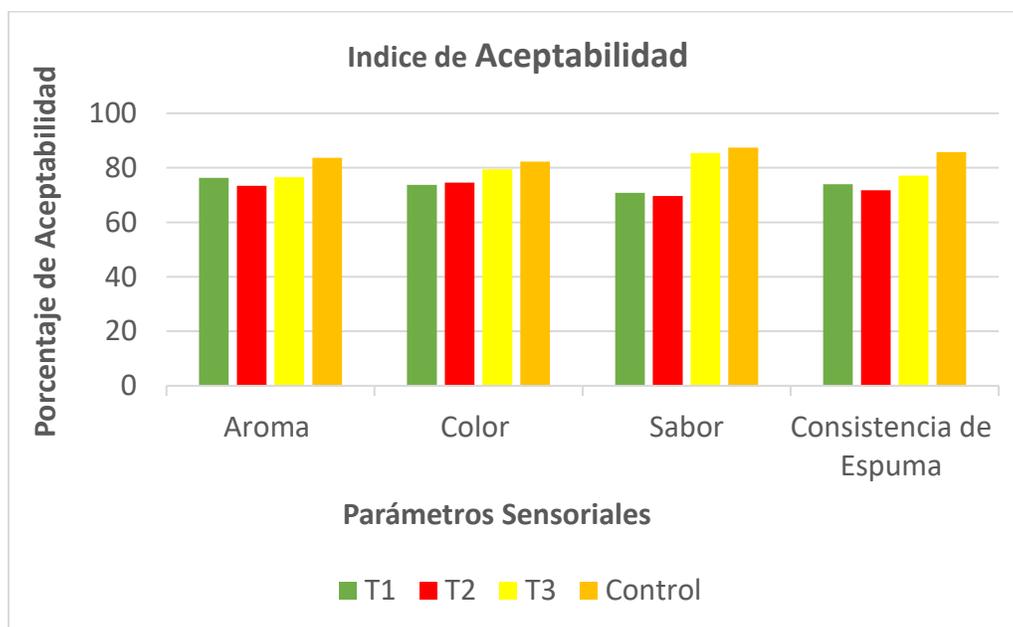
En la **Tabla 2**, se destacan las comparaciones estadísticas entre los tratamientos, se observa que en general existe una similitud significativa entre los tratamientos, aunque todos difieren del control, sin embargo el tratamiento 3 que contiene un 50% de maíz en su formulación destaca en el parámetro del sabor, este tratamiento muestra una mayor similitud con el control, estos resultados sugieren que el tratamiento tres fue el más aceptado, ya que supera con creces a los demás tratamientos en términos de aceptación sensorial, especialmente en el atributo del sabor, este hallazgo resalta la promesa del tratamiento tres como una opción óptima en términos de calidad sensorial del producto final.

**Tabla 3: Formulación con mayor aceptación**

Formulación	Ingredientes	Unidades
T 3	Agua	6000 g
	Malta	2000 g
	Lúpulo	6 g
	Maíz blanco	800 g
	Levadura	6 g

**Fuente:** (Elaboración propia)

**Figura 6 Índice de Aceptabilidad**



**Figura.** Índice de aceptación de la cerveza artesanal para variables de aroma, color, sabor y consistencia de espuma comparando los tratamientos 1-20%, 2-30%, 3-50%,4-0% (control).

Según la figura se muestran los valores del índice de aceptabilidad calculados a partir de los valores de las medias de la evaluación sensorial donde se muestra que el T 1, 2 y 3 fueron

aceptados en todos los parámetros sensoriales, y se observa que en el T3 en el parámetro del sabor tiene cierta similitud con el control.

#### **5.4. Cálculo de índice de aceptación**

Con los datos de la evaluación sensorial se calculó el índice de aceptabilidad (IA) individualmente para cada característica sensorial de cada formulación y según la siguiente expresión:

$$\text{IA (\%)} = \text{A} \times 100/\text{B}$$

Donde (A) es la puntuación media obtenida para el producto por cada característica y (B) es la calificación máxima otorgada al producto, siendo considerado IA con buena aceptación  $\geq 70\%$ . Nota máxima 15, corresponde al 100% de aceptabilidad (TE&ET, 2020).

