

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Tema: “Evaluación de la concentración de lúpulo y miel de abeja en la elaboración de cerveza artesanal a base de malta de quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus*)”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniero en Alimentos

AUTOR: León Pozo Juan Pablo

TUTOR: Rivas Rosero Carlos Alberto, MSc.

Tulcán, 2019

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante León Pozo Juan Pablo con el número de cédula 045019997-1 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación de la concentración de lúpulo y miel de abeja en la elaboración de cerveza artesanal a base de malta de quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus*)”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

.....
Rivas Rosero Carlos Alberto, MSc.

TUTOR

.....
Torres Mayanquer Freddy Giovanni, MSc.

LECTOR

Tulcán, octubre de 2019

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de **Ingeniero** en la Carrera de alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, León Pozo Juan Pablo con cédula de identidad número 045019997-1 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



.....
León Pozo Juan Pablo
AUTOR

Tulcán, octubre de 2019

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, León Pozo Juan Pablo declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Evaluación de la concentración de lúpulo y miel de abeja en la elaboración de cerveza artesanal a base de malta de quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus*)” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



.....
León Pozo Juan Pablo

AUTOR

Tulcán, septiembre de 2019

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Politécnica Estatal de Carchi, pilar fundamental en el desarrollo intelectual, moral y ético.

De manera muy especial al Magister Carlos Rivas, Tutor del trabajo de investigación quien compartió y brindó sus conocimientos para culminar exitosamente esta investigación.

A todos nuestros catedráticos, familiares, amigos y demás personas que de una u otra manera brindaron su apoyo para la finalización de esta investigación

DEDICATORIA

A Dios por iluminarme día a día y brindarme la sabiduría necesaria para cumplir mis objetivos.

A mis padres por el apoyo constante y el amor incondicional durante mis estudios

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	6
DEDICATORIA	7
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN	15
I. PROBLEMA.....	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	17
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	19
1.4.1. Objetivo General	19
1.4.2. Objetivos Específicos.....	19
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	19
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	20
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	20
2.2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.2.1. Cerveza	22
2.2.2. Historia.....	23
2.2.3. Clasificación de la cerveza.....	24
2.2.4. Cerveza de fermentación baja (Lager)	24
2.2.5. Cerveza de fermentación Alta (Ale)	25
2.2.6. Materias primas de la cerveza.....	25
2.2.6.1. Agua Cervecera.....	26
2.2.6.2. Malta	27
2.2.6.3. Lúpulo	28

2.2.6.4. Levaduras.....	29
2.2.6.5. Adjuntos cerveceros	30
2.2.7. Quinua	31
2.2.7.1. Clasificación taxonómica de la quinua.....	31
2.2.7.2. Descripción botánica de la quinua.....	31
2.2.7.3. Cultivo	32
2.2.7.4. Variedades	32
2.2.8. Amaranto	34
2.2.8.1. Taxonomía.....	35
2.2.8.2. Valor Nutricional.....	35
2.2.8.3. Cultivo	36
2.2.9. Miel de abeja	36
2.2.9.1. Composición esencial.....	37
2.2.9.2. Factores de calidad	38
2.2.9.2. Uso de la miel en la industria de alimentos	39
III. METODOLOGÍA.....	40
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	40
3.1.1. Enfoque.....	40
3.1.2. Tipo de Investigación	40
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	41
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	43
3.4.1. Materiales y equipos.....	43
3.4.1. Procedimiento para elaboración de cerveza	44
3.4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	55
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
4.1. Resultados.....	57
4.2. Discusión.....	71
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
5.1. Conclusiones.....	74
5.2. Recomendaciones	75
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

VII. ANEXOS	78
-------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Quinoa Variedad INIAP Tunkahuan	33
Figura 2. Amaranto variedad INIAP Alegría.....	36
Figura 5. Germinación de quinua (a) y amaranto (b).....	45
Figura 6. Tostado de malta 60 °C- 60 min.....	46
Figura 7. Desgerminado de malta de amaranto.....	46
Figura 8. Molienda de malta base Pale Ale	47
Figura 9. Fermentación primaria de mosto	49
Figura 10. Adicionado de miel de abeja (proceso de carbonatación)	49
Figura 11. Maduración de cerveza artesanal de quinua y amaranto	50
Figura 12. Pasteurización de la cerveza elaborada	50
Figura 13. Temperaturas y tiempo de pasteurización de la cerveza	50
Figura 14. Determinación de pH al final del experimento.....	51
Figura 15. Determinación de acidez	52
Figura 16. Determinación de densidad al final del experimento	52
Figura 17. Diagrama del proceso de elaboración de cerveza.....	54
Figura 18. Variación de pH.....	59
Figura 19. Medias de pH de los diferentes tratamientos.....	60
Figura 20. Variación de acidez	62
Figura 21. Acidez de los tratamientos.....	62
Figura 22. Variación alcohol a través del periodo de estudio (%v/v).....	66
Figura 23. Contenido alcohólico en los tratamientos.....	66
Figura 24. Evaluación sensorial de la Apariencia de cerveza artesanal a base de malta de quinua y amaranto evaluada.....	68
Figura 25. Evaluación sensorial del color de cerveza artesanal a base de malta de quinua y amaranto evaluada.	69
Figura 26. Evaluación sensorial del aroma de cerveza artesanal a base de malta de quinua y amaranto evaluada.....	70

Figura 27. Evaluación sensorial del sabor de cerveza artesanal a base de malta de quinua y amaranto evaluada.....	70
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Desarrollo histórico de la elaboración de cerveza	23
Tabla 2. Diferentes nombres utilizados para distintos tipos de cervezas en el mundo y sus características.....	24
Tabla 3. Composición química del lúpulo.....	29
Tabla 4. Clasificación taxonómica de la quinua.....	31
Tabla 5. Análisis proximal de quinua variedad INIAP TUNKAHUAN (en base seca)	33
Tabla 6. Clasificación taxonómica de la quinua.....	35
Tabla 7. Análisis proximal de Amaranto variedad Alegría	35
Tabla 8. Composición de miel de abeja.....	37
Tabla 9. Operacionalización de variables.....	42
Tabla 10. Factor A (Nivel de Lúpulo)	55
Tabla 11. Factor B (Nivel de miel de abeja).....	55
Tabla 12. Tratamientos para la elaboración de cerveza artesanal de amaranto y quinua y evaluación de la concentración de lúpulo y miel de abeja.....	56
Tabla 13. Características del Experimento	56
Tabla 14. pH de los mostos experimentales inoculados al final del ensayo.....	57
Tabla 15. ANOVA del parámetro pH al final del ensayo	58
Tabla 16. Método de Tukey al 5% para tratamientos de parámetro pH.....	58
Tabla 17. Método de Tukey para el factor a (lúpulo).....	58
Tabla 18. Método de Tukey para el factor b (miel de abeja).....	59
Tabla 19. Valores obtenidos de la acidez total a los 15 días después de haber sido envasado	60
Tabla 20. ANOVA del parámetro acidez al final del ensayo	61
Tabla 21. Método de Tukey al 5% para tratamientos de parámetro acidez.....	61
Tabla 22. Valores obtenidos de la densidad total a los 15 días después de haber sido envasado .	63
Tabla 23. ANOVA del parámetro densidad al final del ensayo	63
Tabla 24. Método de Tukey al 5% para tratamientos de parámetro densidad.....	64

Tabla 25. Valores obtenidos de Porcentaje Alcohol a los 15 días después de haber sido envasado	64
Tabla 26. ANOVA del parámetro alcohol al final del ensayo	65
Tabla 27. Método de Tukey y una confianza de 95%	65
Tabla 28. Resultados del análisis físico-químicos.	67
Tabla 39. Análisis microbiológico de la cerveza obtenida	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2262:2013.....	78
Anexo 2. Test de evaluación sensorial de aceptabilidad de los ensayos.....	85
Anexo 3. Análisis fisicoquímico y microbiológico de la cerveza obtenida.....	86
Anexo 3. Acta del Perfil de Investigación	87

RESUMEN

La cerveza es una bebida resultante de fermentar mediante levaduras seleccionadas, el mosto procedente de malta de cebada, sólo o mezclado con productos amiláceos, transformables en azúcares por digestión enzimática, cocción y aromatizado con flores de lúpulo. En la presente investigación se utilizaron cebada y adjuntos cerveceros como quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus*) malteados tipo caramelo respectivamente, para la obtención de una cerveza artesanal estilo Pale Ale en la que se evaluaron el comportamiento de dos factores: lúpulo y miel de abeja. Para el proceso fermentativo se utilizó levadura S-33 (*Saccharomyces Cerevisiae*), la cual produce perfiles de sabores espléndidos y se utiliza para producir una gran variedad de cervezas especiales de fermentación alta, cuya temperatura óptima de fermentación se encuentra entre 15°C a 24 °C. La fase experimental de esta investigación se realizó en los laboratorios de la UPEC y en el laboratorio SEIDLABORATORY ubicado en Quito donde se realizaron los análisis físicoquímicos y microbiológicos de la mejor formulación. Para el análisis estadístico se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B, donde se analizaron las variables

como pH, grado alcohólico, acidez total y densidad. La determinación de la significación estadística se realizó con la prueba de TUKEY para Tratamientos y HSD para Factores, determinándose así que el mejor tratamiento y formulación fue el T7 (0,5g/L + 9g/L). Se determinaron los valores de pH 4,66; acidez 0,28 % (m/m); grado alcohólico 4,96 % v/v; Contenido de CO₂ 2,31% v/v, así como el análisis microbiológico en términos de mohos y levaduras, obteniendo un resultado de <10 up/mL y en términos de anaerobios mesofilos un valor de <10 ufc/mL, que es la mejor formulación que cumple con los requisitos exigidos en la norma NTE INEN 2262. En la evaluación sensorial del producto se evaluaron atributos característicos en la evaluación de cerveza artesanal (apariencia, color, aroma y sabor). La cerveza artesanal elaborada, fue valorada por panelistas semi-entrenados utilizando una prueba hedónica donde se comprobó que la mezcla T7 (0,5 g/L de lúpulo y 9 g/L de miel de abeja), tuvo la mejor aceptabilidad.

PALABRAS CLAVES: *cerveza artesanal, malta de quinua, malta de amaranto*

ABSTRACT

Beer is defined as a beverage resulting the fermentation with selected yeast, the must originated from malt barley its self or mixed transformed into sugars by enzyme digestion, cooking and aromatizing process with hop flowers for flavor. In the present research, barley and attached brewer's elements such as caramel malted quinoa (*Chenopodium Quinoa*) and amaranth (*Amaranthus*) were used to obtain the Pale Ale style craft beer which was determined by behavior of two factors: hop and honey. For the fermentation beer process, yeast S-33 (*Saccharomyces Cerevisiae*) was used, since this strain produces splendid flavor profiles and is used to produce a large variety of special high fermentation beers, being their optimum fermentation temperature of 15°C to 24°C. The experimental phase of this study was carried out in the UPEC laboratories and in the SEIDLABORATORY laboratory located in Quito where the best chemical and physical-chemical analyzes were performed. For the statistical study, was applied a completely randomized design with AxB factorial arrangement, where the variables of pH, alcoholic degree, total acidity and density were analyzed. The determination of the statistical significance was set with the TUKEY test for treatments and HSD for factors, in this way the best treatment and formulation T7 (0,5 /L + 9g /L) were determined .The values of pH 4,66; acidity 0,28% (m/m); alcoholic strength 4,96% v/v; CO₂ content 2,31% v/v, as well as the microbiological analysis in terms of molds and yeasts, the result that was obtained is <10 up/ mL and in terms of mesophilic anaerobes with a value of <10 ufc/mL which is the best formulation that complies with the requirements allowed in NTE INEN 2262. In the sensory evaluation of the product, characteristic attributes were evaluated in the craft beer tasting (appearance, color, aroma and flavor), the brewed craft beer was assessed by semi-trained panelists using a verbal hedonic, where it was checked that the T7 mixture (0,5 g/L of hops and 9 g/L of honey) had the best acceptability.

KEYWORDS: *craft beer, Quinoa malt, Amaranth malt*

INTRODUCCIÓN

La cerveza es una bebida que se obtiene de la fermentación alcohólica por acción de las levaduras introducidas en un mosto compuesto principalmente por agua, lúpulo y cereal malteado (quinua y amaranto). El lúpulo proporciona estabilidad, aroma, sabor y amargor característico, y por lo general ayuda a la conservación y calidad final de la cerveza artesanal. La elaboración de cerveza consta de seis procesos requeridos como son malteado del grano, maceración, cocción, fermentación, maduración, carbonatación o segunda fermentación. Los tiempos y temperaturas en cada proceso pueden variar dependiendo del estilo y el tipo de materias primas a utilizar. La graduación alcohólica de una cerveza oscila entre 4 a 10%. (Mencia y Ricardo, 2017)

Considerando que la cerveza no solamente se elabora a partir de cebada, se pueden utilizar materias primas que se producen en la provincia de Carchi como la quinua y amaranto e incluso son alimentos ancestrales, como los cereales andinos: quinua y amaranto. Esto permite el aporte a la soberanía alimentaria y al cambio de la matriz productiva, al agregar valor a estos productos y así aportar al desarrollo de la zona 1.

Dando un nuevo enfoque al uso de estos productos, con el afán de promover su cultivo a nivel agrícola en diferentes comunidades de la provincia, lo cual es necesario para fortalecer la producción y aprovechar los beneficios y nutrientes de productos autóctonos de nuestro país.

El mercado de la cerveza es competitivo, es necesario innovar para crear nuevas tendencias y nuevos sabores. El descubrir nuevos procesos nos lleva al uso de materias primas diferentes. La producción de quinua y amaranto promueve la seguridad alimentaria en todo momento, pero también promueve diferentes rubros que son necesarios explorar. La importancia de este proyecto de investigación radica en aprovechar la producción de quinua y amaranto de Carchi en procesos de malteado para la elaboración de cerveza.

En base a lo mencionado el propósito de este estudio fue evaluar la concentración de lúpulo y miel de abeja en la elaboración de cerveza artesanal a base de malta de quinua y amaranto, en la cual se determinó el comportamiento de tres dosis de lúpulo y tres dosis de miel de abeja esta última como fuente de carbonatación natural (Producción de CO₂) en la segunda fermentación llevada a cabo en la botella para la obtención de cerveza de artesanal estilo Pale Ale.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Ecuador la industrialización de la quinua y amaranto es poco convencional, se elaboran insuficientes subproductos derivados de estos cereales tales como productos de panadería (pan, pasteles), debido a que no se ha logrado dar nuevas alternativas de producción e industrialización, que permitan aprovechar muchos de sus componentes que en la industria alimentaria son de interés. (Hidalgo y Tulcanaza, 2016)

En el mercado solo se encuentran disponibles derivados tradicionales como harinas de estos granos para los consumidores, lo que ha generado que se pierda el interés por la quinua y amaranto, provocando un consumo monótono con el pasar del tiempo. La provincia de Carchi produce la quinua por diversas razones, una de ellas es el consumo habitual de estos granos andinos y otra razón es que poseen las condiciones óptimas para el cultivo.

Además, el consumo de cerveza artesanal ha ido incrementando generando mayor demanda de esta bebida, permitiendo la elaboración de este producto con diferentes tipos de cereales, que contengan propiedades que puedan ser aprovechadas en las industrias cerveceras como una alternativa rentable (Hidalgo y Tulcanaza, 2016).

Existe un proyecto para la producción de quinua en el Sector Monjas en el cantón Bolívar, uno de ellos es promover la agricultura, producción y comercialización en la provincia de Carchi, con lo cual se está intentado generar el fortalecimiento de producción de granos andinos, pero este sistema no tiene los resultados esperados, ya que no brinda alternativas innovadoras de industrialización de la quinua a los productores. Dicha alternativa se debe basar en el desarrollo de un sistema efectivo de industrialización que permita generar derivados que representen una oportunidad de innovación que atraiga al consumidor.

A nivel del Ecuador se mantiene la cadena de comercialización de venta directa e indirecta de la quinua y amaranto como materia prima, el modelo de generación de riquezas es excluyente y concentrador en donde solo pocos son los beneficiados quitándoles las oportunidades de desarrollo

a los principales protagonistas que en este caso son los agricultores, quienes no reciben el lucro correspondiente por el trabajo y esfuerzo realizado en el cultivo de este grano y que muchas veces han significado pérdidas porque no se cubren los gastos que el mismo genera.

El amaranto es consumido principalmente en productos procesados, como lo son harinas, dulces, barras, suplementos alimenticios, entre otros. De manera general, todos los anteriores son productos tradicionales con poco atractivo comercial, por lo que la propuesta de nuevas alternativas de mercado con alto valor agregado, como la elaboración de una cerveza, es necesario para fomentar el consumo de este grano.

En vista de que no existe un suficiente desarrollo de tecnología para el mejor aprovechamiento de la miel de abeja al ser un producto no tradicional, tiene un poco de uso como endulzante, y no tiene mucha acogida, la falta de alternativas de industrialización, conlleva a darle un valor agregado a la cerveza artesanal y ayudaría el proceso de carbonatación, genera aromas y sabores deseados en el producto.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es posible evaluar las concentraciones de lúpulo y miel de abeja en los Laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi para la obtención de cerveza artesanal tipo Pale Ale a base de malta de quinua y amaranto?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Los granos de origen andino son considerados estratégicos en la soberanía alimentaria de los pueblos, actualmente el Ecuador cuenta con un nivel medio en la producción de los mismos. Una de sus ventajas es ser generador de materia prima de excelente calidad, la misma que en tiempos anteriores era exportada, pero debido al cambio de la matriz productiva que se ha iniciado dentro del país, se ha impulsado un proceso de industrialización eficaz de estos cereales. (Hidalgo y Tulcanaza, 2016)

La quinua y amaranto representa una gran oportunidad para obtención de bebidas alcohólicas, pues contiene altos niveles de carbohidratos que pueden ser aprovechados. La cerveza de tipo artesanal a base de la malta de quinua y amaranto, permite explorar nuevos campos de investigación en la

industria cervecera debido a que se establecen parámetros para incluir cereales poco comunes, abriendo la posibilidad a proyectos de mayor trascendencia. La cerveza obtenida no se compara con la cerveza industrial, debido a que esta posee aromas y matices que permite a las personas degustar de sabores diferentes a los que están acostumbrados. (Carvajal y Insuasti, 2010)

Las “cervezas artesanales” han abierto nuevos nichos de mercado, debido a que la demanda ha incrementado en el país, es por ello que esta propuesta de cerveza a base de quinua permite ofertar un producto innovador al consumidor, y por otro lado aprovechar la materia prima con la que se cuenta a través del conocimiento técnico, otorgando oportunidades de desarrollo a los productores, incentivando al cultivo de este cereal, los cuales dan mucha rentabilidad al momento de la cosecha y más aún si se les da un valor agregado. (Hidalgo y Tulcanaza, 2016)

Por lo expuesto se establece que la cerveza de tipo artesanal a base de la malta de quinua y malta de amaranto, permite explorar nuevos campos de investigación en la industria cervecera debido a que se establecen parámetros para incluir cereales poco habituales, abriendo la posibilidad a proyectos de mayor trascendencia. La cerveza obtenida no se compara con la cerveza industrial, debido a que esta posee aromas y matices que permite a las personas degustar de sabores diferentes a los que están acostumbrados.

