



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A PARTIR DE
ALMIDÓN EXTRAÍDO DE TUBÉRCULOS ANDINOS

TESIS DE GRADO
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

AUTOR: KARINA BELÉN GARCÍA BAZANTE
TUTOR: MSc. PAOLA ARGUELLO

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: “**ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A PARTIR DE ALMIDÓN EXTRAÍDO DE TUBÉRCULOS ANDINOS**” de responsabilidad de la señorita egresada Karina Belén García Bazante, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Dra. Nancy Veloz

**DECANA DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS**

Dra. Ana Albuja

**DIRECTORA DE LA ESCUELA
DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

Ing. Paola Arguello M.Sc.

DIRECTORA DE TESIS

Ing. Paola Chiluiza

MIEMBRO DE TRIBUNAL

Abgda. Bertha Quintanilla

**COORDINADOR
SISBIB – ESPOCH**

NOTA DE TESIS ESCRITA -----

Yo, Karina Belén García Bazante, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

KARINA BELÉN GARCÍA BAZANTE

AGRADECIMIENTO

A Dios por cada regalo y momento recibido.

A mis padres por su amor, su paciencia y su apoyo.

A mis amigos y familiares por ser parte de mi formación y experiencia profesional.

A mi tutora y colaboradora Ing. Paola Arguello, M.Sc. e Ing. Paola Chiliza, por su colaboración en esta investigación.

Y a todos quienes fueron parte de mi enseñanza y colaboraron para la realización de esta investigación.

KARINA GARCÍA BAZANTE

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.

A mis hermanos, por sus consejos, su apoyo y su amor.

KARINA GARCÍA BAZANTE

RESUMEN

Se elaboró cerveza artesanal a partir de almidón extraído de dos tubérculos andinos, *Oxalis tuberosa* (oca) e *Ipomoea batatas* (camote), con la finalidad de otorgar valor agregado a estos productos andinos. Se realizó un pre-ensayo con un tipo de almidón (oca) para determinar la formulación de mayor aceptación. Se establecieron tres formulaciones con base en la sustitución de malta por almidón en las proporciones de 25, 50 y 75%. Se inició con la extracción del almidón y el análisis del mismo, posteriormente se elaboró la cerveza, utilizando las proporciones señaladas y se controló los parámetros de calidad durante el procesamiento. Seleccionando la mejor formulación mediante una encuesta de preferencia. La apariencia, cuerpo, color, aroma, sabor, frescura y sabor residual de las bebidas, fueron evaluadas por panelistas semi-entrenados. En la siguiente etapa se establecieron un control (100% malta) y dos tratamientos, usando la formulación de mayor aceptación (50% de sustitución), variando únicamente el origen del almidón (oca y camote). Las cervezas obtenidas, el control y la cerveza artesanal comercial, fueron sometidas a un análisis físico, químico y sensorial. Los datos se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) de un factor, cuando aparecieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$), se empleó la técnica de comparaciones múltiples mediante intervalos de confianza por el método de Fisher. Los valores de pH, acidez, grado alcohólico, contenido de CO₂, y el análisis microbiológico de las formulaciones y el control cumplen con los requisitos de la norma NTE INEN 2262. Obteniendo resultados positivos en la prueba de degustación. Se concluye que la cerveza artesanal elaborada es apta para el consumo humano, y podría ser comercializada; ya que el almidón de los tubérculos utilizados resultó ser útil como adjunto en la elaboración de esta bebida. Por lo que se recomiendan implementar otros productos ricos en almidón como adjuntos en este proceso.

Palabras clave: <ELABORACIÓN ARTESANAL DE CERVEZA> <TUBÉRCULOS ANDINOS> <FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA> <ADJUNTOS> <ALMIDÓN> <ACIDEZ> <GRADO ALCOHÓLICO> <CONTENIDO DE CO₂> <ANÁLISIS DE VARIANZA> <MÉTODO DE FISHER>

ABSTRACT

Brew was derived from starch extracted from two Andean tubers, *Oxalis tuberosa* (oca) and *Ipomoea batatas* (sweet potato), in order to provide added value to these Andean products. A pre-test with a type of starch (oca) was performed to determine the most widely accepted formulation. Three formulations were established based on the substitution of malt starch in the proportions of 25, 50 and 75%. It began with the extraction of starch and analyzing the same, then the beer produced using the indicated proportions and the quality parameters monitored during processing. Selecting the best formulation through a survey of preference. The appearance, body, color, aroma, flavor, freshness and residual taste of beverages, were assessed by semi-trained panelists. In the next step a control (100% malt) and two treatments, using the most widely accepted formulation (50% substitution), varying only the source of the starch (oca and sweet potato) were established. The beers obtained, control and commercial craft beer, were subjected to physical, chemical and sensory analysis. Data were evaluated by analysis of variance (ANOVA) of a factor when were significant differences ($p \leq 0.05$) technique was used for multiple comparisons using confidence intervals by the method of Fisher. The values of pH, acidity, alcohol, CO₂ content and microbiological analysis and control formulations meet the requirements of the standard NTE INEN 2262. Obtaining positive results in the taste test. We conclude that brewed beer is fit for human consumption and could be marketed; since starch of tubers used proved useful as an adjunct in the preparation of this drink. As recommended implement other products rich in starch as attachments in this process.

Keywords: <MAKING CRAFT BEER> <ALCOHOLIC FERMENTATION>
<ATTACHMENTS> <STARCH> <ACIDITY> <ALCOHOL> <ANALYSIS OF
VARIANCE> <METHOD OF FISHER>

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
INTRODUCCIÓN	viii

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Cerveza	1
1.2. Tipos de cerveza	1
1.3. Materias primas	3
1.3.1. <i>Malta de cebada</i>	3
1.3.2. <i>Lúpulo</i>	4
1.3.3. <i>Agua</i>	5
1.3.4. <i>Levadura</i>	6
1.3.5. <i>Adjuntos cerveceros</i>	6
1.3.5.1. <i>Oca (Oxalis tuberosa)</i>	7
1.3.5.2. <i>Camote (Ipomoea batatas)</i>	8
1.3.6. <i>Proceso de elaboración de cerveza artesanal y fundamento</i>	9
1.3.6.1. <i>Molienda</i>	10
1.3.6.2. <i>Maceración</i>	10
1.3.6.3. <i>Filtrado</i>	10
1.3.6.4. <i>Cocción</i>	11
1.3.6.5. <i>Enfriamiento</i>	11
1.3.6.6. <i>Primera Fermentación</i>	11
1.3.6.7. <i>Trasvase</i>	12
1.3.6.8. <i>Embotellado y segunda fermentación (maduración)</i>	12

CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL	13
2.1. Lugar de investigación	13

2.2.	Materiales, equipos y reactivos.....	13
2.2.1.	<i>Materia prima</i>	13
2.2.2.	<i>Ingredientes</i>	13
2.2.3.	<i>Materiales de laboratorio y otros</i>	14
2.2.4.	<i>Reactivos</i>	15
2.2.5.	<i>Equipos</i>	15
2.2.6.	<i>Medios de cultivo.....</i>	15
2.3.	Técnicas y métodos	16
2.3.1.	<i>Formulaciones para la elaboración de cerveza artesanal</i>	16
2.3.2.	<i>Extracción del almidón</i>	16
2.3.3.	<i>Análisis del almidón</i>	17
2.3.4.	<i>Elaboración de cerveza artesanal</i>	21
2.3.5.	<i>Análisis sensorial para determinar la formulación de mayor aceptación</i>	23
2.3.6.	<i>Análisis físico-químico del producto terminado</i>	23
2.3.7.	<i>Análisis microbiológico</i>	25
2.3.8.	<i>Análisis sensorial.....</i>	26
2.3.9.	<i>Análisis estadístico.....</i>	27
CAPÍTULO III		
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1.	Extracción de almidón y análisis	28
3.2.	Análisis físico-químico de la cerveza	29
3.3.	Análisis microbiológico de la cerveza.....	31
3.4.	Análisis sensorial de la cerveza.....	32
CONCLUSIONES		33
RECOMENDACIONES		34
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ATP	Adenosin Trifosfato
CO₂	Anhídrido carbónico
cm	Centímetros
cm³	Centímetros cúbicos
°C	Grados Celsius
°GL	Grados Gay-Lussac
g	Gramos
h	Horas
kcal	Kilocalorías
kg	Kilogramos
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
INIAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
L	Litro
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mg	Miligramos
mL	Mililitro
min	Minutos
NTE	Normalización Técnica Ecuatoriana
ppm	Partes por millón
pH	Potencial de hidrógeno
O₂	Oxígeno
RTAs	Raíces y Tubérculos Andinos
SECA	Sociedad Ecuatoriana de Cerveceros Artesanales
α	Alfa
%	Porcentaje

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1-1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA OCA	8
CUADRO N° 1-2.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CAMOTE	9
CUADRO N° 2-1.	FORMULACIONES PARA CERVEZA ARTESANAL	16
CUADRO N° 3-1.	RENDIMIENTO	28
CUADRO N° 3-2.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS PROXIMAL	29
CUADRO N° 3-3.	PUREZA	29
CUADRO N° 3-4.	RESULTADOS DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	30
CUADRO N° 3-5.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	31
CUADRO N° 3-6	RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL	32

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 2-1.	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE EXTRACCION DE ALMIDON	16
FIGURA N° 2-2.	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACION DE CERVEZA ARTESANAL	22

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 3.1.	APARIENCIA MICROSCÓPICA DEL ALMIDÓN	28
------------------------	--	-----------

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A.	NTE INEN 2262	38
ANEXO B.	FICHA TÉCNICA DE LA ENZIMA ALFA-AMILASA (ENZYMIX 5000)	44
ANEXO C.	FICHA TÉCNICA DE LA ENZIMA GLUCOAMILASA (GRANOZYME FGDX CAL)	46
ANEXO D.	TABLAS PARA CORREGIR EL GRADO ALCOHOLICO MEDIDO A 15°C	48
ANEXO E.	TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD DE LOS ENSAYOS PRELIMINARES	49
ANEXO F.	TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO FINAL	50
ANEXO G.	EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS	52

INTRODUCCIÓN

La producción de bebidas alcohólicas fermentadas ha resultado ser una actividad tradicional en varias culturas a lo largo de los años. En sus inicios la elaboración fue completamente rudimentaria y artesanal, mediante el uso de frutas, tubérculos o granos que poco a poco fue modificada con la aparición de la industria a principios del siglo XX. (Estrada, J. 2005, p. 10)

Sin lugar a dudas, la cerveza es una de las bebidas fermentadas más conocidas, procesada a base de malta de cebada y/o trigo, con la adición de lúpulo, agua y levadura. (Estrada, J. 2005, p. 11) En diferentes países de América el consumo de bebidas alcohólicas fermentadas como la cerveza, tiene gran aceptación entre la población. Actualmente la cerveza se ha diferenciado dentro del mercado nacional e internacional por ser un producto de alto consumo. Según el INEC, un hogar ecuatoriano en promedio gasta USD 63,90 al mes en cerveza. Además el 79% de los ecuatorianos prefieren tomar cerveza en lugar de otras bebidas alcohólicas.

En el Ecuador han proliferado los lugares de procesamiento y comercialización de cerveza artesanal; incluso existe la Sociedad Ecuatoriana de Cerveceros Artesanales.

En el país la cervecería artesanal es un sector en crecimiento que poco a poco va ganando espacio dentro del mercado, mediante el uso de ingredientes y equipos necesarios para elaborar un producto de calidad. La industria de la cerveza artesanal puede brindar a los consumidores no solo variedad de marcas y estilos, sino también un nivel de conocimiento que le permita al consumidor llegar a comprender cada variedad o estilo de cerveza artesanal. (Contreras, R. 2010, p. 35)

Es una alternativa rentable y factible que requiere de conocimientos, paciencia y tiempo para obtener un producto desde cero de acuerdo a nuestras expectativas. Por lo que ya se han utilizado diferentes ingredientes para lograr ese objetivo.

La elaboración de este tipo de cerveza permite la utilización de diferentes ingredientes en su formulación diversificando sabores y texturas. Al respecto se han realizado varias investigaciones, González *J. et al* (2013), estudiaron el uso del amaranto molido en la elaboración de cerveza artesanal; Barreno Moguel (2001) utilizó malta de sorgo y malta de cebada para producir una cerveza Lager con propiedades semejantes a las comerciales. Almeida J. (2008) empleó el arroz negro como adjunto en el proceso de elaboración de cerveza.

En África oriental elaboran cerveza artesanal a partir de banano (Davies G., 1994), en Chile elaboraran cerveza a base de quínoa (Valenzuela R, 2007). En Ecuador se ha implementado el uso de tubérculos en la elaboración de cerveza. Así, Carvajal L. (2011) utilizó almidón de yuca y malta en su investigación.