#### **5.5. Análisis fisicoquímicos**

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos los cuales fueron pH, acidez titulable y grado alcohólico, se realizó el análisis del tratamiento elaborado con un 50% de sustitución de malta de cebada por maíz blanco, y el patrón que es una muestra al 100% de malta sin adición de maíz esto se realizó con la finalidad de evaluar y comparar los parámetros fisicoquímicos de la muestra para determinar si se encuentra dentro de los rangos aceptables, a continuación en la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos de cada uno de los tratamientos en cuanto a los análisis fisicoquímicos los cuales son el pH, el porcentaje de acidez y también grado alcohólico del tratamiento que tuvo mayor índice de aceptación y la muestra control.

**Tabla 4 Propiedades fisicoquímicas**

<b>Propiedades Fisicoquímicas</b>			
<b>Tratamiento</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez Titulable</b>	<b>Grado alcohólico</b>
T 3	4.91±0.01 <sup>a</sup>	0.61±0.01 <sup>a</sup>	6.4±0.14 <sup>b</sup>
Control	4.61±0.01 <sup>a</sup>	0.61±0.01 <sup>a</sup>	4.83±0.06 <sup>a</sup>

Según los resultados obtenidos de la comparación de los análisis fisicoquímicos entre el tratamiento con mejor aceptación sensorial y la muestra control evaluando el pH, acidez y grado de alcohol se observa que el tratamiento al cual se le sustituyó cebada por maíz tiene cierta similitud en pH y acidez, a excepción del grado alcohólico ya que el tratamiento 3 es superior a la muestra control, lo cual es un punto positivo para la investigación en cerveza artesanal tipo ale con sustitución parcial de cebada por maíz blanco. La investigación fue establecer el efecto de la malta de maíz (*Zea mays L.*) como adjunto cervecero en las características fisicoquímicas es decir grado alcohólico, retención de espuma, pH y aceptabilidad de cerveza artesanal tipo ale. El proceso para la obtención de cerveza artesanal consistió en extraer los componentes solubles de la malta y lúpulo, que confieren a la cerveza características organolépticas y fisicoquímicas propias (Zambrano, 2023).