Por lo tanto, el proyecto busca aprovechar los granos producidos por los agricultores de las comunidades de la provincia de Carchi en particular aquellos que encuentran involucrados en el proyecto de Fortalecimiento de producción granos andinos. El uso de estas materias primas permitirá contribuir con el cambio de la matriz productiva según el Plan Toda una Vida, con ello se aprovecha las nuevas oportunidades que la industria puede aportar para mejorar la calidad de vida, mediante la elaboración de productos innovadores.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar la concentración de lúpulo y miel de abeja en la cerveza artesanal tipo pale ale obtenida a base de malta de quinua y amaranto.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Elaborar cerveza artesanal pale ale a base de malta de quinua y amaranto como alternativa de un nuevo producto para su aprovechamiento.
- Caracterizar fisicoquímica y sensorialmente la cerveza obtenida, para la determinación de las propiedades y la calidad para los consumidores.
- Establecer el mejor tratamiento mediante la evaluación sensorial.
- Evaluar la calidad microbiológica del mejor tratamiento.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Con la malta de quinua y amaranto se puede elaborar cerveza artesanal con buenas características fisicoquímicas y microbiológicas que tengan aceptabilidad?
- ¿Cuáles son los parámetros de calidad de la cerveza artesanal?
- ¿Qué normas en Ecuador regulan la producción de bebidas alcohólicas?
- ¿Cuál es el valor nutricional de los cereales andinos: amaranto y quinua?
- ¿Cómo incide la variación de la concentración de lúpulo y miel de abeja en los atributos sensoriales de la cerveza?
- ¿Cómo se determina el grado alcohólico de la cerveza?
- ¿Cuáles son los métodos para determinar requisitos fisicoquímicos de la cerveza?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En el estudio realizado por Valenzuela (2014) demostró que la elaboración de una bebida fermentada, como la cerveza a partir de la quinua si es posible, considerando la morfología, estructura bioquímica del grano, etc. En esta investigación se evaluó la influencia de dos cepas de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (S-33 y UCH-M4), la cerveza obtenida con la cepa S-33 fue la mejor evaluada, a pesar de tener bajos niveles de espuma y dióxido de carbono. El cual fue 7,9 para la cepa S-33 y 2,3 para la cepa UCH-M4, mostrando así que es posible la elaboración de la misma.

En la investigación realizada por Gonzales, Carrizales, y Martínez (2013), procedieron a elaborar cerveza artesanal reemplazando la malta de cebada por malta de amaranto y siguiendo el mismo proceso estándar de elaboración, obteniendo una cerveza de mayor valor nutricional. Esta investigación ha demostrado que la cerveza retiene una parte de los nutrientes contenidos en los ingredientes como los que se encuentran en la semilla del amaranto y la cáscara de la papa. Así mismo ha demostrado una vez más que es factible elaborar cerveza artesanal sustituyendo total o parcialmente los ingredientes estándares.

De acuerdo con Rodríguez (2015) en su estudio determinó, el efecto de dos sustituciones de cebada (*Hordeum vulgare*) por quinua (*Chenopodium quinoa*) y de dos valores de pH inicial de maceración (5.0 y 6.0) en las características fisicoquímicas (grado alcohólico, capacidad y estabilidad espumante, densidad y pH final) y aceptabilidad general de una cerveza tipo Ale. El cual se demuestran resultados favorables de acuerdo a la prueba de Turkey determinó que el mayor grado alcohólico (4.55 %) se obtuvo con la sustitución de 25 % - pH inicial de 6.0; además, dicho tratamiento obtuvo la mejor capacidad espumante (63 %) al igual que el tratamiento con la sustitución de 50 % - pH inicial de 6.0 (67 %), siendo ambos estadísticamente iguales. En cuanto a la estabilidad espumante, los mejores resultados se obtuvieron con la sustitución de 25 % - pH inicial de 6.0 y los dos tratamientos con sustitución de 50 %, siendo los tres estadísticamente iguales; por otra parte, todos los tratamientos presentaron densidades y valores de pH final óptimos, con excepción del tratamiento con sustitución del 50 % - pH inicial de 6.0, el cual sobrepasó el

límite máximo permisible en lo que respecta al pH final. La evaluación sensorial, mediante la Prueba de Durbin y la de comparaciones múltiples de Conover, reportó una mayor aceptabilidad general (Suma de rangos = 80.5) con la sustitución de 25 % - pH inicial de 6.0, siendo estadísticamente igual a la de los tratamientos control.

Según Mencia y Pérez (2016) en su trabajo de investigación desarrollaron una formulación de cerveza artesanal utilizando como malta base, maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), carbonatada con azúcar y miel de abeja, seleccionando el mejor tratamiento para su caracterización fisicoquímica. Se usaron Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial, utilizando dos tipos de cerveza, ale y lager, dos tipos de edulcorante, azúcar y miel de abeja para carbonatación natural medidos al día cuatro y ocho. El uso del grano de maíz variedad tuxpeño malteado mostró ser eficiente la relación maíz 70 % y cebada 27 %, sin embargo, se necesitó adicionar azúcar para aumentar la cantidad de azúcares disponibles para producir una cerveza artesanal con un grado alcohólico superior al 5%. El uso de miel de abeja para la carbonatación natural en botella fue influyente para una aceptación y preferencia superior a la carbonatada con azúcar. Las cervezas producidas con 70% de malta de maíz mostraron niveles aceptables en pH, color, grado alcohólico, gravedad específica, tiempo de retención de espuma categorizando dentro de los estilos Imperial Stout para Ale y Doppelbock para Lager. El uso de malta de maíz redujo considerablemente los costos de producción de cerveza artesanal para ambos estilos, por lo que permite competir con el mercado importado de cervezas artesanales.

Según García (2015), en su trabajo demostró que la combinación de malta de cebada con agregados cerveceros (almidón de camote y almidón de oca) alcanzó hasta un 50 % de participación en la formulación de la mezcla con almidón de camote. El producto obtenido fue caracterizado presentando valores dentro de los rangos estipulados por la normativa del país en el que fue desarrollado y presentó la aceptación por parte de un panel sensorial.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Cerveza

La cerveza es una bebida alcohólica no destilada que se obtiene de la fermentación de un mosto elaborado a partir de la malta de un cereal germinado, con o sin la adición de otros cereales no malteados. La mezcla de estos cereales con agua se transforma en azúcares mediante la digestión enzimática. Posteriormente se agrega a la mezcla el lúpulo o sus derivados y finalmente es sometida a un proceso de cocción. (Hidalgo y Tulcanaza, 2016, p. 9)

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262:2013, la definición de cerveza corresponde a una “bebida de bajo contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación natural controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o sus derivados”.

Mientras que en el *Código Alimentario Español* define a la cerveza como “la bebida resultante de fermentar mediante levaduras seleccionadas generalmente *Saccharomyces cerevisiae*, el mosto procedente de malta de cebada sola o mezclada con otros productos amiláceos y aromatizado el mosto con lúpulo.

La cerveza es una bebida alcohólica no destilada elaborada por medio de la fermentación de una solución de cereales, donde el almidón ha sido parcialmente hidrolizado y se le y se le a conferido por infusión el sabor del lúpulo. En un sentido amplio, podemos considerar como cerveza a la bebida preparada a partir de cualquier cereal, pero normalmente el término se refiere al producto elaborado a partir de malta de cebada, con o sin adición de otros cereales no malteados denominados adjuntos. (García, Quintero, y López, 2017)

Carvajal y Insuasti (2010) afirman que la cerveza se define como, “una bebida resultante de fermentar mediante levaduras seleccionadas, el mosto procedente de malta de cebada sólo o mezclado con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática, cocción y aromatizado con flores de lúpulo”

2.2.2. Historia

La cerveza es una de las bebidas más antiguas del mundo, junto con el vino. Desde hace miles de años el ser humano viene disfrutando de cervezas de todo tipo, sabores y colores. No existen datos sobre quienes inventaron la cerveza, pero los registros más antiguos sobre este sabroso producto, nos remontan a 6.000 años atrás, en la zona de la Mesopotamia, específicamente en Sudán, los Sumerios ya hacían cerveza e incluso dejaron registros escritos sobre la elaboración de este producto.

Los Sumerios preparaban cerveza de la siguiente manera, tomaban pan hecho con harina de trigo, lo cortaban en pedazos y metían esos pedazos en vasijas a las cuales les agregaban agua, dejando esas vasijas al sol durante varios días. El calor del sol hacía fermentar la harina de trigo y gracias a este proceso obtenían una bebida alcohólica que luego filtraban y bebían.

La fermentación alcohólica de cereales es un proceso ancestral practicando desde por lo menos el año 4000 a.C. La Tabla 1 muestra un panorama general del desarrollo histórico de la cerveza. (García *et al.*, 2017)

Tabla 1. Desarrollo histórico de la elaboración de cerveza

Año/época	Evento
4000 a.C	Evidencias arqueológicas en el valle de fermentación de cereales
Siglo VIII	Se introduce la adición de lúpulo en la elaboración de cerveza en Bavaria
Siglo XVII	Generalización del uso del lúpulo en Europa
Siglo XIX	Expansión y predominio en Europa de la técnica de Bavaria para la elaboración de cervezas por fermentación baja
1825-1837	Los científicos Cagniard de la Tour, Schwann y Kützing establecen que la levadura es un organismo vivo y responsable de la formación de alcohol. Se acuña el nombre de <i>Saccharomyces</i> (hongo del azúcar)
1857-1876	Louis Pasteur realiza sus estudios sobre fermentación, incluida la cerveza
1876	Publicación del libro <i>Estudios sobre la cerveza</i> de Louis Pasteur
1883	Establecimiento de técnicas de aislamiento y propagación de cultivos puros de levaduras por Emil Hansen en la cervecera Carlsberg
1896	Inicio de la taxonomía de levaduras por Hansen
1908-1927	Diseño y patente de los primeros fermentadores cilindro-cónicos
1911	Se inicia el uso de la papaína en el proceso de clarificación de la cerveza
Década de los 70	Uso de los primeros fermentadores cilindro-cónicos

Fuente: García *et al.*, 2017, *Biología Alimentaria*

2.2.3. Clasificación de la cerveza

Existe gran variedad de cervezas las mismas que se diferencian por la gama de colores, sabores, olores que presenta proporciones en el uso de los materiales que se utilizan en la elaboración. Existen fundamentalmente dos grandes tipos de cerveza, de acuerdo con el tipo de levadura que se usa: las cervezas tipo lager, elaboradas con levadura de floculación baja y las cervezas tipo ale, elaboradas con levadura de floculación alta. Dentro de cada uno de estos tipos básicos hay subtipos con diferentes características, cuya nomenclatura es variable.

Existen básicamente dos grandes tipos de cerveza: las lager, elaboradas con levadura de “fermentación baja”, y las ale, elaboradas con levaduras de “fermentación alta”. Dentro de cada uno de estos tipos básicos existen subtipos de diferentes características cuya nomenclatura es variable y confusa, en la Tabla 2 se presentan una recopilación de algunos de los nombres registrados en la literatura para estos subtipos. (García et al., 2017, p. 269).

Tabla 2. Diferentes nombres utilizados para distintos tipos de cervezas en el mundo y sus características

Tipo de cerveza	Características
LAGER	Fermentadas con levaduras bajas
Pilsen, Hell o Pale	Clara, mucho lúpulo, seca, poco cuerpo.
Dortmunder	Igual que la Pilsen, pero con menos lúpulo y sabor más suave.
Múnich, Dunkel o Dark	Oscura, sabor intenso, aromática, poco lúpulo, poco amarga, dulce mucho más cuerpo.
Bock, Marzen o Mazenbier	Igual que la Múnich, pero con más alcohol.
ALE	Fermentadas con levaduras altas
Pale ale	Clara, mucho lúpulo, seca, muy amarga.
Brown ale	Oscura, poco lúpulo, dulce.
Bittler	Clara, mucho lúpulo, mucho cuerpo (pale ale de barril).
Mild ale	Semioscura, dulce, poco densa, amarga.
Stout o Porter	Muy oscura, mucho cuerpo y lúpulo, amarga, dulce o seca

Fuente: García *et al.*, 2017, Biotecnología Alimentaria

2.2.4. Cerveza de fermentación baja (Lager)

Soria (2017) indica que las cervezas de fermentación baja son conocidas como cervezas lager porque fueron almacenadas (del alemán lagern= para almacenar) en bodegas frías después de la fermentación y la maduración. Las levaduras utilizadas son cepas de *Saccharomyces uvarum*. Se conocen varios tipos de cervezas lager: Pilsener, Dortmund y Múnich. La mayoría de las cervezas (70 % 80 %) en el mundo es del tipo Pilsener.

Pilsener, Pilsner o Pils: Es una cerveza dorada con aroma a lúpulo y un acabado seco. Se aplica a cervezas de fermentación baja y sabor convencional. Las Pilsen se caracterizan por su color pálido, con un contenido alcohólico entre un 4,2 % y 5,5 %, de un sabor fresco y seco y de un aroma.

Dortmunder: Casi no tiene espuma, cuerpo de ligero a medio, de un color dorado perfecto, transparente y con buena carbonatación. El aroma es intenso con notas de malta y cereales y también ligeramente amargo. El sabor es muy fuerte y ácido esta contiene 5,1 por ciento de alcohol.

Dunkel: Contiene mucha espuma, color marrón claro, cuerpo medio de color cobrizo, turbia, totalmente opaca, con una carbonatación alta y chispeante. El aroma es fuerte con impresionantes notas de malta caramelizada. El sabor, menos intenso que el aroma, un golpe fuerte de levadura al principio y un regusto amargo al final. El final es ligeramente agrio, destacando la levadura, contiene 5,3 por ciento de alcohol.

Bock: Esta cerveza es muy fuerte, con un extracto primitivo superior al 14 por ciento y de un color oscuro. Es una cerveza de baja fermentación y posee un alto contenido de alcohol, es una cerveza robusta, de color pardo, aunque también se elabora rubia.

2.2.5. Cerveza de fermentación Alta (Ale)

Pale Ale: Es una cerveza fuerte que suele tener más de 8 % de alcohol, son afrutadas, con mucha espuma y secas.

Bitter: Es una cerveza muy cargada de lúpulo lo que le da un sabor amargo y un carácter seco. Su color es muy variado y el alcohol oscila entre 3,5 y 5,5 %. Se sirve en barril, seca y lupulizada.

Brown Ale: Cerveza de color oscura, dulce al paladar. En general son fuertes, con buen sabor a malta y con un color tostado que va de ámbar suave a castaño fuerte, son afrutadas y secas

Stout: Por sus ingredientes, califican como vegana. Mucha espuma, muy cremosa y compacta, cuerpo pleno, de color marrón muy oscuro casi negro, opaca, con algo de sedimentación y muy poca burbuja. Poco aroma en el que destacan maltas caramelizadas, posee poco alcohol, 4,5 por ciento, en el queda el regusto del café tostado intenso y algo de malta.

2.2.6. Materias primas de la cerveza

Para la elaboración de cerveza se requiere de las siguientes materias primas:

- Agua

- Malta
- Lúpulo
- Levadura

2.2.6.1. Agua Cervecera

La naturaleza del agua empleada en la fabricación de cerveza es de mucha atención y se llega a decir que el éxito de la cerveza depende del empleo adecuado del agua ya que constituye cerca del 95% del contenido de la cerveza por lo que es un ingrediente fundamental y del cual interesa esencialmente su contenido de sales y especialmente su dureza. Como norma general se recomienda utilizar aguas blandas con poco contenido en sales, aunque ciertos tipos de cerveza requieren una gran cantidad de sulfatos como la agua del río. (Hidalgo y Tulcanaza, 2016, p. 12)

Carvajal e Insuasti (2010) afirman que “el pH es el de más importancia para las reacciones bioquímicas que se desarrollan durante el proceso; en todos los pasos de la fabricación hay disminución de los amortiguadores minerales del agua contrarrestan en parte este cambio”.

El sodio y el potasio les da un sabor salado y el cloruro resaltar el dulzor de la malta. Para la elaboración de las cervezas más ligeras tipo pilsen se utilizan aguas con bajo contenido en calcio, las denominadas aguas blandas. El agua rica en bicarbonato de calcio es ideal para producir cervezas oscuras, en cambio, se pueden elaborar con aguas más duras. Pero son las aguas medianamente duras las preferidas para la preparación de la cerveza, sobre todo si son ricas en sulfato, calcio, son ideales para la fabricación de las pale ales ya que producen un pH más ácido que potencia la acción enzimática y no disuelve los polifenoles que contribuyen a dar sabor a la cerveza. (Soria, 2017)

Según García (2015) establece que el agua destinada a la fabricación de cerveza debe cumplir los siguientes requisitos:

- Ser limpia, inodora, insípida, incolora y de temperaturas normales.
- No contener sales en disolución, con la eliminación previa de la dureza.
- No contener gérmenes infecciosos, ni encontrarse en condiciones de que tales gérmenes puedan invadirla

Algunas reacciones que pueden ser influenciados por el agua durante la elaboración de cerveza son:

- Actividad enzimática durante la maceración.
- La precipitación de proteínas y taninos.
- El crecimiento y el metabolismo de la levadura. (p. 5)

2.2.6.2. Malta

La malta es la materia prima necesaria para la elaboración de cerveza ya que otorga características de sabor, color y proporciona casi todos los componentes proteínicos solubles de la cerveza, que dan estabilidad a la espuma. Por tanto, se requieren controles rigurosos de temperatura y tiempo durante el proceso de malteado.

La malta es un cereal en etapa temprana de germinación, cuyo proceso de germinación ha sido controlado y detenido mediante la aplicación del secado. La malta contiene las enzimas necesarias para hidrolizar los hidratos de carbono complejos, proceso necesario para la obtención del mosto. (Hidalgo y Tulcanaza, 2016, p. 13)

Las cervezas industriales son elaboradas con mezcla de malta de cebada y cereales adjuntos, como el arroz o el maíz, que son más económicos, por lo que sirven para que las empresas tengan bajos costos de producción, también les agrega antioxidantes, estabilizantes, sin importar demasiado la calidad del producto y alejándose de lo que realmente es una cerveza auténtica. Según Gorostiaga (2008), CAE “Cerveceros Artesanales del Ecuador”, existen 3 tipos de maltas bases, Pilsen, Munich y Vienna que son las más comunes y utilizadas.

Grano germinado – secado a baja temperatura = MALTA PILSEN

Grano germinado – secado a mediana temperatura = MALTA MUNICH

Grano germinado – secado a alta temperatura = MALTA VIENNA

Existen varios tipos de malta, que se diferencian en las condiciones de temperatura y tiempo a las cuales fueron sometidas durante el proceso de malteado, por lo que conservan características especiales de sabor y color que se utilizarán dependiendo del tipo de cerveza a elaborar. Existen tres tipos de maltas bases: Pilsen, Munich y Vienna, son las más comunes y utilizadas. La Malta Pilsen es la más utilizada, ya que su color es muy claro y su sabor suave, para obtener cervezas

rubias con sabores suaves. Las maltas Munich y Viena generan cervezas de tonos un poco más oscuros que pueden llegar al rojo claro, y sabores más intensos a malta. (García, 2015)

La malta básica presenta mayor contenido de almidón, en cambio las maltas caramelo, chocolate, etc. Contienen poca cantidad de éste y solo se requieren con el fin de manejar el color y el sabor de la cerveza. El bajo contenido de almidón se debe a que las maltas especiales se someten a mayor tiempo de secado y van perdiendo su almidón debido al exceso de temperatura y tostado. (García, 2015)

La NTE INEN 2262:2013 presenta la siguiente definición “cebada malteada. Es el producto de someter el grano de cebada a un proceso de germinación controlada, secado y tostado en condiciones adecuadas para su posterior empleo en la elaboración de cerveza.”

