



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

**RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**QUÍMICA INDUSTRIAL**

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN QUÍMICA INDUSTRIAL**

**TÍTULO:**

Propuesta de valor agregado en el sector agropecuario para la Quinoa (Chenopodium quino) como materia prima para elaborar cerveza artesanal de tipo Ale, Departamento de Química, UNAN-Managua, Agosto – Noviembre 2021

**Autor:**

Br. Jimmy Alexander Maldonado García.

**Tutor:**

Esp. Yesler Ernesto Bermúdez Tercero.

**Managua, noviembre 2021**



Propuesta de valor agregado en el sector agropecuario para la Quinua (*Chenopodium quino*) como materia prima para elaborar cerveza artesanal de tipo Ale, Departamento de Química, UNAN-Managua, Agosto – Noviembre 2021

*El Señor te bendiga y te guarde; el Señor te mire con agrado y te extienda su amor; el Señor te muestre su favor y te conceda la paz.  
(Número 6:24-26)*

# Aspectos generales





## **TÍTULO**

Propuesta de valor agregado en el sector agropecuario para la Quinoa (*Chenopodium quino*) como materia prima para elaborar cerveza artesanal de tipo Ale, Departamento de Química, UNAN-Managua, Agosto – Noviembre 2021.



## DEDICATORIA

*El presente trabajo de grado va dedicado a Dios, quien como guía estuvo y ha estado presente en el caminar de mi vida, a pesar de mis recaídas, el me guarda, bendice y me guarda para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer. A mis padres que, con apoyo incondicional, amor y confianza permitieron que logre culminar mi carrera profesional.*



## AGRADECIMIENTOS

*En principal instancia agradezco a Dios Dedico este trabajo a la Facultad de ciencias e ingeniería, específicamente al Departamento de Química y a todos los profesores por ayudarme en mi formación académica; también lo dedico a mi familia, por estar siempre apoyándome en las diferentes etapas de este proceso universitario.*



Propuesta de valor agregado en el sector agropecuario para la Quinoa (*Chenopodium quino*) como materia prima para elaborar cerveza artesanal de tipo Ale, Departamento de Química, UNAN-Managua, Agosto – Noviembre 2021

## CARTA AVAL



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

## CERTIFICACIÓN DE AUTENTICIDAD Y AVAL TUTORIAL



El presente seminario titulado *“Propuesta de valor agregado en el sector agropecuario para la Quinoa (*Chenopodium quino*) como materia prima para elaborar cerveza artesanal de tipo Ale, Departamento de Química, UNAN-Managua, Agosto – Noviembre 2021”*, ha sido realizado por el Bachiller *Jimmy Alexander Maldonado García*, bajo la dirección del *Esp. Yesler Ernesto Bermúdez Tercero*, dando fe de que la investigación es propiedad intelectual fidedigna y original de él, además que ha cumplido con todas las disposiciones y requisitos académicos según el Capítulo III del Título IV del Reglamento del Régimen Académico Estudiantil para optar al título de Licenciado en Química Industrial.

Managua, noviembre del 2021

---

Yesler Ernesto Bermúdez, Esp.  
Departamento de Química  
UNAN-Managua

UNAN–Managua, Departamento de Química  
Telf.: 2278-6769 Ext: 15



## **RESUMEN**

La presente investigación tiene como principal objetivo proponer valor agregado en el sector agropecuario para la Quinua (*Chenopodium quino*) como materia prima para elaborar cerveza artesanal de tipo Ale, empleando análisis documental como método cualitativo de investigación se encontró que grano de quinua es apto para uso como materia prima en la elaboración de cerveza, conteniendo un valor del 70,3% en carbohidratos, por lo que, es posible proporcionar un valor agregado en el sector agropecuario a nivel nacional para su explotación como base para elaborar dicho producto artesanal.

Además, se sugieren los controles de calidad para materia prima de humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra, carbohidratos totales energía para la quinua y para el producto terminado grado alcohólico, extracto original, unidades de amargo, pH, CO<sub>2</sub>, metales pesados, recuento total de microorganismos mesófilos, mohos, coliformes y microorganismos patógenos, todo en función de la NTON 03038-06. Con la exploración de información se definen las etapas de pre tratamiento de materia prima, malteado y germinación, molienda, maceración, cocción, enfriado, fermentación, filtrado, maduración y embotellado para el proceso de producción de la cerveza artesanal de tipo Ale a base del cereal de Quinua (*Chenopodium quinoa*).

***Palabras claves:*** *cerveza, artesanal, quinua, elaboración, valor agregado.*





## ÍNDICE

Aspectos generales	
TÍTULO	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
CARTA AVAL	iv
CERTIFICACIÓN	iv
DE AUTENTICIDAD Y AVAL TUTORIAL	iv
RESUMEN	v
<b>ÍNDICE</b>	vi
Capítulo I	
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.4. OBJETIVOS	4
1.4.1. Objetivo general.	4
1.4.2. Objetivos específicos.	4
Capítulo II	
2.1. MARCO TEÓRICO	5
2.1.1. Quinoa.	5
2.1.2. Cerveza Artesanal	9
2.1.3. Materia prima para la elaboración de cerveza en el contexto de la norma técnica obligatoria nicaragüense 03 038 – 06	15
2.1.4. Proceso de elaboración de cerveza artesanal.	20
2.2. ANTECEDENTES	25
2.3. PREGUNTAS DIRECTRICES	26
Capítulo III	
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO	28
3.1.1. Descripción del ámbito de estudio.	28
3.1.2. Tipo de estudio.	28
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	29
3.2.1. Población.	29



**Propuesta de valor agregado en el sector agropecuario para la Quinua (*Chenopodium quino*) como materia prima para elaborar cerveza artesanal de tipo Ale, Departamento de Química, UNAN-Managua, Agosto – Noviembre 2021**

3.2.2. Muestra.	29
3.3. VARIABLES	29
3.3.1. Variables independientes.	29
3.3.2. Variable dependiente.	30
3.4. MATERIALES	30
3.4.1. Materiales para recolectar información.	30
3.4.2. Materiales para procesar la información.	30
3.5. MÉTODOS	31
3.5.1. Método de investigación.	31
3.5.2. Análisis documental.	31
3.5.3. Controles de calidad.	31
3.5.4. Flujograma.	31
Capítulo IV	
4.1. PROCESO PROPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL ALE A PARTIR DE LA QUINUA	33
4.1.1. Selección de insumos.	33
4.1.2. Pre tratamiento de materia prima.	33
4.1.3. Malteado y germinación.	33
4.1.4. Molienda.	34
4.1.5. Maceración.	34
4.1.6. Cocción.	35
4.1.7. Enfriado.	36
4.1.8. Fermentación.	36
4.1.9. Filtrado.	37
4.1.10. Maduración.	37
4.1.11. Embotellado.	38
4.2. SUGERENCIA DE CONTROLES DE CALIDAD BASADOS EN LA NTON 03038-06.....	38
4.2.1. Caracterización de materia prima.	38
4.2.2. Caracterización de producto terminado.	39
4.3. FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA CERVEZA ARTESANAL DE TIPO ALE A BASE DEL CEREAL DE QUINUA ( <i>CHENOPODIUM QUINUA</i> ).....	41



Capítulo V

5.1.	CONCLUSIONES	44
5.2.	RECOMENDACIONES	45
5.3.	BIBLIOGRAFÍA	46

# Capítulo I





## **1.1. INTRODUCCIÓN**

La quinua ha tenido en los últimos años auge en Nicaragua, por su alto valor nutricional, donde resalta el contenido de aminoácidos, hierro, magnesio y fósforo y vitaminas como ácido fólico, destacando también que es una fuente de energía por su gran cantidad de carbohidratos (Gottau, 2013). La quinoa es especialmente beneficiosa en la dieta de personas celíacas, ya que no contiene gluten; asimismo, por su alto contenido en fibra y su mayor aporte proteico respecto a los cereales, la quinoa tiene un bajo índice glucémico, lo que la vuelve ideal para personas con diabetes o que desean adelgazar comiendo sano. También es de gran ayuda para controlar los niveles de colesterol en sangre, ya que su fibra y sus lípidos insaturados favorecen el perfil lipídico en el organismo, sin embargo, se emplea más como cereal.

La cerveza artesanal, es un producto que en la actualidad se encuentra en auge dentro de la producción cervecera, pues se encuentra en un desarrollo productivo muy extenso. Es un producto sumamente de alta calidad, ya que al ser artesanal su producción es minuciosa en la preparación pues no cuenta con tecnología avanzada como es en el caso de la cerveza industrial. Otra característica principal en este tipo de cerveza es que su elaboración es a base de granos, como es la cebada, maíz, entre otras, sin incorporar otro tipo de materias primas como la yuca, camote, quinua, etc., siendo importantes en la elaboración de dicho producto ya que pueden ser transformados en azúcares fermentables (Fabricar cerveza, 2013)

Con este estudio lo que se pretende es proponer valor agregado en el sector agropecuario para la Quinua (*Chenopodium quino*) como materia prima para elaborar cerveza artesanal de tipo Ale; es decir, que mediante la descripción de las propiedades fisicoquímicas del grano de Quinua (*Chenopodium quinoa*) se fundamenta la sustitución de la cebada por el grano en mención para elaborar dicho producto. También, se sugieren los controles de calidad bajo el reglamento de Normativas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses de Bebidas Fermentadas (NTON 03038-06), siendo así, como alcance final la presentación del proceso de producción de la cerveza artesanal de tipo Ale a base del cereal de Quinua (*Chenopodium quinoa*).



## **1.2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA**

Las cervecerías artesanales o microcervecerías son fábricas que producen un volumen limitado de cerveza. Siempre son mucho más pequeñas que las fábricas corporativas de gran escala y en todos los casos sus dueños son independientes y trabajan a título personal. En la actualidad existen pocas estadísticas relacionadas con la existencia de microcervecerías a nivel global, por lo que es sumamente difícil hacer un inventario confiable de los principales países productores y consumidores de cerveza artesanal, así como nacional.