## VI. CONCLUSIONES

- Se desarrollo el proceso de elaboración de la cerveza artesanal tipo ale con una sustitución parcial de cebada por maíz blanco con características similares a las cervezas industriales esta cerveza tiene un sabor fuerte e intenso y un aroma y color característico al ingrediente agregado.
- Tras la aplicación de las pruebas preliminares se establecieron las formulaciones para una estandarización de los parámetros en el proceso de elaboración de la cerveza artesanal a escala de laboratorio.
- Se desarrollaron las formulaciones con éxito las cuales brindaron parámetros sensoriales óptimos y estas mismas se diseñaron mediante un diseño completamente al azar (DCA) donde el factor de estudio fue la cantidad de maíz a utilizar.
- Al realizar la encuesta de degustación dieron a conocer que el tratamiento que tuvo mayor aceptación por parte de los panelistas fue el tratamiento 3 con el 50% de maíz teniendo un nivel de aceptabilidad mayor al 70% sin embargo los otros dos tratamientos tuvieron valores de aprobación similares al 70%. Lo que indica que el tratamiento tres fue de mejor agrado a los panelistas.
- Los resultados de los análisis fisicoquímicos nos indican que la sustitución parcial de malta de cebada por maíz presenta resultados aptos para el consumidor ya que brinda parámetros sensoriales similares a una cerveza comercial, se demostró que el maíz tiene un potencial prometedor al ser utilizado en el mundo de la cervecería artesanal y de acuerdo con los analices fisicoquímicos el tratamiento cumple con los parámetros químicos (pH, acidez y grados de alcohol) establecidos para el consumo humano.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda seguir investigando con distintas cantidades y variedades de maíz para la elaboración de cerveza artesanal para analizar las evaluaciones sensoriales y para aplicar los diferentes análisis.
- Para este tipo de cervezas se recomienda utilizar los instrumentos adecuados específicos para el producto y no tener dificultad alguna al momento de obtener las lecturas de los análisis fisicoquímicos.
- Estudiar a mayor profundidad las fermentaciones controladas en las que se utilizan amiláceos para analizar los cambios en los parámetros sensoriales.
- Se recomienda estudiar la vida en anaquel del producto tanto en refrigeración y a temperatura ambiente.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- Alimentarius, C. (2002). Bebidas Fermentadas Cerveza. Managua. Obtenido de [http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/2AD787F776004ACF062570F4005FB369?OpenDocument#:~:text=4.2%20Cereales%3A%20Los%20cereales%20utilizados,tolerancias%20establecidas%20por%20el%20Codex](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/2AD787F776004ACF062570F4005FB369?OpenDocument#:~:text=4.2%20Cereales%3A%20Los%20cereales%20utilizados,tolerancias%20establecidas%20por%20el%20Codex)
- Alimentarius, C. (2002). Bebidas Fermentadas, cerveza, . Managua. Obtenido de [http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/2AD787F776004ACF062570F4005FB369?OpenDocument#:~:text=4.2%20Cereales%3A%20Los%20cereales%20utilizados,tolerancias%20establecidas%20por%20el%20Codex](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/2AD787F776004ACF062570F4005FB369?OpenDocument#:~:text=4.2%20Cereales%3A%20Los%20cereales%20utilizados,tolerancias%20establecidas%20por%20el%20Codex)
- Alimentarius, C. (2002). Bebidas Fermentadas, cerveza, especificaciones. Managua. Obtenido de [http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/2AD787F776004ACF062570F4005FB369?OpenDocument#:~:text=4.2%20Cereales%3A%20Los%20cereales%20utilizados,tolerancias%20establecidas%20por%20el%20Codex](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/2AD787F776004ACF062570F4005FB369?OpenDocument#:~:text=4.2%20Cereales%3A%20Los%20cereales%20utilizados,tolerancias%20establecidas%20por%20el%20Codex)
- Alimentrius, C. (2002). Bebidas Fermentadas. Managua. Obtenido de [http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/2AD787F776004ACF062570F4005FB369?OpenDocument#:~:text=4.2%20Cereales%3A%20Los%20cereales%20utilizados,tolerancias%20establecidas%20por%20el%20Codex](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/2AD787F776004ACF062570F4005FB369?OpenDocument#:~:text=4.2%20Cereales%3A%20Los%20cereales%20utilizados,tolerancias%20establecidas%20por%20el%20Codex)
- Barrios, E. E. (2017). Control y Proceso de optimizacion en cerveza. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Elena-Bricio-Barrios/publication/343050100\\_CONTROL\\_Y\\_OPTIMIZACION\\_SIMULTANEO\\_DE\\_UN\\_PROCESO\\_DE\\_FERMENTACION\\_DE\\_CERVEZA/links/5f13606d4585151299a57a7e/CONTROL-Y-OPTIMIZACION-SIMULTANEO-DE-UN-PROCESO-DE-FERMENTACION-DE-CE](https://www.researchgate.net/profile/Elena-Bricio-Barrios/publication/343050100_CONTROL_Y_OPTIMIZACION_SIMULTANEO_DE_UN_PROCESO_DE_FERMENTACION_DE_CERVEZA/links/5f13606d4585151299a57a7e/CONTROL-Y-OPTIMIZACION-SIMULTANEO-DE-UN-PROCESO-DE-FERMENTACION-DE-CE)
- Bartolo, R. E. (2019). Elaboracion de Cerveza Artesanal tipo Lager. Published. Obtenido de [https://issuu.com/edsonarpasi/docs/informe\\_cerveza\\_mejor](https://issuu.com/edsonarpasi/docs/informe_cerveza_mejor)
- Borjas, D. D. (2019). Estrategias comunicacionales para la cerveza artesanal. Obtenido de <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/15556>
- Borneo, R. (2006). Química, Ciencia y Tecnología de los Cereales. Obtenido de <https://cytcereales.blogspot.com/search/label/cereales>
- Brower, A. (2017). Cervezeria la Mayor. La Mayor. Obtenido de <https://www.lamayorcerveceria.es/la-cerveza/>