2.2.6.3. Lúpulo

Según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN - NTE INEN 2262:2013 define al lúpulo como: “Producto natural obtenido de la planta *Humulus lupulus*, responsable del amargor y de parte del aroma de la cerveza. Este puede estar en forma vegetal o en forma de extracto.”

Scraagg (2014) afirma que el lúpulo (*Humulus lupulus*) es una especie que pertenece a la familia de las *cannabiaceas*. Esta planta puede ser masculina o femenina, pero para la elaboración de la cerveza deben de ser femeninas, esta proporcionara el sabor, amargor y el aroma propio de la cerveza.

El lúpulo, al ser incorporado en la elaboración de cerveza, proporciona un sabor amargo característico, aroma agradable, promueve la formación de la espuma y la retención, tiene acción antiséptica, contribuye con precipitación de proteínas durante la ebullición del mosto y actúa como un medio de filtración. El lúpulo contiene un polvo resinoso, de color amarillo; lupulino. En esta resina existen componentes naturales como alfa y beta ácidos, polifenoles y aceites esenciales.

Se han aislado e identificado dos compuestos ácidos, humulona (ácido α -lupulínico) y la lupulona (ácido β -lupulínico), que son los componentes más importantes de las resinas del lúpulo, responsables del amargor. Los α - ácidos requieren ser cambiados o isomerizados químicamente antes de que puedan ser extraídos y dar sus sabores amargos, dando lugar a la formación de

isohumulona, isocohumulona e isoadhumulona (compuestos amargos muy solubles). Esto ocurre normalmente durante la cocción del mosto.

El lúpulo es la fuente del ingrediente que proporcionan el sabor amargo y el aroma de la cerveza. La especie de lúpulo es *Humulus lupulus* es un miembro de las *Cannabiaceas*. Para la fabricación de cervezas se utilizan solamente los conos deseados del lúpulo femenino. Las pequeñas glándulas de lupulina desarrollan en la base las bacterias del cono del lúpulo y contienen resinas que dan el amargo y los aceites esenciales. (Scaagg, 2014, p. 381)

En la Tabla 3 se presenta la composición química del lúpulo.

Tabla 3. Composición química del lúpulo

COMPOSICIÓN	%
Materias nitrogenadas	17,5 g
Materias no nitrogenadas	27,5 g
Taninos	0,4 g
Celulosa Bruta	13,3 g
Aceites esenciales	3.0 g
Extracto al éter	18,3 g
Agua	10,5 g
Cenizas	7,5 g

Fuente: (Universidad Nacional abierta y distancia, 2016)

Adaptado por: Juan Pablo León, 2018

Los principales constituyentes aromáticos del lúpulo son los Ácidos alfa entre ellos se encuentran la humulona, Cohumulona, Adhumulona y los ácidos beta entre los que destacan lupulona, Colupulona, y Adhumulona con una concentración de 7%-10 %. Existen variedades de lúpulos de las cuales los expertos las categorizan en amargos y aromáticos. En el mercado existe diversidad en cuanto al porcentaje de alfa amilases la misma que otorga el amargor característico a la cerveza entre las cuales están Nugget, Magnum y Columbus. Mientras que los lúpulos que conceden el aroma está el cascade y perle que adicionalmente aporta un sabor más refinado de la cerveza. (García *et al.*, 2017)

2.2.6.4. Levaduras

“Las levaduras son hongos microscópicos que actúan en el proceso de fermentación, formando alcohol y CO₂, mediante el desdoblamiento de los azúcares procedentes de la malta, en ausencia de O₂”. (Gamazo *et al.*, 2013, p. 180)

Existen dos tipos de levadura utilizada para la elaboración de cerveza: alta o Ale es esporógena, produce fuerte fermentación a temperatura elevada (14 – 25 °C) y tiende a flotar en la superficie. El resultado es una cerveza con cuerpo, con algunas notas a frutas y de sabor más puro. Esta levadura es la más tradicional y popular y se ha utilizado durante siglos. La levadura de fondo o Lager (6 – 10 °C) no suele formar esporas; se adapta bien a la fermentación lenta a temperatura baja y se deposita en el fondo del tanque al terminar la fermentación.

2.2.6.5. Adjuntos cerveceros

La NTE INEN 2262:2013 indica que parte de los ingredientes de la cerveza pueden ser los adjuntos cerveceros, que reemplazan parcialmente a la malta, definiéndolos de la siguiente manera: “Adjuntos cerveceros. Son ingredientes malteados o no malteados, que aportan extracto al proceso en reemplazo parcial de la malta sin afectar la calidad de la cerveza, estos pueden ser 7 adjuntos crudos y modificados como jarabes (soluciones de azúcares) o azúcares obtenidos industrialmente por procesos enzimáticos a partir de una fuente de almidón.”

Okafor (2007) afirma que los adjuntos son materiales ricos en almidón, que generalmente contienen pocas proteínas, contribuyen después de su hidrólisis, azúcares fermentables que a su vez aumentan el contenido alcohólico de la bebida. (p. 238)

Así estos productos ayudan a reducir el costo de la elaboración de la cerveza, ya que son mucho más baratos que la malta. No tienen un papel relevante para proporcionar aroma, color o sabor. Se han utilizado como fuentes de almidón: sorgo, maíz, arroz, amaranto, quinua, cebada no malteada, yuca, papa. Harina o jarabe de maíz, y arroz son ampliamente utilizados en los Estados Unidos. (Okafor, 2007, p. 238)

Considerando que la cerveza no solamente se elabora a partir de cebada, se pueden utilizar materias primas que aporten almidón el cual será hidrolizado enzimáticamente aportando azúcares que se transformarán en alcohol durante la fermentación.

En la presente investigación se va a utilizar dos cereales andinos como son el amaranto y la quinua, como adjuntos en la elaboración de cerveza artesanal.

2.2.7. Quinua

La quinua (*Chenopodium Quinoa*) es un grano de origen andino, cultivado y consumido principalmente en Bolivia, Perú y Ecuador. Se cultiva en menor escala en el norte de Argentina, Chile y Colombia pues su demanda como alimento de alta calidad nutritiva es casi mundial (Peralta, Mazón, Murillo, Rivera, y Rodríguez, 2014)

“La quinua fue clasificada por primera vez por el científico alemán Christian Willdenov, es un pseudocereal. La palabra quinua deriva del quechua kinua que significa pata de venado, lo cual es apreciado en la forma de sus hojas”. Se cree que es una planta originaria de las orillas del Lago Titicaca, es una planta alimenticia muy antigua en el área andina. Según algunas investigaciones su cultivo data de 5000 años a.C.

2.2.7.1. Clasificación taxonómica de la quinua

En la Tabla 4 se muestra la clasificación taxonómica de la quinua

Tabla 4. Clasificación taxonómica de la quinua

Reino	Vegetal
División	Fanerógamas
Clase	Dicotiledóneas
Sub clase	Angiospermas
Orden	Centrospermales
Familia	<i>Chenopodium</i>
Especie	<i>Chenopodium quínoa</i>
Sección	Chenopodia
Subsección	Cellulata

Fuente: Hidalgo y Tulcanaza, 2016. Industrialización de granos andinos” cerveza artesanal de quinua ATI

2.2.7.2. Descripción botánica de la quinua

La quinua es una planta anual, dicotiledónea, usualmente herbácea que alcanza una altura de 0,2 a 3,0 m, esta presenta una gama de colores que están comprendidos entre, verde, morado, rojo y la mezcla de los mismos.

La raíz es pivotante con muchas ramificaciones y alcanza una profundidad hasta los 60 cm.

Las hojas son de carácter polimórfico en una sola planta; las basales son grandes y pueden ser romboidales o triangulares, mientras que las hojas superiores generalmente alrededor de la panoja son lanceoladas. (Roche, 2005)

La inflorescencia es racimosa y se denomina panoja por tener un eje principal más desarrollado, del cual se originan los ejes secundarios y en algunos casos terciarios. Las flores son muy pequeñas y densas, lo cual hacen difícil la emasculación, se ubican en grupos formando glomérulos, son sésiles, de la misma coloración que los sépalos y pueden ser hermafroditas, pistiladas o androestériles. (Roche, 2005)

2.2.7.3. Cultivo

Zona de cultivo

La zona de cultivo es la Sierra ecuatoriana.

Características edafoclimáticas

- Altitud a 2000-3400 m, para INIAP Tunkahuan 3000 a 3800 m, para INIAP Pata de Venado
- Clima debe ser lluvioso 500 a 800 mm de precipitación en el ciclo.
- Temperatura entre 7 a 17° C
- Suelo debe tener las condiciones óptimas; franco, franco arenoso, negro andino, con buen drenaje
- pH debe ser 5.5 a 8.0 (Peralta et al., 2014)

2.2.7.4. Variedades

Tenemos dos variedades mejoradas por selección:

- INIAP TUNKAHUAN (dulce, sin saponina)
- INIAP Pata de Venado o Taruka chaki (dulce, sin saponina)

En la Figura 1, se muestra la variedad de quinua INIAP Tunkahuan.



Figura 1. Quinoa Variedad INIAP Tunkahuan
Fuente: INIAP,2014. Manual de granos andinos

La variedad INIAP TUNKAHUAN, fue obtenida por selección de una población de germoplasma recolectada en la provincia del Carchi (Ecuador) en 1985. En 1986 se identificó como línea promisoría y se introdujo al banco de germoplasma del departamento Nacional de Recursos Filogenéticos del INIAP con el código ECU 0621.

Del año 1992 hasta el año 1996 fue evaluada por el programa de granos andinos en diferentes ambientes de la sierra ecuatoriana demostrando su gran aceptabilidad en áreas de 2400 y 3200 metros de altura.

2.2.7.5. Valor nutritivo

El grano de quinoa posee un alto valor nutritivo determinado por su contenido en proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales (Tabla 5). Sin embargo, posee ciertas sustancias amargas, conocidas como saponinas que limitan el uso de este grano a nivel industrial.

Tabla 5. Análisis proximal de quinoa variedad INIAP TUNKAHUAN (en base seca)

Contenido(%)	Grano amargo (sin procesar)
Proteína	15,73
Grasa	6,11
Fibra	6,22
Cenizas	2,57
Carbohidratos	72,6
Saponina	0,06
Cenizas	2,57

Fuente: Peralta (2014). INIAP

El promedio de proteínas en el grano es de 16%, y puede contener hasta 23%, el doble que cualquier otro cereal. Además, las proteínas contenidas están cerca del porcentaje que dicta la FAO para la nutrición humana. Las semillas contienen entre un 58 y 68% de almidón y 5% de azúcares, a pesar de que los granos son muy pequeños estos contienen cerca de 20% de amilasa, y forman gelatina entre los 55-65° C. La grasa contenida es de 4 a 9%, de los cuales la mitad contiene ácido linoléico, esencial para la dieta humana. La proteína está compuesta por aminoácidos, ocho de los cuales están considerados esenciales. Los principales aminoácidos esenciales en la quinua son: isoleucina, leucina, lesina, metionina, fenilalanina, teonina, triptófano, valina. (FAO, 2013)

2.2.8. Amaranto

Peralta (2014) menciona que históricamente, el origen o domesticación del amaranto se ha ubicado en Centro y Norteamérica (Guatemala y México) y Sudamérica (Ecuador, Perú y Bolivia). El amaranto de origen andino, la palabra “Amaranto” se empieza a escribir y pronunciar en el quehacer de la agricultura del país, cuando en el INIAP se inició la formación de banco de germoplasma(genético) de los cultivos andinos e introdujo de la zona andina

El amaranto es una planta que pertenece a la familia de los *amaranthacea* y al género *Amaranthus*. Su nombre científico es *Amaranthus* spp. El género *Amaranthus* contiene más de 70 especies, de las cuales la mayoría son nativas de América y sólo 15 especies provienen de Europa, Asia, África y Australia.

El amaranto variedad INIAP Alegría es una planta de raíz pivotante, con numerosas raíces secundarias y terciarias, muchas raíces laterales. El tallo es redondo, cilíndrico, de color verde a la floración y verde claro con rosado a la cosecha, y puede llegar hasta 1.8 m de largo. Las hojas son de forma romboidal, lisas, con poca pubescencia, de nervaduras gruesas, de color verde claro cuando jóvenes y verde amarillento a la madurez. Llegan a medir has 20 cm de largo y por 8 cm de ancho en la parte basal. La inflorescencia o panoja terminal o axilar, muy vistosa, erecto o decumbente de color morado o púrpura intenso. Las flores son unisexuales, las flores masculinas tienen cinco estambres de color amarillo. La semilla o grano de la variedad Alegría es de forma redondo, pequeña, de color blanco a blanco amarillento, es menos dura al moler y revienta fácilmente al entrar en contacto con alta temperatura. La cosecha se realiza entre 140 a 160 días. (Peralta, 2014)

En el Ecuador, la especie *Amaranthus caudatus* se encuentra en los valles interandinos y es especialmente apreciada por el grano blanco, relativamente grande y apetecible que produce (Peralta, 2012). El rendimiento del amaranto blanco en condiciones experimentales se promedia a 2000 kg/ha, El INIAP asevera que el período productivo oscila entre cuatro a seis meses, con un rendimiento de 640 a 3750 kg/ha para su variedad mejorada (INIAP Alegría).

2.2.8.1. Taxonomía

En la Tabla 6, se presenta la clasificación taxonómica del amaranto

Tabla 6. Clasificación taxonómica del amaranto

Reino	Plantae
División	Fanerógamas
Clase	Dicotiledóneas
Sub clase	Angiospermas
Orden	Centrospermales
Familia	Amaranthaceae
Especie	Amaranthus
Sección	Amaranthus

Fuente: INIAP, 2017.Manual de granos andinos

2.2.8.2. Valor Nutricional

El amaranto es un vegetal con un muy alto valor nutritivo por su alto contenido de proteínas, aminoácidos y minerales. En los últimos años se ha comprobado, por medio de técnicas analíticas modernas, la alta calidad y cantidad de proteínas que contiene el amaranto, lo que llama la atención de los especialistas en alimentos. La cantidad de proteína de la semilla es mayor que la de los cereales. Contiene más del doble de proteínas que el maíz, arroz y del 60 a 80 % más que el trigo. Además, los valores del extracto (lípidos), fibra cruda y cenizas, también superan el contenido de los cereales. En cuanto su composición de aminoácidos, contiene el doble de lisina que el trigo y el triple que el maíz, característica que hace del amaranto un alimento valioso para complementar las dietas basadas en cereales. En la Tabla 7, se presenta el análisis proximal del amaranto variedad alegría.

Tabla 7. Análisis proximal de Amaranto variedad Alegría

Característica	Contenido
Proteína (%)	15,5
Grasa (%)	8,78
Fibra (%)	4,7
Cenizas (%)	3,06
Carbohidratos (%)	68,48

Fuente: Arroyo, X. 2017. Desarrollo de un método de malteado de amaranto para la obtención de malta tipo pilsen.

2.2.8.3. Cultivo

- Zona de cultivo son los valles de la sierra (libres de heladas)
- Altitud para el cultivo de amaranto debe estar entre los 2000 a 2800 m
- Clima optimo es lluvioso 300 a 600 mm de precipitación en el ciclo. Temperatura: 15 °C
- Para el cultivo es suelo debe ser franco, con buen drenaje y contenido de materia orgánica
- pH óptimo esta entre los 6 a 7,5

En la Figura 2, se observa la principal variedad cultivada es INIAP Alegría



Figura 2. Amaranto variedad INIAP Alegría.
Fuente: Manual de granos andinos, 2014

2.2.9. Miel de abeja

La Norma Técnica Ecuatoriana INEN - NTE INEN 1572:2016 define a la miel de abeja como: “Sustancia dulce natural producida por abejas a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de las plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas y que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que madure”.

Mientras que en el *Codex Alimentarius* define a la miel de abeja como Se entiende por miel la sustancia dulce natural producida por abejas *Apis mellifera* partir del néctar de las plantas o de secreciones de partes vivas de éstas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas y que las abejas recogen, transforman y combinan con

sustancias específicas propias, y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje.

2.2.9.1. Composición esencial

La miel se compone esencialmente de diferentes azúcares, predominantemente fructosa y glucosa además de otras sustancias como ácidos orgánicos, enzimas y partículas sólidas derivadas de la recolección. El color de la miel varía de casi incoloro a pardo oscuro. Su consistencia puede ser fluida, viscosa, o total o parcialmente cristalizada. El sabor y el aroma varían, pero derivan de la planta de origen. (Vit, 2015)

Puede considerarse a la miel como una dispersión acuosa de partículas de tamaños muy diferentes, desde iones inorgánicos y azúcares en disolución y macromoléculas de proteínas en dispersión coloidal hasta granos de polen procedentes de la flora. Contiene además una mezcla compleja de hidratos de carbono, enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, minerales, sustancias aromáticas, pigmentos, cera y granos de polen. Dentro de su composición se han identificado 181 sustancias diferentes en la miel, algunas de las cuales en exclusividad. (Schneiter, Haag, & Yurkiv, 2015). En la Tabla 8 se presenta la composición química de la miel de abeja.

Tabla 8. Composición de miel de abeja

Requisito	Unidades	Valor
Hidratos de carbono	%	75-80
Contenido de azúcares reductores (suma de fructosa más glucosa)	%(m/m)	Min 65
Agua	%	15-20
Proteínas	%	Hasta 0.4
Sustancias Minerales	%	Hasta 1
Contenido de cenizas	%	Max 0.5

Fuente: Schneiter, Haag, & Yurkiv, 2015. Miel: Beneficios, Propiedades y usos.

Puede considerarse a la miel como una dispersión acuosa de partículas de tamaños muy diferentes, desde iones inorgánicos y azúcares en disolución y macromoléculas de proteínas en dispersión coloidal hasta granos de polen procedentes de la flora. Contiene además una mezcla compleja de hidratos de carbono, enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, minerales, sustancias aromáticas, pigmentos, cera y granos de polen. Dentro de su composición se han identificado 181 sustancias diferentes en la miel, algunas de las cuales en exclusividad.

Hidratos de carbono.-75-80% Los azúcares principales de la miel son la fructosa (aprox. 35-40%) y glucosa (aprox. 30-35%). Otros azúcares presentes son: disacáridos como la Sacarosa (aprox. 5-10%), la maltosa, y el trisacárido melecitosa. (Ver Tabla 8)

Agua.-entre 15-20 % Proteínas: Hasta 0,40% (siete son incorporadas por las abejas como enzimas para la transformación del néctar en miel y dos son de origen vegetal)

Sustancias Minerales.-Hasta 1%: Potasio, calcio, sodio, magnesio, silicio, fósforo. Oligoelementos: hay numerosos estudios que presentan una cantidad extensa de elementos trazas como el zinc, molibdeno, yodo, etc.