Si un cervecero que trabajaba en la cocina de su casa consigue acomodarse en un lugar adecuado y exclusivo para su actividad, alcanza a elaborar cantidades interesantes con calidad sostenida y logra vender su cerveza, se le puede considerar entonces como cervecero artesanal. Sin embargo, estos tienen el reto de seleccionar la materia prima para elaborar sus productos, en el caso común la cebada no se cultiva a nivel nacional, por lo que, se requiere emplear sustitutos de materia prima que sean accesibles y aumente la economía agrícola nativa del país.

Nicaragua al ser un país tropical con gran variedad de frutas y granos, cuenta con recursos potencialmente aprovechables como materias primas para su procesamiento en productos de interés alimenticio, por lo tanto, surge la pregunta de investigación: ¿Puede emplearse la Quinua (*Chenopodium quino*) como materia prima para elaborar cerveza artesanal?

Establecida la formulación del problema se establece la sistematización del problema, siendo la siguiente:

1. ¿Cuáles son las propiedades del grano de Quinua (*Chenopodium quinoa*) que permiten su uso como materia prima para elaborar cerveza?
2. ¿Cuál será proceso de producción de la cerveza artesanal Ale a base del cereal de Quinua (*Chenopodium quinoa*)?
3. ¿Cuáles serán los controles de calidad que deberán regir el proceso de producción de cerveza artesanal Ale a base de Quinoa (*Chenopodium quinoa*)?



### 1.3. JUSTIFICACIÓN

La cerveza artesanal es considerada una bebida nutritiva y con cuerpo que se compone de materias primas nobles y sin filtrar, además que no contiene ningún aditivo químico dentro de su formulación, se procesa de forma natural y puede obtenerse estandarización en el proceso; esto de acuerdo a la experiencia que vaya tomando el maestro cervecero. En otro aspecto se propone el uso de quínoa como grano para el proceso de esta elaboración de cerveza artesanal Ale debido a sus altos beneficios, como es el aporte de 20 aminoácidos esenciales, además de que pudiera ser un producto competitivo en el mercado nacional.

Por lo tanto, el objetivo principal es el aprovechamiento de los beneficios que presenta este grano integral, *quínoa* y sumar valor agregado a los recursos agrícolas que se encuentran en Nicaragua con enfoque a la elaboración de cerveza artesanal. Y así incluir una nueva perspectiva de estudio dentro de Nicaragua como grano principal para la producción de cerveza. Este grano ha sido cultivado y promovido desde el año 2007 por el INTA que ha venido estableciendo parcelas de estudio del cultivo de quinoa en el centro de desarrollo tecnológico Miraflores del municipio de Estelí.

Al conocer que este cultivo se ha venido extendiendo principalmente en la zona norte de Nicaragua donde los suelos son favorecedores para el cultivo, surge la importancia de su utilidad en la agroindustria alimentaria. De esta manera al realizar el presente estudio se estará generando otra alternativa de materia prima para la elaboración de cerveza artesanal ampliando la variedad cervecera de nuestro país, y asimismo aprovechar los nutrientes que aporta el grano de quínoa.



## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general.**

Proponer valor agregado en el sector agropecuario para la Quinua (*Chenopodium quino*) como materia prima para elaborar cerveza artesanal de tipo Ale, Departamento de Química, UNAN-Managua, Agosto – Noviembre 2021.

### **1.4.2. Objetivos específicos.**

1. Describir las propiedades fisicoquímicas del grano de Quinua (*Chenopodium quinoa*).
2. Sugerir los controles de calidad bajo el reglamento de Normativas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses de Bebidas Fermentadas (NTON 03038-06).
3. Presentar el proceso de producción de la cerveza artesanal de tipo Ale a base del cereal de Quinua (*Chenopodium quinoa*).



# Capítulo II





## 2.1. MARCO TEÓRICO

### 2.1.1. Quinoa.

La quinoa (*Chenopodium quinoa*) es un pseudocereal perteneciente a la familia de las amarantáceas y proveniente de la zona andina de América del Sur. Es una especie domesticada y cultivada principalmente en Perú y actualmente en Nicaragua, se puede cultivar sola o asociada con otros granos o tubérculos, tiene una capacidad grande de adaptarse a condiciones ecológicas muy diferentes (Ministerio de Agricultura y Riego, 2014) (Asociación Latinoamericana de Integración, 2013).

*Imagen 1. Quinoa.*



*Fuente:* (Revista de alimentos saludables, 2020)

El grano de quinoa es un aquenio; el perigonio cubre una sola semilla y se desprende con facilidad al frotarlo; sin embargo, el pericarpio del fruto está adherido a la semilla, presentando alvéolos. En el pericarpio se encuentra la saponina, compuesto que le transfiere el sabor amargo a la quinoa.

#### 2.1.1.1. Composición química.

El contenido de proteínas en el grano es aproximadamente entre un 12-23% de su peso seco, esta contiene un excelente balance en la composición de aminoácidos esenciales para el organismo, especialmente en el contenido de lisina (5,1- 6,4%) y metionina (0,4-1%) (1; 44). Entre los aminoácidos esenciales cabe mencionar a la lisina, nutriente básico para el desarrollo del sistema neurológico humano (Ministerio de Agricultura y Riego, 2014).

El contenido de aceites (8%), duplica los valores del maíz, pero además los lípidos son ricos en ácidos grasos esenciales, como el linoléico (serie  $\omega$ -6) y el linolénico (serie  $\omega$ -3), y no esenciales como el ácido oleico (serie  $\omega$ -9). Los valores de los ácidos grasos esenciales en el grano crudo de omega 3, omega 6, y omega 9 son en promedio de 6, 52, y 23%, respectivamente (23; 37). Contiene grandes cantidades de calcio, hierro, zinc y magnesio, en comparación con los cereales más comunes.



Asimismo, la composición química proximal: humedad 5,5%, 10,2% de proteínas, grasa 5,1%, fibra 4,8%, cenizas 2,1% y 70,3% de carbohidratos; a pesar de todos los beneficios que brinda la quinua, también presenta factores anti nutricionales que pueden afectar la biodisponibilidad de ciertos nutrientes esenciales, como proteínas y minerales.

Estos anti nutrientes son las saponinas, fitatos, taninos e inhibidores de proteasa, de los cuales la saponina es el principal. Debido a ello, es recomendable el usar quinuas dulces como la Blanca de Junín, Samaja, Cheweca de Puno ya que presentan un contenido de saponina menor al 0,06% (Álvarez, 2012).

### ***2.1.1.2. Taxonomía***

La quinoa pertenece al género *Chenopodium*, familia *Chenopodiaceae*. El género *Chenopodium* es el principal dentro de esta familia y tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies.

Dentro de este género existen cuatro especies cultivadas como plantas alimenticias: *Ch. quinoa* Willd. y *Ch. pallidicaule* Aellen, como productoras de grano en Sudamérica; y *Ch. nuttalliae* 37 Safford y *Ch. ambrosioides* L., como verdura en México. Este género también incluye especies silvestres de amplia distribución mundial: *Ch. album*, *Ch. hircinum*, *Ch. murale*, *Ch. graveolens*, *Ch. petiolare*, entre otras (Corpei, 2001).

**Tabla 2.1.**

#### ***La clasificación botánica de la quinoa.***

<b>Clase</b>	Dicotiledónea	<b>Especie</b>	<i>Chenopodium quinoa</i>
<b>Orden</b>	Lamiales	<b>Nombre común</b>	Quínoa
<b>Familia</b>	<i>Chenopodium</i>		

*Fuente:* (FARIAS, 2015).

### ***2.1.1.3. Valor nutritivo.***

La quinoa es una fuente natural de proteína vegetal económica y de alto valor nutritivo, en consideración a un estudio realizado por la fundación universitaria iberoamericana de Perú, los valores nutricionales son los siguiente:



Tabla 2.2.

*Valores nutricionales de la quinoa.*

Componentes	Muestra de contenido en 100 g	Valores diarios recomendados (basado en una dieta de 2000 calorías)
Calorías	351	
Humedad	9,40 – 13 %	
Carbohidratos	53,50 – 74,30 g	300 g
Fibra	2,10 – 4,90 g	25 g
Grasa Total	5,30 – 6,40 g	66 g
Lisina	6,80 – 8,50 g	
Proteínas	11,00 – 21,30 g	
Metionina	2,1 mg	
Treonina	4,5 mg	
Triptófano	1,3 mg	

*Fuente:* (Asociación Latinoamericana de Integración, 2013).

Las proteínas que contiene son de alta calidad y a su vez tiene un alto contenido en lisina. Su valor calórico es mayor que a otros cereales, lo que se caracteriza como un alimento apropiado y que puede ser de gran utilidad como materia prima principal para la elaboración de cerveza artesanal de tipo Ale. Su composición de aminoácidos esenciales, le permite ser comparable solo con la carne, leche, huevo y la menestra (INIAP, 1986)

#### 2.1.1.4. Descripción física de la quinoa

La raíz es pivotante con muchas ramificaciones y alcanza una profundidad hasta de los 60 cm; El Tallo es cilíndrico a la altura del cuello y angular a partir de las ramificaciones. El número de ramificaciones depende del tipo de entrada y puede variar; Hojas son de tipo lanceoladas, grandes en la parte inferior y

#### Imagen 2.2. Etimología habidad de la quinoa.



*Fuente:* (Treben, 2000)



pequeñas en la parte superior de la planta. Las hojas son dentadas, el número de dientes es una característica importante para su clasificación; **Flor** es pequeña y carece de pétalos; puede ser hermafrodita o postilada; **Grano** de la quinoa es un aquenio; el perigonio cubre una sola semilla y se desprende con facilidad al frotarlo; sin embargo, el pericarpio del fruto está adherido a la semilla, presentando alvéolos y en algunas variedades se puede separar fácilmente. (Asociación Latinoamericana de Integración, 2013)

#### ***2.1.1.5. Cultivo.***

En el cultivo la quinoa debe encontrarse en condiciones óptimas para la siembra cuando el suelo tiene una temperatura entre 7 ° - 10 ° C hasta un máximo de 18 - 20 ° C y una buena humedad; esto facilita y apresura la germinación de las semillas. Es por ello que para la germinación de la semilla de quinoa (como para las espinacas), la temperatura del suelo no debe ser demasiado alta; por lo tanto, en contexto nacional se debe promover el cultivo en climas frescos y en condiciones de bajas temperaturas, con relatividad de altos porcentajes de humedad en el ambiente.