Considerando que la distinción de este tipo de cerveza es su aroma y textura, se puede utilizar ingredientes como: coco, maracuyá, mora, mango, guayusa, naranjilla, zapallo, mandarina. Así también, como complemento o sustituto del lúpulo se ha implementado el uso de tomillo, mortiño, amaranto y hierbas amargas como artemisa y chuquiragua. (Contreras, R. 2010, p. 35) Estas investigaciones demuestran que se puede conseguir cerveza de calidad con base en los parámetros sensoriales, físico-químicos, y microbiológicos, utilizando como adjunto un producto diferente a la cebada que proporcione almidón, y estableciendo un campo de estudio con nuevas materias primas.

Considerando que la cerveza no solamente se elabora a partir de cebada, se pueden utilizar materias primas que se producen en el país e incluso son alimentos ancestrales, como los tubérculos andinos: oca, camote. Esto permite el aporte a la soberanía alimentaria y al cambio de la matriz productiva, al agregar valor a estos productos que generalmente son comercializados en fresco en los mercados populares del país.

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

Objetivos

Objetivo General

1. Elaborar cerveza artesanal a partir de almidón extraído de dos tubérculos andinos: (*Oxalis tuberosa* (oca), *Ipomoea batatas* (camote)).

Objetivos Específicos

2. Extraer el almidón de dos tubérculos andinos.
3. Determinar la mejor proporción a sustituir de malta por almidón de tubérculos andinos (25%, 50%, 75%).
4. Analizar los parámetros de calidad durante el procesamiento de la cerveza artesanal.
5. Elaborar cerveza artesanal utilizando la mejor formulación determinada en la fase anterior, con los dos tipos de almidón *Oxalis tuberosa* (oca), *Ipomoea batatas* (camote).
6. Evaluar las dos formulaciones mediante el análisis físico, químico y sensorial.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Cerveza

La palabra cerveza proviene de la palabra Latina *bibere* que significa para beber. La elaboración de cerveza de cebada fue practicada por los antiguos egipcios hace ya 4.000 años, pero las investigaciones sugieren que los egipcios aprendieron el arte de los pueblos de los ríos Tigris y Éufrates, donde se cree se originó la civilización. El uso de lúpulo es más reciente y se puede remontar a hace unos pocos cientos de años. (Okafor, N. 2007, p. 237)

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.”

La NTE INEN 2262:2013 presenta las siguientes definiciones pertinentes al objeto de estudio de la presente tesis:

- **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.
- **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.

1.2. Tipos de cerveza

La cerveza de cebada puede clasificarse en función de la ubicación de la levadura en el mosto al final de la fermentación:

- Cervezas de fermentación baja.

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 Munich. La mayoría de la cervezas (70% - 80%) en el mundo es del tipo Pilsener. (Okafor, N. 2007, p. 237)

Cerveza Pilsener: Esta es una cerveza pálida con un sabor amargo medio. Su contenido de alcohol es 3,0 a 3,8% (v/v). Clásicamente se almacenada durante dos o tres meses, pero cervecías modernas han reducido el tiempo a cerca de dos semanas. El agua para cerveza Pilsener es suave, contiene baja cantidad de iones calcio y magnesio. (Okafor, N. 200, p. 237)

Cerveza Dortmund: Es una cerveza pálida, pero contiene menos lúpulo (es menos amargo) que Pilsener; sin embargo, tiene más cuerpo y aroma. El contenido de alcohol es de 3,0 a 3,8%, y es almacenada durante 3-4 meses. El agua de escaldado es dura, que contiene grandes cantidades de carbonatos, sulfatos y cloruros.

Munich: Es una cerveza oscura, aromática y con cuerpo, con un sabor ligeramente dulce. El contenido de alcohol varía de 2 a 5%. El agua de escaldado es alta en carbonatos pero baja en otros iones. (Okafor, N. 2007, p. 238)

- Cervezas de fermentación alta

Este tipo de cervezas son elaboradas con cepas de *Saccharomyces cerevisiae*, y son las siguientes:

Ale: Es propia de Inglaterra. (Ale = pálido). Posee un alto contenido de alcohol de 4,0 a 5,0% hasta 8,0%. Por lo tanto, es muy amarga y tiene un sabor ácido fuerte y un aroma de vino debido a su alto contenido de éster. (Okafor, N. 2007, p. 238)

Porter: De color marrón oscuro, cerveza de cuerpo pesado, fuerte formación de espuma, producida a partir de maltas oscuras. Contiene menos lúpulo y por lo tanto es más dulce. Tiene un contenido de alcohol de aproximadamente 5,0%.

Stout: Cerveza fuerte de cuerpo y con fuerte aroma de malta. Se produce a partir de malta oscura o caramelizada. Tiene un contenido comparativamente elevado de alcohol, 5,0-6,5%. (Okafor, N. 2007, p. 238)

1.3. Materias primas

Los componentes de la cerveza son:

- Malta (de cebada)
- Lúpulo (flor que da el amargor)
- Levadura (microorganismo responsable de la fermentación)
- Agua (componente principal de la cerveza).
- Adjuntos cerveceros (opcional)

1.3.1. *Malta de cebada*

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. (Raymond, K., et. al. 2003, p. 367)

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.”

La cebada es un alimento energético, rico en carbohidratos, especialmente almidón, importante aporte energético para el organismo. Los granos de cebada conservan los siguientes componentes: hidratos de carbono como el almidón (65-68%), grasa (2-3%), proteínas (10-17%), minerales, vitaminas, antioxidantes y fibra soluble e insoluble. La fibra total está entre 11-34% y la fibra soluble entre 3-20%. Los granos tostados son útiles para elaborar bebidas instantáneas y extractos, debido a la presencia de azúcares reductores, dextrinas y compuestos heterocíclicos. (Villacres, E. 2008, p. 3)

El grano de cebada contiene almidón en forma insoluble. Sin embargo, en la elaboración de cerveza se requiere la forma soluble del almidón para obtener azúcares fermentables. Esta transformación se realiza mediante el proceso de malteado.

La malta consiste en la cebada parcialmente germinada y secada. La malta es el grano de cebada germinado, secado, desbrotado y desraizado. Durante el proceso de germinación se generan una gran cantidad de enzimas activas necesarias, que permitirán conseguir moléculas pequeñas de azúcar a partir del almidón durante el proceso de maceración para la preparación de cerveza. (Raymond, K., et. al. 2003, p. 367)

Previo al proceso de malteado, se somete la cebada a una serie de operaciones para obtener un grano en condiciones óptimas y lo más homogéneo posible. Una vez limpio y calibrado el grano se puede maltear. (Vicent, M. 2006, p. 50)

El método de malteado radica en una germinación controlada de la cebada y cortando después ésta mediante un tostado. Es necesario que la cebada germine fácilmente y de manera homogénea por tal razón es de gran importancia la uniformidad de los granos en todos sus parámetros de calidad. (Raymond, K., et. al. 2003, p. 368)

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.

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.

1.3.2. Lúpulo

La NTE INEN 2262:2013 define al lúpulo como:

“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.”

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. (Van, P. 2005, p. 105)

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. (Raymond, K., et. al. 2003, p. 367)

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. (Gamazo, C., et. al. 2013, p. 180)

1.3.3. Agua

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. (Carbonell, M. 1995, p. 249)

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. (Van, P. 2005, p. 103)

Para la industria de fabricación de licores es esencial un agua de nula o escasa dureza, pues la obtención de mejores resultados es indudable, evitándose probables enturbiamientos, modificaciones de coloraciones, aparición de sabores insospechados, etc. (Carbonell, M. 1995, p. 250)

Los fabricantes de cerveza reconocen la importancia del contenido mineral del agua en la elaboración de la bebida, pero comprenden la posibilidad de ajustar el proceso según el contenido mineral de cualquier agua que satisfaga todos los requisitos de una buena agua potable. La concentración del ion hidrogeno, o sea el pH, es importante para las reacciones químicas durante la fabricación. (Raymond, K., et. al. 2003, p. 370)

En todos los pasos de la fabricación hay disminución del pH, y los amortiguadores minerales del agua contrarrestan en parte este cambio. Las aguas duras, con una cantidad excesiva de bicarbonatos, pueden producir en la cerveza un amargo persistente y desagradable del lúpulo. (Raymond, K., et. al. 2003, p. 370)

1.3.4. Levadura

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, C., et. al. 2013, p. 180)

La levadura contiene una gran variedad de enzimas que desdoblan la albúmina, los azúcares y otros, y cuya presencia varía con los distintos tipos de *Saccharomyces*. Así, se describen: la sacarasa, amilasa, guanasa, trehalasa, proteasa, peptidasa, fosfatasa, lipasa, amigdalasa, zymasa. (Kretzschmar, H. 1998, p. 9)

Entre las sustancias que requieren las levaduras para su nutrición, están: agua, sales, sustancias no nitrogenadas, sustancias nitrogenadas y oxígeno. (Kretzschmar, H. 1998, p. 9)

Para la fabricación de la cerveza puede propagarse la levadura partiendo de cultivos de una sola célula (cultivo puro), preparados en laboratorios mediante de procesos biotecnológicos.

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. (Raymond, K., et. al. 2003, p. 369)

El comportamiento físico de una cepa de levadura influye algo en el proceso de la fermentación. Algunas levaduras flocculan más fácilmente y empiezan a depositarse a medida que aumenta el contenido de alcohol, hacia el final de la fermentación. Estas levaduras dan buena clarificación natural, pero la cerveza terminada contiene alguna cantidad de extracto fermentable y a menudo carece de estabilidad. Otras cepas de levadura, llamadas pulverulentas, muestran poca tendencia a aglutinarse y se depositan lentamente. La cerveza resultante, fermentada hasta el fin, tiene buena estabilidad biológica. (Raymond, K., et. al. 2003, p. 370)

1.3.5. 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

adjuntos crudos y modificados como jarabes (soluciones de azúcares) o azúcares obtenidos industrialmente por procesos enzimáticos a partir de una fuente de almidón.”

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. (Okafor, N. 2007, 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, cebada no malteada, yuca, papa. Harina o jarabe de maíz, y arroz son ampliamente utilizados en los Estados Unidos. (Okafor, N. 2007, p. 239)

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. Los tubérculos andinos constituyen una fuente importante de este carbohidrato. Entre estos tubérculos están: yuca, papa, mashua, oca, camote.

Según INIAP (2004), “las tendencias nacionales de producción y consumo de las raíces y tubérculos andinos (RTAs) demuestran que estos cultivos, son rubros que en la mayoría de los casos sirven como alimentos de subsistencia y que sólo los pequeños remanentes de las chacras son destinados a la venta. Esta realidad, desmerece el inmenso potencial que las RTAs presentan por sus importantes valores nutricionales para la alimentación humana, las alternativas que ofrecen para su transformación agroindustrial o como posibles fuentes de metabolitos para ser utilizados en la industria farmacéutica.”

Por lo tanto, el uso de materias primas nativas, en la elaboración de diferentes productos alimenticios contribuye a la soberanía alimentaria, al cambio de la matriz productiva al agregar valor a estos productos que generalmente son comercializados en fresco en los mercados populares del país.

En la presente investigación se ha utilizado dos tubérculos andinos: *Oxalis tuberosa* (oca), *Ipomoea batatas* (camote), como adjuntos en la elaboración de cerveza artesanal.

1.3.5.1. Oca (*Oxalis tuberosa*)

La oca es un tubérculo cultivado en la región andina. Se desarrolla desde Venezuela hasta Argentina y Chile. A una altitud entre los 2800 y 4000 metros sobre el nivel del mar (msnm). Es reconocida por su resistencia a las heladas y crece preferentemente en suelos arenosos.