Vitaminas.-del complejo B (B1, B2, B3, B5, B6, B9 y B12); Vitamina C y K

Calorías.-3,3 kcal/gr

2.2.9.2. Factores de calidad

Schneiter *et al.*, (2015) afirma que el **estado físico**. - La consistencia de la miel podrá ser fluida, viscosa o sólida, cristalizada total o parcialmente. La cristalización es una de las modificaciones más importantes que se producen en la miel. La mayoría de las mieles naturales cristalizan totalmente, en menor o mayor tiempo, con tamaño grueso o fino de cristales. El hecho de que la miel cristalice totalmente en poco tiempo se justifica ya que es una solución sobresaturada de azúcares. Los tiempos de este cambio, así como la proporción de miel que cristalizará, dependen de varios factores, los principales son la proporción de los dos azúcares que en mayor cantidad se encuentran en la miel, glucosa y fructosa, el contenido de agua y la temperatura de almacenamiento.

Color. - A la percepción visual el color de la miel varía en los distintos tonos del color ámbar, pero siendo uniforme en todo el volumen del envase que la contenga. Esta propiedad depende del origen botánico de las mieles, de esta manera se pueden encontrar mieles blancas casi transparentes hasta mieles de color ámbar oscuro, casi negras. También existen mieles ámbar con matices rojizos, grisáceos o verdosos.

El color oscuro no significa que sea de inferior calidad, por el contrario, se sabe que cuanto más oscura es la miel, más rica es en fosfato de calcio y en hierro, así como más rica en vitaminas B y C y, por lo tanto, más adecuada para satisfacer las necesidades nutricionales.

Su sabor y aroma. - Las mieles nos ofrecen atractivas características capaces de ser apreciadas por los sentidos. Presentan una gran variedad de olores y sabores, relacionadas principalmente a las flores visitadas por las abejas.

Algunas de estas características pueden distinguirse en el “flavor”, que es la combinación compleja de sensaciones olfativas, gustativas y trigeminales (sensaciones químicas en la nariz, boca o garganta), percibida durante la degustación de un producto. Además de los gustos elementales dulce, ácido, amargo y salado, las principales notas de flavor pueden agruparse en siete familias: floral, frutal, vegetal, aromático, químico, animal y cálido. Los compuestos que influyen en el olor y sabor de las mieles son, principalmente, ácidos orgánicos, aldehídos y polifenoles, además de los azúcares que originan el dulzor.

Otros atributos que pueden considerarse en las mieles es la textura, percibida como sensaciones táctiles en la boca, entre ellas la sensación de adherencia en las mieles líquidas y la disolución de los cristales en las mieles cristalizadas.

2.2.9.2. Uso de la miel en la industria de alimentos

En el área de alimentos su mayor utilización es como endulzante natural reemplazando el azúcar. La industria azucarera utiliza esta materia prima para realizar diferentes tipos de caramelos de miel o con miel como ingrediente esto con el fin de endulzarlos y en muchos casos para mejorar su conservación. En la industria panadera y de pastelería se usa como humectante por su elevada capacidad para retener agua, evitando así que estos productos se resequen rápidamente.

Es utilizado como ingrediente de salsa de tomate y procesadas porque aumenta la dulzura y frescura de salsas. En productos horneados mejora las características sensoriales. En bebidas alcohólicas a base de miel denominadas como licores, sidras, vinos o cervezas de miel. También se realiza vinagre de miel. (Schneiter *et al.*, 2015)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El trabajo de investigación se adoptó un enfoque cualitativo-cuantitativo, ya que presenta variables que pueden evaluarse con la toma de datos numéricos a nivel de laboratorio y datos cualitativos resultantes de la aplicación de pruebas sensoriales.

3.1.2. Tipo de Investigación

En este estudio se emplearon los siguientes tipos de investigación: Bibliográfica, Investigación de aplicada, e investigación experimental

- **Investigación experimental:** Hernández *et al.*, (2014) afirma que el propósito de este tipo de investigación permite con más seguridad establecer relaciones de causa a efecto. Niño. (2011) establece que este tipo de modalidad sirve para validar o comprobar una hipótesis. Para ello se vale del experimento el cual “consiste en someter un objeto en estudio a la influencia de ciertas variables, en condiciones controladas y conocidas por el investigador, para observar los resultados que la variable produce en el objeto”. Para la evaluación de las concentraciones de lúpulo y miel de abeja en la elaboración cerveza artesanal de malta de amaranto y quinua, con el fin de demostrar las características físico-químicas y sensoriales será necesario ejecutar la fase experimental en el laboratorio con fin de controlar todos los parámetros técnicos de calidad cumpliendo así las normas técnicas INEN.
- **Investigación Aplicada:** En la investigación se obtuvo cerveza artesanal de quinua y amaranto a base de materia prima de la provincia de Carchi, resolviendo la problemática que se produce al no dar el debido uso a los granos ancestrales y contribuyendo al desarrollo de la zona 1.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa (Hi):

Las concentraciones de lúpulo y miel de abeja; influyen en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de la cerveza artesanal a base de malta de quinua y amaranto.

Hipótesis nula (Ho):

Las concentraciones de lúpulo y miel de abeja; no influyen en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de la cerveza artesanal a base de malta de quinua y amaranto.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

En la Tabla 9 se presenta la definición y operacionalización de las variables empleadas en esta investigación, definiendo como variable dependiente la calidad de cerveza artesanal e independiente la concentración de lúpulo y miel de abeja, detallando también los indicadores, técnicas, e instrumentos.

Tabla 9. Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicador	Técnica	Instrumento
V.D: Calidad de Cerveza artesanal	Calidad Sensorial	Aroma Color Sabor Apariencia	Prueba de preferencia Escala hedónica verbal	Hojas de evaluación sensorial
	Calidad fisicoquímicas	pH Grados alcohólicos Acidez total Densidad	Norma, NTE 2325 Norma NTE 340 Norma NTE 2323 Norma, NTE 349	Potenciómetro Alcoholímetro centesimal de Gay-Lussac Densímetro cervecero
	Calidad Microbiológica	Mohos y levaduras Microorganismos anaerobios	Norma. INEN NTE 1529 Norma, INEN NTE 765	Registro de datos
V.I: Concentraciones de lúpulo y miel de abeja.	Dosificaciones de lúpulo y miel de abeja	A ₁ : 0.9g de lúpulo/1L de mosto. A ₂ : 0.7g de lúpulo/1L de mosto. A ₃ : 0.5g de lúpulo/1L de mosto. B ₁ : 9g de miel/1L de cerveza B ₂ : 7g de miel/1L de cerveza B ₁ : 5g de miel/1L de cerveza	Mezclado de lúpulo y miel de abeja en las concentraciones	Registro de datos

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Materiales y equipos

Equipos de laboratorio

- Molino de acero inoxidable
- Cocina industrial
- Tapadora corona de pedestal china
- Vasos de precipitación (250 mL)
- Probeta 500 mL
- Densímetro
- Alcoholímetro
- Termómetro
- Balanza analítica (0-500 g)
- Potenciómetro
- Refractómetro (0-32 °Brix)
- Termómetros digitales adhesivos para fermentador
- Pipeta 10 mL
- Cooler mediano de 5 litros

Instrumentos

- Sparkling de 4 litros
- Colador
- Funda maceradora
- Olla acero inoxidable de 10 L
- Air lock
- Tapas corona
- Botellas de 330 mL

Reactivos

- Sanitizante ácido peracético
- Hidróxido de sodio
- Indicador (fenolftaleína)

3.4.1. Procedimiento para elaboración de cerveza

Recepción

La quinua de variedad INIAP TUNKUHUAN utilizada en el proceso de elaboración de cerveza artesanal fue adquirida a un productor del sector Bolívar, el amaranto variedad Alegría fue comprado a la empresa Intiamaranto ubicada en la ciudad de Ibarra que esta dedica a la comercialización de este cereal como semilla, los insumos cerveceros (Lúpulo cascade (aroma), Lúpulo Nuggets (amargor), lúpulo perle (sabor), levadura (S-33), y clarificante, fueron adquiridos a Prosbier empresa dedicada a la comercialización de insumos cerveceros que está ubicada en Medellín-Colombia y la miel de abeja fue adquirida a un apicultor de San Gabriel sector El Capulí. El agua utilizada en el proceso fue comprada a la empresa Astrea ubicada en Tulcán ya que esta presenta las condiciones óptimas para el procesamiento.

Limpieza

El proceso de preparación de malta de quinua y amaranto comenzó con la recepción y posterior limpieza de los granos con el objeto es eliminar piedrecillas, granos partidos, otras semillas y demás impurezas que contengan y que podrían afectar la calidad del producto final.

Remojo

En la Figura 3, se observa el remojo de las semillas de quinua y amaranto previa a la obtención de las maltas.



Figura 3. Remojo de semilla de quinua y amaranto

El amaranto se sometió a un remojo inicial de 4 horas en agua, posteriormente se colocó en charolas de plástico formando lechos de 1,5 cm con la semilla de amaranto, las cuales se hidrataban cada 3 h, con 250 mL de agua purificada mediante aspersion, para la quinua se remojo por un lapso de tiempo que va desde 6-8 h, para desprender la saponina que posee ya

que esta es la principal causa de amargor posteriormente el grano remojado se colocó en bandejas de plástico, las mismas que previamente serán forradas con fundas plásticas para controlar un poco las condiciones de germinado.

Preparación de la malta

En la Figura 4 se muestra el proceso de germinado de amaranto variedad Alegría y quinua variedad Tunkahuan.

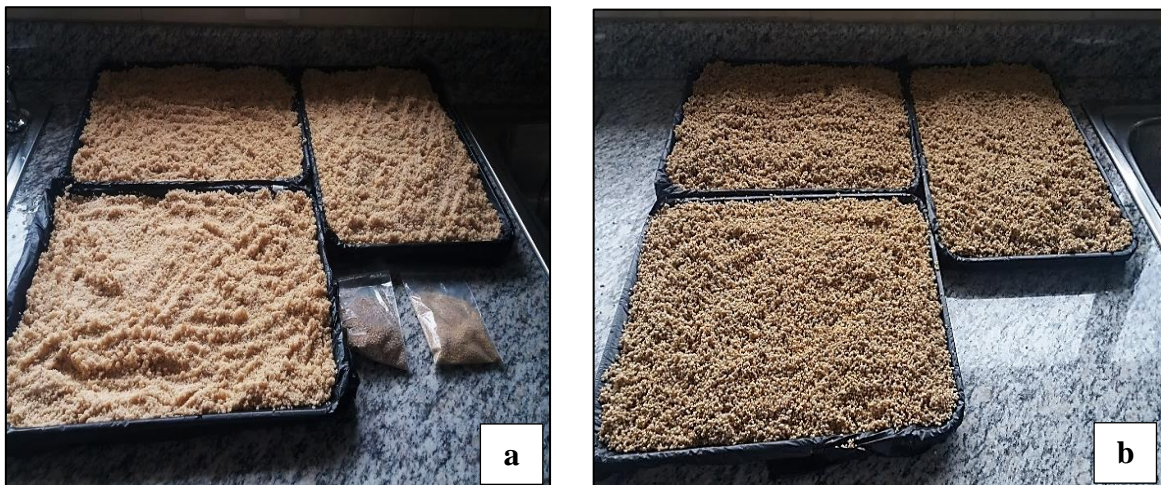


Figura 4. Proceso de germinado de amaranto variedad Alegría(a) y quinua variedad Tunkahuan (b)

El grano del amaranto y la quinua es germinado a una temperatura de 10 a 16 °C, una humedad relativa de 42 a 46 % en un tiempo de 120 horas. Se estableció una relación de 1:1 para el remojo la quinua y amaranto es decir por cada kilogramo se empleará un litro de agua y de esta manera alcanzar una humedad apta de 40 %.

En la figura 5 se observa la germinación de la quinua y amaranto

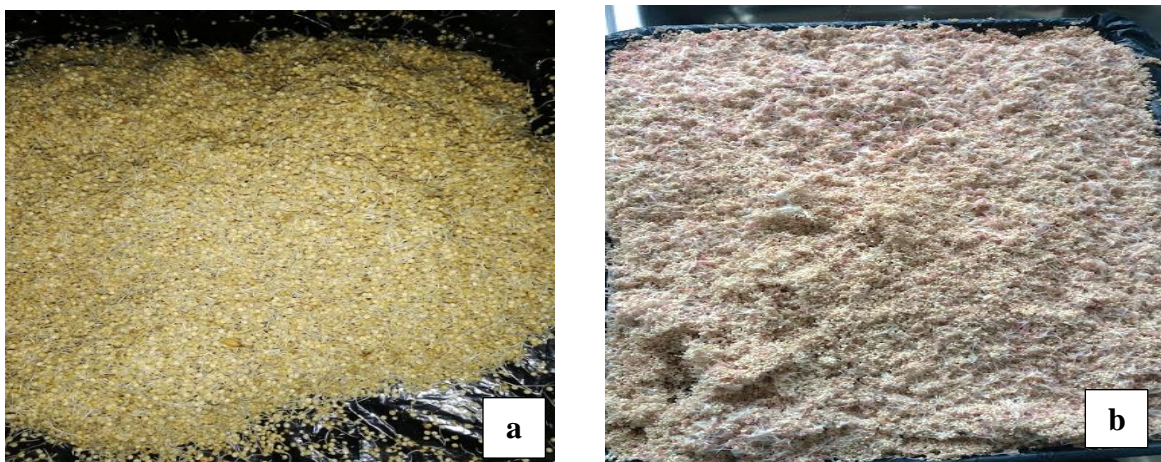


Figura 5. Germinación de quinua (a) y amaranto (b)

Secado-tostado. -En la Figura 6, se observa el tostado de las maltas a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 60 min



Figura 6. Tostado de malta 60 °C / 60 min

El grano germinado paso por un tostado inicial a 60 °C durante una hora

Desgerminado. En la figura 7, se observa el desgerminado de la malta de amaranto



Figura 7. Desgerminado de malta de amaranto

Una vez terminado el secado se deja enfriar un poco el grano para facilitar la separación de la raíz del grano.

Molienda de la Malta

En la Figura 8 se observa la molienda de maltas utilizadas para el proceso de elaboración de cerveza artesanal



Figura 8. Molienda de malta base Pale Ale

La molienda de la malta se realizó utilizando un molino de acero inoxidable. En este proceso lo ideal es obtener un 20 % de harina, un 50 % de grano partido y un 30 % de grano entero aproximadamente, para obtener mayor cantidad de azúcares fermentables.

Producción del mosto (maceración)

En el de maceración se calentó agua a una temperatura de 62 °C a 65 °C, una vez llegado a estos parámetros se colocó la malta base, malta de quinua y malta de amaranto molida, durante un período de 60 minutos con frecuentes movimientos en un intervalo de 10 minutos, para así lograr obtener la mayor cantidad de azúcares.

Filtración y Recirculación

Una vez terminado el proceso de la maceración se procedió a filtrar con una funda maceradora previamente esterilizada, esto permitió separar el residuo húmedo del mosto terminado este paso se empezó con la recirculación esto ayudará a clarificar el mosto para esto se vierte el mosto nuevamente en el residuo para que vaya reteniendo las partículas más pequeñas el resultado será un líquido más limpio.

Lavado

Esta etapa de lavado se realizó para recolectar al máximo el azúcar que aún se encuentra en los cereales (cebada, quinua y amaranto) para esto el agua tiene que estar a una temperatura de 75 °C a más de eso el agua de lavado sirve para recuperar el líquido que se pierde en la maceración, cocción y todos los residuos de la fermentación.

Cocción

Una vez terminado el proceso anterior se colocó en una olla el mosto restante para llevarlo a ebullición por un periodo de durante 1 hora en ebullición, y adicionar el Lúpulo (0,5 g/L; 0,7 g/L; 0,9 g/L de acuerdo a la concentración de cada tratamiento), el cual no sólo serviría 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 fueron las siguientes:

Al comenzar a hervir – Lúpulo para amargor

A los 45 minutos - Lúpulo para sabor

A los 55 minutos -Lúpulo para aroma

Enfriado

Terminado el proceso de cocción, se llevó el mosto a una tina se sumergió la olla dentro de una bañera, y se colocó agua fría y hielo, para lograr bajar la temperatura de 92°C a 25°C, en aproximadamente media hora dependiendo de la cantidad de litros presentes.

Fermentación primaria

Una vez enfriado el mosto entre 22 °C a 25 °C, se trasvasó al fermentador (Sparkling) previamente desinfectado con ácido peracético, esto es importante para evitar la contaminación con bacterias. Se traspaso el mosto dulce enfriado previamente a 20 °C a un fermentador de 4 litros, se agregó levadura ya activada (S-33) y se agitó enérgicamente el fermentador para que el mosto se oxigene y las levaduras puedan trabajar mejor. La fermentación se llevó a cabo durante 15 días a una temperatura de 16 °C.,

Para activar la levadura se colocó 100 a 150 cm³ de agua hervida y enfriada a una temperatura de entre 22 a 25 °C, y se adicionó 1,02g de levadura cervecera en 2 litros de mosto, dejar reposar durante 5 min. En la Figura 9, se muestra la fermentación primaria de mosto



Figura 9. Fermentación primaria de mosto

Embotellado-Maduración

En la Figura 10, se muestra el adición de miel de abeja para iniciar el proceso de producción de CO₂ en la segunda fermentación.



Figura 10. Adicionado de miel de abeja (proceso de carbonatación)

Para empezar con el proceso de carbonatación se añadió miel de abeja directamente en las botellas con el mosto se disolvió 5, 7 y 9 g/L de miel de abeja por litro de cerveza dependiendo que cantidad de CO₂ se quiere obtener, se transvaso en botellas ámbar de 330 mL y se dejó madurando por 15 días a temperatura ambiente. En la Figura 11 se observa la fermentación secundaria de la cerveza por medio de la maduración.



Figura 11. Maduración de cerveza artesanal de quinua y amaranto

En la Figura 12 se muestra la pasteurización de la cerveza elaborada



Figura 12. Pasteurización de la cerveza elaborada

La pasteurización se la realizó a una temperatura de 70 °C durante 15 min con la finalidad de obtener 15 a 30 PU(unidad de pasteurización) ya que con estos rangos se logra un procedimiento adecuado para lograr la máxima esterilidad. En la Figura 13 se observa la variación de la temperatura con respecto al tiempo de pasteurización.

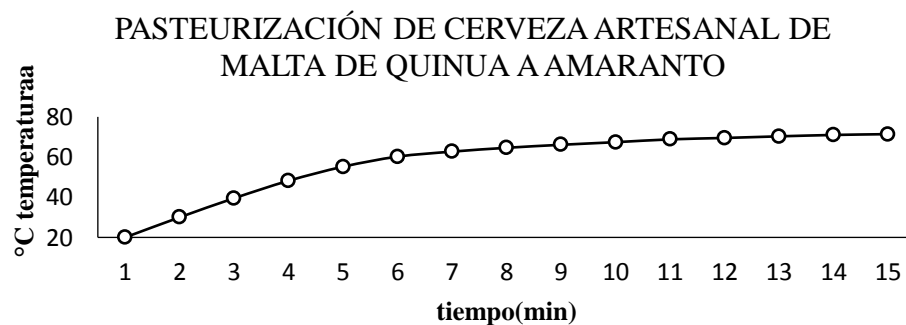


Figura 13. Temperaturas y tiempo de pasteurización de la cerveza

Descripción del método de análisis de las variables fisicoquímicas

- a) **pH:** Se realizó a los 15 días después de haber sido envasados, utilizando el potenciómetro digital marca Hanna previo una calibración del mismo, y se comparó con la Norma INEN NTE 389, INEN NTE 783, para evidenciar si se encuentra dentro de los parámetros establecidos. En la Figura 14 se observa la determinación de pH al final del experimento.