- Cabral, J. C. (2016). Características y propiedades del maíz (*Zea mays* L.). Aguas calientes, Mexico. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n3/2007-0934-remexca-7-03-669-en.pdf>
- Cabrera, A. M. (2018). Valor nutricional del maíz. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/344371455\\_Valor\\_nutricional\\_del\\_Maiz\\_Impacto\\_de\\_segregar\\_por\\_proteina\\_Nutricion\\_y\\_Alimentacion\\_Animal\\_41\\_Congreso\\_Argentino\\_de\\_Produccion\\_Animal\\_Mar\\_del\\_Plata\\_2018](https://www.researchgate.net/publication/344371455_Valor_nutricional_del_Maiz_Impacto_de_segregar_por_proteina_Nutricion_y_Alimentacion_Animal_41_Congreso_Argentino_de_Produccion_Animal_Mar_del_Plata_2018)
- Calderoni, J. (2012). El proceso de Maceracion de la cerveza. Mexico. Obtenido de <https://www.verema.com/blog/el-blog-del-cervezero/1005265-proceso-maceracion-cerveza>
- Carrera, M. F. (2015). Desarrollo de cerveza abase de Maiz morado. Quito. Obtenido de <https://1library.co/document/zw53xn1z-desarrollo-de-cervezas-a-base-de-maiz-morado.html>
- Cascaron, J. (2023). Ferementacion de la Cerveza. Obtenido de <https://ambar.com/noticias/fermentacion-cerveza/#:~:text=El%20proceso%20de%20fermentaci%C3%B3n%20de%20la%20cerveza%20se%20lleva%20a,del%20resultado%20que%20queramos%20obtener.>
- Cecilia, D. A. (2005). Elaboracion de Cerveza de Maiz. Obtenido de <https://bdigital.uncu.edu.ar/11455#:~:text=Elaboraci%C3%B3n%20de%20cerveza%20de%20ma%C3%ADz%20Por%3A%20Drapala%2C%20Anah%C3%AD,Industria%20Hern%C3%A1ndez%2C%20D%C3%A9bora%20Anah%C3%AD%20Universidad%20Nacional%20de%20Cuyo.>
- Cuellar, L. (2016). Cerveza Artesanal . Ciudad de Mexico.
- Cufari, A. (2022). Lupulo que aporta a la cerveza. Madrid. Obtenido de <https://ambar.com/noticias/cuestion-de-lupulo/>
- Diaz, M. S. (2013). cerveza, componentes y propiedades. Oviedo. Obtenido de <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/19093/?sequence=8>
- Drapala, A. C. (2005). Elavoracion de Cerveza de maiz. Obtenido de <https://bdigital.uncu.edu.ar/11455#:~:text=Elaboraci%C3%B3n%20de%20cerveza%20de%20ma%C3%ADz%20Por%3A%20Drapala%2C%20Anah%C3%AD,Industria%20Hern%C3%A1ndez%2C%20D%C3%A9bora%20Anah%C3%AD%20Universidad%20Nacional%20de%20Cuyo.>
- Febles, J. (2020). Importancia de Espuma en la Cerveza. Obtenido de <https://aybmasters.com.do/por-que-la-espuma-es-importante-en-la-cerveza/>
- Ferreya, L. (2014). Mejoras tecnologicas en la elaboracion de cerveza. Obtenido de <https://lipa.agro.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/Trabajo-Final-Leonel-Ferreya-.pdf>

- Gaitan, S. J. (2020). Estudio del proceso de elaboracion de cerveza artesanal. Managua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/15524/1/15524.pdf>
- Galicia, E. (2019). Estudio de los cambios inducidos en las propiedades organolépticas de la. Obtenido de Estudio de los cambios inducidos en las propiedades organolépticas de la cerveza tras modificación genética de la levadura.
- Gallegos, R. D. (2016). Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager . San antonio, Fransisco Morazan . Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/b29b9a8f-d5a3-42e5-8340-3990babda5d7/content>
- Gluck, C. (2019). que es la Cerveza Artezanal. Obtenido de <https://cerveceriagluck.com/que-es-la-cerveza-artesanal/#:~:text=Como%20su%20nombre%20lo%20indica%2C%20la%20cerveza%20artesanal,sabores%20y%20texturas%20distintas%20a%20las%20marcas%20industriales.>
- Gonzales, M. R. (2017). Principio de elaboracion de las cervezas Artesanales. Lulu Enterprises. Obtenido de <http://www.vinodeffruta.com/descargas/Libro%20Principios%20de%20Elaboraci%20n%20de%20las%20Cervezas%20Artesanales%20-%20Cap%20Muestra.pdf>
- Lopez, E. (2009). Purificacion y Caracterizacion de Amilasa. Revista colombiana de Quimica. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-28042009000200001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042009000200001)
- Lorenzo, J. G. (2007). Tratamientpos en Fermentacion de cerveza. Obtenido de <https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/6539/33287090.pdf>
- Martinez, F. (2002). Cerveza Artesanal. Barcelona. Obtenido de <https://www.bonviveur.es/autores/laia-shamirian>
- Navarro. (2020). Estudio del proceso de produccion de una cerveza artezanal en bajo porcentaje de alcohol. Managua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/15524/1/15524.pdf>
- Navarro, B. A. (2020). Estudio del proceso de produccion de una cerveza artesanal en bajo porcentaje de alcohol . Managua .
- Octavio, A. (2006). Almacenamiento, conservación, distribución y despacho en frío de la cerveza. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/55169>.
- Pedro, M. I. (2001). Proceso de elaboracion de cerveza. Madrid. Obtenido de <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.upm.es%2Ffsfs%2FRectorado%2FGerencia%2FAsociacion%2520del%2520PDI%2520Jubilado%2FN%25C2%25BA%252017-2001.doc&wdOrigin=BROWSELINK>