El interior del tubérculo puede variar entre blanco, amarillo o anaranjado. Los campesinos distinguen entre las ocas dulces (“keni”) y las que son amargas (“luki”) debido a su elevado

contenido de oxalatos, los cuales se eliminan mediante la exposición al sol y a las heladas en la noche. (Barrera, V. 2004, p. 34)

La oca es un excelente recurso nutricional de la región andina. Constituye una fuente significativa de carbohidratos, calcio, hierro y fósforo, ya que presenta un alto contenido de agua (80%), 1,1% de proteínas y 13% de carbohidratos; lo cual se muestra detalladamente en el cuadro 1-1. El contenido vitamínico varía pero puede tener cantidades significativas de retinol, vitamina A. Su elevada proporción de almidón, minerales y ácidos orgánicos da lugar a numerosas aplicaciones, como la panificación y la obtención de alcohol mediante la fermentación. (Fairlie, T., et. al. 1999, p. 86)

CUADRO N° 1-1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA OCA

Componente	Cantidad
Humedad	82.4 g
Calorías	67.0 kcal
Proteína	0.7 g
Grasa	0.0 g
Carbohidratos	16.1 g
Fibra	0.5 g
Ceniza	0.8 g
Calcio	5.0 mg
Fosforo	39.0 mg
Hierro	0.9 mg

Fuente: Tabla de composición de Alimentos Ecuatorianos

En base a su composición se emplea como componente alimenticio, en la elaboración de una variedad de platos tradicionales y como medicamento, por su contenido de oxalato de potasio, tiene efecto astringente. Además presenta acción cicatrizante, antiinflamatoria y antihemorrágica. (Barrera, V. 2004, p. 38)

1.3.5.2. Camote (*Ipomoea batatas*)

Es una planta que pertenece a la familia de convolvuláceas (*Convolvulaceae*). Es perenne y se cultiva anualmente. La especie se adecúa al nivel del mar y hasta una altura de 2.500 msnm. Requiere de 12 a 13 horas diarias de luz. Se acomoda a suelos con buena aireación, buen drenaje, que sean livianos y con alto contenido de materia orgánica, desde franco arenosos hasta franco arcillosos, con pH entre 5.2 y 7.7. (León, J. 2000, p. 110)

El desarrollo de hojas y tallo es adecuado pero el rendimiento y calidad de sus tubérculos es bajo. En suelos arenosos y pobres, se tiene un bajo rendimiento pero los tubérculos son de mejor calidad. Este tubérculo posee alto contenido de almidón y algunas variedades contienen carotenos. (Huamán, Z. 1992, p. 10)

El camote es un alimento muy nutritivo; sus tubérculos presentan un contenido de carbohidratos de 25 a 30%, de los cuales el 98% es considerado fácilmente digerible. Es una fuente excelente de carotenoides provitamina A. Además es una fuente de vitamina C, hierro, potasio y calcio. Con un balanceado contenido de aminoácidos, con mayor porcentaje de lisina que el arroz o el trigo, pero un limitado contenido de leucina. (Loebestein, G. 2009, p. 68). Los valores de estos nutrientes se observan en el cuadro 1-2.

CUADRO N° 1-2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CAMOTE

Componente	Cantidad
Humedad	69.0 g
Calorías	114.0 kcal
Proteína	1.1 g
Grasa	0.1 g
Carbohidratos	28.8 g
Fibra	1.1 g
Ceniza	1.0 g
Calcio	19.0 mg
Fosforo	50.0 mg
Hierro	2.1 mg

Fuente: Tabla de composición de Alimentos Ecuatorianos

El tubérculo se emplea para el consumo humano como hortaliza y en sopas; se emplea para elaborar dulces, obtener almidón, el cual a su vez es materia prima para la obtención de alcohol. El follaje se utiliza en la elaboración de pienso para animales. (Loebestein, G. 2009, p. 70).

1.3.6. Proceso de elaboración de cerveza artesanal y fundamento

A continuación se describe el proceso de elaboración de cerveza y el fundamento de la transformación de los ingredientes para obtener dicho producto.

1.3.6.1. Molienda

Se realiza la molienda de la malta, en este proceso lo ideal es obtener aproximadamente 20% de harina, 50% de grano partido y 30% de grano entero.

1.3.6.2. Maceración

El proceso consiste en mezclar la malta molida con agua y mantenerla a una temperatura de entre 70 y 75°C durante una hora y media.

Se coloca agua hervida en una olla de acero inoxidable, se añade malta y se deja reposar manteniendo la temperatura.

Esta etapa se realiza para lograr que las enzimas, diastasas, contenidas en la malta se activen y empiecen a transformar el almidón en azúcares fermentables para generar un mosto espeso, oscuro y dulce. (Raymond, K., et. al. 2003, p. 373)

Al utilizar almidón como adjunto en la elaboración de cerveza se requiere transformarlo en azúcares fermentables necesarios para la producción de alcohol. Debido a esto, el almidón debe ser previamente hidrolizado, con el fin de dar lugar al desdoblamiento del mismo y generar los productos necesarios para la fermentación.

Tal transformación se puede realizar vía hidrólisis enzimática o hidrólisis ácida. El proceso enzimático presenta algunas ventajas, ya que no se forman subproductos, genera mayor rendimiento a bajas concentraciones de enzima y se disminuye la demanda energética del proceso, pues no requiere de grandes presiones ni temperaturas elevadas, siendo así más económico. (Castaño, H., & Mejía, C. 2008, p. 252)

El proceso enzimático consta de dos fases, denominadas licuefacción y sacarificación, en donde participan las enzimas amilasas y glucoamilasas, respectivamente. En la fase de licuefacción, el almidón se hidroliza en maltodextrinas gracias a la rotura de los enlaces α -D1-4 de la molécula del almidón, originando una mezcla de (glucosa)_n y (maltosa)_n. Concluida esta etapa, inicia la sacarificación donde actúa la enzima glucoamilasa, que transforma los oligosacáridos en glucosa, mediante el ataque a los enlaces glucosídicos de los extremos no reductores α (1→6), liberando las moléculas de glucosa. (Castaño, H., & Mejía, C. 2008, p. 252)

1.3.6.3. Filtrado

Transcurridos los tiempos señalados anteriormente, se debe filtrar tanto el mosto (etapa de maceración) como el hidrolizado de almidón. Los filtrados se colocan en una olla de acero inoxidable y se controla la densidad, hasta llegar a la establecida para cada estilo de cerveza.

1.3.6.4. *Cocción*

El mosto se somete a ebullición durante 1 hora, y se agrega el lúpulo. Dependiendo del grado de amargor requerido se puede agregar todo desde el inicio de la ebullición o en dos tiempos: la mitad a los 20 min y el resto a los 50 min de ebullición. Para conseguir el amargor, sabor y aroma característicos de la cerveza; además de la esterilización del mosto. Es importante, realizar una agitación regular del mosto e eliminar la espuma que se va formando.

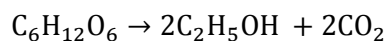
1.3.6.5. *Enfriamiento*

Se coloca el recipiente tapado con el mosto hervido en un baño de hielo, con el fin de realizar un coche térmico para evitar la proliferación de bacterias en el medio. Este paso puede durar de 15 a 20 min.

1.3.6.6. *Primera Fermentación*

Luego de que la temperatura del mosto llegue a 25°C, se transfiere al botellón de fermentación (sparkling). Se mezcla la solución de levadura previamente activada (calentar agua en un vaso de precipitación, hasta una temperatura entre 38-40°C, se añade la levadura y se deja reposar durante 15 min.) y se añade rápidamente al botellón. Se coloca el airlock para eliminar el CO₂ producto de la fermentación alcohólica y se deja reposar por una semana.

La fermentación alcohólica, es un proceso biológico que se realiza en ausencia de oxígeno, ocasionado por la actividad de microorganismos que metabolizan los carbohidratos (glucosa, fructosa, sacarosa, almidón) para obtener productos finales como: etanol, dióxido de carbono y ATP. Esta transformación se representa mediante la siguiente ecuación:



El propósito biológico de este proceso consiste en proporcionar energía anaeróbica a los microorganismos unicelulares, para lo cual descomponen las moléculas de glucosa y obtienen la energía necesaria para sobrevivir, originando alcohol y CO₂ como desechos. (Raymond, K., et. al. 2003, p. 381)

Durante la fermentación, el líquido está sujeto a una serie de cambios, como la variación en su composición, pasando de un líquido en el que predominan los azúcares a uno en el que prevalece el etanol.

Las principales responsables de esta transformación son las levaduras. La especie de levadura más usada es la *Saccharomyces cerevisiae*. (Kretschmar, H. 1998, p. 10).

El proceso consta de tres fases:

- Fase de inducción, se da la multiplicación de levaduras y empieza a producirse la fermentación.
- Fase tumultuosa, caracterizada por un incremento de gas carbónico y se eleva la temperatura. La velocidad de fermentación aumenta, observándose en la superficie del líquido mucho burbujeo y gran cantidad de espuma.
- Fase lenta, la velocidad de fermentación disminuye, existe menor burbujeo, la espuma y la temperatura comienzan a descender.

Al inicio de la fermentación, las levaduras se multiplican vigorosamente, ya que se encuentran en un medio rico en nutrientes, pero poco a poco el azúcar va disminuyendo y se genera alcohol. Los compuestos nitrogenados se van agotando y el ambiente se va saturando de anhídrido carbónico, es decir, las condiciones son desfavorables para la levadura y llega el momento de reproducirse por esporas. (Carbonell, M. 1995, p. 99)

Acabada la fermentación, los principales productos son el etanol y el anhídrido carbónico y como productos secundarios están otros alcoholes, glicerina, aldehídos, ácidos, etc. (Carbonell, M. 1995, p.100)

1.3.6.7. *Trasvase*

Al cabo de 7 días, se realiza el trasvase de la cerveza del botellón primario al secundario. Este proceso es importante para eliminar la capa de residuos formada durante la fermentación.

Una vez trasvasada la cerveza al segundo botellón, se coloca el airlock (válvula de salida de CO₂) y se deja en reposo una semana más, para que la cerveza termine de fermentar y además se reduzca la capa de sedimentos para obtener una cerveza más cristalina.

En el segundo botellón también se forma una capa de sedimentos más pequeña, ya que la levadura continúa fermentando; además hay residuos en suspensión que se van depositando en la base del mismo.

1.3.6.8. *Embotellado y segunda fermentación (maduración)*

Para obtener el grado de alcohol deseado y generar gas es necesario activar nuevamente las levaduras, pues ya consumieron todo el azúcar que había en el mosto. Para esto se añade en promedio 7 gramos de azúcar (sacarosa) por cada litro de cerveza.

La cerveza es envasada en botellas de vidrio ámbar para evitar los procesos de oxidación durante su maduración, que conducirían al oscurecimiento del producto.

CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Lugar de investigación

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología, Laboratorio de Química Industrial y Operaciones Unitarias, y Laboratorio de Microbiología Aplicada de la Escuela de Bioquímica y Farmacia, Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

2.2. Materiales, equipos y reactivos

2.2.1. *Materia prima*

La materia prima que se utilizó fue el almidón extraído de dos especies de tubérculos andinos; *Oxalis tuberosa* (Oca) e *Ipomoea batatas* (Camote).

Para la investigación, los tubérculos se adquirieron en la provincia de Chimborazo, en el cantón Colta. Esta zona, se encuentra a 3212 msnm, con una temperatura media de 12°C.

2.2.2. *Ingredientes*

- Malta Pilsen, adquirida en la Sociedad Ecuatoriana de Cerveceros Artesanales, de la ciudad de Quito.
- Lúpulo Cascade, adquirido en la Sociedad Ecuatoriana de Cerveceros Artesanales, de la ciudad de Quito.
- Levadura activa seca tipo “Ale” (*Saccharomyces cerevisiae*), de marca Mustons, adquirida en la Sociedad Ecuatoriana de Cerveceros Artesanales, de la ciudad de Quito.
- Agua, procedente de la empresa Tesalia Springs Company, bajo la marca Tesalia, fue adquirida en los supermercados de la ciudad de Riobamba.
- Azúcar blanca (sacarosa), de la compañía azucarera VALDEZ, obtenida en los supermercados de la ciudad de Riobamba.
- Enzimas: α -amilasa fungal (ENZYMIX 5000[®]) y glucoamilasa (GRANOZYME FGDX CAL[®]), adquiridas en la empresa GRANOTEC S.A. de la ciudad de Guayaquil.

2.2.3. Materiales de laboratorio y otros

- Alcoholímetro de Gay Lussac.
- Balones Kjeldahl.
- Botellas ámbar.
- Bureta.
- Cajas Petri.
- Capsulas y crisoles de porcelana.
- Cepillo plástico para limpiar botellas.
- Colador.
- Cooler.
- Densímetro.
- Desecador.
- Embudo simple.
- Espátula.
- Gradilla.
- Lana de vidrio
- Material de aseo.
- Material de protección.
- Material para el análisis sensorial.
- Olla de acero inoxidable.
- Papel aluminio.
- Papel filtro.
- Picnómetro.
- Pipetas.
- Pinzas.
- Probeta 500, 100 mL.
- Reverbero.
- Rociadores plásticos.
- Soporte universal.
- Sparkling o botellón de plástico.
- Tapadora manual de botellas.
- Tapas corona.
- Termómetro.
- Tiras de pH.

- Tubos de ensayo.
- Utensilios de cocina de acero inoxidable.
- Válvula airlock o válvula para salida de CO₂.
- Varilla de agitación.
- Vasos de precipitación.
- Vidrio reloj.

2.2.4. Reactivos

- Ácido cítrico.
- Agua destilada.
- Alcohol antiséptico.
- Hidróxido de sodio 0,1N; fenolftaleína.
- Lugol.
- Reactivo de Fehling.

2.2.5. Equipos

- Autoclave.
- Balanza analítica.
- Baño María.
- Congelador.
- Estufa.
- Licuadora.
- Microscopio óptico.
- pH-metro.
- Refractómetro.
- Secador.
- Digestor de fibra.
- Equipo de extracción Soxhlet.

2.2.6. Medios de cultivo

- Agar Saboraud.
- Agar bilis lactosa rojo neutro cristal violeta.