#### ***2.1.1.6. Producción local en el sector agropecuario de la quinoa.***

Con el objetivo de diversificar la producción local y aportar a la soberanía alimentaria en Nicaragua, la estación experimental agropecuaria (EEA) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Miraflores del municipio de Estelí. Trabaja desde el 2007 con agricultores e investigadores de la zona para reintroducir el cultivo de la quinoa en Miraflores; específicamente en este sitio debido a las excelentes condiciones agroecológicas y fitosanitarias. El INTA viene trabajando en la difusión y manejo del cultivo, promoviendo la diversificación agrícola en los campos con obreros para alternativas de consumo en la población nacional. (Agropecuaria, 2020)

En relación a su calidad nutricional, la semilla de quinoa es consumida como un cereal ya que contiene alto valores nutritivos y más del 16% que la mayoría de los alimentos vegetales, sin embargo, el verdadero valor de los granos y subproductos de quinoa se debe a la calidad de sus proteínas. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han calificado a la quinoa



como un alimento único, debido a su alto valor nutricional ya que provee proteínas y aminoácidos esenciales para el ser humano. Estas entidades proponen a la quinoa como una alternativa para aquellos países que sufren de inseguridad alimentaria y que deben incrementar la producción de alimentos de calidad para alimentar a la población mundial en el contexto del cambio climático (FAO, 2013).

## **2.1.2. Cerveza Artesanal**

### ***2.1.2.1. Definición.***

Según principio de elaboración de cerveza artesanal (2017) las cervecerías artesanales o microcervecerías son fábricas que producen un volumen limitado de cerveza. Siempre son mucho más pequeñas que las fábricas corporativas de gran escala y en todos los casos sus dueños son independientes y trabajan a título personal. Se consideran con frecuencia entre una aventura comercial y un entretenimiento.

### ***2.1.2.2. Tipos de cervezas artesanales***

A nivel de contexto documental y en base a la diversidad de información con respecto a lo que son los tipos de cerveza artesanal, puede resultar complejo clasificarla. Debido a las múltiples variables, lo cual se hace considerablemente difícil tipificar; sin embargo, estas se valoran y clasifican según su aspecto. Esta es una categorización basada en los rasgos visuales que presenta una cerveza, como son el *color* y la *turbidez*. Para el consumidor tradicional constituye la clasificación más fácil de distinguir.

Por ejemplo, puede hablarse de cervezas *rubias*, *ámbar* o *negras*, así como de *turbias* o *claras*; para efectos de considerar un proceso de elaboración de cerveza artesanal a partir de la quinoa, con enfoque al aprovechamiento e impulso del sector agropecuario a nivel nacional, se pueden abordar diversos procesos. Un ejemplo típico lo constituyen las cervezas ahumadas, en las cuales se permite que el humo de leña impregne de aroma al grano. También están las cervezas doble malta, que rinden un mayor porcentaje de alcohol.

- **Según los ingredientes empleados:** Se establecen categorías de cervezas considerando los componentes que son utilizados en la fabricación. La malta y el grano de cebada son los ingredientes básicos y principales empleados en la



elaboración de cerveza industrializadas y artesanales. Sin embargo, por razones técnicas, económicas e investigativas, suele sustituirse parte de este último por diversos cereales como trigo, avena, centeno, maíz o como es el objeto de la investigación la propuesta de la quinoa.

- **Según el tipo de fermentación:** Este sistema utiliza un criterio básicamente técnico para categorizar las cervezas y establece dos grandes grupos definidos de acuerdo a la forma como se realiza la fermentación: cervezas *Ale* y cervezas *Lager*. Las primeras se elaboran a relativamente alta temperatura (15 a 25 °C). Las segundas, al contrario, requieren ambientes fríos para su fermentación (4 a 9 °C).

Es de gran importancia mencionar que el tipo de fermentación *Ale* o *Lager*; son los que se incluyen en casi todos los estilos de cerveza existentes. Según el libro *The World Guide to Beer*. Estilo de cerveza es un término usado para categorizar las cervezas según diversos factores como ingredientes, aroma, método de producción, origen, etc.

### ***2.1.2.3. Cervezas Ale.***

Son elaboradas con levaduras que tienden a permanecer cerca de la superficie del mosto al final del proceso fermentativo, de ahí que a estas cervezas se las denomina «de fermentación alta»; Las cervezas tipo *Ale* se caracterizan por el uso de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, conocida como levadura de fermentación alta, la cual tiene la particularidad de fermentar en la parte superior del recipiente entre 15 – 25 °C. Fue descubierta por Pasteur en 1852 (Rodríguez, 2003)

Las cervezas de tipo *Ale* se pueden beber generalmente a las tres semanas tras el comienzo de la fermentación, sin embargo, algunas variedades pueden ofrecer envejecimientos que van desde algunos meses hasta años. Pueden variar en color, desde ser muy pálidas hasta alcanzar colores negros opalescentes. Inglaterra es el mejor ejemplo de cerveza de tipo *Ale*. (G, 2007)

- **Calidad de la cerveza tipo Ale:** Los factores más importantes en la evaluación de la calidad de la cerveza son el sabor, la presencia, la permanencia de la espuma, el color, el grado alcohólico y la presencia de residuos o precipitados. Además, que esta



depende de los factores, que tiene relación con las materias primas utilizadas, proceso de elaboración y principalmente al mercado al cual se esté apuntando. En la tabla 2.3 se presentan las características más importantes que debe de presentar una cerveza tipo Ale.

**Tabla 2.3.**

***Características de una cerveza tipo Ale de calidad.***

<b>Características</b>	<b>Parámetro</b>
Alcohol (% v/v)	2,5 – 9,0
pH final	3,0 – 4,8
Densidad (g/mL) a 20 °C	0,998 – 1,018
Sabor a lúpulo	Media – Alta
Aroma a lúpulo	Bajo – Medio
Color	Muy pálido - Pálido
Vida útil (meses)	6

*Fuente: González y Muñiz (2000).*

**2.1.2.4. Cervezas Lager.**

A diferencia de las ales, son elaboradas mediante el empleo de levaduras *Saccharomyces carlsbergensis* (o *pastorianus*), las cuales tienden a descender hasta depositarse en el fondo del tanque, de ahí la expresión de «baja fermentación». Estas levaduras fermentan de manera óptima a temperaturas entre 4 y 9 °C, en contraste con las de alta fermentación que lo hacen a temperaturas más altas. Los estilos más difundidos del grupo lager son pilsen, draft, ice, märzen, bock y rauch. En consideración a lo recopilado bibliográficamente los estilos más comercializados a nivel global son los descritos a continuación:

- ***Pilsen o Pilsner:*** Suele tener un contenido alcohólico bajo (3 o 5 %), un color dorado intenso y un sabor acentuado pero ligero de cuerpo. (G, 2007)
- ***Draft o draught:*** La cerveza draft es servida casi exclusivamente en bares, siendo realmente escasa en tiendas. Debido a que contiene levaduras remanentes activas y no ha sido pasteurizada, el tiempo para su consumo resulta relativamente corto, de cuatro a seis semanas. Las características sensoriales que posee son semejantes a las





de una Pilsen, un color dorado y un sabor si se quiere intenso, pero de cuerpo ligero. Los lúpulos se presentan con poca intensidad. (FARIAS, 2015)

- **Ice:** Es una cerveza que se caracteriza básicamente por la técnica empleada en su elaboración, la cual consiste en congelarla parcialmente y luego eliminar los cristales de hielo mediante filtración. Esto da origen a un producto con mayor graduación y de color más brillante, con carácter fuerte y refrescante.

#### ***2.1.2.5. Apreciación y características de la cerveza***

Es un hecho bien conocido que la apreciación de la cerveza puede ser abordada como una sencilla valoración sensorial, puramente subjetiva, en la que dos personas pueden juzgar de manera distinta la misma cerveza aún en idéntico ambiente. A continuación, se presentan algunos de los factores más importantes que se deben considerar en el momento de evaluar y calificar una cerveza.

- **Temperatura:** Al igual que el vino, la temperatura a la cual debe ser servida la cerveza varía según el tipo. Los elementos del aroma, por ser sustancias volátiles, resultan susceptibles de quedar suprimidos por las bajas temperaturas. Por ejemplo, la cerveza de trigo y la cerveza sin alcohol tienen una temperatura óptima de servicio de 4 °C, mientras que muchas rubias la tienen entre 6 y 8 °C.

Como en toda bebida, el **aspecto** es el primer factor que se suele valorar en el momento de evaluar una cerveza:

- **Color:** Uno de los principales elementos a considerar en el momento de evaluar el aspecto de una cerveza es su 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.
- **Turbidez, esta ocurre en la cerveza por dos causas:**
  1. Debido a proteínas y levaduras suspendidas en el seno del líquido.
  2. Ocasionado por infecciones de bacterias y levaduras.



La primera es aceptable y predominante en algunas cervezas artesanales, las cuales no incluyen el proceso de filtración en su elaboración. Como solución alternativa, se realiza una cocción intensa del mosto con lo cual se logra, entre otras cosas, la ruptura de las proteínas de la malta y la reducción de la turbidez en el producto, en la elaboración se puede jugar con los tiempos y temperaturas de cocción, en los que se puede ajustar con precisión la turbidez.

La segunda causa de enturbiamiento es debida a contaminaciones durante el proceso de manufactura. El hecho de que la cerveza tenga un pH relativamente elevado (4 ó 5) y un alto contenido de nutrientes, la convierte en un excelente caldo de cultivo para levaduras y bacterias dañinas. (G, 2007)

- **Espuma:** Si hay una característica especial que hace a la cerveza tan diferente a otras bebidas, esa es la espuma. Conocida también como «cabeza» o «corona», constituye sin duda el sello de identidad de este particular producto. En general, todas las cervezas generan espuma, aunque obviamente unas producen más que otras.
- **Densidad:** Es una característica derivada del grado de carbonatación de la cerveza. Una baja concentración de CO<sub>2</sub> en el seno del líquido producirá una espuma laxa y poco compacta en la superficie. Contrariamente, una profusa carbonatación ocasionará que las burbujas se generen tan rápidamente que tenderán a acumularse en la superficie y formarán una espuma consistente y compacta.
- **Persistencia:** Respecto a esta propiedad, cuanto mayor es el contenido alcohólico de la cerveza, menor es su tensión superficial y la espuma muestra poca duración en el vaso. Debido a ello debe tenerse el cuidado de no considerar a una cerveza como de mala calidad por el simple hecho de exhibir una espuma fugaz. Algunos expertos consideran que una espuma que permanezca más de diez minutos sobre la cerveza es una espuma «dura» o de alta persistencia.
- **Aroma:** Sí, toda cerveza posee su característico y único aroma de cerveza. Pero este aroma, no obstante, viene definido por sutiles matices que permiten diferenciar un estilo de cerveza de otro. Estos matices son originados por la presencia de un gran número de sustancias volátiles (aproximadamente trescientas) que al combinarse en diferentes proporciones otorgan a cada estilo su personalidad distintiva.