Figura 14. Determinación de pH al final del experimento

- b) **Grado alcohólico (° GL):** Se realizará a los 15 días después de haber sido envasados, con la utilización del alcoholímetro centesimal de Gay-Lussac, y se determinó la cantidad de etanol presente, y se comparó con la norma INEN 340, para verificar si se encuentra dentro de los parámetros establecidos.
- c) **Acidez total:** Se realizó el análisis a los 15 días después de haber sido envasados, por el método (titulación con fenolftaleína), el resultado se expresó como ácido láctico; se comparó con la Norma, INEN NTE 2323, para ver si se cumple con los requisitos establecidos de la cerveza con un máximo de 0,3 según esta norma. En la Figura 15 se observa la determinación de la acidez.



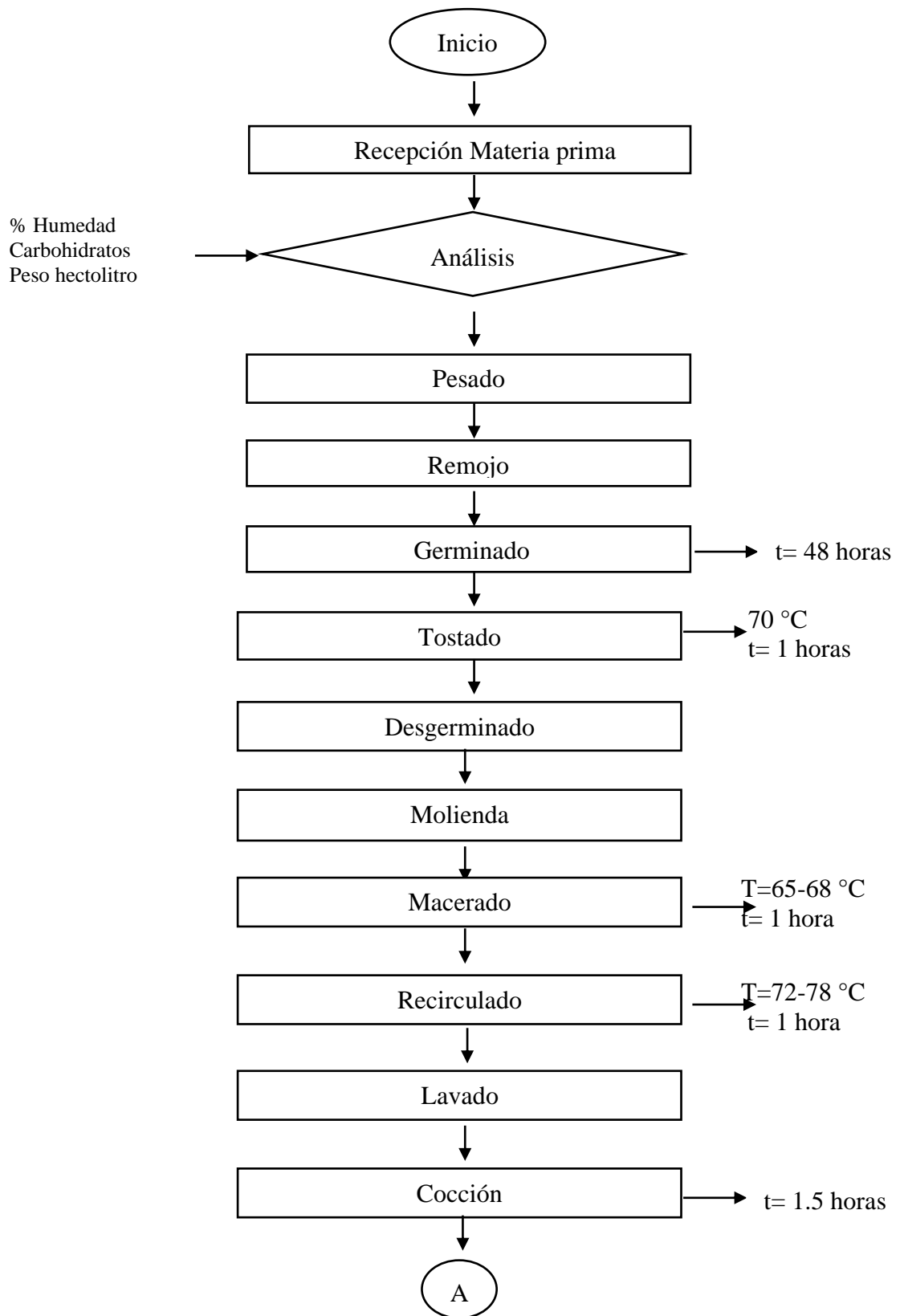
Figura 15. Determinación de acidez

d) Densidad: Este parámetro se realizó al inicio de proceso de fermentación y a los 15 días después de haber sido envasados, utilizando un densímetro cervecero , y se comparó con la Norma, NTE 349, para establecer si cumple con las características establecidas de dicho producto. En la Figura 16 se observa la determinación de la densidad de la cerveza obtenida



Figura 16. Determinación de densidad al final del experimento

En la Figura 17 se observa el diagrama de proceso de elaboración de cerveza artesanal.



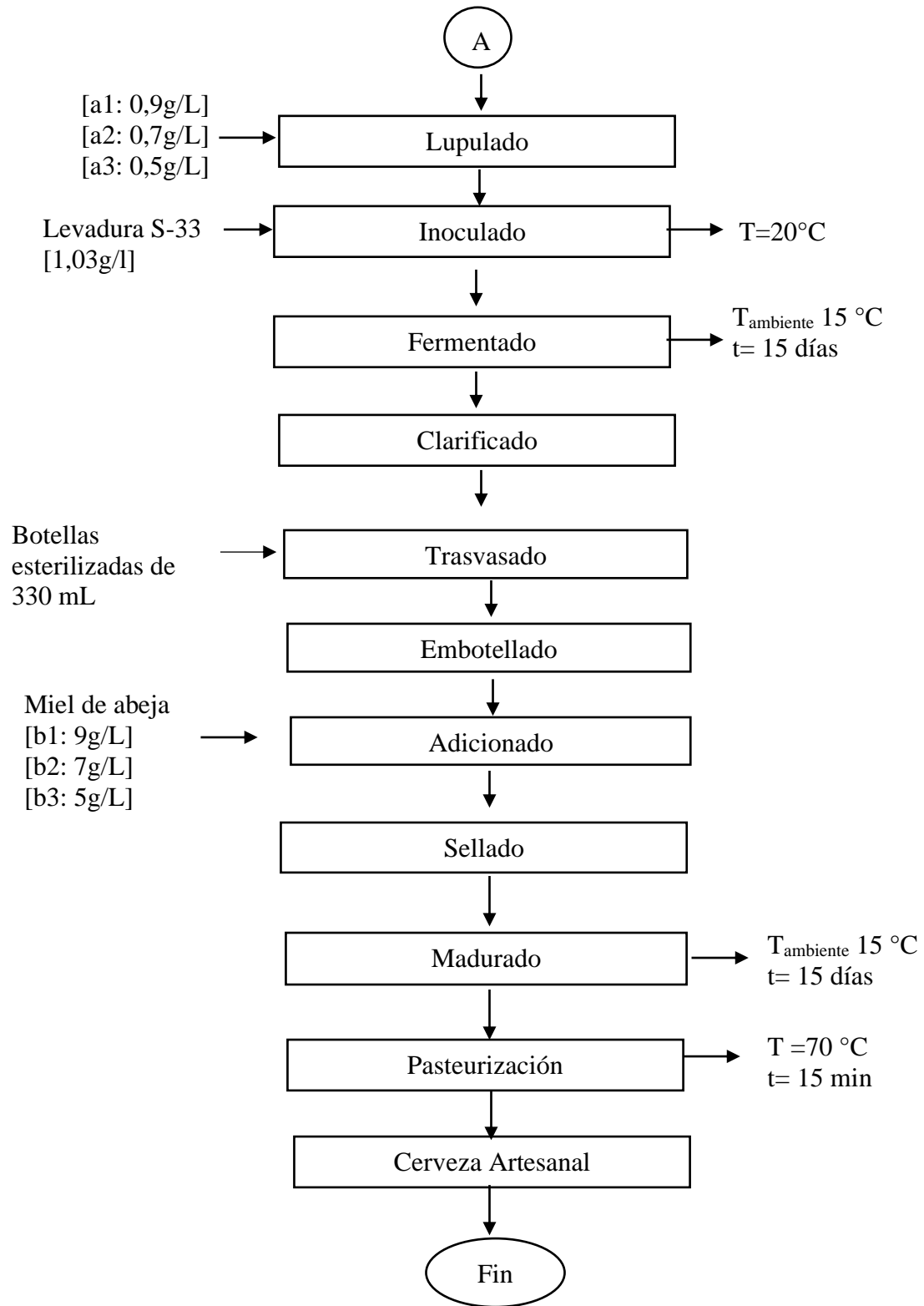


Figura 17. Diagrama del proceso de elaboración de cerveza

3.4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizó para realizar la “Evaluación de la concentración de lúpulo de miel de abeja en la cerveza artesanal de amaranto y quinua”, elaborado con tres niveles de lúpulo y tres niveles de miel de abeja, fue un Diseño Completamente al Azar con arreglo Factorial A x B.

Factores de estudio.

Los factores en estudio en la evaluación de la concentración de lúpulo y miel de abeja en una cerveza artesanal de quinua y amaranto, se elaboraron con tres niveles de lúpulo y tres niveles de miel de abeja, según el orden de utilización de los factores en el proceso.

Factores para la elaboración de cerveza artesanal de amaranto y quinua:

En la Tabla 10 se presenta el Factor A (Niveles de lúpulo) en distintas concentraciones utilizadas para la producción de la cerveza

Tabla 10. Factor A (Nivel de Lúpulo)

Nivel	Concentración (g/L)
a1	0.9
a2	0.7
a3	0.5

En la Tabla 11 se muestra el Factor B (Niveles de miel de abeja) en distintas concentraciones utilizadas para la producción de la cerveza

Tabla 11. Factor B (Nivel de miel de abeja)

Nivel	Concentración (g/L)
b1	9
b2	7
b3	5

En la Tabla 12 se observa los tratamientos y las concentraciones para la obtención de la cerveza artesanal.

Tabla 12. Tratamientos para la elaboración de cerveza artesanal de amaranto, quinua y evaluación de la concentración de lúpulo y miel de abeja

TRATAMIENTO	FACTOR A	FACTOR B	COMBINACIONES	Lúpulo (g/L)	Miel de abeja(g/L)
T1	a1	b1	a1b1	0,9	9
T2	a1	b2	a1b2	0,9	7
T3	a1	b3	a1b3	0,9	5
T4	a2	b1	a2b1	0,7	9
T5	a2	b2	a2b2	0,7	7
T6	a2	b3	a2b3	0,7	5
T7	a3	b1	a3b1	0,5	9
T8	a3	b2	a3b2	0,5	7
T9	a3	b3	a3b3	0,5	5

En la Tabla 13 se presentan las características del experimento

Tabla 13. Características del Experimento

Número de tratamientos:	Nueve (9)
Número de repeticiones:	Tres (3)
Número de unidades experimentales:	Veinte y siete (27)

Unidad Experimental

Cada unidad experimental tuvo 2 litros de cerveza artesanal de malta quinua y amaranto, y se envasó en 6 botellas de vidrio capacidad de 330 mL.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Los resultados de la investigación “Evaluación de la concentración de lúpulo y miel de abeja en una cerveza artesanal pale ale a base de malta de quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus*)” se detallan a continuación:

La valoración de cada uno de los factores y estudio de sus variables determina la calidad de la cerveza artesanal tipo Pale Ale, y mediante esta experimentación se obtuvo los siguientes resultados y discusiones para cada variable propuesta.

Análisis de parámetros físico-químicos de los diferentes tratamientos determinados durante el estudio

Análisis de la variable pH

En la Tabla 14 se pueden observar los datos obtenidos del parámetro pH, el cual es importante para verificar la calidad final de la cerveza artesanal, para la evaluación se tomaron tres mediciones por cada tratamiento, siguiendo el método de muestreo establecido en la Norma NTE INEN 2340.

Tabla 14. pH de los mostos experimentales inoculados al final del ensayo

Tratamiento	FACTORES		REPETICIONES			Media
	A	B	I	II	III	
	Lúpulo	miel de abeja				
T1	0,9	9	4,02	4,03	4,02	4,023
T2	0,9	7	4,80	4,80	4,90	4,833
T3	0,9	5	4,93	4,84	4,90	4,887
T4	0,7	9	4,49	4,35	4,49	4,442
T5	0,7	7	4,55	4,55	4,53	4,544
T6	0,7	5	4,59	4,44	4,44	4,491
T7	0,5	9	4,01	4,02	4,01	4,0133
T8	0,5	7	4,73	4,73	4,71	4,723
T9	0,5	5	4,77	4,78	4,63	4,727

En la tabla 15 se muestra el análisis de varianza del parámetro pH al final del experimento

Tabla 15. ANOVA del parámetro pH al final del ensayo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lúpulo	2	0,04947	0,024734	0,750	0,486
miel de abeja	2	1,76007	0,880036	26,530	0,000
Error	22	0,72969	0,033168		
Lúpulo*Miel	4	0,67491	0,168727	55,440	0,000
Error puro	18	0,05478	0,003043		
Total	26	2,53923			

En la Tabla 15 de análisis de varianza del parámetro pH al final del ensayo, se determinó que no existe diferencia estadística significativa para los tratamientos, factor A (lúpulo), factor B (miel de abeja), y la interacción A x B, por tanto, se procedió a realizar Tukey para tratamientos y factores.

En la Tabla 16 se presenta el análisis por el método de Tukey al 5% para tratamientos de parámetro pH.

Tabla 16. Método de Tukey al 5% para tratamientos de parámetro pH

TRAT	N	Media	Agrupación
3	3	4,8870	A
2	3	4,8330	A B
9	3	4,7280	B
8	3	4,72333	B
5	3	4,54433	C
6	3	4,4913	C
4	3	4,4420	C
1	3	4,02333	D
7	3	4,01333	D

En la Tabla, 16 se puede observar que los tratamientos T1 (0,7g/L lúpulo + 7g/L de miel de abeja), T7 (0,5g/L lúpulo + 9g/L miel de abeja) con medias de 4,0233; 4,0133 respectivamente son los que más se ajustan a los valores de pH requeridos para esta investigación, de acuerdo a la norma NTE 2262.

En la Tabla 17 se observa el análisis por método de Tukey para el factor a (lúpulo)

Tabla 17. Método de Tukey para el factor a (lúpulo)

lúpulo	N	Media	Agrupación
0,9	9	4,58111	A
0,7	9	4,49256	A
0,5	9	4,48822	A

En la Tabla 17 se presenta la prueba de Tukey y con una confianza de 95 %, se determinó que los niveles (0,9 g/L, 0,7 g/L, 0,5 g/L) tienen un pH de 4,58; 4,49; 4,48 debido a que se ajustaron mejor al valor requerido de acuerdo a la norma INEN 2262.

En la Tabla 18 se muestra el análisis por el método de Tukey para el factor b (miel de abeja)

Tabla 18. Método de Tukey para el factor b (miel de abeja)

miel de abeja	N	Media	Agrupación
5	9	4,70211	A
7	9	4,70022	A
9	9	4,15956	B

Realizada la prueba por método de Tukey y una confianza de 95 % para el factor B (miel de abeja), se determinó que el nivel B2 (9g/L de miel de abeja) con un valor de 4,15; se consideró como el mejor nivel debido a que más se ajustó al valor requerido para esta investigación, según la norma NTE 2325. En la Figura 18 se observa la variación de pH.

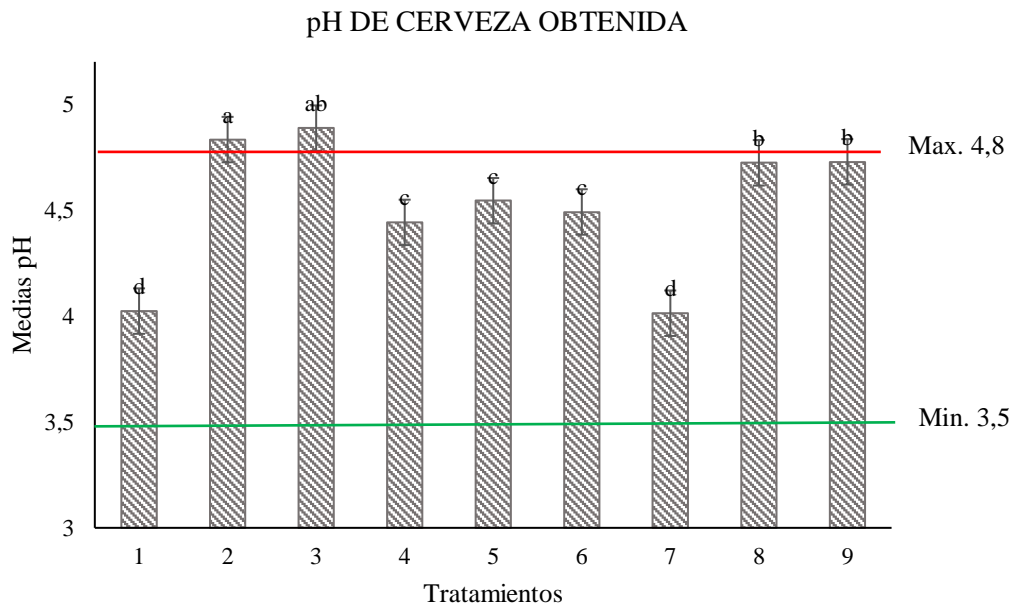


Figura 18. Variación de pH

Los pH de los tratamientos presentan diferentes valores, siendo los más bajos para T1 pH 4,023 y T7 pH 4,0133, que se encuentran dentro de los rangos establecidos por la norma NTE 2262 y los valores más altos para los tratamientos 2 y 3 las cuales presentan valores pH 4,83 y 4,88 respectivamente, que están fuera de los límites. En la Figura 19 se observa las medias de los pH de los distintos tratamientos.

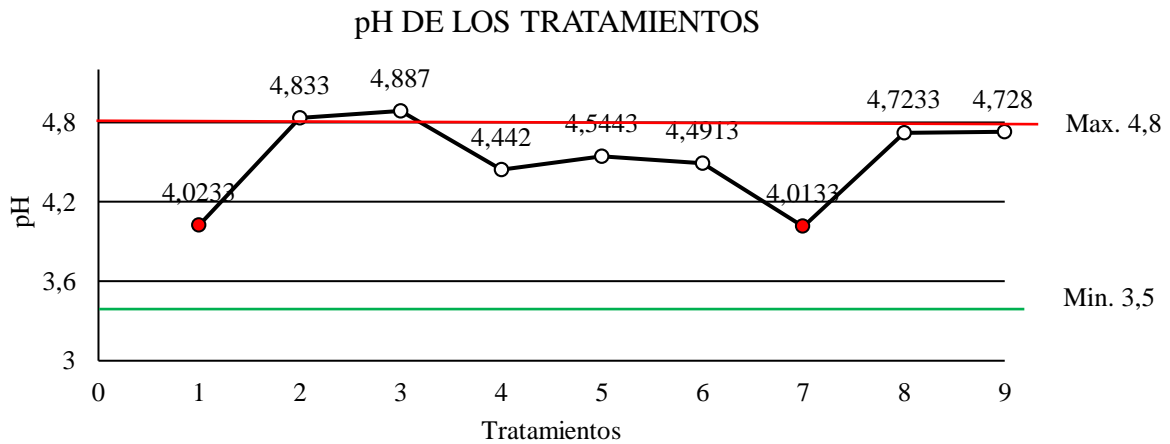


Figura 19. Medias de pH de los diferentes tratamientos

Análisis de la variable acidez total

A los quince días de haber sido envasados los productos de los diferentes tratamientos se realizó la determinación de esta variable. En la Tabla 19 se observan las medias de los valores obtenidos de acidez total expresado en ácido láctico.