2.3. Técnicas y métodos

2.3.1. Formulaciones para la elaboración de cerveza artesanal

Para la determinación de la formulación se utilizó de base la presentada por la Sociedad Ecuatoriana de Cerveceros Artesanales, estableciendo las proporciones indicadas en el cuadro 2-1.; para obtener 3 litros de cerveza, que constituye la unidad de experimentación.

CUADRO N° 2-1. FORMULACIONES PARA CERVEZA ARTESANAL

Ingrediente	Cantidad			
	F1 (25-75%)	F2 (50-50%)	F3 (75-25%)	F4 (100% malta)
Malta Pilsen	131.25 g	262.5 g	393.75 g	525 g
Almidón	393.75 g	262.5 g	131.25 g	-----
Enzima α -amilasa	0,016 %	0,016 %	0,016 %	-----
Enzima glucoamilasa	0,15 %	0,15 %	0,15 %	-----
Agua	3.5 L	3.5 L	3.5 L	3.5 L
Lúpulo Cascade	3 g	3 g	3 g	3 g
Levadura	1.67 g	1.67 g	1.67 g	1.67 g
Azúcar	7 g/L	7 g/L	7 g/L	7 g/L

REALIZADO POR: GARCÍA K, 2015 ESPOCH

2.3.2. Extracción del almidón

En la figura N° 2-1, se muestra el proceso de obtención de los adjuntos cerveceros y los análisis realizados.

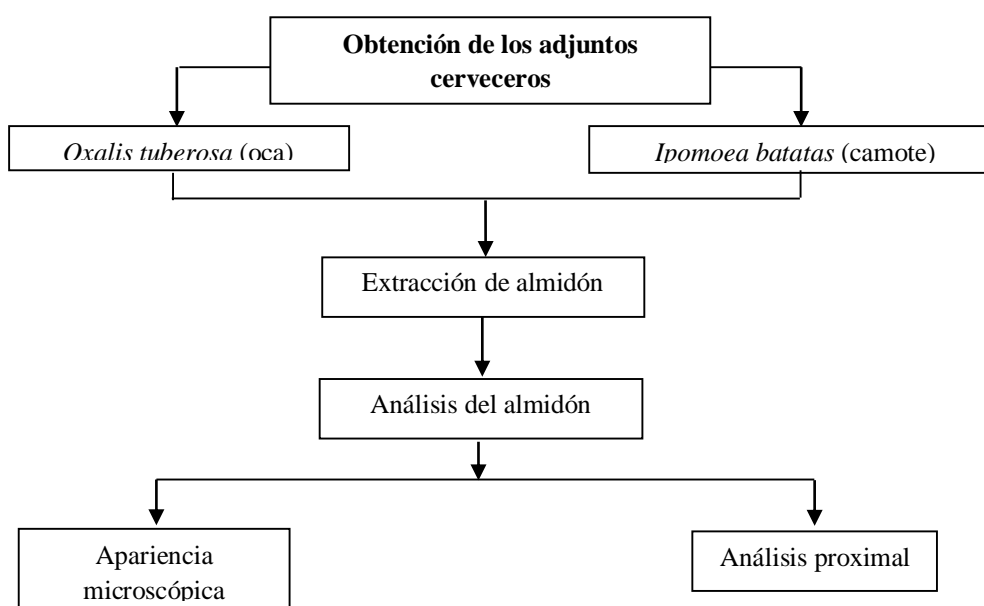


FIGURA N° 2-1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN

- **Protocolo de extracción del almidón**

- Seleccionar los tubérculos en buen estado y lavar con abundante agua potable.
- Eliminar la cubierta y raicillas; y cortar en trozos de 3cm.
- Pesar 1kg del tubérculo.
- Añadir 2 volúmenes de agua destilada y licuar durante 5 min para liberar los gránulos de almidón.
- Filtrar la solución en coladores de tela plástica (malla 75 μ), para eliminar la fibra y otras partículas, lavar con agua destilada.
- Decantar el filtrado durante 4 horas. Eliminar el sobrenadante y lavar con agua destilada. Decantar nuevamente. Este paso se repite dos veces.
- Secar al almidón sedimentado en estufa a 40°C durante 24h.
- Moler, tamizar y pesar. Finalmente almacenar el almidón en frascos de plástico.

2.3.3. Análisis del almidón

2.3.3.1. Apariencia microscópica

Preparar una solución de 5 g de almidón en 50 mL de agua destilada, de la cual se toma una gota y se coloca en un portaobjetos. Las muestras son observadas en un microscopio óptico. La observación se realiza con el objetivo de 40X.

2.3.3.2. Análisis proximal y pureza del almidón

- **Determinación del contenido de humedad (NTE INEN 518)**

Por volatilización mediante calor se disipa la humedad de la muestra. Después de eliminar la humedad el residuo constituye la materia seca. A continuación se muestra el protocolo seguido:

- La determinación debe efectuarse por duplicado.
- Calentar la cápsula durante 30 min en la estufa a 130 °C. Enfriar en el desecador hasta temperatura ambiente y pesar.
- Pesar 2 g de muestra preparada y transferirla a la cápsula.
- Colocar la cápsula en la estufa a 130 °C, durante una hora.
- Sacar la cápsula y trasladarla al desecador, enfriar y pesar.

- Repetir los procesos de calentamiento, enfriamiento y pesaje, hasta que la diferencia de masa entre los resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no exceda de 0,1 mg.

La pérdida por calentamiento se calcula mediante la siguiente ecuación:

Siendo:

$$Pc = \frac{m2 - m3}{m2 - m1} \times 100$$

Pc = Pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa.

m1 = Masa de la cápsula vacío con tapa, (g).

m2 = Masa de la cápsula, con la muestra sin secar, (g).

m3 = Masa de la cápsula, con la muestra seca, (g).

- **Determinación de proteína: Método de Kjeldahl.** (Método empleado en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias – ESPOCH).

Por digestión ácida del nitrógeno proteico con ácido sulfúrico se forma sulfato de amonio. El ácido reacciona con hidróxido de sodio desprendiendo amonio que es atrapado en ácido bórico, produciendo amonio borato para ser titulado con ácido clorhídrico. El porcentaje de nitrógeno obtenido se multiplica por el factor correspondiente a la muestra y se obtiene la proteína.

A continuación se detalla el protocolo:

- Pesar 40 mg de muestra en el balón Kjeldahl de 30 mL, añadir 1 g. de la mezcla catalizadora y 2,5mL de ácido sulfúrico concentrado.
- Colocar los balones en el digestor Kjeldahl con los calentadores por 1 hora, agitando los matraces a los 30 minutos; enfriar con un poco de agua (2 mL) para disolver los sólidos formados.
- Transferir la muestra digerida al equipo de destilación, lavando el matraz 5 veces con agua destilada, utilizando la menor cantidad de agua posible (2mL).
- En un erlenmeyer de 125 mL poner 6 mL de ácido bórico al 4% y 3 gotas de indicador,. Luego colocar en el condensador cuidando que éste quede sumergido dentro de la solución.
- Añadir al vaso del destilador 10 mL de hidróxido de sodio al 50% y destilar hasta obtener de 50 a 70 mL de destilado.
- Titular con ácido clorhídrico 0,02 N hasta obtener una coloración violeta.

- **Determinación de grasa: Método de Soxhlet (NTE INEN 523)**

Este método se basa en la extracción continua de la materia grasa con un disolvente orgánico, el cual, se evapora al calentarse y gotea sobre la muestra. Luego se extrae el disolvente y el contenido de grasa se determina por diferencia de peso. El protocolo se muestra a continuación: La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

- Lavar el balón del aparato Soxhlet y secarlo en la estufa calentada a 100 °C, durante una hora. Transferir al desecador y pesar con aproximación a 0,1 mg, cuando haya alcanzado la temperatura ambiente.
- En el dedal de Soxhlet, pesar con aproximación a 0,1 mg, 2,35 g de la muestra de harina, 2 g de arena bien seca; mezclar íntimamente con la espátula, limpiando ésta con el pincel.
- Colocar algodón hidrófilo en la parte superior del dedal a manera de tapa e introducir en la estufa calentada a 130 °C, por el tiempo de una hora, y luego transferir el dedal con su contenido al desecador y dejar enfriar hasta temperatura ambiente.
- Colocar el dedal y su contenido en el aparato Soxhlet, agregar suficiente cantidad de éter anhidro y extraer durante cuatro horas, si la velocidad de condensación es de 5 a 6 gotas por segundo, o durante 16 h, si dicha velocidad es de 2 a 3 gotas por segundo.
- Terminada la extracción, recuperar el disolvente por destilación en el mismo aparato y eliminar los restos de disolvente en baño maría.
- Colocar el balón que contiene la grasa, durante 30 min, en la estufa calentada a 100 °C; enfriar hasta temperatura ambiente en el desecador y pesar.
- Repetir el calentamiento por períodos de 30 min, enfriando y pesando, hasta que la diferencia entre los resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no exceda de 0,2 mg.

El contenido de grasa se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$G = \frac{(m2 - m1)}{m(100 - H)} \times 100$$

Siendo:

G = Contenido de grasa, en porcentaje de masa.

m = Masa de la muestra, en g.

m1 = Masa del balón vacío, en g.

m2 = Masa del balón con grasa, en g.

H = Porcentaje de humedad en la muestra.

- **Determinación de fibra: Digestión ácido-alkalina** (Método empleado en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias – ESPOCH)

Se basa en la digestión de la muestra libre de grasa y humedad con una solución ácida y luego con una solución alcalina; se colocan los residuos orgánicos en un crisol filtro. Luego de incinerar la muestra, obtenemos una pérdida de peso que es la fibra cruda. Mediante el procedimiento descrito a continuación:

- Pesar de 1 a 2 g de muestra en un vaso de 600 mL, añadir 200 mL de ácido sulfúrico al 7% y 1 mL de alcohol isoamilico. Digerir durante 30 minutos y agregar 20 ml de hidróxido de sodio al 22%, 1 mL de alcohol isoamilico y digerir por 30 minutos, disminuyendo la temperatura.
- Recoger la fibra en crisoles filtrantes previamente lavados en cuya base se ha depositado una capa de lana de vidrio hasta la mitad del crisol aproximadamente. Se lava con agua desmineralizada caliente, con 100 mL de ácido sulfúrico al 7% y 20 mL de hexano, terminándose los lavados de la fibra con agua.
- Secar en una estufa a 105 °C, durante 8 horas (preferible una noche), retirar en un desecador, enfriar y pesar. Calcinar en una mufla por 4 horas a 600 °C, retirar en un desecador, enfriar y pesar.

Calcular según la ecuación:

$$F_c = \frac{P_{cf} - P_{cc}}{P_m} \times 100$$

Dónde:

F_c = Porcentaje de fibra cruda, en muestra seca y desengrasada.

P_{cf} = Peso del crisol secado a 105 °C

P_{cc} = Peso del crisol después de la incineración

P_m = Peso de la muestra.

- **Determinación de ceniza (NTE INEN 520)**

La determinación de ceniza se base en la calcinación de la muestra en un reverbero y posterior incineración en una mufla a 550 °C, con el objeto de eliminar todo el material orgánico. El material inorgánico restante es la ceniza. Para esto se procede de la siguiente manera:

- La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Calentar el crisol de porcelana vacío en la mufla ajustada a 550 ± 15 °C, durante 30 min. Enfriar en el desecador y pesar con aproximación a 0,1 mg.
- Transferir al crisol y pesar, con aproximación a 0,1 mg, 5 g de la muestra.
- Colocar el crisol con su contenido cerca de la puerta de la mufla abierta y mantenerla allí durante pocos minutos, para evitar pérdidas por proyección de material, lo que podría ocurrir si el crisol se introduce directamente a la mufla.
- Introducir el crisol en la mufla a 550 ± 15 °C hasta obtener cenizas de un color gris claro. No deben fundirse las cenizas.
- Sacar de la mufla el crisol con la muestra, dejar enfriar en el desecador y pesar tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, con aproximación a 0,1 mg.
- Repetir la incineración por períodos de 30 min, enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa.

El contenido de cenizas, en base seca, se calculó mediante la ecuación siguiente:

$$C = \frac{100(m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)}$$

Siendo:

C = Contenido de cenizas, en porcentaje de masa en base seca.

m1 = Masa del crisol vacío, en g.

m2 = Masa del crisol con la muestra, en g.

m3 = Masa del crisol con las cenizas, en g.

H = Porcentaje de humedad en la muestra.

2.3.4. Elaboración de cerveza artesanal

En la figura 2-2, se observa el proceso que se utilizó para la elaboración de las tres formulaciones con el adjunto almidón de oca, las cuales fueron sometidas al análisis sensorial por un grupo de panelistas semi-entrenados, para determinar la formulación de mayor aceptación. Con dicha formulación se realizó la siguiente planificación, elaboración de cerveza artesanal con una sola formulación, con adjuntos y un control (100% malta).