1. El lúpulo es un ingrediente insustituible en la elaboración de la cerveza y no tiene ningún sucedáneo. El lúpulo es indispensable para la elaboración de la cerveza, su sabor amargo agradable y su aroma suave característico, contribuye, además, a su mejor conservación y a dar más permanencia a la espuma. Siendo importante que para su conservación deban ser colocados en lugares adecuados a 0 °C donde el grado hidrométrico no pase de 70 a 75%. (FARIAS, 2015)

#### ***2.1.2.6. Propiedades organolépticas***

Como es bien sabido, los estudiosos del sentido del gusto diferencian cuatro sabores básicos que pueden ser percibidos en una bebida o comida. Ellos son: salado, dulce, amargo y ácido. No obstante, existen otras sensaciones que son descritas frecuentemente como «sabores» y que constituyen en realidad una combinación de sabores y olores conocida como «flavor» en inglés (Revista de alimentos saludables, 2020)

- **Salado:** El sabor salado no se encuentra prácticamente en ningún estilo de cerveza, al contrario de los demás que sí aparecen en cierta medida.
- **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
- **Amargo:** Los aceites esenciales del lúpulo son los mayores responsables del amargor de una cerveza, sin embargo, la malta muy tostada puede producir también cierta acritud similar a la del pan quemado. Para describir el amargor de una cerveza se emplea la escala técnica IBU, la cual va de 10 a 100. Los índices más habituales están entre 20 y 35, considerándose el 45 demasiado fuerte.
- **Ácido:** Al igual que el sabor salado, el gusto ácido es inusual en las cervezas y solo es admisible en determinados estilos, como lambics y flandes. Cuando aparece de manera indeseable generalmente es porque ha ocurrido una contaminación bacteriana. El acético es quizás el ácido menos aceptado en una cerveza, ya que es un indicador de «avinagramiento» (sabor a vinagre) ocasionado por la presencia del microorganismo acetobacter.



### 2.1.3. Materia prima para la elaboración de cerveza en el contexto de la norma técnica obligatoria nicaragüense 03 038 – 06

En la Norma Técnica Nicaragüense para la elaboración de cerveza (2012), se establece que la cerveza es una bebida resultante de un proceso de fermentación alcohólica, controlada por medio de levadura cervecera, de un mosto elaborado con agua potable, malta de cebada u otros cereales y/o sus extractos solo o mezclados con azúcar y/o otros productos amiláceos, transformables en azúcares por digestión enzimática y aromatizada con la adición de lúpulo y/o sus extractos y concentrados. En la tabla #3 se presenta la composición química proximal de la cerveza artesanales.

**Tabla 2.3.**

*Composición química proximal de la cerveza.*

Componente	Cantidad (g/100mL de porción bebible)
Agua	90
Proteína	0,3
Lípidos	0
Carbohidratos	5,1
Alcohol etílico	4,5
Ceniza	0,1
Fósforo	15
Hierro	0,1
Vitamina B1	0,01
Vitamina B2	0,03
Vitamina B3	0,06
Energía (KJ)	150,62

*Fuente:* (Medina-Saavedra Tarsicio, 2018).



➤ **Agua:**

Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense, (2006) para la elaboración de la cerveza, el agua tiene que ser pura, potable, estéril y libre de sabores y de olores extraños. A como lo estipulan en el apéndice 5. Materia prima y materiales de Agua potable: agua exenta de contaminantes y apta para consumo humano.

De todos los ingredientes de la cerveza, el agua quizás sea el menos atendido por los fabricantes artesanales. Por ser un elemento tan simple, corrientemente se piensa que no tiene ningún efecto en la calidad de ésta. Sin embargo, su composición mineral puede ser muy compleja en algunas regiones, llegando a ser determinante en el sabor, el aroma y hasta en la definición del estilo.

De forma natural, el agua contiene una serie de minerales ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$  y  $\text{MgSO}_4$ ) que condicionan la calidad de la cerveza. La influencia del contenido mineral del agua sobre el pH es importante durante la fabricación ya que el pH influye en las reacciones bioquímicas que se desarrollan durante el proceso. En todos los pasos de la fabricación hay disminución del pH y los amortiguadores minerales del agua contrarrestan en parte este cambio. Los iones de calcio ejercen influencia estabilizadora sobre la alfa-amilasa, el ion potasio ejerce el mismo efecto, pero en menor cuantía de los cloruros y sulfatos solo tienen influencia en el sabor de la cerveza.

Según Vera y Medina (2018) las características que debemos tomar en cuenta en nuestra agua son las siguientes:

1. Microbiológicamente pura
2. Transparente e incolora
3. Libre de iones de metales pesados
4. Sin sabor y sin olor
5. Apropiaada composición mineral (diferentes cervezas requieren diferentes minerales específicos).
6. Apropiaada acidez y alcalinidad (un pH neutro de 7 o un poco menor).



➤ **Levadura:**

Según Hough (2002), las levaduras son organismos vivos unicelulares que pertenecen al reino de los hongos. Se alimentan de los azúcares provenientes de la malta, transformándolos en alcohol y CO<sub>2</sub> (gas) durante un proceso llamado fermentación que se realiza en ausencia de oxígeno. Existen dos tipos de levaduras que se utilizan en la elaboración de cerveza, levadura ALE y levadura LAGER, la diferencia es que ALE fermentan a temperaturas que oscilan entre 14 y 25°C, mientras que LAGER fermenta a temperaturas más bajas, alrededor de 6 a 10 °C, otorgando sabores diferentes a las cervezas.

Para la fabricación de la cerveza se puede partir de cultivos de una sola célula (cultivo puro) para la propagación de la levadura; pero para los cerveceros la levadura se recupera después de la fermentación y se puede emplear una y varias veces durante varias generaciones. Diversas cepas de levadura tienen características diferentes e individuales de sabor, las levaduras que se usan en la fabricación de cerveza se pueden clasificar como pertenecientes a una u otra de las dos especies del género *Saccharomyces* (*Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces uvarum*); siendo los de fermentación alta las pertenecientes a la *cerevisiae* y a la de fermentación baja a la *uvarum*.

➤ **Lúpulo:**

El lúpulo es la flor hembra de la planta *Humulus lupulus*. El lúpulo es utilizado en cervecerías por su poder de amargor. En el lúpulo se encuentra la lupulina (gránulos de color amarillo que se encuentran en la flor hembra sin fecundar), la cual posee a su vez las humulonas y lupulonas que son ácidos cristalizables responsables del amargor. Estos ácidos amargos se oxidan y polimerizan fácilmente perdiendo su poder de amargor; fenómenos que son acelerados por el oxígeno, temperatura y humedad. Por ello, es de suma importancia que, para la conservación del lúpulo, se coloque en lugares a 0 °C y humedad relativa de 70 – 75%.

➤ **Malta:**

La malta es el segundo ingrediente más usado después del agua en la elaboración de cerveza. La malta de cebada se consigue al pasar la cebada por un proceso llamado malteado,



en el cual se consigue que el grano germine y libere sus azúcares, los cuales serán extraídos después de la preparación del mosto siendo fundamentales para la fermentación. En el cual se producen diferentes tipos de malta:

1. Malta Cristal: Usadas generalmente para agregar dulzor y color a la cerveza. Guiándonos por el color del producto podemos decir que las más claras son las más dulces y las más oscuras son rostizadas y tienen sabor con toques a nuez.
2. Maltas Oscuras: Procesadas a altas temperaturas por lo cual se les da ese nombre al ser más oscuras, pudiendo ser remojadas para extraer la bebida y añadir complejidad al color.
3. Maltas Base: Llamadas así por las formaciones de maíz en el tallo de la cebada o la región en la que fueron cosechadas. Se incluye la mayoría de los tipos de malta restantes como Pilsner, Viena, Munich entre otros

### ➤ **Grado alcohólico**

El grado alcohólico o graduación alcohólica es el porcentaje en volumen de alcohol etílico contenido en una bebida alcohólica a una temperatura determinada, la cual suele ser ajustada y referida a 20 °C durante su medición experimental; el grado alcohólico determina el contenido de alcohol etílico formado durante la etapa de fermentación del mosto, la cual se lleva a cabo de forma anaeróbica



El grado alcohólico varía, depende del tipo de cerveza, su lugar de elaboración, los ingredientes que aportan los azúcares fermentables y el tipo de microorganismo. El grado alcohólico de una cerveza tipo Ale oscila en el rango de 4 – 5 %. (MINISTERIO DE FOMENTO INDUSTRIA Y COMERCIO, 2006)



➤ **Capacidad y estabilidad espumante**

La espuma se puede definir como una dispersión de burbujas de gas suspendidas en el seno de un líquido viscoso o de un semisólido, y se forman por una adsorción de moléculas reactivas en la interfase gas-líquido.

La formación de espuma es uno de los factores más importantes en la evaluación de calidad que realizan los consumidores de cerveza, ya que transmite la primera impresión del producto tan pronto es servido en el vaso. La espuma se forma por gases que se encuentran repartidos en el líquido y materias sólidas, principalmente el CO<sub>2</sub>.

Se le denomina capacidad espumante (E) a la habilidad para la incorporación en solución de CO<sub>2</sub> en forma de una distribución fina de burbujas, las cuales persisten en la superficie del líquido sin coalescencia de una con la otra y sin ruptura en el espacio de vapor; es decir, este parámetro indica la capacidad de formación y expansión de la espuma.