- Peña, A. (2005). Polisacaridos .
- Rocha, L. C. (2009). Determinacion de la concentracion de Alfa y Beta amilisas. Bogota. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8209/tesis206.pdf?sequence=1>
- Sanchez, G. A. (2016). Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager. Fransisco Morazan Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/b29b9a8f-d5a3-42e5-8340-3990babda5d7/content>
- Sarmiento, N. A. (2021). Estudio de compuestos químicos no azufrados responsables del. Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11205/1/16742.pdf>
- Seco, A. (2023). Celulosa en la Biología. Obtenido de <https://quees.com/celulosa/>
- Times. (2015). Obtenido de <https://www.beqbe.com/proceso-de-elaboracion-de-la-cerveza>
- Torres, G. D. (2021). Caracterizacion y definicion del proceso de malteado. Obtenido de <https://www.licorea.es/el-proceso-de-malteado-de-la-cerveza-3-etapas/>
- Vásquez, B. M. (2020). Estudio del proceso de producción de una cerveza artesanal en bajo porcentaje de alcohol. Managua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/15524/1/15524.pdf>
- Vazques, B. M. (2020). Estudio de produccion de una cerveza artesanal en bajo porcentaje de alcohol. Managua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/15524/1/15524.pdf>
- Vazquez, C. (2014). Diferencia entre una Cerveza artesanal e Industrial. Vino Premier. Obtenido de <https://devinosconcarla.vinopremier.com/diferencias-entre-una-cerveza-artesanal-e-industrial/>

## Anexo 1 Evaluación Sensorial de Cerveza

### Prueba de hedónica de 7 puntos

**Instrucciones:** Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar hay cuatro muestras para ser evaluadas por usted los atributos a evaluar son: aroma, color, sabor, consistencia de espuma, pruebe cada una de las muestras codificadas en la secuencia presentada de izquierda a derecha.

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Me disgusta ligeramente
4	Ni me gusta, ni me disgusta
5	Me gusta ligeramente
6	Me gusta
7	Me gusta mucho

Fuente: (Manfugás,2017).

Código	Calificación para cada Muestra			
	Aroma	Color	Sabor	Consistencia de Espuma
304				
405				
659				
711				