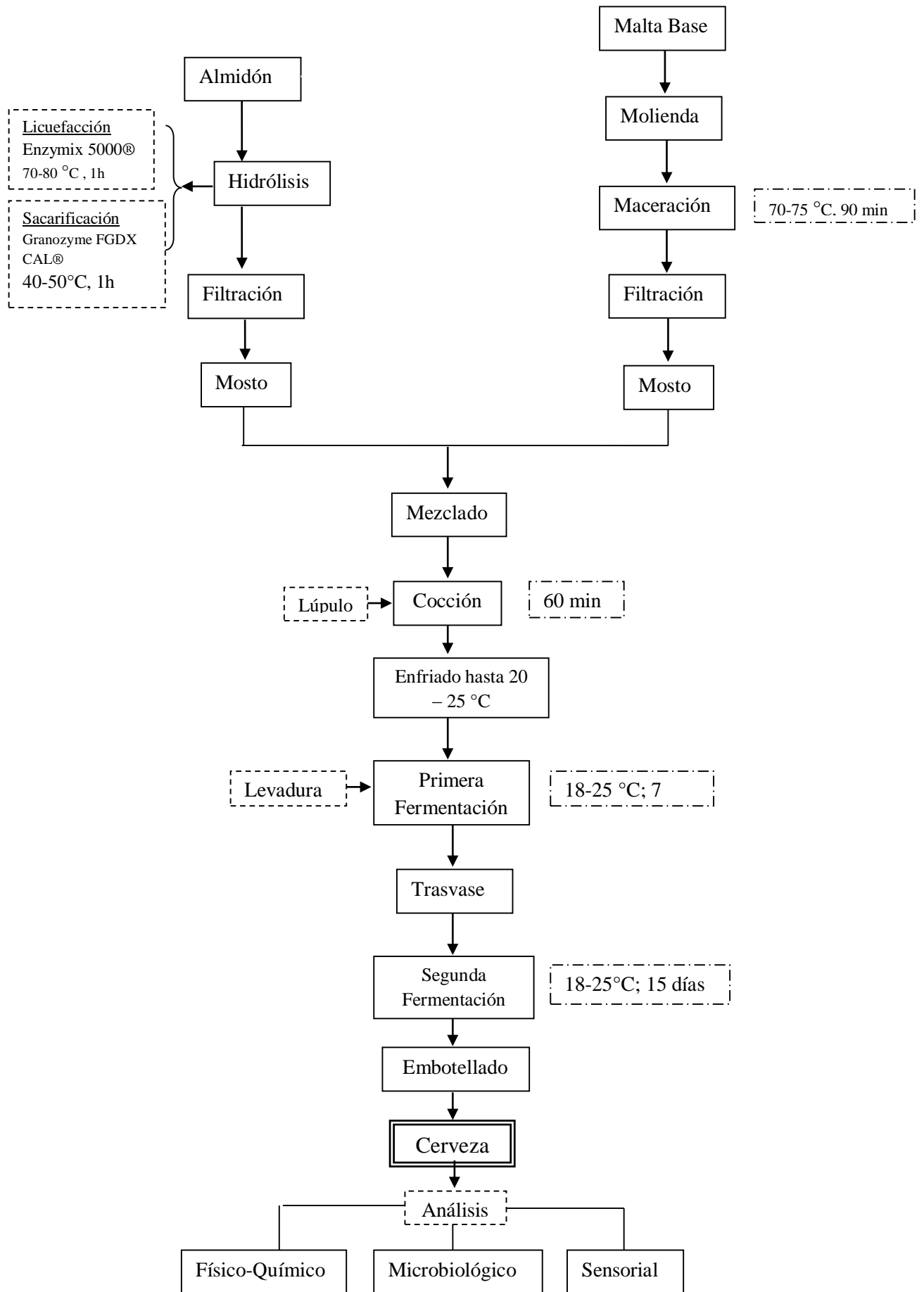


FIGURA N° 2-2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN Y ANÁLISIS DE CERVEZA ARTESANAL

2.3.5. Análisis sensorial para determinar la formulación de mayor aceptación

Se realizó una encuesta de preferencia para determinar la formulación más adecuada entre malta y almidón en las proporciones de 25-75%, 50-50% y 75-25%, respectivamente. Se evaluaron los atributos de apariencia, cuerpo, color, sabor, aroma, amargor, frescura y sabor residual de la bebida, con la finalidad de establecer los criterios de preferencia. El modelo de la encuesta se detalla en el Anexo N° 5.

2.3.6. Análisis físico-químico del producto terminado

- **Determinación de Acidez (NTE INEN 2323)**

La acidez se determina mediante la titulación de un volumen de muestra con una solución alcalina hasta alcanzar el viraje, definido por el cambio de color del indicador. Se expresa en función del ácido representativo. A continuación se describe el protocolo seguido:

- Llevar 250 mL de agua destilada a ebullición en un vaso o erlenmeyer de 500 cm³ y continuar la ebullición durante 2 minutos.
- Añadir 25 cm³ de cerveza desgasificada con pipeta de flujo rápido. Continuar el calentamiento durante un minuto, después de que la pipeta es vaciada. Regular la fuente de calor de tal manera que la ebullición se produzca durante los 30 segundos finales del calentamiento.
- Retirar la fuente de calor, agitar el contenido del recipiente durante 5 segundos y enfriar rápidamente a temperatura ambiente.
- Añadir a la solución fría 0.5 cm³ de la solución indicadora de fenolftaleína y valorar con hidróxido de sodio 0.1 N contra fondo blanco.
- Hacer frecuentes comparaciones de color durante la valoración, con una muestra de igual volumen y dilución, a la cual le ha sido agregada la cantidad aproximada de álcali necesario para la neutralización, pero no conteniendo indicador.
- Continuar la valoración hasta la aparición de un color rosado pálido y leer la escala de la bureta.

- **Determinación de pH (NTE INEN 2325)**

El pH es un índice numérico que se utiliza para expresar la mayor o menor acidez de una solución en función de los iones hidrógeno. Esta lectura está en función de la diferencia de potencial establecida entre un electrodo indicador y un electrodo de referencia, usando como

solución de ajuste de la escala del medidor de pH una solución reguladora del mismo. El protocolo utilizado fue:

- La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 100 cm³ de muestra de cerveza desgasificada.
- Determinar el pH de la cerveza introduciendo los electrodos del medidor de pH en el vaso de precipitación con la muestra. (Cuidando de que no toquen las paredes del recipiente).
- Agitar y leer el valor del pH obtenido a 0.01.

- **Determinación de Densidad Relativa (NTE INEN 349)**

La densidad relativa resulta del cociente entre la densidad de una bebida alcohólica y la densidad del agua destilada, determinadas a la misma temperatura. Se determina a 20°C por relación entre la masa de la muestra analizada y la masa de agua destilada, correspondientes a un mismo volumen y utilizando un picnómetro. El protocolo se describe a continuación:

- La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Lavar el picnómetro con agua destilada y finalmente con etanol.
- Dejar escurrir el picnómetro y secarlo mediante una corriente de aire seco; exteriormente debe secarse con un papel filtro y luego taparlo.
- Pesar el picnómetro limpio y seco con aproximación a 0,1 mg.
- Colocar cuidadosamente la muestra en el picnómetro hasta la marca respectiva, evitando la formación de burbujas de aire y luego taparla.
- Pesar el picnómetro con aproximación a 0,1 mg.
- Vaciar el picnómetro y limpiarlo; secarlo interiormente con una corriente de aire seco y poner agua destilada hasta la marca respectiva, evitando la formación de burbujas de aire. Tapar el picnómetro.
- Pesar el picnómetro con aproximación a 0,1 mg

- **Determinación del Grado alcohólico (NTE INE 340:1994)**

- Efectuar la determinación en la misma muestra preparada por duplicado.
- Colocar la muestra preparada en la probeta perfectamente limpia y seca.
- Limpiar y secar cuidadosamente el alcoholímetro y el termómetro e introducirlos suavemente en la probeta con la muestra, manteniéndolos así durante 10 minutos.
- Agitar ligeramente para igualar la temperatura del sistema y leer la temperatura.

- Dejar en reposo hasta que desaparezcan las burbujas de aire que se forman en el seno del líquido y efectuar la lectura en el alcoholímetro, considerando el nivel real del líquido y no la elevación del menisco, utilizando una lupa si fuera necesario.
- Corregir el grado alcohólico aparente medido a 15 °C, utilizando la tabla 1 (Anexo N° 4).

- **Determinación del contenido de CO₂**

- Conectar uno de los extremos de una manguera a la botella y el otro extremo introducir en un vaso con la solución de Ba (OH)₂ 0,1N.
- Hacer burbujear el gas en la solución.
- Titular con ácido clorhídrico 1N, hasta viraje con fenolftaleína.
- Calcular el contenido de CO₂.

$$mg\ CO_2 = \frac{N \times V \times Pm\ CO_2}{2}$$

Siendo:

N= Normalidad del ácido.

V= Volumen del ácido.

Pm= peso molecular del CO₂.

2.3.7. Análisis microbiológico

- **Recuento de Coliformes totales** (Manual de Prácticas de Microbiología de Alimentos de la Escuela de Bioquímica y Farmacia, Facultad de Ciencias)
 - Al igual que en todo análisis microbiológico se efectúa la preparación de la muestra.
 - Se prepara las diluciones para pipetear 1 mL de cada dilución en las placas de Petri.
 - Agregar de 10 a 15 mL de agar bilis lactosa neutro cristal violeta, fundido a 45°C y dejar solidificar de 5 – 10 minutos.
 - Mezclar el contenido de las placas con movimientos rotativos y dejar secar.
 - Después se adiciona de 3 a 4 mL de medio fundido de modo que se forme una segunda capa de medio de cultivo solidificado.
 - Incubar las placas a una temperatura que oscila entre 35 y 37°C por 24 horas.

Calcular mediante la fórmula siguiente:

$$C = n \cdot f$$

Dónde:

C = Unidades Formadoras de Colonia de coliformes/g.

n = Número de Unidades Formadoras de Colonia contadas en placa de Petri.

f = Factor de dilución.

- **Recuento de mohos y levaduras** (Manual de Prácticas de Microbiología de Alimentos, de la Escuela de Bioquímica y Farmacia, Facultad de Ciencias)

- Añadir a cada placa 20 mL de agar Saboraud modificado fundido y enfriado a 45–50 °C, al que se le ha adicionado previamente el volumen necesario de la solución stock de cloranfenicol para obtener una concentración final de 40 ppm.
- Solución stock de cloranfenicol: disuelva 1 gramo de antibiótico en 100mL de agua destilada estéril, filtre a través de una membrana de 0.45µm.
- Preparar las muestras de la bebida de acuerdo a las diluciones a utilizar.
- Marcar 2 placas por dilución, sembrar en cada una 1 mL de la disolución del respectivo tubo.
- Repetir esta operación con cada dilución hasta llegar a la más concentrada, usar siempre la misma pipeta, pero homogeneizando 3 veces la dilución antes de sembrar cada placa. Sembrar mínimo 3 diluciones.
- Extender las alícuotas de 1 mL sobre la superficie del medio, tan pronto como sea posible. Dejar secar las superficies de las placas 15 minutos.
- Incubarlas en posición normal a 20 – 24 °C durante 3– 5 días. Calcular así:

$$C = n \cdot 10 \cdot f$$

Dónde:

C = Unidades propagadoras de colonias de hongos por mL

n = Número de colonias contadas en la placa

10 = factor para convertir el inóculo a 1mL

f = factor de dilución

2.3.8. Análisis sensorial

La evaluación sensorial se llevó a cabo en un grupo de 25 panelistas. Se asignó un código a cada formulación, para no influir en la decisión de la población. Las muestras se presentaron en vasos transparentes de 30mL a una temperatura ambiente entre 18 y 20 °C. Se evaluaron los atributos

de apariencia, cuerpo, color, sabor, aroma, amargor, frescura y sabor residual de la bebida, con la finalidad de establecer los criterios de preferencia. El modelo de la encuesta se detalla en el Anexo N° 6.

2.3.9. Análisis estadístico

Se empleó el Análisis de Varianza el cual permite determinar la existencia de diferencias significativas entre medias de un grupo poblacional. Mediante el planteamiento de dos hipótesis.

$H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_C$ (Todos las medias son iguales)

$H_1: Al menos una media es diferente$

Esto es, se tratará de contrastar la hipótesis nula de que todas las medias poblacionales son iguales frente a la alternativa de que al menos las medias de dos poblaciones difieren.

Si se rechaza la hipótesis nula de las medias, únicamente concluimos que no todas las medias del grupo son iguales. Sin embargo, es posible que solo algunas medias sean estadísticamente diferentes.