Los elementos que participan positivamente de la formación de espuma son las proteínas de alto peso molecular derivadas de la malta y las isohumulonas provenientes del lúpulo. Las maltas demasiado modificadas o poco desecadas tienden a caracterizar a cervezas con capacidades espumantes deficientes. Cabe resaltar que cuanto menor sea la relación de malta y lúpulo, más pobre será la espuma. La capacidad espumante de una cerveza industrial se encuentra en el rango de 50 – 70 %.

La estabilidad del espumante tiene que ver directamente con la capacidad de retención de espuma que posee una cerveza desde el momento en que es servida. El concepto de estabilidad involucra los fenómenos de decaimiento y drenado.

La velocidad de decaimiento o disminución del volumen de la espuma en el tiempo es característica del tipo y/o estilo de cerveza, la cual también puede ser influenciada por la temperatura y la edad ya que, dependiendo del estilo, una segunda fermentación puede seguramente ocurrir en la botella cambiando la gravedad específica y la tensión superficial de la cerveza conforme envejece.





➤ **Densidad.**

El rango de densidades finales en cervecería oscila entre 0,997 – 1,040 g/mL dependiendo del tipo de material amiláceo utilizado. Además, la densidad está estrictamente vinculada con la cantidad de alcohol producida en la cerveza (mientras se va transformando los azúcares en alcohol se hace más ligera) e indica si la fermentación ha tenido lugar de forma satisfactoria.

➤ **pH**

El pH final de las cervezas fluctúa entre 3.0 - 4.8. Las cervezas elaboradas con una mayor relación de malta y otros cereales adjuntos poseen un mayor pH que las cervezas elaboradas solamente con malta. El pH final también depende del pH inicial regulado generalmente en el proceso de maceración, el cual a su vez depende del tipo de agua utilizada y el tratamiento de la misma con ácidos y/o sales de calcio.

#### **2.1.4. Proceso de elaboración de cerveza artesanal.**

En el contexto nacional son pocos los cerveceros artesanales registrados por la cámara de comercio exceptuando a las compañías cervecera nacional; para establecer un proceso de elaboración se establece una estandarización, la cual está basada en fundamentos prácticos de la química, El proceso de elaboración de una cerveza puede parecer algo complejo, sin embargo, puede englobarse en cuatro grandes etapas. Éstas son las siguientes.

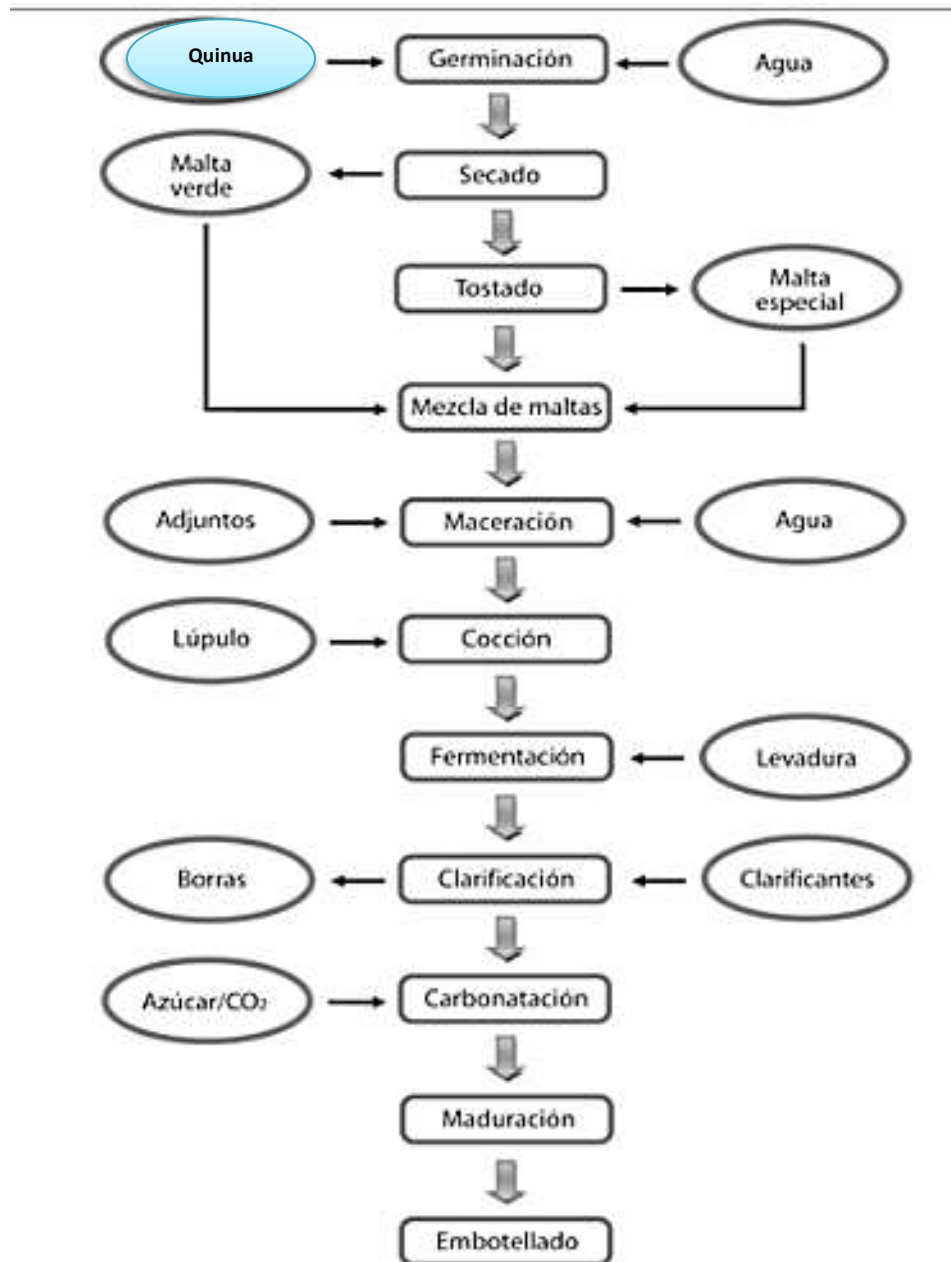
1. Obtención de azúcar a partir de granos.
2. Cocción del líquido sacarino obtenido (mosto).
3. Fermentación.
4. Carbonatación.

A simple vista el procedimiento parece bastante sencillo, sin embargo, dentro de cada una de estas etapas se deben verificar otros procedimientos o procesos tecnológicos imprescindibles para poder obtener un verdadero producto de calidad. La fabricación de cervezas es en muy similar a la del vino en cuanto a su fundamento. Ahora bien, la gran diferencia reside en la fuente de azúcar que se va a fermentar. Mientras en el vino el sustrato fermentable es el jugo azucarado de una fruta, en la cerveza solo se dispone de almidón, el cual no es fermentable.



Entonces un procedimiento extra es requerido para hacerlo fermentable. Este es conocido como «maceración» y será detallado en párrafos posteriores.

*Imagen 2.3. Esquema general del proceso de elaboración de cerveza artesanal.*



Fuente: (Treben, 2000)



La imagen 2.3 muestra de manera esquemática los principales procesos físicos, químicos y biológicos involucrados en la fabricación de una cerveza. La misma no debe interpretarse como una secuencia de pasos rigurosos sino más bien como una guía general teórica que en la práctica puede implicar muchas variaciones.

Proceso de recolección de materia prima: En esta etapa se procede a la recolecta de la materia prima principalmente el (cereal) en este caso la quinua con cantidades representativas para ser trasladados y almacenados en pequeños silos, para luego ser procesado.

- **Malteado:** El malteado es un procedimiento que pocas cervecerías industriales realizan, y mucho menos las artesanales. Las grandes empresas generalmente compran la malta a otras que la manufacturan o crean una división especial que se encarga de producirla.

Que un cervecero artesanal o casero prepare su propia malta en un caso ciertamente excepcional. La gran variedad de maltas y otras materias primas ofrecidas por las tiendas especializadas en el home brewing hace que el fabricante pueda sortear de manera decorosa esta fase de la producción y con ello ahorrar una enorme cantidad de esfuerzo, tiempo y recursos. Si aun así el cervecero artesanal desea emprender la aventura de elaborar su propia malta, adelante, con toda seguridad su esfuerzo y entusiasmo serán recompensados. El proceso de malteado consta de tres etapas básicas: la germinación, el secado y el tostado

- **Molienda:** La malta recién molida conserva mucho más aroma. 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.
- **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. 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. En cambio, en el rango 67- 74°C las cervezas resultantes tendrán más cuerpo y serán más dulces.

- **Cocción:** Con este procedimiento se esteriliza el mosto, se acentúa el color y sobre todo se coagulan las proteínas, lo cual favorece la obtención de una cerveza más transparente. Además, es en este proceso cuando es agregado el lúpulo. Para realizar correctamente la cocción, el mosto debe ser mantenido en ebullición durante una hora. El lúpulo es agregado en una proporción aproximada de 6 gramos por cada 10 litros de mosto.

Si solo se usa lúpulo para amargar, deberá agregarse al inicio de la cocción, pero si además se usa lúpulo aromático se recomienda proceder así: 3 g/L del amargo al inicio y 3 g/L del aromático cinco minutos antes de terminar la cocción. Esta es una regla de carácter general y puede ser reformulada en función de la variedad de lúpulo, estilo, etc. Finalizada la cocción, se tiene un líquido a 100 °C que debe ser llevado a una temperatura entre 25 y 30 °C para que las levaduras puedan actuar, de lo contrario morirán. El enfriamiento debe ser rápido para no dar tiempo al desarrollo de microorganismos contaminantes y permitir una mejor coagulación de las proteínas que pueden causar turbidez. (FARIAS, 2015) (Treben, 2000)

- **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. En 12-24 horas aproximadamente empieza la fermentación, aunque hay cepas de levaduras que son más rápidas que otras. En general, la fermentación dura entre 4 y 15 días para las cervezas de tipo ale, la temperatura adecuada es de 22 – 25°C.



**Propuesta de valor agregado en el sector agropecuario para la Quinoa (*Chenopodium quino*) como materia prima para elaborar cerveza artesanal de tipo Ale, Departamento de Química, UNAN-Managua, Agosto – Noviembre 2021**

- **Clarificación:** En este proceso se trata de separar las cervezas verdes (mosto fermentado) de las levaduras que se depositaron en el fondo del fermentador y dejar que decante los sedimentos que tiene la cerveza verde en suspensión. Los sedimentos de la levadura también son aprovechables para alimento del ganado.