### Recomendaciones:

---

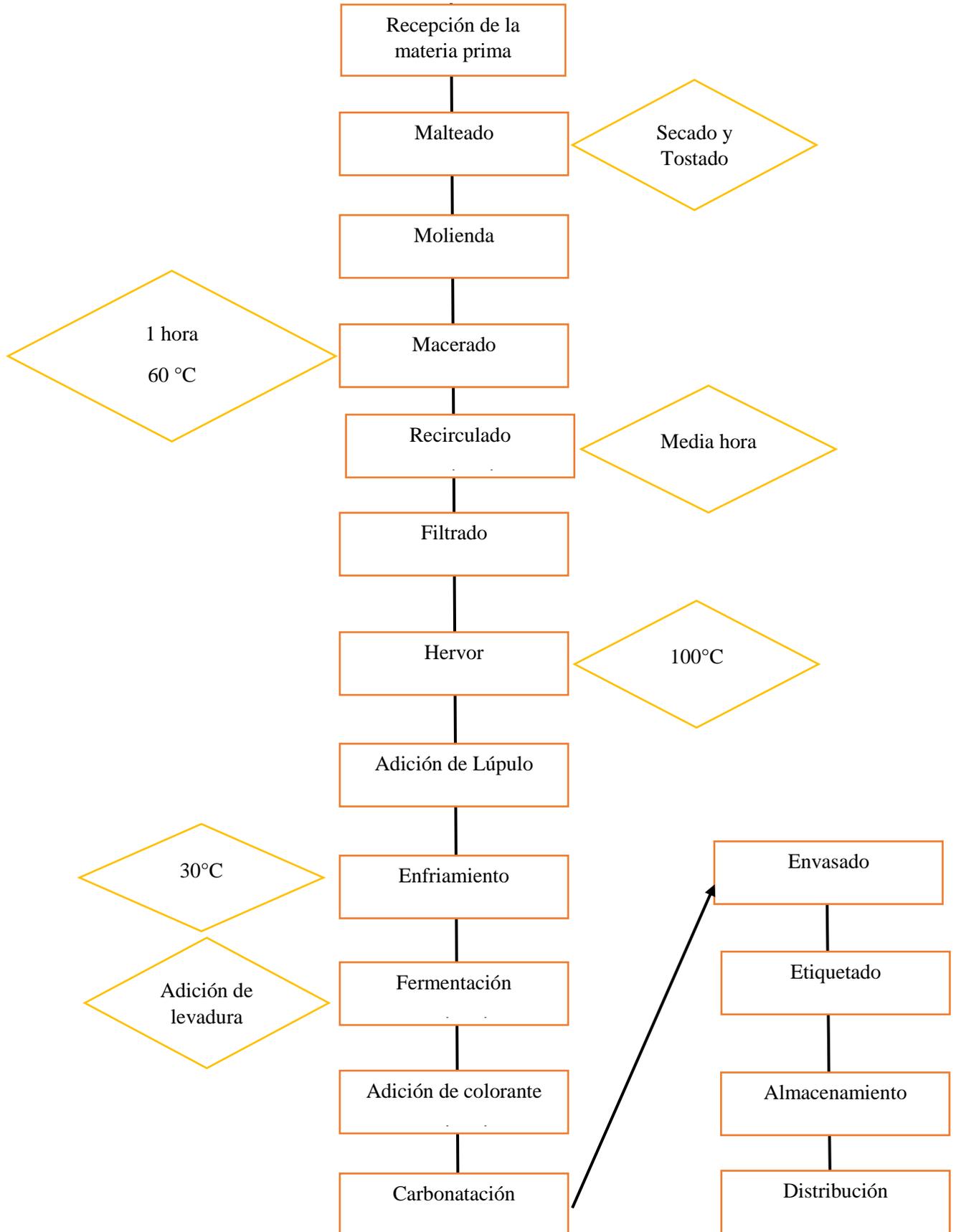


---



---

## Anexo 2 Flujograma de Proceso



Hoja Maestra					
Numero de jueces	Orden de servido	Código de muestras			
1	ABCD				
2	BCDA				
3	CDAB				
4	DABC				
5	ABCD				
6	BCDA				
7	CDAB				
8	DABC				
9	ABCD				
10	BCDA				
11	CDAB				
12	DABC				
13	ABCD				
14	BCDA				
15	CDAB				
16	DABC				
17	ABCD				
18	BCDA				
19	CDAB				
20	DABC				
21	ABCD				
22	BCDA				
23	CDAB				
24	DABC				
25	ABCD				
26	BCDA				
27	CDAB				
28	DABC				
29	ABCD				
30	BCDA				
31	CDAB				
32	DABC				
33	ABCD				
34	BCDA				
35	CDAB				
36	DABC				
37	ABCD				
38	BCDA				
39	CDAB				
40	DABC				
41	ABCD				

42	BCDA				
43	CDAB				
44	DABC				
45	ABCD				
46	BCDA				
47	CDAB				
48	DABC				
49	ABCD				
50	BCDA				

*Anexo 3 Hoja Maestra*

**Fuente (Manfugás,2017).**

## Anexo 4 Proceso de elaboración de cerveza artesanal tipo ale con maíz blanco

Viabilidad



Malteado



Fuente Propia



Malta de cebada

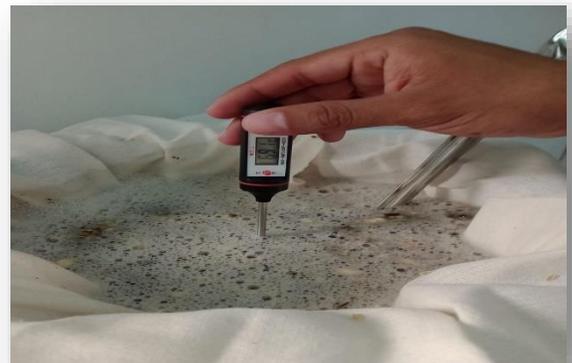
Fuente Propia



Reducción de partículas



lúpulo



Macerado

Levadura tipo ale



Fuente Propia

Enfriamiento



Fuente Propia



Mosto



Gasificación



Fermentación



Evaluación sensorial

## Parámetros Fisicoquímicos



Fuente Propia