Para esto, utilizamos la técnica de comparaciones múltiples de diferencias significativas mediante intervalos de confianza por el método de Fisher. Se trata de determinar un intervalo de confianza para todas las posibles diferencias de dos en dos entre las medias; cuando un intervalo contenga el valor cero, se concluye que las medias en estudio son significativamente las mismas. En caso contrario serán significativamente diferentes.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Extracción de almidón y análisis

CUADRO N° 3-1. RENDIMIENTO

Tubérculo	Rendimiento (%)
<i>Oxalis tuberosa</i> (Oca)	10,74%
<i>Ipomoea batatas</i> (Camote)	6,26%

FUENTE: GARCÍA K, 2015 ESPOCH

Estas diferencias en la tasa de extracción están determinadas por el contenido intrínseco de almidón en cada especie, el tamaño de tubérculo y el tamaño de los gránulos de almidón; esta última característica parece influir notablemente en el rendimiento, contribuyendo a ello los gránulos de mayor tamaño.

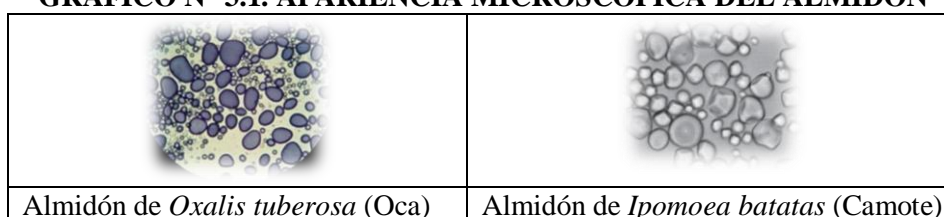
La cantidad de almidón y el tamaño del camote son mayores que la oca, pero sus gránulos son de menor tamaño; sin embargo, se obtuvo mayor rendimiento en la extracción de almidón del camote.

Los datos obtenidos muestran un bajo rendimiento, sin embargo, esto puede optimizarse mediante un control adecuado en cada operación unitaria del proceso de extracción, ya que pueden existir pérdidas de almidón durante estas etapas.

Apariencia microscópica

El almidón se observa al microscopio formado por diminutas estructuras individuales llamadas gránulos. El almidón de oca presenta gránulos ovoidales o elípticos, mientras que el almidón de camote posee gránulos de forma esférica. Todos los gránulos muestran una hendidura que constituye el centro de nucleación alrededor del cual se desarrollan. Como se observa en el gráfico N° 3.1.

GRÁFICO N° 3.1. APARIENCIA MICROSCÓPICA DEL ALMIDÓN



Análisis proximal y pureza del almidón

CUADRO N° 3-2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS PROXIMAL

ANÁLISIS	VALORES (%) Almidón de <i>Oxalis tuberosa</i> (oca)	VALORES (%) Almidón de <i>Ipomoea batatas</i> (camote)
Humedad	6,0	7,28
Proteína Ω	2,11	1,12
Grasa Ω	0,00	0,12
Fibra Ω	2,30	0,98
Cenizas Ω	0,72	0,76

REALIZADO POR: GARCÍA K, 2015 ESPOCH

Ω : ensayo realizado en base seca

Para la determinación de la pureza se debe considerar la presencia de otros constituyentes que se encuentran formando parte del producto final, por lo cual fue necesario determinar la composición proximal de los almidones obtenidos.

CUADRO N° 3-3. PUREZA DEL ALMIDÓN

Almidón	Pureza
<i>Oxalis tuberosa</i> (oca)	94,87 %
<i>Ipomoea batatas</i> (camote)	97,02 %

REALIZADO POR: GARCÍA K, 2015 ESPOCH

El almidón de oca presenta una pureza de 94,87% debido a su contenido de fibra, ya que la eliminación de la cubierta no fue total. Mientras que el almidón de camote muestra un 97,02% de pureza. La pureza del almidón es necesaria para obtener mayor cantidad de azúcares fermentables mediante hidrólisis, necesarios para dar lugar a la producción de alcohol. Hernández L., et al. (2004) aislaron almidón de oca, obteniendo un 90,5 % de pureza, lo cual concuerda con el dato obtenido.

3.2. Análisis físico-químico de la cerveza

Para el análisis estadístico de los datos se empleó el Análisis de Varianza y el método de Fisher con el programa estadístico Minitab 15. El método de Fisher permite determinar diferencias significativas entre dos formulaciones mediante intervalos de confianza.

Se valoraron dos formulaciones A y B y un control XC. En el cuadro N° 3-4 se muestran los valores de pH, acidez, densidad, grado alcohólico y contenido de CO₂.

CUADRO N° 3-4. RESULTADOS DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

	FORMULACIONES		CONTROL	Cerveza Comercial	NTE INEN 2262
	A	B	XC		
pH	3,89 ± 0,082 _a	4,06 ± 0,067 _{bc}	4,48 ± 0,010 _d	4,15 ± 0,005 _{cd}	3,5-4,8
Acidez (% de ácido láctico)	0,27 ± 0,021 _d	0,22 ± 0,011 _c	0,13 ± 0,013 _a	0,21 ± 0,005 _b	Máx. 0,3
Densidad g/cm³	1,006 ± 0,003 _a	1,006±0,004 _a	1,020±0,002 _b	1,006 ± 0,001 _a	-----
Grado alcohólico (%)	3,7 ± 0,416 _b	3,7 ± 0,529 _b	2,2 ± 0,100 _a	3,7 ± 0,001 _c	1,0 – 10,0
Contenido de CO₂ (mg)	242,02±0,002 _a	242,08±0,003 _a	242,06±0,001 _a	398,06 ± 0,001 _b	-----

Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,05)

A: 50-50%, entre malta y almidón de oca.

B: 50-50%, entre malta y almidón de camote.

XC: 100% malta

Análisis de pH y acidez

Existe diferencia significativa entre la formulación A, el control XC y la cerveza comercial. Sin embargo, todos los valores se ubican dentro del intervalo de pH (3,5-4,8) y acidez (máximo 0,3% de ácido láctico) indicados en la NTE INEN 2262. El valor más alto de pH corresponde al control XC (4,48), la cerveza comercial presenta un valor de 4,15, mientras que las formulaciones con almidón presentan valores menores: A (3,89) y B (4,06), esto se debe a la incorporación de ácido cítrico en la etapa de hidrólisis del almidón, necesario para crear condiciones adecuadas para la actividad enzimática.

Según Kretzschmar H. (2001), 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 organolépticas desagradables. Por lo tanto, todas las formulaciones y los controles presentan un valor de acidez, el porcentaje más alto pertenece a la formulación A y el menor al control. La formulación B y la cerveza comercial muestran significativamente la misma cantidad de pH y acidez.

Análisis de grado alcohólico y densidad

Las formulaciones A y B presenta un valor de densidad de 1,006 g/cm³; no existe diferencia significativa entre las mismas y con la cerveza comercial, mientras que presentan diferencia significativa con el control XC con un valor de densidad de 1,020 g/cm³. Sanlate, J. (2010),

obtuvo valores de densidad entre 1,010-1,012 g/cm³; lo cual coincide con las formulaciones A y B.

Este parámetro tiene una estrecha relación con el grado de alcohol, así, para las formulaciones A y B el valor es de 3,7%, no presentan diferencia significativa entre las mismas y con respecto a la cerveza comercial; pero si con el control que presenta un valor de 2,2%. Los valores obtenidos están dentro del rango señalado en la NTE INEN 2262 (1-10%). Sin embargo, el grado alcohólico de una cerveza rubia está dentro de 4,5 a 5%, según la Sociedad Ecuatoriana de Cerveceros Artesanales.

Análisis del contenido de CO₂

No existe diferencia significativa entre las formulaciones A y B y el control XC; ya que a todas se adicionó la misma cantidad de azúcar necesario para la producción de CO₂ durante la segunda fermentación.

3.3. Análisis microbiológico de la cerveza

CUADRO N° 3-5. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Microorganismo	FORMULACIONES		CONTROL	CERVEZA COMERCIAL	NTE INEN 2262
	A	B	XC		
Mohos y levaduras (log UFC/mL)	4,16 ± 0,077b	4,15 ± 0,066b	4,22 ± 0,072c	3,30 ± 0,011a	Máx. 4
Coliformes Totales (log UFC/mL)	0	0	0	0	0
<i>Escherichia coli</i> (log UFC/mL)	0	0	0	0	0

REALIZADO POR: GARCÍA K, 2015 ESPOCH

A: 50-50%, entre malta y almidón de oca.

B: 50-50%, entre malta y almidón de camote.

XC: 100% malta

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 el cuadro N° 3-5, se observan los resultados de las tres formulaciones. Estos valores sobrepasan los indicados en la NTE INEN 2262 para mohos y levaduras, ya que las bebidas no fueron pasteurizadas. Sin embargo, no son valores muy elevados y se deben a la proliferación de levaduras durante la maduración de la cerveza.

3.4. Análisis sensorial de la cerveza

Para determinar la aceptabilidad de Las formulaciones, se tabularon los resultados de las encuestas aplicadas a los panelistas no entrenados. En el cuadro N° 3-6 se observan los resultados de la prueba de degustación. Para establecer la formulación con mayor aceptación se consideró la sumatoria de la repuestas me gusta mucho y me gusta previa multiplicación por los factores 2 y 1 respectivamente; se debe señalar que las respuestas no me gusta ni me disgusta, me desagrada y me desagrada mucho se multiplicó por los factores 0, -1 y -2. Los resultados muestran que la cerveza artesanal comercial tuvo mayor aceptación, las formulaciones A y B presentaron una aceptación intermedia y similar entre los dos. Mientras que el control tuvo la menor aceptación.

Los parámetros mejor calificados fueron la apariencia, cuerpo, color, aroma y sabor para las dos formulaciones y la cerveza comercial; mientras que el amargor y el sabor residual fueron menos valorados. Para el control, todos los parámetros tienen una baja valoración.

CUADRO N° 3-6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL

PARÁMETROS	FORMULACIONES		CONTROL	CERVEZA COMERCIAL
	A	B	XC	
Apariencia	25	26	19	30
Cuerpo	24	25	15	23
Color	27	26	17	33
Aroma	29	23	19	33
Sabor	17	25	13	29
Amargor	10	14	10	27
Sabor residual	14	16	9	22
TOTAL	146	155	102	197

REALIZADO POR: GARCÍA K. 2015 ESPOCH

A: 50-50%, entre malta y almidón de oca.

B: 50-50%, entre malta y almidón de camote.

XC: 100% malta

CONCLUSIONES

- Se extrajo el almidón de dos tubérculos andinos, con un rendimiento de 6,26% para la oca; y 10,74% para el camote y un porcentaje de pureza elevado (oca = 94,87 %; camote = 97,02 %).
- Se realizaron tres formulaciones (25-75%; 50-50%; 75-25%) entre malta y almidón del tubérculo respectivamente. Mediante el análisis sensorial, se determinó que la formulación de mayor aceptación es la de (50-50%).
- Se analizaron los parámetros de calidad durante el procesamiento de la cerveza artesanal. Entre ellos, la densidad, pH, temperatura, azúcares reductores.
- Se elaboró cerveza artesanal utilizando la formulación elegida (50-50%) entre malta y almidón del tubérculo respectivamente. Obteniendo 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.
- El almidón de los tubérculos utilizados, resultó ser útil como adjunto, dando lugar a una bebida con características semejantes a la variedad comercial.

RECOMENDACIONES

- Difundir la investigación desarrollada, para que los productores artesanales utilicen estos adjuntos como parte de los ingredientes, bajo las proporciones y parámetros establecidos.
- Impulsar la investigación de productos autóctonos con un buen contenido de almidón, para ser incorporados como adjuntos en el procesamiento de la cerveza artesanal.
- Desarrollar un proceso para aprovechar los residuos de la elaboración de cerveza ya que tratados convenientemente, pueden ser reutilizados en procesos posteriores.
- Realizar las pruebas de degustación con panelistas entrenados, para obtener una evaluación con mayor detalla de las características de la cerveza artesanal con adjuntos. La aplicación de panelistas no capacitados puede ser un factor que influye en la menor aceptabilidad de las cervezas elaboradas.
- Realizar la pasteurización adecuada de los productos elaborados artesanalmente, para evitar su contaminación y aumentar su tiempo de vida útil.