## **2.2. ANTECEDENTES**

En 2013, Roqueiro y colaboradores en Argentina, realizan una campaña en conjunto con el INTA para realizar la promoción de la quinua, donde explican las propiedades alimentarias que este grano aporta en los productos procesados en los cuales es base. Además, realizan estudios de cómo puede implantarse este cultivo en los diferentes países de latino America, especificando las condiciones climáticas en las cuales se desarrolla la planta, con el fin de incrementar la producción de alimentos de calidad para alimentar a la población mundial en el contexto del cambio climático. De tal forma, están generando un valor en el sector agropecuario para la quinua. (Roqueiro, y otros, 2013)

En 2015, Márquez en Ecuador, propone la elaboración de cerveza artesanal a partir de la quinua, como materia prima alternativa principal, en la cual describen los factores físicos y químicos que forman parte en la elaboración artesanal de la cerveza, para finalmente obtener un producto cuyo aporte nutricional fue el esperado. Para la elaboración realizaron una lavada de la quinoa, posterior se sometió al proceso de malteado el cual comprende el remojo, la germinación y el tostado. Además, se varió la concentración de lúpulo donde encontraron diferencias significativas para los distintos tratamientos. (Márquez, 2015)

En 2017, Diseñadores Asociados en Chile, presentan un plan de marketing sobre la cerveza artesanal Alférez, elaborada con quínoa orgánica, disponible en sus variedades negra y rubia. En su fabricación no se utilizan químicos, clarificantes, aditivos ni preservantes y se emplea agua de napas subterráneas de Pica. En este momento, lo que diferencia a Alférez de otras cervezas artesanales es que está elaborada a partir de malta de quínoa. Reportan que las primeras ventas de la cerveza de quínoa se lograron en agosto 2016, la producción era de 50-100 litros mensuales, las cuales eran vendidas entre amigos y familiares. (Diseñadores Asociados (DA), 2017)

A nivel nacional, no se encontraron referencia de investigaciones relacionadas a la elaboración de cerveza artesanal empleando como materia prima la quinua.



### **2.3. PREGUNTAS DIRECTRICES**

1. ¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas del grano de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) que permiten su propuesta como materia prima para elaborar cerveza?
4. ¿Cuáles son los controles de calidad bajo el reglamento de Normativas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses de Bebidas Fermentadas (NTON 03038-06) que pueden integrarse en la elaboración de cerveza a base de quinoa?
5. ¿Cuáles serán las condiciones y etapas del proceso de producción de la cerveza artesanal de tipo Ale a base del cereal de Quinoa (*Chenopodium quinoa*)?

# Capítulo III







### 3.1. DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1.1. Descripción del ámbito de estudio.

El ámbito de estudio a nivel geográfico corresponde al Departamento de Química, Recinto Universitario “Rubén Darío” de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua) ubicada de la Rotonda Universitaria Rigoberto López Pérez, 150 metros al Este.

El área tecnológica del presente estudio corresponde a las líneas de investigación de la carrera de Química Industrial. Específicamente en el *área de formación académica Procesos Industriales, línea de investigación Agroindustria y tema de interés Formulación y caracterización de bebidas energizantes, alcohólicas, analcohólicas a partir de la combinación de frutas, plantas ornamentales y vegetales.*

#### 3.1.2. Tipo de estudio.

De acuerdo al nivel inicial de profundidad del conocimiento es *exploratorio* puesto que en base a la búsqueda de antecedentes no se encontraron investigaciones que fundamenten la elaboración de cerveza artesanal con base en la quinua a nivel nacional (Piura, 2012). Partiendo de la exploración se procede a realizar una *descripción* de las variables en estudio, con el propósito de hacer énfasis en las propiedades de este grano que permite la propuesta de uso como materia prima para elaborar cerveza artesanal y dar un valor agregado en el sector agropecuario, además de explicar los controles y proceso de elaboración que se propone.

De acuerdo, al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es *retrospectivo*, puesto que los datos fueron obtenidos a partir de bibliografía y realizando un análisis teórico de la materia prima y las condiciones de procesamiento se realiza la propuesta. Por el período y secuencia del estudio es *transversal* puesto que la investigación se realizó en un solo momento o periodo de tiempo. (Canales, Alvarado, & Pineda, 1996).



## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. Población.**

La población corresponde a una parte del universo que se desea estudiar, en base al tema de investigación y las variables, la población está definida por todos los granos que pueden ser empleados para elaborar cerveza y también se incluye como población los tipos de cervezas.

### **3.2.2. Muestra.**

La muestra es una parte de la población que se aísla para ser estudiada, bajo este concepto se define como la muestra de investigación el grano de quinua y las cervezas artesanales de tipo Ale.

#### ***3.2.2.1. Criterios de inclusión***

Los criterios de inclusión en una investigación son los parámetros que definen las características globales de la muestra, los cuales corresponden a:

1. Condiciones de proceso de elaboración de cerveza artesanal tipo Ale.
2. Materia prima quinua.

#### ***3.2.2.2. Criterios de exclusión***

Los criterios de exclusión en una investigación son los parámetros que definen las características que no son necesarias en la muestra, los cuales corresponden a:

1. Procesos de elaboración de cerveza tipo lager.
2. Materia prima no nativa o migratoria de Nicaragua.

## **3.3. VARIABLES**

### **3.3.1. Variables independientes.**

Las variables independientes se conocen como las condiciones o parámetros que serán manipulados por los investigadores, en la presente investigación corresponden a las siguientes:



1. Materia prima quinua.
2. Condiciones de operación.
3. Etapas del proceso.

### **3.3.2. Variable dependiente.**

La variable dependiente se conoce como el problema, situación o fenómeno que debe ser resuelto por los investigadores, en la presente investigación corresponde a la siguiente:

- a. Cerveza artesanal tipo ale.

## **3.4. MATERIALES**

### **3.4.1. Materiales para recolectar información.**

La recolección de información para sustentar y concretar el desarrollo de la investigación se realizó mediante las siguientes fuentes, materiales y herramientas de investigación:

- ☞ Libros.
- ☞ Monografías y seminarios.
- ☞ Artículos científicos.
- ☞ Publicaciones de sitio web.
- ☞ Fichas de citas textuales.

### **3.4.2. Materiales para procesar la información.**

La información fue presentada por medio de tablas, gráficos, diagrama de flujos y equipos. La información fue procesada con la ayuda de los siguientes softwares:

- ☞ Microsoft Word 2019 versión 16.1.6746.2048: Tablas, Flujograma, trabajo escrito.
- ☞ Microsoft Power Point 2019 versión 16.1.6746.2048: Imágenes, figuras, diapositivas.
- ☞ Visio Versión 2016. Diagramas de: Flujo, Bloque y equipo.



### **3.5. MÉTODOS**

#### **3.5.1. Método de investigación.**

El método de investigación empleado en este estudio corresponde a un enfoque cualitativo, puesto que realizando un análisis de contenido o bibliográfico se dará salida a una parte de los objetivos planteados, además para cumplir el alcance de la investigación es necesario emplear a su vez herramientas de diseño, las cuales permiten llevar a cabo los diferentes flujogramas para representar el proceso de elaboración de cerveza artesanal tipo ale a base de quinua.

#### **3.5.2. Análisis documental.**

Se empleó el análisis documental con el propósito de definir y describir el proceso propuesto para la elaboración de cerveza artesanal ale a partir de la quinua.

#### **3.5.3. Controles de calidad.**

En base a una revisión bibliográfica del reglamento de Normativas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses de Bebidas Fermentadas (NTON 03038-06), se hace la sugerencia de los controles de calidad que se deben realizar en la materia prima y producto terminado.

#### **3.5.4. Flujograma.**

Un flujograma o diagrama de flujo consiste en una figura o gráfico que representa una serie de procesos o un grupo de actividades por medio de símbolos, por lo tanto, se emplea esta herramienta para presentar el proceso de producción de la cerveza artesanal de tipo Ale a base del cereal de Quinua (*Chenopodium quinoa*) propuesto en la investigación.

# Capítulo IV





## **4.1. PROCESO PROPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL ALE A PARTIR DE LA QUINUA**

En consideración a la información recopilada en el análisis documental, se realiza la propuesta de etapas y condiciones para la elaboración de cerveza artesanal tipo Ale, empleando como materia prima el grano de quinua. La descripción se presenta a continuación:

### **4.1.1. Selección de insumos.**

Los insumos fueron seleccionados a partir de la revisión de bibliografía y que sean accesibles a nivel nacional. Por lo tanto, los insumos para elaborar cerveza artesanal tipo Ale propuestos son:

- a. Como grano: Quinua.
- b. Como agente organoléptico y cuerpo: Lúpulo.
- c. Como fuente de carbohidratos: Azúcar.
- d. Como microorganismo: Levadura.
- e. Solvente: Agua.

### **4.1.2. Pre tratamiento de materia prima.**

En primera etapa, las materias primas (quinua y adjuntos) se someterán a selección, es decir, se toman los mejores granos y adjuntos, separando materia seca indeseada (limpieza de granos).

### **4.1.3. Malteado y germinación.**

El malteado es un proceso en el cual los granos de quinua donde se pondrán en remojo hasta que estos adquieren una humedad determinada, para que provoque la germinación. El tiempo aproximado de la misma es de 3 a 5 días, hasta lograr que el brote tenga el mismo tamaño del grano aproximadamente.



La etapa fundamental del malteado es la de germinación. El germen al activarse, sintetiza, hormonas que se difunden al resto del grano las cuales inducen las síntesis de enzimas hidrolíticas que dan lugar a la transformación del grano de quinua en malta. Gran parte de estas enzimas se sintetizan en la capa de aleurona y pasan a través de las paredes celulares de la misma, al endospermo actuando sobre los constituyentes del mismo.

Las enzimas desempeñan un papel importante en el proceso al hidrolizar parte de las paredes de las células aleuronas originando canales a través de los cuales las enzimas sintetizadas pasan al endospermo. En este momento de los granos sale un diminuto brote verde (plúmula y la radícula) de unos centímetros de longitud, en este momento (previo a la aparición de la raíz), la planta emite un enzima que convierte el almidón en azúcar para alimentarse, en este justo instante se interrumpe el germinado. El proceso se hace siempre removiendo para que la germinación sea homogénea en todos los granos.