Tabla 19. Valores obtenidos de la acidez total a los 15 días después de haber sido envasado

Tratamiento	FACTORES		REPETICIONES			Media
	A	B	I	II	III	
	lúpulo	miel de abeja				
T1	0,9	9	0,2951	0,3022	0,2986	0,2986
T2	0,9	7	0,3054	0,309	0,3019	0,3054
T3	0,9	5	0,3196	0,3098	0,2842	0,3038
T4	0,7	9	0,2773	0,2808	0,2738	0,2773
T5	0,7	7	0,2845	0,288	0,2809	0,2844
T6	0,7	5	0,2701	0,2772	0,2734	0,2735
T7	0,5	9	0,2704	0,274	0,2776	0,2740
T8	0,5	7	0,2777	0,2813	0,2848	0,2812
T9	0,5	5	0,2881	0,2845	0,288	0,2869

En la tabla 20 se muestra el análisis de varianza del parámetro acidez al final del experimento

Tabla 20. ANOVA del parámetro acidez al final del ensayo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lúpulo	2	0,003277	0,001639	31,89	0,000
miel	2	0,000238	0,000119	2,32	0,122
Error	22	0,001130	0,000051		
Falta de ajuste	4	0,000277	0,000069	1,46	0,255
Error puro	18	0,000853	0,000047		
Total	26	0,004646			

En la Tabla 20 se observa el análisis de varianza(ANOVA) para el parámetro acidez al final del ensayo, demuestra que existe diferencia estadística significativa para tratamientos e interacción A x B y no existe diferencia estadística significativa alguna para el factor A (lúpulo), ni para el factor B (miel de abeja), por lo tanto, se procede a realizar Tukey para tratamientos y HSD para la interacción A x B.

En la Tabla 21 se presenta el análisis por el método de Tukey al 5% para tratamientos de parámetro acidez

Tabla 21. Método de Tukey al 5% para tratamientos de parámetro acidez

TRAT	N	Media	Agrupación		
2	3	0,30543	A		
3	3	0,3045	A		
1	3	0,29863	A	B	
9	3	0,28687	A	B	C
5	3	0,28447		B	C
8	3	0,28127		B	C
4	3	0,27730			C
7	3	0,27400			C
6	3	0,27357			C

El análisis por el método Tukey al 5% se observa que los tratamientos T5 (0,7g/L lúpulo + 7g/L miel de abeja), T9 (0,5g/L lúpulo + 5g/L miel de abeja), T8 (0,5g/L lúpulo + 0,7g/L miel de abeja), se encuentran dentro de valores que más se ajustan al valor de cervezas artesanales comparadas con la norma INEN 2 323. En la Figura 20 se presentan los resultados de la acidez total alcanzada al final de la fermentación, comparados con los rangos que establece la norma INEN NTE2262:2013. Estas muestras contenían amaranto, y quinua, en distintas

concentraciones. Los datos con los cuales se obtuvieron las gráficas de acidez total se encuentran en la Figura 20.

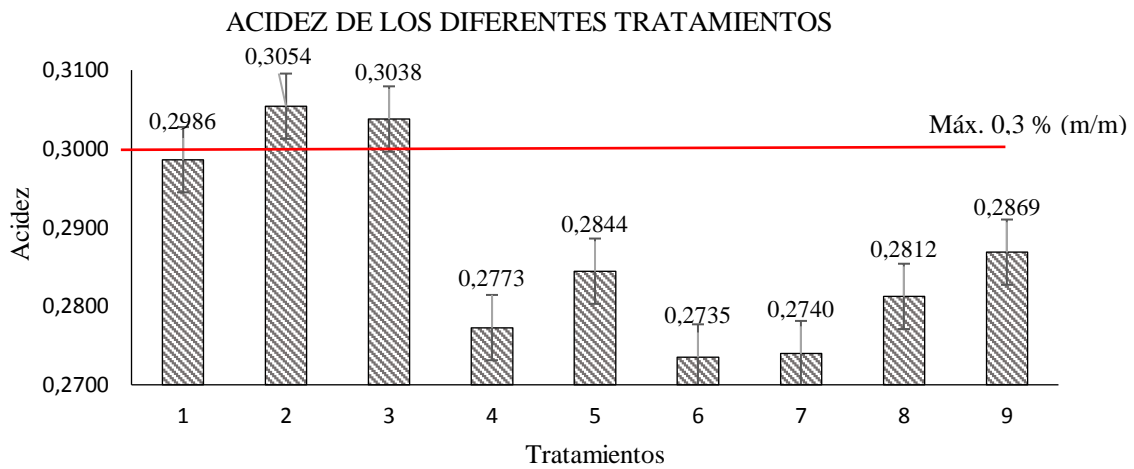


Figura 20. Variación de acidez

El cálculo de acidez total, expresada en porcentaje de ácido láctico, dio como resultado que todas las muestras registraron un valor de acidez menor al límite máximo (0,3 %m/m) exigido por la norma INEN NTE2262:2013. Las muestras seis y siete presentaron los menores valores de acidez total 0.273 y 0.274 % m/m respectivamente, no presentó una diferencia estadísticamente significativa con respecto al resto de muestras, a excepción de las muestras dos y tres que sí presentaron una mayor acidez 0.305 y 0.303 respectivamente. En la figura 21 se observa la acidez de los tratamientos al final del experimento

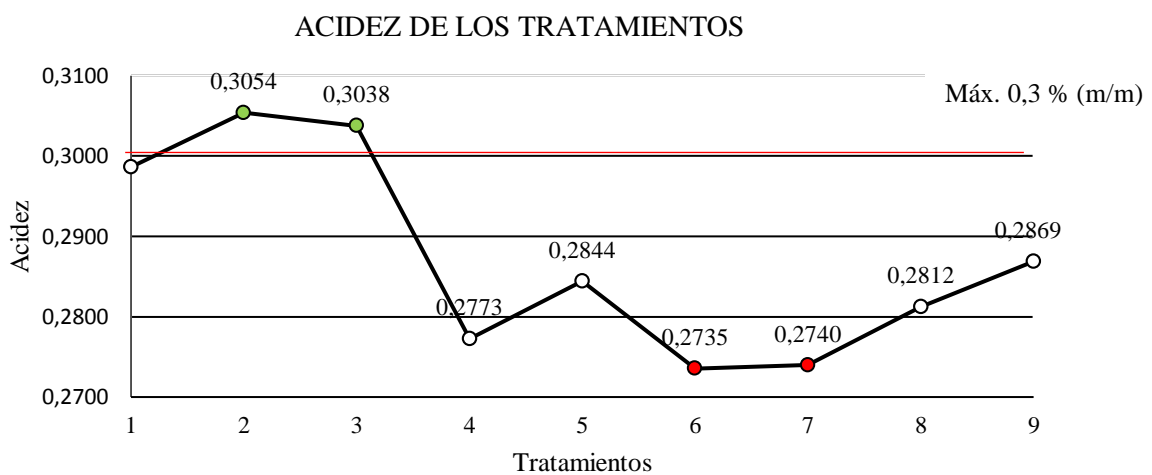


Figura 21. Acidez de los tratamientos

Análisis de la variable densidad

Para esta variable se tomó datos a los 15 días de haber sido envasados los productos de los diferentes tratamientos. A continuación, se presenta los valores de densidad de la cerveza artesanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones. En la Tabla 22 se muestra los valores obtenidos de la densidad total a los 15 días después de haber sido envasado

Tabla 22. Valores obtenidos de la densidad total a los 15 días después de haber sido envasado

Tratamientos	FACTORES						Media
	A		B		Repeticiones		
	lúpulo	miel de abeja	I	II	III		
T1	0,9	9	1,0125	1,0135	1,0135	1,0132	
T2	0,9	7	1,0135	1,0135	1,0109	1,0126	
T3	0,9	5	1,0135	1,0138	1,0133	1,0135	
T4	0,7	9	1,0125	1,0125	1,0135	1,0128	
T5	0,7	7	1,0117	1,0116	1,0117	1,0117	
T6	0,7	5	1,013	1,0138	1,0135	1,0134	
T7	0,5	9	1,0115	1,0115	1,0116	1,0115	
T8	0,5	7	1,0109	1,0109	1,0109	1,0109	
T9	0,5	5	1,0122	1,0125	1,0121	1,0123	

En la Tabla 23 se observa el ANOVA del parámetro densidad al final del ensayo

Tabla 23. ANOVA del parámetro densidad al final del ensayo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lúpulo	2	0,000014	0,000007	34,51	0,000
miel	2	0,000006	0,000003	15,51	0,000
Error	22	0,000004	0,000000		
Falta de ajuste	4	0,000002	0,000000	3,16	0,039
Error puro	18	0,000003	0,000000		
Total	26	0,000024			

El análisis de varianza demuestra que no existe diferencia estadística para la interacción A x B, significación para tratamientos y no existe diferencia estadística para el factor A (lúpulo), ni para el factor B (Miel de abeja), por lo tanto, se procedió a realizar Tukey para tratamientos y HSD para la interacción A x B. En la Tabla 24 se observa el método de Tukey al 5% para tratamientos de parámetro densidad

Tabla 24. Método de Tukey al 5% para tratamientos de parámetro densidad

TRAT	N	Media	Agrupación			
3	3	1,01353	A			
6	3	1,01343	A			
2	3	1,01317	A		B	
1	3	1,01317	A		B	
4	3	1,01283	A		B	
9	3	1,01227			B	C
5	3	1,01167				C D
7	3	1,01153				C D
8	3	1,011				D

La Tabla 24 obtenida por el método de Tukey al 5% se observa que los tratamientos T5 (0,7g/L lúpulo + 7g/L miel de abeja), T7 (0,5g/L lúpulo + 9g/L miel de abeja), T8 (0,5g/L lúpulo + 0,7g/L miel de abeja), se encuentran dentro de valores que más se ajustan al valor de cervezas artesanales.

Análisis de la variable alcohol (%v/v)

En la Tabla 25 se presentan los valores obtenidos de porcentaje de alcohol a los 15 días después de haber sido envasado

Tabla 25. Valores obtenidos de Porcentaje Alcohol a los 15 días después de haber sido envasado

Tratamiento	FACTORES		REPETICIONES			Media
	A	B	I	II	III	
	lúpulo	miel de abeja				
T1	0,9	9	4,81	4,62	4,92	4,78
T2	0,9	7	4,76	4,7	4,8	4,75
T3	0,9	5	4,68	4,55	4,78	4,67
T4	0,7	9	4,53	4,65	4,6	4,59
T5	0,7	7	4,81	4,81	4,8	4,81
T6	0,7	5	4,65	4,5	4,8	4,65
T7	0,5	9	4,6	4,6	4,7	4,63
T8	0,5	7	4,7	4,8	4,65	4,72
T9	0,5	5	4,6	4,6	4,6	4,60

En la Tabla 26 se observa el ANOVA del parámetro alcohol al final del ensayo

Tabla 26. ANOVA del parámetro alcohol al final del ensayo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lúpulo	2	0,03347	0,016737	1,89	0,175
miel	2	0,06881	0,034404	3,88	0,036
Trat	8	0,1491	0,018637	2,26	0,072
Error	22	0,19521	0,008873		
Falta de ajuste	4	0,04681	0,011704	1,42	0,268
Error puro	18	0,14840	0,008244		
Total	26	0,29750			

En la tabla 26 se muestra el análisis de varianza en el cual se demuestra que existe diferencia estadística significativa para la interacción A x B, significación para tratamientos y existe diferencia significativa para el factor A (lúpulo) y para el factor B (Miel de abeja), por lo tanto, se procedió a realizar Tukey para tratamientos y HSD para la interacción A x B. En la Tabla 27 se observa el análisis por método de Tukey y una confianza de 95 %.

Tabla 27. Método de Tukey y una confianza de 95%

TRAT	N	Media	Agrupación
5	3	4,80667	A
1	3	4,7833	A
2	3	4,7533	A
8	3	4,7167	A
3	3	4,6700	A
6	3	4,6500	A
7	3	4,6333	A
9	3	4,600	A
4	3	4,5933	A

En la Tabla 27 se observa que los tratamientos son estadísticamente iguales, donde todos los tratamientos tienen valores que más se ajustan para esta investigación, basados en estudios realizados a cervezas artesanales y en la norma INEN 2262.

Al analizar los datos referentes al porcentaje de alcohol (% v/v) de la cerveza elaborada a base de malta de quinua y amaranto, se puede destacar, que el valor promedio general observado fue de 4,68 % v/v, con un porcentaje mínimo de 4,59 % v/v y un máximo de 4,81 % v/v. El rango de variación de las observaciones corresponde a un 0,02 % y el coeficiente de variación

correspondiente al porcentaje de alcohol fue de 0,23 %. En la Figura 22 se muestra la variación del alcohol a través del periodo de estudio

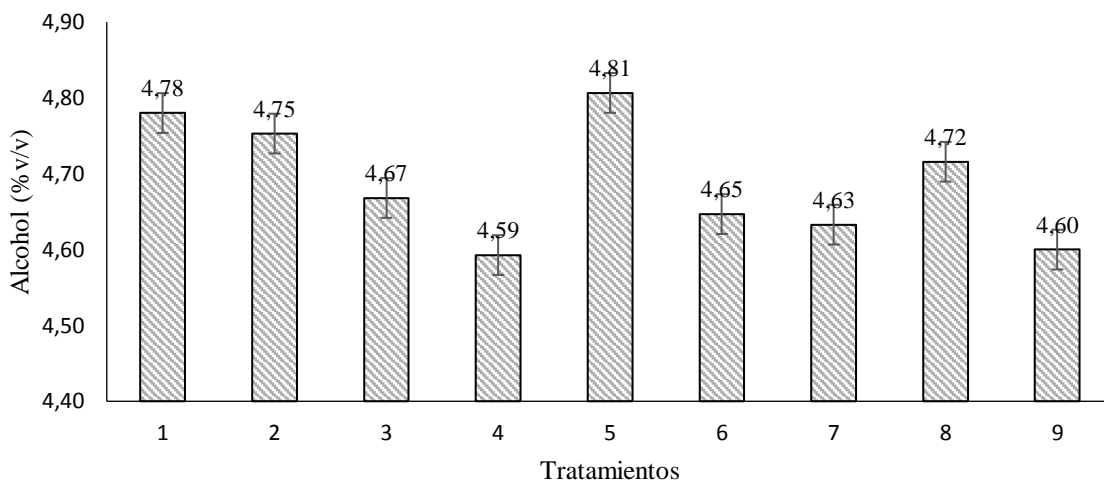


Figura 22. Variación alcohol a través del periodo de estudio (% v/v)

La variación del porcentaje de alcohol a través del periodo de estudio presentada en la figura, muestra que para la primera elaboración el valor obtenido fue de 4,78 % v/v, bastante superior al promedio general, disminuyendo en el cuarto tratamiento donde alcanza el valor más bajo de 4,59 %. Alcanzando en el quinto tratamiento un valor elevado con un 4,81% v/v. En la Figura 23 se presenta el contenido alcohólico en los diferentes tratamientos

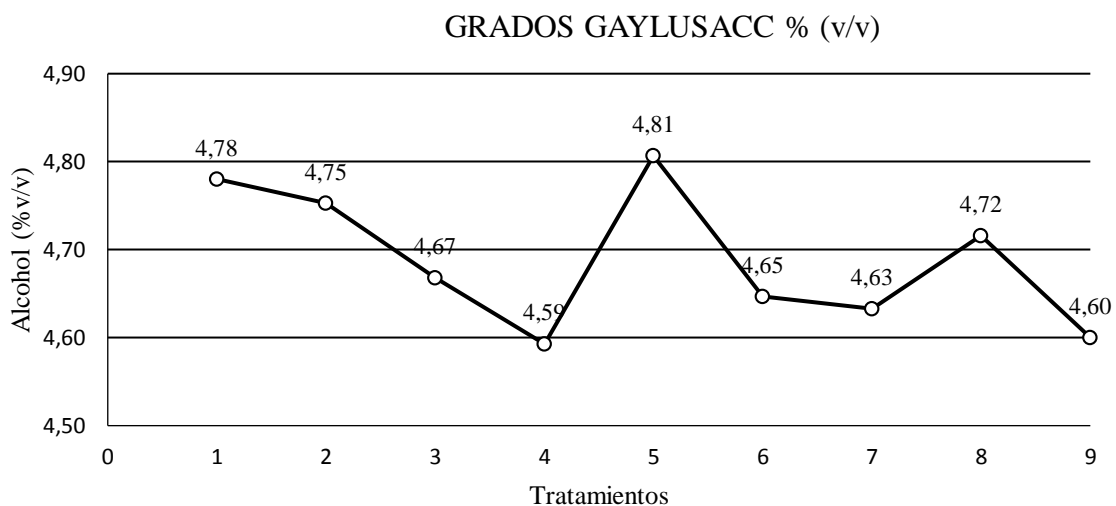


Figura 23. Contenido alcohólico en los tratamientos

Resultado de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos para la mejor formulación.

En la Tabla 28 se observan los resultados del análisis fisicoquímicos

Tabla 28. Resultados del análisis fisicoquímicos.

Requisito		NTE INEN 2262		SEIDLABORATORY	
Parámetro	Unidad			Método	Resultado
		MINÍMO	MÁXIMO		
Grado alcohólico	%(v/v)	1,0	10,0	INEN 340	4,96
Acidez (exp. como ácido láctico)	%(m/m)	-	0,3	INEN 2323	0,28
Carbonatación	Volúmenes de CO2	2,2	3,5	INEN 1101	2,31
pH		3,5	4,8	M. INTERNO	4,66
Hierro	(mg/dm ³)	-	0,2	AOAC 999.11	0,9
Cobre	(mg/dm ³)	-	1,0	A. ATÓMICA	<0,07
Zinc	(mg/dm ³)	-	1,0	A. ATÓMICA	<0,09
Arsénico	(mg/dm ³)	-	0,1	A. ATÓMICA	<0,01
Plomo	(mg/dm ³)	-	0,1	A. ATÓMICA	<0,100

En la Tabla 29 se observan los análisis microbiológicos de la cerveza obtenida

Tabla 29. Análisis microbiológico de la cerveza obtenida

Requisito		NTE INEN 2262		SEIDLABORATORY	
Parámetro	Unidad	Cerveza Pasteurizada		Método	Resultado
		MINÍMO	MÁXIMO		
Microorganismos anaerobios	ufc/cm ³	-	10,0	AOAC 2014.05	<10
Recuento de mohos y levaduras	up/cm ³	-	10	SEM-CL (AOAC 976.30)	<10

Los análisis microbiológicos permiten valorar la calidad sanitaria de la bebida, la cual puede verse afectada durante el proceso de elaboración, ya que depende de la manipulación adecuada y de una buena higiene; necesaria para eliminar peligros o factores que afecten la salud del consumidor. En la tabla 29, se observan los resultados de la mejor formulación. Estos valores cumplen con los indicados en la NTE INEN 2262 para mohos y levadura, ya que las bebidas fueron pasteurizadas

Características Sensoriales

Para el análisis sensorial se hizo referencia a los siguientes atributos: Apariencia, Color, Aroma y Sabor; que se encuentran descritos en la hoja de evaluación sensorial. (Ver anexo 2).La evaluación sensorial se realizó en dos fases, la primera instancia se ejecutó con un panel de 13 jueces semientrenados de ello se obtuvieron datos los cuales los resultados se tabularon en

Minitab con lo que se obtuvo tres formulaciones con aceptabilidad por parte de los panelistas. Los resultados presentados son producto de la segunda fase de la evaluación sensorial la cual se ejecutó con 28 jueces no entrenados (consumidores del producto).