BIBLIOGRAFIA

BARRERA, V. Raíces y Tubérculos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. Quito-Ecuador. 2004, pp. 34, 38

CARBONELL, M. Aguardientes, licores y aperitivos, su fabricación actual. Barcelona-España. Sintesis. 1995, pp. 99-100; 249,250

CASTAÑO, H., & MEJÍA, C. Producción de etanol a partir de almidón de yuca utilizando la estrategia de proceso Sacarificación- Fermentación simultáneas (SSF). Revista VITAE. Volumen 15. Número 2. 2008. Medellín-Colombia, pp. 252

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169815391012>

2015-01-26

CONTRERAS, R., et. al. Desarrollo y comercialización de la cerveza orgánica de sabores tropicales jungle en la ciudad de Guayaquil para el año 2009. Guayaquil-Ecuador. 2009, pp. 35

<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/10666>

2015-02-14

VALENZUELA, R. Elaboración artesanal de cerveza orgánica de quínoa. (Tesis). Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Escuela de Ingeniería en Alimentos. Chile. 2007, pp. 35

http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2007/valenzuela_r/html/index-frames.html

2015-01-02

CARVAJAL, L., & INSUASTI, M. Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (*Hordeum vulgare*) y yuca (*Manihot Esculenta Crantz*). (Tesis). Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra – Ecuador. 2010, pp. 7, 10, 18

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/642/1/03%20AGI%20256%20TESIS.pdf>

2014-12-21

ESTRADA, J. Haciendo Historia. Guayaquil-Ecuador. Poligráfica. 2005, pp. 10-11

FAIRLIE, T., et. al. Raíces y Tubérculos Andinos, avances de investigación. Lima-Perú. 1999, pp. 86

GAMAZO, C., et. al. Microbiología basada en la Experimentación. España. Elsevier. 2013, pp. 180

<https://books.google.com.ec/books?id=KoGik0S4jVQC&pg=PA180&dq=Microbiolog%C3%ADa+basada+en+la+Experimentaci%C3%B3n+lupulo&hl=es&sa=X&ei=1qwTVf-wMsLeoASy9IJo&ved=0CBsQ6AEwAA#v=onepage&q=Microbiolog%C3%ADa%20basada%20en%20la%20Experimentaci%C3%B3n%20lupulo&f=false>

GONZÁLEZ, J., et. al. Perspectivas de nuevos productos a base de amaranto: Cerveza Artesanal de Amaranto. Revista Académica de Investigación. 2013. España, pp. 183-185

<http://78.46.60.201/rev/tlatemoani/14/cerveza-artesanal-amaranto.pdf>
2015-01-21

HUAMÁN, Z. Botanica Sistemática y Morfología de la planta de Batata o Camote. Lima-Perú. CIP. 1992, pp. 10

http://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/botanica_camote.pdf
2015-02-25

KRETZSCHMAR, H. Levaduras y alcoholes y otros productos de la fermentación. Barcelona-España. Reverté. 1998, pp. 9

LEÓN, J. Botánica de Cultivo Tropicales. San José-Costa Rica. Agroamérica. 2000, pp. 110

LOEBESTEIN, G. The Sweetpotato. Estados Unidos. Springer. 2009, pp. 68, 70

OKAFOR, N. Modern Industrial Microbiology and Biotechnology. Estados Unidos. Science Publishers. 2007, pp. 237- 239

RAYMOND, K., et. al. Enciclopedia de Tecnología Química. México. Hispano Americana. 2003, pp. 367-369; 381

VAN, P. Food Science and Technology. Gante-Bélgica. Linne Bie & Co. 2005, pp. 103-105

VICENT, M., et. al. Química Industrial Orgánica. Valencia-España. UPV. 2006, pp. 50

VILLACRES, E. La cebada un cereal nutritivo. Quito-Ecuador. Grafistas. 2008, pp. 3

<https://books.google.com.ec/books?id=YG4zAQAAIAAJ&printsec=frontcover&dq=La+cebada+un+cereal+nutritivo&hl=es&sa=X&ei=7qoTVcKdLZTjoASwmYHYBA&ved=0CBsQ6AEwAA#v=onepage&q=La%20cebada%20un%20cereal%20nutritivo&f=false>

2015-01-21

ANEXOS

Anexo A: NTE INEN 2262



NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN 2262
Primera revisión
2013-11

BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS

ALCOHOLIC BEVERAGES. LIQUORS. REQUIREMENTS

Correspondencia:

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS	NTE INEN 2282:2013 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, glucanasas, celulasas y proteasas.

3.3.3 Se puede utilizar colorantes naturales provenientes de la caramelización de azúcares o de cebadas maltadas 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 polipirrolidona).

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 (rublas 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
		MINIMO	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".

ANEXO B. FICHA TÉCNICA DE LA ENZIMA ALFA-AMILASA (ENZYMIX 5000®)

Nutrición y Biotecnología para la Salud

FICHA TÉCNICA

GRANOTEC

GRANOZYME

Febrero 2015

Producto	ENZYMIX 5000 Enzima Alfa Amilasa Fungal
Descripción	Polvo de color crema de libre fluidez.
Composición	Enzima Alfa amilasa fungal producida a partir de una cepa seleccionada de <i>Aspergillus Oryzae</i> purificada, estandarizada con almidón, harina de trigo y fosfato tricálcico como excipientes.
Especificaciones	Actividad Enzimática 5000 SKB / g Mínimo Humedad máximo 10% ph 6.5 – 9.5 Requisitos Microbiológicos: *Aerobios y Mesófilos Max. 1×10^5 UFC/g *Levaduras y Mohos Max. 5×10^2 UP/g *Contaje de Coliformes Max. 1×10^2 UFC/g * Requisitos Microbiológicos establecidos según Norma INEN 616:2006 para Harina de Trigo. Contenido de metales pesados: < 10 ppm según la normativa para aditivos del Food Chemical Codex. Aflatoxinas : < 5 ppb (única fuente posible Harina de Trigo), no existe norma de Referencia, excepto aquella que aplica en productos terminados como pan hasta 50 ppb según el Food Chemical Codex 4th. Edition, y a tal concentración no causa daño al ser humano.
Aplicación	Mejora la harina de panificación cuando esta tiene un bajo contenido en Alfa Amilasa.
Dosificación recomendada	1 – 8 gr. por cada 50 Kg. de harina. La dosificación óptima debe determinarse en rangos de panificación.
Beneficios	<ul style="list-style-type: none">▪ Hidroliza los enlaces alfa 1-4 de la cadena de almidón produciendo maltosas y dextrinas, que permiten a la levadura una mayor producción de CO₂ y por lo tanto un mejor volumen de pan.▪ Mejora el color de la corteza del pan▪ Obtención de panes con textura de miga de porosidad fina.



Granotec Ecuador
Via a Daule, Km. 10.5
Lot. Expogranos Mz. 16 Solar 4,
Guayaquil - Ecuador

PBX: 04 370 5555 FAX ext. 127
correo@granotec.com.ec
www.granotec.com

Transferencia
Tecnológica
Capacitación

Innovación
Investigación
y Desarrollo

Nutrientes e
Ingredientes
Productos

Garantía
Calidad y
Compromiso



Condiciones de almacenamiento	Según la temperatura y humedad, las enzimas pierden gradualmente su actividad. Se recomienda almacenar el producto en lugar seco y fresco a menos de 25 ° C en recipientes cerrados. Su actividad se mantiene estable hasta por 12 meses si se almacena a 5 ° C.
Presentación	Funda de polietileno 25 Kg.
Seguridad	Se deben utilizar medidas protectoras sobre el aparato respiratorio. Tras un contacto prolongado, algunas enzimas pueden irritar la piel, los ojos y las mucosas.
Vida útil	12 meses



Granotec Ecuador
 Vía a Daule, Km. 10.5
 Lot. Expogranos Mz. 16 Solar 4,
 Guayaquil - Ecuador

PBX: 04 370 5555 FAX ext. 127
 correo@granotec.com.ec
 www.granotec.com

Transferencia
 Tecnológica
 Capacitación

Innovación
 Investigación
 y Desarrollo

Nutrientes e
 Ingredientes
 Productos

Garantía
 Calidad y
 Compromiso



ANEXO C. FICHA TÉCNICA DE LA ENZIMA GLUCOAMILASA (GRANOZYME FGDX CAL®)

Nutrición y Biotecnología para la Salud

GRANOTEC

FICHA TECNICA

GRANOZYME

ENERO 2013

Producto	Granozyme FGDX CAL
Descripción	Producto líquido de color café con olor característico.
Composición	Granozyme FGDX CAL es un glucoamilasa concentrada (amiloglucosidasa), producida por la fermentación controlada de una cepa seleccionada del microorganismo <i>A. niger</i> .
Especificaciones	Granozyme FGDX CAL tiene una actividad glucoamilasa mínima de 400 GAU/g. El producto cumple con las especificaciones recomendadas de la FAO / OMS, JECFA y la Food Chemicals Codex(FCC) de grado alimenticio para enzimas. El recuento total viables esta dentro del límite superior de 5×10^4 / g. Peso Especifico 1.1-1.2 g/ml.
Aplicación	Puede ser usada en las siguientes condiciones de proceso: ph valor óptimo de 3,6 –5,0 en un rango de 3,0 a 6,0 y Temperatura óptima de 55-a 60 °C en un rango de 40 a 65 °C. Actúa en la degradación de almidón e hidrólisis de exo-amilasa a - 1,4 y a - 1,6 de los enlaces glucosídicos durante la liberación de las moléculas de glucosa en la reducción final del almidón licuado. EN PROCESOS DE HIDRÓLISIS DE ALMIDON en general para la producción de glucosa y otros siropes que contenga en su proceso almidones y dextrosas. Aplicada conjuntamente con Granozyme PTE posee un efecto de hidrólisis en los almidones que evita que el producto se una entre si. DESTILACION se usa en la destilación de cereales y puré de patata los cuales han sido licuados por el uso de alfa amilasa que contiene dextrosa los cuales son hidrolizados la enzima y azucares. PRODUCCION DE JUGO DE FRUTAS se utiliza en la degradación del almidón en los zumos de fruta , para evitar turbidez en los jugos clarificados de manzana y concentrado de pera. CERVECERIA reduce el nivel de hidratos de carbono en las fases de fermentación final de la cerveza.



Granotec Ecuador
Av. Juan Tarso Maza 1914-5
Carr. Comercial Flea Sal Bata,
Calle 10 y 20 Guayaquil - Ecuador

FONO: +593 4 2380 800 Fax: 423 100
comunicacion@granotec.com.ec
www.granotec.com

Transferencia
Tecnológica
Capacitación

Innovación
Investigación
y Desarrollo

Nutrientes a
Ingredientes
Productos

Garantía
Calidad y
Comercio



FICHA TECNICA

GRANOZYME

Dosificación

La dosis de uso depende de los parámetros de procesamiento, el tiempo, la temperatura y el pH de reacción, así como el contenido de almidón en los productos que se aplique y el grado de hidrólisis deseado.

Ejemplos:

HIDRÓLISIS DEL ALMIDÓN : La dosis depende de los siguientes parámetros : temperatura , tiempo de reacción , ph y grado de hidrólisis deseado. La dosis óptima debe ser determinada en ensayos de laboratorio.

PRODUCCION DE JUGOS DE FRUTAS: En la producción de jugos de frutas la dosis es de 15 a 30 g/100 l de jugo , dependiendo del contenido de almidón de la fruta.

DESTILACION

La dosis depende del tiempo de adición de la enzima y del tiempo de fermentación

Temperatura de Adición	Tiempo de Fermentación		
	2 DIA	3 DIA	4 DIA
50-55 °C	650-700 ml	550-600 ml	550 ml
30°C	750-800 ml	600-650 ml	650 ml

CERVECERIA En los procesos de obtención de cerveza de 1,5 a 2,5 Kg. por tonelada de materia prima y durante la fermentación la dosis es de 3 a 5 ml / por hectolitro de cerveza.

Condiciones de Almacenamiento

Se puede almacenar en condiciones frescas y secas 6 a 10 °C en embalaje original durante 36 meses.

Presentación

Bidones de 25 kilos.

Seguridad

Evitar la inhalación repetida de la enzima puede causar reacciones alérgicas en individuos sensibles.

Vida útil

36 meses en las condiciones ya indicadas.