#### **4.1.4. Molienda.**

La molienda de la quinua se realizará utilizando un molino de acero inoxidable, obteniendo 2 500 g de quinua molida. En este proceso lo ideal es obtener un 20% de harina, un 50% de grano partido y un 30% de grano entero aproximadamente.

#### **4.1.5. Maceración.**

Para el proceso de maceración se proponen dos etapas:

##### **4.1.5.1. *Empaste.***

Se pesarán 2 500 g de malta molida dentro de una funda maceradora y se colocara la misma dentro de un enfriador de forma tal que la parte superior de la funda quede colgada hacia fuera y al cerrar la tapa quede sujetado el borde de la funda para que no caiga dentro del enfriador.

Se agregarán 10 litros de agua caliente entre 70 - 72 °C tratando de cubrir la malta que se encuentra dentro de la funda y dejar tapado durante una hora y media, con el fin que los



granos absorban el agua caliente y de esta manera se activen las enzimas diastasas que destruirán el núcleo del almidón transformándolo en azúcares fermentables, obteniendo un líquido de color marrón, poco espeso y dulce, llamado *mosto*.

Transcurrido, 1 hora y 30 minutos se realizará el trasvase del mosto del enfriador hacia un botellón fermentador, es importante tomar en cuenta la densidad del mosto la cual debe estar entre 1,040 - 1,045 g/cm<sup>3</sup> ya que de esta depende el rendimiento.

#### **4.1.5.2. Aspersión.**

Terminado de sacar el mosto del enfriador, se introducen 5 litros de agua caliente, se tapa y deja 20 minutos para que los granos desprendan el resto de azúcares fermentables. Se tomará una muestra para determinar que densidad se tiene en este segundo mosto la cual deberá estar entre 1,030 - 1,035 g/cm<sup>3</sup>.

Luego de estos procesos, se introducen 2 litros del segundo mosto al primero, repitiendo este paso hasta llegar a una densidad de 1,025 g/cm<sup>3</sup> obteniendo así unos 15 litros de mosto listo para la cocción.

#### **4.1.6. Cocción.**

Se deberá hervir durante 1 hora en ebullición, y adicionar el lúpulo (0,5 g/L; 0,7g/L) de acuerdo a la concentración de cada tratamiento, el cual no solo servirla para dar amargo, sabor y aroma a la cerveza, sino también lograr prolongar su vida útil una vez embotellada, evitando la proliferación de bacterias.

Las adiciones de lúpulo propuestas son las siguientes:

- Al comenzar a hervir 50 % - Lupulo para amargar.
- A los 45 minutos 25 % - Lupulo para sabor.
- A los 55 minutos 25 % -Lupulo para aroma.





Hay que tener en cuenta algo muy importante durante el hervor, y, es la formación de espuma en el mosto la cual debe irse sacando utilizando una espumadera, ya que contiene algunos aceites esenciales que pueden dar sabores extraños a la cerveza. La cocción deberá tener una duración aproximada de 1 hora donde se procederá a lupulizar el mosto (darle amargor sabor y aroma), y también poder eliminar proteínas, partículas que enturbian la cerveza y esterilizar el medio para su posterior fermentación.

#### **4.1.7. Enfriado.**

Transcurrido los 60 minutos, se procede al enfriamiento del mosto mediante un sistema de enfriamiento que consistirá de un serpentín de cobre que estará colocado en el interior de una olla de cocción, además de una bomba de % hp con adaptación en la entrada de un balde de 20 litros para el agua de enfriamiento más el hielo; en la salida un tubo de % , dispuesto en forma vertical, al cual se adaptará una manguera que se conecta al serpentín por medio del cual ingresa el agua fría, y sale por el extremo opuesto del serpentín, donde otra manguera conducirá el líquido nuevamente al balde, y al cabo de 30 minutos el mosto disminuirá su temperatura de 90°C a 25°C que es la temperatura a la cual actúan las levaduras que se agregarán en la siguiente etapa.

#### **4.1.8. Fermentación.**

Enfriado el mosto entre 22°C a 25°C, se trasvasará a un botellón fermentador primario, el cual deberá ser previamente desinfectado con alcohol, esto es importante para evitar la contaminación con bacterias.

Trasvasado el mosto, se agregará la levadura ya activada y se agitará enérgicamente el botellón fermentador primario para que el mosto se oxigene y las levaduras puedan trabajar mejor. Para activar la levadura se colocará entre 100 a 150 cm<sup>3</sup> de agua hervida y enfriada a una temperatura entre 22 a 25°C, y se adicionarán 11 g de levadura cervecera en 20 litros de mosto, por lo que, se dejará reposar durante 5 min.



Realizada la acción anteriormente descrita, se procederá a tapar con un tapón de goma y colocar un air lock, con agua dentro. El cual nos servirá para dejar escapar el gas generado por la fermentación y evitar así que el botellón pueda explotar producto de la presión generada por el gas.

Este botellón fermentador primario hay que mantenerlo a temperatura ambiente (18 a 25 °C) durante un tiempo de 5 – 7 días. Durante los primeros 2 a 4 días se deberá observar una actividad importante dentro del botellón, la cual es la generación de una espuma de color marrón y movimiento de elementos que suben y bajan dentro del mosto. A partir del cuarto día, la actividad prácticamente deberá cesar, observándose que en el fondo del botellón fermentador primario comienza a formar una capa de residuos producto de la fermentación por decantación y la cerveza comienza a tomar un color diferente.

#### **4.1.9. Filtrado.**

Transcurridos 7 días de fermentación, se debe realizar el trasvase de la cerveza del botellón primario a un botellón secundario. Este proceso se hará para eliminar la capa de residuos que se formó durante la fermentación, utilizando la técnica del sifonado, se obtendrá una pérdida de residuos.

Se deberá colocar un tapón de goma y el Air Lock, y se dejará este botellón fermentador secundario durante 7 días más a temperatura ambiente. Con esto se logrará que la cerveza termine de fermentar, pero al mismo tiempo se reducirá la capa de sedimentos, obteniendo una cerveza más cristalina.

#### **4.1.10. Maduración.**

Normalmente, las mejores cervezas reciben un tiempo prudencial de maduración en ambientes controlados para favorecer la segunda fermentación y el desarrollo adecuado de gustos y aromas. El tiempo de maduración puede ir de dos semanas a tres meses. Algunos tipos de cerveza ya hechos para ser madurados durante mucho tiempo pueden ser sometidos a maduraciones de hasta tres años.



Por lo que, en esta investigación se propone que se realice una maduración experimental, previamente enfriada la cerveza a una temperatura entre  $-1$  y  $4$  °C (parámetro de cerveza Ale) durante un período de tiempo 30 días como máximo.

#### **4.1.11. Embotellado.**

El embotellado se realizará en botellas de vidrio color ambar de 375 mL de capacidad, utilizando el método transfer. Tapadas las botellas se dejará a temperatura ambiente tomando en cuenta que se debe mantener una temperatura óptima para que puedan fermentar dentro de la botella y generar alcohol y gas a una temperatura entre los 18 a 25 °C.

## **4.2. SUGERENCIA DE CONTROLES DE CALIDAD BASADOS EN LA NTON 03038-06.**

### **4.2.1. Caracterización de materia prima.**

Se sugiere realizar al grano de quinua los análisis de humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra, carbohidratos totales energía, basados en la AOAC, y contrastar sus resultados con las tablas presentadas por la FAO.

El agua potable deberá estar exenta de contaminantes y apta para consumo humano; el lúpulo utilizado en la fabricación de la cerveza artesanal no debe contener sustancias extrañas o perjudiciales para la salud de los consumidores; el azúcar que utilice en la elaboración de la cerveza artesanal, debe cumplir con la legislación nacional vigente.

El azúcar utilizado en la elaboración de cervezas importadas, únicamente debe ser declarada como ingrediente en la etiqueta; la levadura deberá de provenir de un cultivo puro y los aditivos utilizados en la elaboración de cerveza están sujetos a las clasificaciones establecidas en el Codex Alimentarius.



#### 4.2.2. Caracterización de producto terminado.

Las especificaciones de calidad han sido retomadas a partir de la NTON 03038-06, las cuales se presentan en las siguientes tablas:

**Tabla 4.1.**

*Requisitos físicoquímicos de la cerveza.*

Requisitos	Unidades	Especificaciones
Grado Alcohólico	% Vol	0 – 12,0
Extracto original	% m/m	Min. 4,0
Unidades de Amargo	EBU*	2,0 - 100
pH		3,0 - 4,8
CO <sub>2</sub>	(% v/v)	2,0 - 4,0

\* EBU equivale a B.U. (European Bitter Unites)

**Tabla 4.2.**

*Límites de metales pesados en la cerveza.*

Metales pesados	Unidades	Límites máximos
Plomo, expresado como Pb	mg/L	0,1
Hierro, expresado como Fe	mg/L	0,2
Cobre, expresado como Cu	mg/L	1,0
Cinc, expresado como Zn	mg/L	1,0
Arsénico, expresado como As	mg/L	0,1

**Tabla 4.3.**

*Requisitos microbiológicos de la cerveza.*

Microorganismo	Límites máximo
Recuento total de microorganismos mesofilos, UFC/ml	100
Recuento total de mohos, UFC/ml	20
Coliformes y microorganismos patógenos	Ausente



**Propuesta de valor agregado en el sector agropecuario para la Quinoa (*Chenopodium quino*) como materia prima para elaborar cerveza artesanal de tipo Ale, Departamento de Química, UNAN-Managua, Agosto – Noviembre 2021**

Además, deberá cumplir con lo siguiente:

- No se permite el uso de materiales filtrantes como asbesto u otros materiales prohibidos en la industria de alimentos y bebidas.
- La cerveza deberá estar libre de cualquier ingrediente dañino a la salud.
- La cerveza puede contener solamente los aditivos, colorantes y preservantes establecidos por el Codex Alimentarius.
- Las industrias que elaboren y distribuyan cervezas deberán cumplir con la NTON 03 069 - 06/RTCA 67.01.33:06, Industria de Alimentos y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios Generales.
- La cerveza deberá estar libre de insectos o restos de ellos y de cualquier otro tipo de fragmento tales como plástico, metales u otras impurezas externas.
- El alcohol etílico de la cerveza deberá provenir de la fermentación del mosto con la levadura de cerveza. No se permite la adición de alcohol a la misma.