Evaluación sensorial del atributo apariencia

En cuanto al evaluación sensorial se demuestra la buena aceptación de la cerveza artesanal por parte de los panelistas. La Figura 24 muestra primeramente la evaluación de la apariencia de las tres mejores formulaciones en donde el T7(0,5 g/L de lúpulo, 9 g/miel de abeja) tiene mayor grado de aceptación de la apariencia, el 15,38% de los panelistas consideran que la apariencia de la cerveza evaluada es muy agradable, mientras que el 61,54% consideran que es agradable, teniendo en cuenta estas dos valoraciones un 76,92% de los panelistas tienen una aceptación de la apariencia de la cerveza pale ale a base de malta de quinua y amaranto.

EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO APARIENCIA

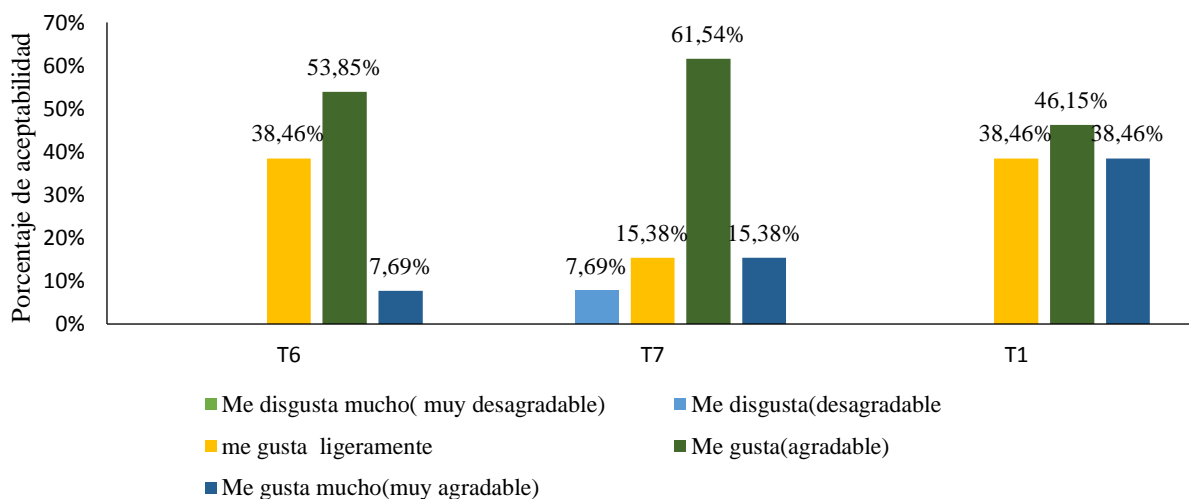


Figura 24. Evaluación sensorial de la Apariencia de cerveza artesanal a base de malta de quinua y amaranto evaluada.

En la figura 24 se muestra la evaluación sensorial de las 3 mejores formulaciones en cuanto a la apariencia visual que proporciona la espuma presente en cada una de las cervezas. Este criterio puede ser atribuido a un mayor contenido proteico que proporciona incluir el amaranto y quinua en las formulaciones. Es importante mencionar, que el 7,69 % de los evaluadores consideraron desagradable el contenido de espuma para la cerveza.

Evaluación sensorial del atributo color

Por parte de la evaluación del color, la Figura 25 muestra los resultados de las 3 mejores formulaciones. Los evaluadores de esta prueba sensorial determinaron que la cerveza de amaranto y quinua para la formulación 7 tuvo mayor grado de aceptación en cuanto a este parámetro. Esto se demostró con un 61,54 % de evaluadores que calificaron el color como agradable y el 15,38 % de los panelistas calificó como muy agradable. Un 15,38 % de los miembros del panel de evaluación consideró que el color de la cerveza era desagradable.

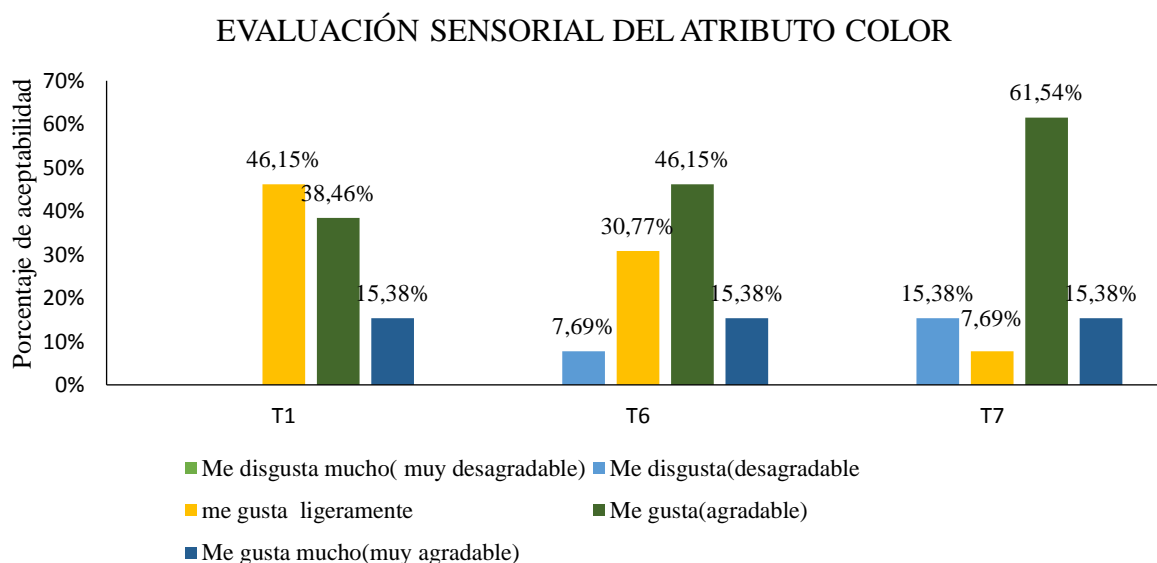


Figura 25. Evaluación sensorial del color de cerveza artesanal a base de malta de quinua y amaranto evaluada.

Evaluación sensorial del atributo Aroma

En cuanto la evaluación del aroma, la Figura 26 muestra los resultados. Los evaluadores de esta prueba sensorial determinaron que la formulación para T1 tiene un mejor aroma, que los T6 y T7 respectivamente. Esto se demostró con un 53,85 % de evaluadores que calificaron el aroma como agradable y un 15,38% como muy agradable. Un 15,38 % de los miembros del panel de evaluación consideró que el aroma de la cerveza es desagradable.

EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA

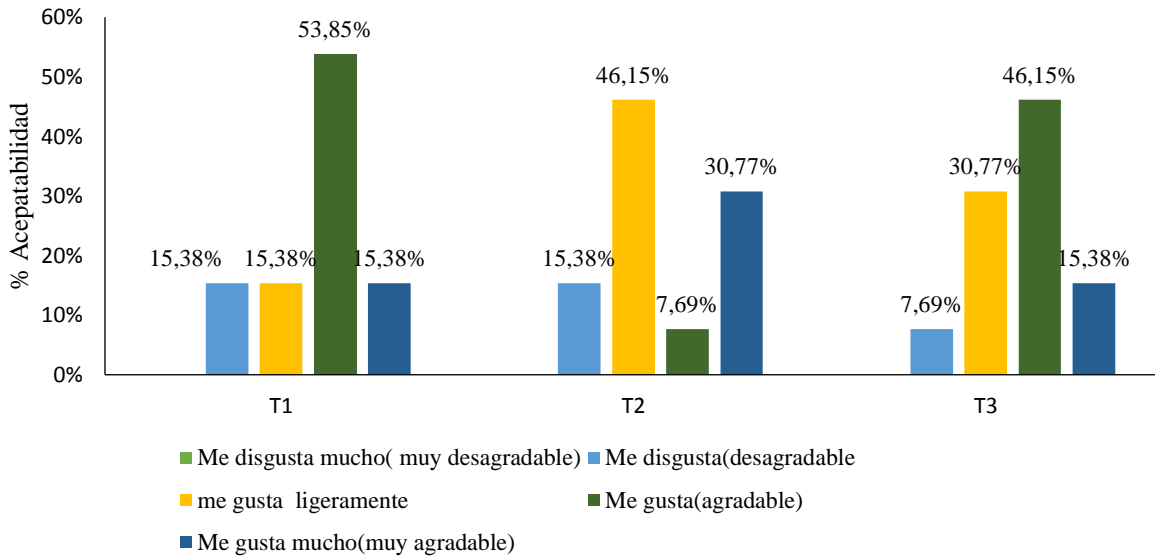


Figura 26. Evaluación sensorial del aroma de cerveza artesanal a base de malta de quinua amaranto evaluada.

Finalmente, el sabor de la cerveza de amaranto y quinua fue considerado entre agradable y muy agradable para el 53,85 % de los integrantes del panel de evaluación sensorial. En la Figura 27 se muestran los resultados de sabor de las tres mejores formulaciones experimentales lo cual que el T6 y T7 tienen mayor aceptación en cuanto al parámetro sabor.

EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR

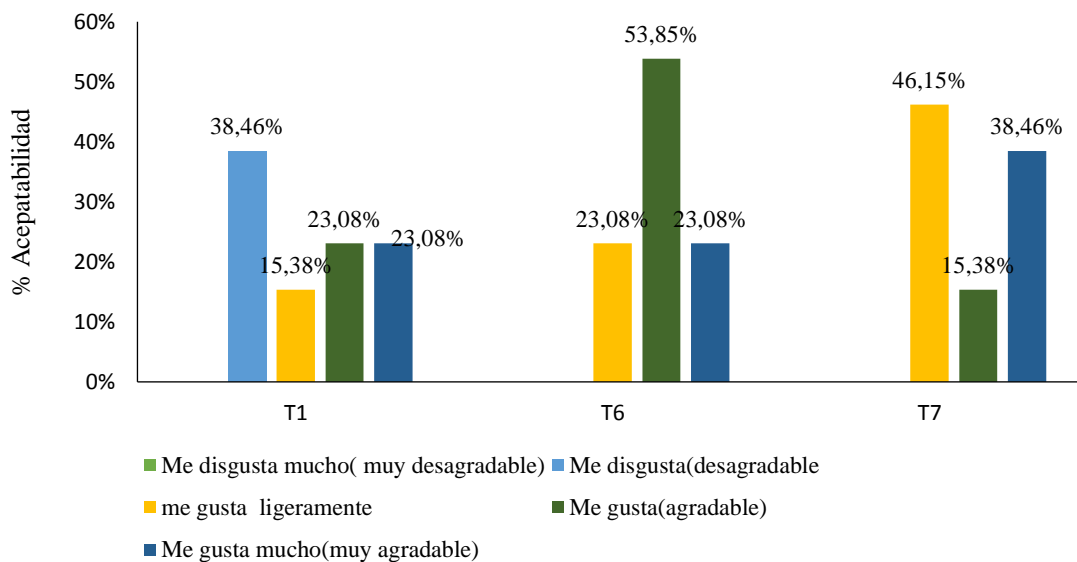


Figura 27. Evaluación sensorial del sabor de cerveza artesanal a base de malta de quinua y amaranto evaluada.

4.2. Discusión

En la elaboración de cerveza artesanal a base de malta de quinua y amaranto, Los resultados de los análisis físicos- químicos permitieron comparar con los requisitos de la NTE INEN 2262 vigente, en donde el grado alcohólico de la cerveza obtenida está en 4,96 % (v/v), razón por la cual cumple además la podemos ubicar dentro del estilo ale (4-5% de alcohol). La carbonatación de 2,31 volúmenes de CO₂, se encuentra dentro de los parámetros, permitidos.

El control de nivel de pH en la producción de la cerveza es muy importante para poder evitar la activación de agentes patógenos, pero sobre todo para obtener el sabor característico de cada cerveza. La cerveza tiene un pH de 4,66 lo cual influyo directamente en la acidez, esta es de 0,28 % (m/m) expresado en ácido láctico, la cual se encuentra los parámetros permitidos. El contenido de metales como, Cobre, Zinc, Arsénico, Plomo, fueron los correctos.

En cuanto a la concentración de hierro influye en la calidad y estabilidad del producto final, y otorga a cada variedad de cerveza unas propiedades sensoriales características. Es importante determinar qué concentración de hierro y otros minerales tiene la cerveza porque no solo se trata de sustancias indispensables para un correcto funcionamiento del organismo humano, sino que además influyen directamente en la calidad y estabilidad del producto final, otorgando unas propiedades sensoriales características (sabor, textura, olor) a cada variedad de cerveza por lo que en la investigación se obtuvo 0,9 mg/dm³ por lo que sobrepasa el límite máximo 0,2 mg/dm³ según la norma INEN 2262. En la investigación realizada por *Journal of the Science of Food and Agriculture* se evaluaron cervezas rubias y negras y se explica que esta diferencia podría deberse a las materias primas o a las diversas técnicas de producción de las distintas variedades de cerveza. Así, por ejemplo, para fabricar la cerveza negra se utilizan extractos de malta y lúpulo específicos, mientras que para elaborar la cerveza rubia se procede a filtrarla con un material poroso que retiene el hierro, por lo que la concentración del metal disminuye.

Según Kretzschmar H. (2014), durante el proceso de fermentación de la cerveza se producen ácidos orgánicos como el pirúvico, láctico, oxálico, sin embargo, el exceso de los mismos puede generar características sensoriales desagradables. Por lo tanto, las formulaciones presentan un valor exigido por la norma INEN 2262, excepto el T2 0,3054 % (m/m) y T3 0,3038 cuyos límites exceden el valor máximo permitido 0,3 % (m/m) en la norma INEN 2262. Las formulaciones muestran diferencias significativas entre pH y acidez.

En el proceso se mantuvieron estrictas medidas higiénicas, para evitar contaminaciones del producto. La cerveza cumple con los límites del recuento de mohos, en cuanto a las levaduras

hay un nivel alto esto se debe a que la cerveza artesanal termina su proceso de fermentación en la botella. El pH en la etapa de envasado tiene que estar en un promedio de pH=4 (ácido) esto permite controlar una proliferación de bacterias en la cerveza artesanal.

Según García *et al.*, (2017) su publicación “Biotecnología alimentaria” afirma que las cervezas tienen un contenido de alcohol de entre 3 a 6 °GL, por lo que el parámetro grado alcohólico de 4,96 % (v/v) de la investigación realizada cumplió con lo determinado, sin embargo existen casos de cervezas con mayor riqueza alcohólica, pero en muchos países una cerveza no puede exceder los 6 °GL; según algunas legislaciones los productos de alta graduación deben tener otro nombre como vino de malta, licor de malta, entre otros. Sin embargo, el grado alcohólico de una cerveza rubia está dentro de 4,5 a 5 %, según la Sociedad Ecuatoriana de Cerveceros Artesanales, por lo que el parámetro obtenido °GL es el requerido de acuerdo a la CAE y la norma vigente para cerveza.

Mencia y Ricardo (2017) en su investigación desarrollo de cerveza artesanal ale y lager carbonatada con azúcar y miel de abeja afirma que el uso de miel de abeja para la carbonatación natural en botella fue influyente para una aceptación y para la obtención de parámetros fisicoquímicos óptimos, en la investigación realizada se obtuvo parámetros físico-químicos con valores dentro de los establecidos por la norma NTE-INEN 2262; y valores microbiológicos adecuados. De acuerdo al análisis sensorial, las cervezas fabricadas tuvieron una buena aceptación por parte de los panelistas.

Para el análisis estadístico de los datos se empleó ANOVA y para análisis de los parámetros se realizaron con el método de tukey utilizando el programa estadístico Minitab la cual permitió determinar diferencias significativas entre las formulaciones mediante intervalos de confianza. Los valores obtenidos están dentro del rango señalado en la NTE INEN 2262 y la cual se pudo establecer que el mejor tratamiento y formulación es T7 0,5 g/L (lúpulo) y 0,9/L (miel de abeja).