Granotec Ecuador
Av. José Fajardo Marín, Km. 4.5
Centro Comercial Plaza del Bello,
Luzern 10 y 26, Guayaquil - Ecuador

PSB: +593 4 220 800 Fax: ext. 103
coners@granotec.com.ec
www.granotec.com

Transferencia
Tecnológica
Capacitación

Innovación
Investigación
y Desarrollo

Nutrientes e
Ingredientes
Productos

Garantía
Calidad y
Comunicación



ANEXO D. TABLAS PARA CORREGIR EL GRADO ALCOHOLICO MEDIDO A 15°C

**TABLA 1. Corrección del grado alcohólico medido para referirlo a 15°C
Grado aparente señalado por el alcoholómetro**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Grado real a la temperatura normal																									
10°	1,4	2,4	3,4	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,6	11,7	12,7	13,8	14,9	16,0	17,0	18,1	19,2	20,2	21,3	22,4	23,5	24,6	25,7	26,8
11°	1,3	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,4	10,5	11,6	12,6	13,6	14,7	15,8	16,8	17,9	19,0	20,0	21,0	22,1	23,2	24,3	25,4	26,5
12°	1,2	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,4	11,5	12,5	13,5	14,6	15,6	16,6	17,6	18,7	19,7	20,7	21,8	22,9	24,0	25,1	26,1
13°	1,2	2,2	3,2	4,2	5,2	6,2	7,2	8,2	9,2	10,3	11,4	12,4	13,4	14,4	15,4	16,4	17,4	18,5	19,5	20,5	21,5	22,6	23,6	24,7	25,7
14°	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1	9,1	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2	16,2	17,2	18,2	19,2	20,2	21,2	22,3	23,3	24,3	25,3
15°	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
16°	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	7,9	8,9	9,9	10,9	11,9	12,9	13,9	14,9	15,9	16,8	17,8	18,7	19,7	20,7	21,7	22,7	23,7	24,7
17°	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,8	9,8	10,8	11,7	12,7	13,7	14,7	15,6	16,6	17,5	18,4	19,4	20,4	21,4	22,4	23,4	24,4
18°	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,7	10,7	11,6	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,3	18,2	19,1	20,1	21,1	22,0	23,0	24,0
19°	0,6	1,6	2,6	3,6	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,4	12,4	13,3	14,3	15,2	16,1	17,0	17,9	18,8	19,8	20,8	21,7	22,7	23,6
20°	0,5	1,5	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,3	8,3	9,3	10,3	11,2	12,2	13,1	14,0	14,8	15,8	16,7	17,6	18,5	19,5	20,5	21,4	22,4	23,3
21°	0,4	1,4	2,3	3,3	4,3	5,2	6,2	7,1	8,1	9,1	10,1	11,0	11,9	12,8	13,7	14,6	15,5	16,4	17,3	18,2	19,1	20,1	21,1	22,1	23,0
22°	0,3	1,3	2,2	3,2	4,1	5,1	6,1	7,0	7,9	8,9	9,9	10,8	11,7	12,6	13,5	14,4	15,3	16,2	17,0	17,9	18,8	19,8	20,7	21,7	22,6
23°	0,1	1,1	2,1	3,1	4,0	4,9	5,9	6,8	7,8	8,7	9,7	10,6	11,5	12,4	13,3	14,1	15,0	15,9	16,7	17,6	18,5	19,5	20,4	21,4	22,3
24°		1,0	1,9	2,9	3,8	4,8	5,8	6,7	7,6	8,5	9,5	10,4	11,3	12,2	13,1	13,9	14,8	15,7	16,5	17,4	18,3	19,2	20,1	21,1	21,9
25°		0,8	1,7	2,7	3,6	4,6	5,5	6,5	7,4	8,3	9,3	10,2	11,1	12,0	12,8	13,6	14,5	15,4	16,2	17,1	18,0	18,9	19,8	20,7	21,6

Grado aparente señalado por el alcoholómetro

	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Grado real a la temperatura normal																									
10°	27,9	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	46,9	47,9	48,9	49,9	50,9	51,8
11°	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,6	34,6	35,6	36,6	37,6	38,6	39,6	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,6	46,6	47,6	48,6	49,5	50,5	51,5
12°	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,2	48,2	49,2	50,2	51,1
13°	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8	33,8	34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,8	46,8	47,8	48,8	49,8	50,8
14°	26,4	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4	44,4	45,4	46,4	47,4	48,4	49,4	50,4
15°	26,0	27,0	28,0	29,9	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0
16°	25,7	26,6	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6	32,5	33,5	34,5	35,5	36,5	37,5	38,5	39,5	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,6	46,6	47,6	48,6	49,6
17°	25,4	26,3	27,3	28,2	29,2	30,2	31,2	32,1	33,1	34,1	35,1	36,1	37,1	38,1	39,1	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,2	48,3	49,3
18°	25,0	25,9	26,9	27,8	28,8	29,8	30,8	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7	37,7	38,7	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,9	45,9	46,9	47,9	48,9
19°	24,6	25,6	26,5	27,4	28,4	29,4	30,4	31,3	32,3	33,3	34,3	35,3	36,3	37,3	38,3	39,4	40,4	41,4	42,5	43,5	44,5	45,5	46,5	47,5	48,5
20°	24,3	25,2	26,2	27,1	28,0	29,0	30,0	30,9	31,9	32,9	33,9	34,9	35,9	36,9	37,9	39,0	40,0	41,0	42,1	43,1	44,1	45,1	46,1	47,2	48,2
21°	23,9	24,8	25,8	26,7	27,6	28,6	29,6	30,5	31,5	32,5	33,5	34,5	35,5	36,5	37,5	38,6	39,6	40,6	41,7	42,7	43,7	44,8	45,8	46,8	47,8
22°	23,6	24,4	25,4	26,3	27,2	28,2	29,2	30,1	31,1	32,1	33,1	34,1	35,1	36,1	37,1	38,2	39,2	40,2	41,3	42,3	43,3	44,3	45,3	46,4	47,4
23°	23,2	24,1	25,0	25,9	26,8	27,8	28,8	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7	37,8	38,8	39,8	40,9	41,9	42,9	43,9	44,9	46,0	47,0
24°	22,8	23,7	24,6	25,5	26,4	27,4	28,4	29,3	30,3	31,3	32,3	33,3	34,3	35,3	36,3	37,4	38,4	39,4	40,5	41,5	42,5	43,6	44,6	45,6	46,6
25°	22,5	23,3	24,3	25,2	26,1	27,0	28,0	28,9	29,9	30,9	31,9	32,9	33,9	34,9	35,9	37,0	38,0	39,0	40,1	41,1	42,2	43,2	44,2	45,2	46,3

**ANEXO E. TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD DE LOS
ENSAYOS PRELIMINARES**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
TRABAJO DE TITULACIÓN**



❖ **Solicitamos su colaboración para definir el prototipo más adecuado de cerveza artesanal de acuerdo a su apreciación.**

PRUEBA DE PREFERENCIA

Instrucciones a seguir:

- Por favor coloque la fecha.
- Se le presentarán tres muestras de cerveza artesanal con un código cada una y un vaso con agua, galletas y un pedazo de manzana.
- Antes de realizar las pruebas sensoriales por favor limpie su paladar con galletas o manzana y agua.
- Limpie su paladar antes y después de cada muestra.
- Por favor marque con una X en la muestra que prefiera de acuerdo a cada parámetro evaluado

Nota: Si tiene alguna pregunta, por favor indicarla.

Fecha: _____

PARÁMETRO EVALUADO	Muestra	Muestra	Muestra
<i>Apariencia</i>			
<i>Cuerpo</i>			
<i>Color</i>			
<i>Aroma</i>			
<i>Sabor</i>			
<i>Amargor</i>			
<i>Frescura</i>			
<i>Sabor residual</i>			

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

**ANEXO F. TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD DEL
PRODUCTO FINAL**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
TRABAJO DE TITULACIÓN**



**EVALUACIÓN SENSORIAL CORRESPONDIENTE AL PROYECTO DE TESIS:
ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A PARTIR DE ALMIDÓN EXTRAÍDO
DE TUBÉRCULOS ANDINOS**

Tipo: Valoración

Fecha: _____

Método: Escala hedónica verbal

❖ **Solicitamos su colaboración para determinar la aceptación de las formulaciones de cerveza artesanal.**

Instrucciones a seguir:

- Por favor coloque la fecha.
- Se le presentarán cuatro muestras de cerveza artesanal con códigos diferentes, un vaso con agua, galletas soda y un pedazo de manzana.
- Antes de realizar las pruebas sensoriales por favor limpie su paladar y entre cada muestra.
- Marque con una "X" el cuadrado correspondiente a su evaluación de la muestra para cada parámetro.
- **Nota:** Si tiene alguna pregunta, por favor indicarla.

CÓDIGO _____

PARÁMETROS EVALUADOS					
	Me gusta mucho	Me gusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me desagrada	Me desagrada mucho
<i>Apariencia</i>					
<i>Cuerpo</i>					
<i>Color</i>					
<i>Aroma</i>					
<i>Sabor</i>					
<i>Amargor</i>					
<i>Sabor residual</i>					

CÓDIGO _____

PARÁMETROS EVALUADOS					
	Me gusta mucho	Me gusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me desagrada	Me desagrada mucho
<i>Apariencia</i>					
<i>Cuerpo</i>					
<i>Color</i>					
<i>Aroma</i>					
<i>Sabor</i>					
<i>Amargor</i>					
<i>Sabor residual</i>					

CÓDIGO _____

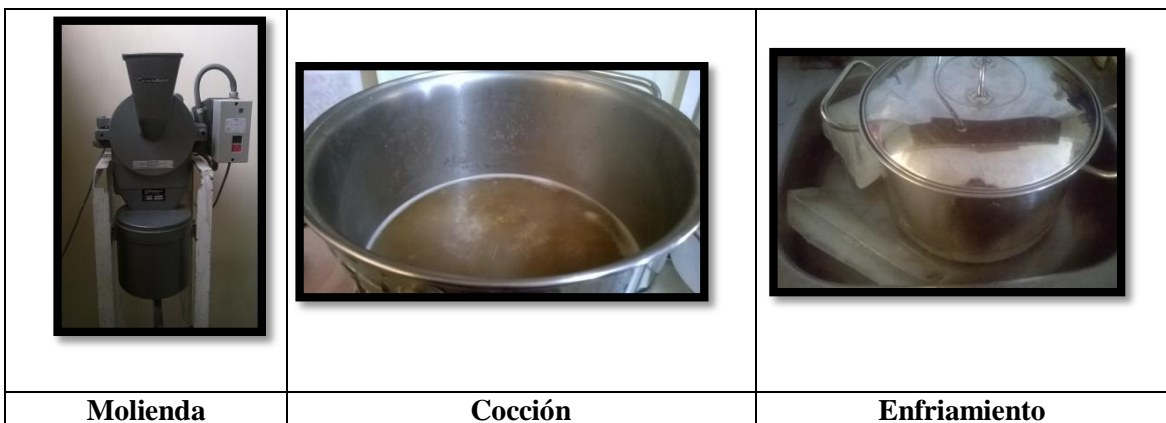
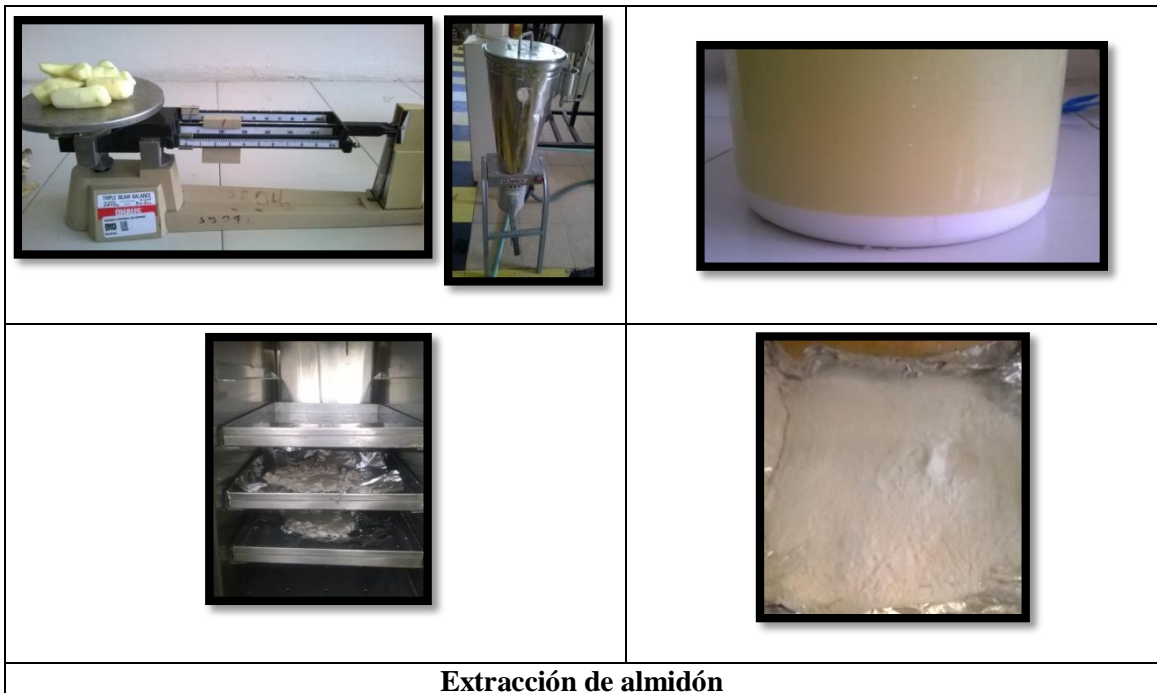
PARÁMETROS EVALUADOS					
	Me gusta mucho	Me gusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me desagrada	Me desagrada mucho
<i>Apariencia</i>					
<i>Cuerpo</i>					
<i>Color</i>					
<i>Aroma</i>					
<i>Sabor</i>					
<i>Amargor</i>					
<i>Sabor residual</i>					

CÓDIGO _____

PARÁMETROS EVALUADOS					
	Me gusta mucho	Me gusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me desagrada	Me desagrada mucho
<i>Apariencia</i>					
<i>Cuerpo</i>					
<i>Color</i>					
<i>Aroma</i>					
<i>Sabor</i>					
<i>Amargor</i>					
<i>Sabor residual</i>					

Observaciones

ANEXO G. EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS





Fermentación



Embotellado



Análisis sensorial