### **4.3. FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA CERVEZA ARTESANAL DE TIPO ALE A BASE DEL CEREAL DE QUINUA (*CHENOPODIUM QUINOA*).**

A continuación, se presenta el diagrama de proceso o flujograma propuesto para la elaboración de cerveza artesanal tipo Ale a base de quinua.

***Leyenda:***

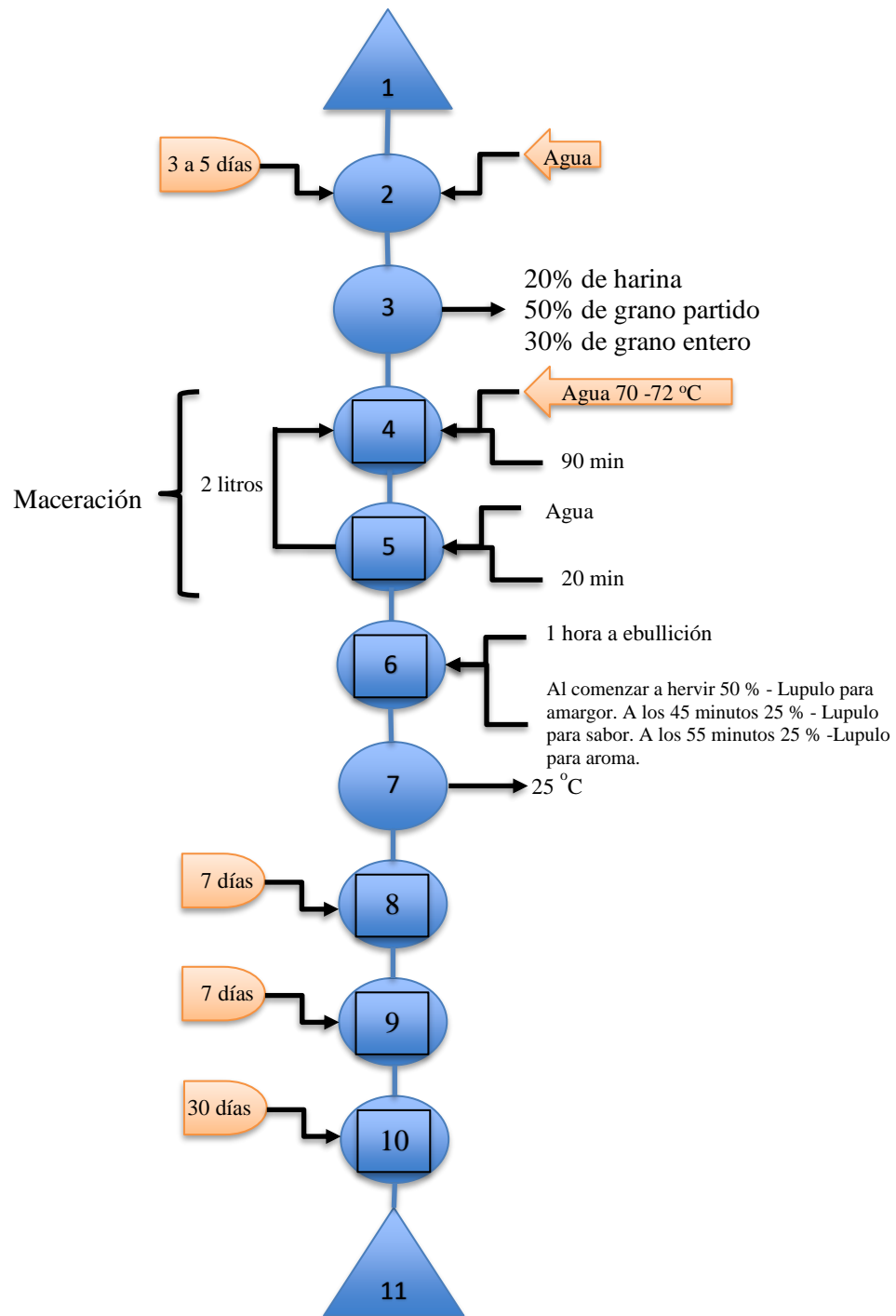
- 1. Pre tratamiento de materia prima.**
- 2. Malteado y germinación.**
- 3. Molienda.**

**Maceración:**

- 4. Empaste.**
- 5. Aspersión.**
- 6. Cocción.**
- 7. Enfriado.**
- 8. Fermentación.**
- 9. Filtrado.**
- 10. Maduración.**
- 11. Embotellado.**



**Propuesta de valor agregado en el sector agropecuario para la Quinua (*Chenopodium quino*) como materia prima para elaborar cerveza artesanal de tipo Ale, Departamento de Química, UNAN-Managua, Agosto – Noviembre 2021**



# Capítulo V







## **5.1. CONCLUSIONES**

En base a los objetivos planteados y los resultados obtenidos se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. De acuerdo a la composición química de la quinua se infiere específicamente en el contenido de carbohidratos, puesto que, es el componente más importante para determinar si este grano es apto para uso como materia prima en la elaboración de cerveza, siendo este valor del 70,3%, se concluye que es necesario proporcionar un valor agregado en el sector agropecuario para su explotación como base para elaborar dicho producto artesanal.
2. Los controles de calidad que se sugieren tanto para materia prima y producto terminado, corresponden a humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra, carbohidratos totales energía para la quinua y para la cerveza artesanal tipo Ale son grado alcohólico, extracto original, unidades de amargo, pH, CO<sub>2</sub>, metales pesados, recuento total de microorganismos mesófilos, mohos, coliformes y microorganismos patógenos.
3. El proceso de producción de la cerveza artesanal de tipo Ale a base del cereal de Quinua (*Chenopodium quinoa*) propuesto integra las etapas de pre tratamiento de materia prima, malteado y germinación, molienda, maceración, cocción, enfriado, fermentación, filtrado, maduración y embotellado.



## **5.2. RECOMENDACIONES**

En base a las conclusiones que se han llegado en la investigación, se realizan las siguientes recomendaciones:

1. Realiza pruebas experimentales del proceso propuesto, con el propósito de corroborar las condiciones de operación teóricas y conocer los resultados reales de dicho proceso teórico.
2. Realizar análisis químico de la quinua para verificar el porcentaje de carbohidratos presentado en la literatura y así optimizar el proceso de producción de cerveza artesanal Ale propuesto a partir de este grano.
3. Definir un diseño de experimentos para mejorar las condiciones de temperatura, concentración y tiempos de fermentación.



### 5.3. BIBLIOGRAFÍA

Agropecuaria, I. N. (16 de abril de 2020). INTA investiga en cultivos Sacha Inchi, Quinua y Stevia.

Asociación Latinoamericana de Integración. (2013). *MEMORIA DEL SEMINARIO INTERNACIONAL “QUINUA: UN ALIADO PARA LA ERRADICACIÓN DEL HAMBRE”*. Montevideo - Uruguay : ALADI - Secretaría General.

Canales, Alvarado, & Pineda. (1996). *Metodología de la investigación, Manual para el Desarrollo de personal de Salud*. OPS. Recuperado el 10 de Abril de 2019

Diseñadores Asociados (DA). (2017). *Elaboración de Cerveza artesanal con granos de quinua con etiquetado con identidad de Tarapacá*. PLAN DE MARKETING. Recuperado el 21 de Septiembre de 2021

Fabricar cerveza. (13 de Febrero de 2013). *Fabricar cerveza*. Recuperado el 25 de Agosto de 2021, de <http://www.fabricarcerveza.es/blog/item/133-el-aguacaracter%20de-sticas-y-uso-en-la-elaboraci%20n-de-cerveza>

FARIAS, A. J. (2015). *“ELABORACION DE UNA CERVEZA ORGANICA A PARTIR DE LA MACHALA EL ORO ECUADOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA*.

G, M. R. (2007). *Principios de Elaboración de las Cervezas Artesanales*. North Carolina: Lulu Enterprises. – Lulu Press Inc.

Gottau, G. (Noviembre de 2013). *Vitonica*. Recuperado el 25 de Agosto de 2021, de <https://www.vitonica.com/alimentos/todo-quinua-propiedades-beneficios-su-uso-cocina>

Marquez, A. (2015). *ELABORACION DE UNA CERVEZA ORGANICA A PARTIR DE LA QUINOA (CHENOPODIUM QUINOA)*. TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO QUIMICO, UNIVERSIDAD



**Propuesta de valor agregado en el sector agropecuario para la Quinua (*Chenopodium quino*) como materia prima para elaborar cerveza artesanal de tipo Ale, Departamento de Química, UNAN-Managua, Agosto – Noviembre 2021**

TÉCNICA DE MACHALA, UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD , Machala. Recuperado el 14 de Octubre de 2021

Medina-Saavedra Tarsicio. (2018). Análisis químico proximal en residuos sólidos de cerveza artesanal y su aceptación en cerdas. *SciElo*, 20.

MINISTERIO DE FOMENTO INDUSTRIA Y COMERCIO. (2006). NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE DE BEBIDAS FERMENTADAS. CERVEZAS. ESPECIFICACIONES. *Segunda Sesión Ordinaria de la Comisión de Normalización Técnica y Calidad* (pág. 6). Managua: Acta No. 003-06.

Revista de alimentos saludables. (2 de Marzo de 2020). *Composición nutricional de la quinoa y sus beneficios para la salud*. Obtenido de web consultas Revista de salud y bienestar: <https://www.webconsultas.com/dieta-y-nutricion/dieta-equilibrada/composicion-nutricional-de-la-quinoa-y-sus-beneficios-para-la>

Roqueiro, G., Guillen, L., Bárcena, N., Tornello, S., Ruiz, L., & Notario, L. (2013). *Promoción del cultivo de quinua en los Valles Andinos y Centrales de San Juan como alternativa productiva y contribución a la seguridad alimentaria*. Propuesta, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – EEA San Juan, San Luis. Recuperado el 15 de Septiembre de 2021

Treben, M. (9 de Mayo de 2000). Obtenido de UN MUNDO ECOSOSTENIBLE: <https://antropocene.it/es/2019/01/14/chenopodium-quinoa/>