Para determinar la aceptabilidad de las formulaciones, se tabularon los resultados de las encuestas aplicadas a los panelistas semi-entrenados. Los resultados muestran que la cerveza artesanal tuvo aceptación, Los parámetros valorados fueron la apariencia, color, aroma y sabor para las formulaciones. En cuanto al análisis sensorial se demuestra la buena aceptación de la cerveza artesanal por parte de los panelistas. En la evaluación de la apariencia de las tres mejores formulaciones en donde el T7(0,5 g/L de lúpulo y 9 g/miel de abeja) tiene mayor grado de aceptación de la apariencia, teniendo en cuenta las valoraciones el 76,92 % de los panelistas tienen una aceptación de la apariencia de la cerveza pale ale a base de malta de quinua y

amaranto. la evaluación del color las cervezas de quinua y amaranto el T7 obtuvo una calificación superior que las demás formulaciones cerveza artesana el 61,54 % de los comensales consideraron que el color de la cerveza de amaranto es verdaderamente agradable, sumando un 15,38 % con consideración de agradable, sumando un 76,92 % de participantes que aceptan el color de esta formulación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se aceptó la hipótesis alternativa planteada debido a que comportamiento de las tres dosis de lúpulo y tres dosis de miel de abeja si influyeron en las características sensoriales de la cerveza artesanal tipo Pale Ale.
- Se elaboró cerveza artesanal evaluando tres concentraciones de lúpulo y tres de miel de abeja. Obteniendo parámetros fisicoquímicos con valores dentro de los establecidos por la norma NTE-INEN 2262; y valores microbiológicos adecuados. De acuerdo al análisis sensorial, las cervezas fabricadas tuvieron una buena aceptación por parte de los panelistas.
- Se concluyó que le mejor tratamiento de cerveza de malta quinua y amaranto fue T7 (0,5 g/L de lúpulo + 9 g/L de miel de abeja), de acuerdo a la evaluación sensorial y al análisis estadístico realizado a las variables: pH, Contenido Alcohólico, Acidez, Densidad.
- Con la formulación de mayor aceptabilidad se realizó los ensayos físico químicos obteniendo valores de los siguientes parámetros; pH de 4,66: acidez total 0,28 % (m/m): grado alcohólico 4,96 % (v/v): carbonatación 2,31 % (v/v); las cuales se encuentran dentro los rangos exigidos en la norma INEN 2262: Bebidas alcohólicas Cerveza.
- La calidad microbiológica de la mejor formulación cumple con los requisitos exigidos en la norma NTE INEN 2262, lo cual garantiza la calidad del producto, en el análisis microbiológico se obtuvo en términos de mohos y levaduras un resultado de <10 up/mL y en términos de anaerobios mesófilos un valor de <10 ufc/mL

5.2. Recomendaciones

- Desarrollar un método de malteado de amaranto y quinua para la obtención de malta tipo pilsen.
- Evaluar los efectos de utilización de diferentes tipos de tratamientos térmicos durante el malteado y la calidad posterior de los mostos.
- Impulsar la investigación del uso de productos autóctonos con un buen contenido de carbohidratos, para ser incorporados como adjuntos en el procesamiento de la cerveza artesanal.
- Realizar estudios referentes al uso de diferentes insumos para la carbonatación final de la cerveza artesanal de quinua y amaranto con el fin de mejorarla.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyo, X. (2017). *Desarrollo de un método de malteado de amaranto para la obtención de malta tipo pilsen*. (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas, Quito.
- Carvajal, L. e Insuasti M. (2010). *Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (*Hordeum vulgare*) y yuca (*Manihot Esculenta Crantz*)*. pp 7.
- FAO. (2013). *Food Agriculture Organization*. Recuperado de http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/?no_mobile=1
- García Bazante, K. (2015). *Elaboración de cerveza artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos andinos*. Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- García, M., Quintero, R., & López, A. (2017). *Biotechnología Alimentaria*. México: Limusa.
- Gamazo et al., (2013). *Microbiología basada en la Experimentación*. España. Elsevier. pp. 180
- Gonzales, J., Carrizales, R., & Martínez, J. (2013). *Cerveza artesanal de amaranto*. Revista académica de investigación. pp 14-15.
- Gorostiaga, F. (2008). *“Manual del proceso de elaboración de cerveza”*. Primera Edición, Quito – Ecuador.
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Quinta edición.
- Hidalgo, J., y Tulcanaza, F. (2016). *“Industrialización de granos andinos” cerveza artesanal de quinua “ATIY*. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Kretschmar, H. *Levaduras y alcoholes y otros productos de la fermentación*. Barcelona-España. Reverté. 2014, pp. 9
- López, A., García, G.M., Quintero, R.R., Lopez-Munguia A., Canales, I. 2002. *Biotechnología alimentaria*. Editorial Limusa. México. pp. 263-312.
- Mencia, G., y Pérez, R. (2016). *Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), carbonatada con azúcar y miel de abeja*. Zamorano-Honduras.
- Okafor, N. (2007). *Modern Industrial Microbiology and Biotechnology*. Estados Unidos: Scieci Publishers.
- Peralta, E. (2014). *Amaranto y Ataco: Preguntas y respuestas*. Boletín divulgativo No. 359. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. p.4.
- Peralta, E., N. Mazón, Á. Murillo, M. Rivera, D. y Rodríguez. (2014). *Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinua, Amaranto y Ataco. Cultivos, variedades y costos de*

- producción*. Cuarta edición. Publicación Miscelánea No. 69. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. p.72.
- Raymond, K. et al. *Enciclopedia de Tecnología Química*. México: Hispano Americana, 2003, pp.369-373.
- Roche, G. J. (2005). *La Quinoa en el Ecuador*. Quito: Grupo Consultor de la Quinoa.
- Rodríguez, E. (2012). *Efecto de la sustitución de cebada (*Hordeum vulgare*) por quinoa (*Chenopodium quinoa*) y del pH inicial de maceración en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una cerveza tipo ale*. Tesis para optar el título de: ingeniero en industrias alimentarias. Trujillo, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad De Ciencias Agrarias. p.9.
- Schneider, E., Haag, M., & Yurkiv, G. (2015). *Miel: Beneficios, propiedades y usos*. San Martín: Departamento Imprenta del Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- Sraagg, A. (2014). *Biotecnología Para ingenieros*. México: Limusa.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN. *Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria. NTE INEN 2262. (2013): Bebidas Alcohólicas. Cerveza. Requisitos. Primera Edición*. Quito-Ecuador.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN. *Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria. NTE INEN 1572. (2016): Miel de abeja. Requisitos. Primera Edición*. Quito-Ecuador.
- Soria, J. A. (2017). “*Diseño de un proceso industrial para la elaboración de cerveza artesanal a base de cebada (*Hordeum vulgare*) y cacao de fino aroma*. Riobamba: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
- Valenzuela, V.R., (2014). *Elaboración de cerveza artesanal de quínoa*. Memoria para optar al título de ingeniero en la Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas Farmacéuticas Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química.
- Vit, Patricia. (2015). *Productos de la colmena recolectados y procesados por las abejas: Miel, polen y propóleos*. Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel, 35(2), pp.32-39. Recuperado en 12 de diciembre de 2015, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772004000200006&lng=es&tlng=es.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2262:2013



Quito – Ecuador

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 2262
Primera revisión
2013-11

BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS

ALCOHOLIC BEVERAGES. LIQUORS. REQUIREMENTS

Correspondencia:

DESCRIPTORES: Bebidas alcohólicas, cerveza, requisitos
ICS: 67.160.10

9
Páginas

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS	NTE INEN 2262:2013 Primera revisión 2013-11
---	---	--

1. OBJETO

1.1. Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la cerveza para ser considerada apta para el consumo humano.

2. DEFINICIONES

2.1. Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

2.1.1 **Cerveza.** Bebida de bajo contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación natural controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o sus derivados.

2.1.2 **Cerveza pasteurizada.** Producto que ha sido sometido a un proceso térmico que garantice la inocuidad del mismo usando las apropiadas unidades de pasteurización UP.

2.1.3 **Unidad de Pasteurización UP.** Carga letal de 60°C por un minuto. Se define mediante la siguiente ecuación:

$$UP = Z \times 1.393^{(T-60)}$$

En donde:

UP = unidad de pasteurización;
Z = tiempo de exposición, en minutos,
T = temperatura real de exposición, en °C.

2.1.4 **Cebada malteada.** Es el producto de someter el grano de cebada a un proceso de germinación controlada, secado y tostado en condiciones adecuadas para su posterior empleo en la elaboración de cerveza.

2.1.5 **Adjuntos cerveceros.** Son ingredientes malteados o no malteados, que aportan extracto al proceso en reemplazo parcial de la malta sin afectar la calidad de la cerveza, estos pueden ser adjuntos crudos y modificados como jarabes (soluciones de azúcares) o azúcares obtenidos industrialmente por procesos enzimáticos a partir de una fuente de almidón.

2.1.6 **Lúpulo.** Es un producto natural obtenido de la planta *Humulus lupulus*, responsable del amargor y de parte del aroma de la cerveza. Este puede estar en forma vegetal o en forma de extracto.

3. DISPOSICIONES GENERALES

3.1 La cerveza no debe ser turbia ni contener sedimentos, (a excepción de aquellas que por la naturaleza de sus materias primas y sus procesos de producción presentan turbidez como característica propia).

3.2 La levadura empleada en la elaboración de la cerveza debe provenir de un cultivo puro de levadura cervecera, libre de contaminación microbiológica.

3.3 Prácticas Permitidas

3.3.1 El agua debe ser potable, debiendo ser tratada adecuadamente para obtener las características necesarias para favorecer los procesos cerveceros.

3.3.2 Se puede utilizar enzimas amilasas, gluconasas, celulasas y proteasas.

3.3.3 Se puede utilizar colorantes naturales provenientes de la caramelización de azúcares o de cebadas malteadas oscuras y sus concentrados o extractos.

3.3.4 Se puede utilizar agentes antioxidantes y estabilizantes de uso permitido en alimentos.

3.3.5 Se puede utilizar ingredientes naturales que proporcionen sabores o aromas.

3.3.6 Se pueden utilizar materiales filtrantes y clarificantes tales como la celulosa, tierras de infusorios o diatomeas, PVPP (poli vinil poli pirrolidona).

3.3.7 Se permite la carbonatación por refermentación en botella o barril, o por inyección de CO₂.

3.4 Prácticas no permitidas.

3.4.1 No está permitida la adición o uso de:

3.4.1.1 Alcoholes.

3.4.1.2 Agentes edulcorantes artificiales.

3.4.1.3 Sustitutos del lúpulo u otros principios amargos.

3.4.1.4 Saponinas.

3.4.1.5 Colorantes artificiales.

3.4.1.6 Cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud.

3.4.1.7 Medios filtrantes constituidos por asbesto.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 La clasificación de las cervezas será la siguiente:

4.1.1 Por su grado alcohólico:

4.1.1.1 Cerveza sin alcohol: grado alcohólico \leq 1,0%v/v

4.1.1.2 Cerveza de bajo contenido alcohólico: 1,0 % v/v < grado alcohólico \leq 3,0 % v/v

4.1.2 Por su extracto original:

4.1.2.1 Cerveza normal: aquella que presenta un extracto original entre 9,0% en masa y menor de 12,0 % en masa

4.1.2.2 Cerveza liviana: aquella que presenta un extracto seco original entre 5% en masa y menor de 9,0 % en masa.

4.1.2.3 Cerveza extra: aquella que presenta un extracto seco original entre el 12,0 % en masa y menor al 14 % en masa.

El extracto original se calcula usando la siguiente fórmula:

$$p = \frac{(2,0665 \cdot A) + E_R}{100 + (1,0665 \cdot A)} \cdot 100$$

En donde:

p = extracto original en % Plato.

A = contenido de alcohol en la cerveza en % m/m.

E_R = extracto real de la cerveza en % Plato.

4.1.3 Por su color:

4.1.3.1 Cervezas claras (rubias o rojas): color < 20 unidades EBC.

4.1.3.2 Cervezas oscuras (negras): color \geq 20 unidades EBC.

4.1.4 Por su tipo de fermentación:

4.1.4.1 Cervezas Lager, para la fermentación "baja".

4.1.4.2 Cervezas Ale, para la fermentación "alta".

4.1.4.3 Cervezas de fermentación mixta.

4.1.5 Por la proporción de materias primas:

4.1.5.1 Cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original contiene como mínimo un 50% en masa de cebada malteada.

4.1.5.2 Cerveza 100% de malta o de pura malta: cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original proviene exclusivamente de cebada malteada.

4.1.5.3 Cerveza de ...(seguida del nombre del o de los cereales mayoritarios): es la cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto proviene mayoritariamente de adjuntos cerveceros. Podrá tener hasta un 80% en masa de la totalidad de los adjuntos cerveceros referido a su extracto (no menos del 20% en masa de malta). Cuando dos o más cereales aporten igual cantidad de extracto deben citarse todos ellos.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 La cerveza debe cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 1 y 2.

El extracto original se calcula usando la siguiente fórmula:

$$p = \frac{(2,0665 \cdot A) + E_R}{100 + (1,0665 \cdot A)} \cdot 100$$

En donde:

p = extracto original en % Plato.

A = contenido de alcohol en la cerveza en % m/m.

E_R = extracto real de la cerveza en % Plato.

4.1.3 Por su color:

4.1.3.1 Cervezas claras (rubias o rojas): color < 20 unidades EBC.

4.1.3.2 Cervezas oscuras (negras): color ≥ 20 unidades EBC.

4.1.4 Por su tipo de fermentación:

4.1.4.1 Cervezas Lager, para la fermentación "baja".

4.1.4.2 Cervezas Ale, para la fermentación "alta".

4.1.4.3 Cervezas de fermentación mixta.

4.1.5 Por la proporción de materias primas:

4.1.5.1 Cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original contiene como mínimo un 50% en masa de cebada malteada.

4.1.5.2 Cerveza 100% de malta o de pura malta: cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original proviene exclusivamente de cebada malteada.

4.1.5.3 Cerveza de ...(seguida del nombre del o de los cereales mayoritarios): es la cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto proviene mayoritariamente de adjuntos cerveceros. Podrá tener hasta un 80% en masa de la totalidad de los adjuntos cerveceros referido a su extracto (no menos del 20% en masa de malta). Cuando dos o más cereales aporten igual cantidad de extracto deben citarse todos ellos.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 La cerveza debe cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 1 y 2.

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos

REQUISITOS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	METODO DE ENSAYO
Contenido alcohólico a 20° C	% (v/v)	1,0	10,0	NTE INEN 2322
Acidez total, expresado como ácido láctico	% (m/m)	-	0,3	NTE INEN 2323
Carbonatación	Volúmenes de CO ₂	2,2	3,5	NTE INEN 2324
pH	-	3,5	4,8	NTE INEN 2325
Contenido de hierro	mg/dm ³	-	0,2	NTE INEN 2326
Contenido de cobre	mg/dm ³	-	1,0	NTE INEN 2327
Contenido de zinc	mg/dm ³	-	1,0	NTE INEN 2328
Contenido de arsénico	mg/dm ³	-	0,1	NTE INEN 2329
Contenido de plomo	mg/dm ³	-	0,1	NTE INEN 2330

TABLA 2. Requisitos microbiológicos

REQUISITOS	UNIDAD	Cerveza pasteurizada		METODO DE ENSAYO
		MÍNIMO	MÁXIMO	
Microorganismos Anaerobios	ufc/cm ³	-	10	NTE INEN 1 529-17
Mohos y levaduras	up/cm ³	-	10	NTE INEN 1 529-10

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo. El muestreo se debe realizar de acuerdo a la NTE INEN 339 vigente "Bebidas alcohólicas. Muestreo".

7. ENVASADO

7.1 La cerveza debe envasarse en recipientes de material resistente a la acción del producto que no alteren las características del mismo.

8. ROTULADO

8.1 El rotulado debe cumplir con lo dispuesto en la NTE INEN 1933 vigente "Bebidas alcohólicas. Rotulado. Requisitos".

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
ESCUELA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS



Evaluación de la concentración de lúpulo y miel de abeja en una cerveza artesanal Pale Ale a base de malta de quinua y amaranto

Tipo: Valoración

Fecha: _____

Método: Escala hedónica verbal

Solicitamos su colaboración para determinar la aceptación de las formulaciones de cerveza artesanal.
PRUEBA DE PREFERENCIA

Instrucciones a seguir:

- Por favor coloque la fecha.
- Se le presentarán 9 muestras de cerveza artesanal con un código cada una y un vaso con agua, galletas.
- Antes de realizar las pruebas sensoriales por favor limpie su paladar con galletas y agua.
- Limpie su paladar antes y después de cada muestra.
- Por favor de la valoración establecida para cada una de muestra que prefiera de acuerdo a cada parámetro evaluado

VALORACIÓN

1- Me disgusta mucho (muy desagradable), 2- Me disgusta (desagradable), 3- Me gusta ligeramente (ligeramente agradable), 4- Me gusta (agradable), 5- Me gusta mucho (muy agradable)



Nota: Si tiene alguna pregunta, por favor indicarla.

Nombre: _____

PARÁMETRO EVALUADO	313	823	512	814	705	619	215	180	426
Apariencia									
Color									
Aroma									
Sabor									
Sabor residual									

De acuerdo a la evaluación realizada, indique la muestra de su preferencia:

Anexo 3. Análisis físicoquímico y microbiológico de la cerveza obtenida

	SEIDLABORATORY CÍA. LTDA. SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO www.seidlaboratory.com.ec		LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025
---	---	---	---

INFORME DE ENSAYO NR. 186376

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
CLIENTE:	JUAN PABLO LEON POZO		
DIRECCION:	TULCAN		
TIPO DE MUESTRA:	CERVEZA ARTESANAL DE QUINUA Y AMARANTO		
TIPO DE PRODUCTO:	CERVEZA ARTESANAL DE QUINUA Y AMARANTO		
FECHA DE ELABORACION:	ND	FECHA DE CADUCIDAD:	ND
LOTE:	ND	CONTENIDO DECLARADO:	ND
MATERIAL DE ENVASE:	BOTELLA DE VIDRIO Y TAPA CORONA METALIZADA	FORMA DE CONSERVACION:	AMBIENTE

INFORMACION DE LA MUESTRA			
CODIGO LABORATORIO:	188136- 1	CONTENIDO ENCONTRADO:	250ml
FECHA RECEPCION:	19/07/19	FECHA INICIO ENSAYO:	19/07/19
CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:	Temperatura 21 ° C		
<i>MUESTREO: Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió</i>			

ENSAYOS FISICO QUIMICOS*	METODO	UNIDAD	RESULTADO
pH	M. INTERNO	---	4,66
Acidez total (Láctico F=9)	INEN 2323	%	0,28
Grado alcohólico	INEN 340	*GL	4,96
Carbonatación según volumen de CO2	INEN 1101	Volumenes CO2	2,31
Hierro	AOAC 999.11	mg/kg	0,90
Plomo	A. ATOMICA	mg/kg	<0,100
Zinc	A. ATOMICA	mg/kg	<0,09
Cobre	A. ATOMICA	mg/kg	<0,07
Arsénico	A. ATOMICA	mg/kg	<0,01
ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS	METODO	UNIDAD	RESULTADO
Mohos y Levaduras*	AOAC 2014.05	UP/ml	<10
Anaerobios mesófilos	SEM-CL (AOAC 976.30)	UFC/ml	<10

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.
 Los ensayos marcados con () NO están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE y AZLA" Con excepción de Hierro que si está acreditado por AZLA
 Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° OAE LE 1C 05-001

Datos tomados del cuaderno de FQ 119 Pág. / FQ 121 Pág. 101A - 173B / AC RG-07 Pág. 16A / MIN RG-12 Pág. 76A-B

INCERTIDUMBRE:			
PARÁMETRO FISICO QUIMICO	INCERTIDUMBRE	PARÁMETRO MICROBIOLÓGICO	INCERTIDUMBRE
HIERRO	±0,21% (mg/100g o ml)	ANAEROBIOS	Uex> 0,050 ; A= (log Cst/Uex); U= Potencia (10:A)

La incertidumbre expandida reportada está basada en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de aproximadamente un 95%.

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote.
 El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado.
 Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

• **Tiempo de almacenamiento de informes:** Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

19/07/30
FECHA EMISION

Firmado digitalmente por: NORMA
 EDITH AMORES AMORES
 Fecha y hora: 30.07.2019
 09:39:38

Confidencialidad e Imparcialidad
 Seidlaboratory Cía. Ltda. resume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.
Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio
 Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.
Información
 Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:
 Dirección de Calidad: direccioncalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General: gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente: servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec
 Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633

Anexo 4. Acta del Perfil de Investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: LEÓN POZO JUAN PABLO

CÉDULA DE IDENTIDAD: 045019997-1

NIVEL/PARALELO: DÉCIMO

PERIODO ACADÉMICO: ABRIL - AGOSTO 2019

TEMA DE INVESTIGACIÓN: Evaluación de la concentración de lúpulo y miel de abeja en la elaboración de cerveza artesanal a base de malta de quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus*)

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSC. YAMBAY VALLEJO WILMAN JENNY

LECTOR: MSC. TORRES MAYANQUER FREDDY GIOVANNY

ASESOR: MSC. RIVAS ROSERO CARLOS ALBERTO

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: 4 **AULA:** 106

FECHA: lunes, 9 de septiembre de 2019

HORA: 09H15

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 5,90

2) Trabajo escrito 2,60


Nota final de PRE DEFENSA 8,50

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **lunes, 9 de septiembre de 2019**


MSC. YAMBAY VALLEJO WILMAN JENNY
PRESIDENTE


MSC. RIVAS ROSERO CARLOS ALBERTO
TUTOR


MSC. TORRES MAYANQUER FREDDY GIOVANNY
LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones