



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS



Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA

Elaboración de cerveza en base de harina de residuos agroindustriales de cacao

Trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención de título de Ingeniero Bioquímico, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Franco Michael Torres Guncay

Tutor: PhD. David Andrés Terán Mera

Ambato - Ecuador

Enero - 2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

PhD. David Andrés Terán Mera

CERTIFICA

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 21 de diciembre del 2020

.....

PhD. David Andrés Terán Mera

C.I. 1716569726

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Franco Michael Torres Guncay, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero Bioquímico, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas.



.....
Franco Michael Torres Guncay

C.I. 0704504141

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

.....

Presidente del Tribunal

.....

Msc. Danae Fernández Rivero

C.I. 1757181209

.....

PhD. William Ricardo Calero Cáceres

C.I. 1714348859

Ambato, 11 de Enero de 2021.

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



.....

Franco Michael Torres Guncay

C.I. 0704504141

AUTOR

DEDICATORIA

A mis padres, Marcela, Franco y Roberto, quienes siempre me han apoyado e inculcado buenos valores para formarme como persona, son mi motivación para seguir adelante cada día, este logro es suyo por todo el esfuerzo puesto para que pueda alcanzar esta meta.

A mis hermanos mayores por todos sus consejos, a mis hermanos menores y sobrino que se encuentran cursando su vida estudiantil, poder servir de modelo y apoyarlos para que cada uno de ellos luche por alcanzar cada meta que se planteen durante su vida.

A mis amigos con los que he compartido esta etapa universitaria y por las enseñanzas brindadas, en especial a Cynthia C. quien ha sido un pilar fundamental en mi formación profesional motivándome y ayudándome para poder alcanzar mis sueños.

A mis amigos que han partido sin poder culminar sus sueños, este logro también es suyo, en mi memoria siempre estarán los recuerdos que compartimos juntos.

Franco Torres

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la fortaleza para no rendirme y cada bendición percibida.

A cada integrante de mi familia por todo el apoyo brindado día a día, quienes son el motivo de todo mi esfuerzo y dedicación.

A la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, a sus docentes y ayudantes de laboratorio por la formación brindada durante estos años, en especial al Dr Carlos R.(+).

A mi tutor PhD. David Terán por su tiempo, sinceridad y conocimientos compartidos para la culminación de mi trabajo de Titulación y formación profesional. Gracias por sus enseñanzas, amistad y paciencia en el desarrollo de este proyecto. Me siento gustoso de haber podido trabajar con usted.

Franco Torres

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO I.....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Cacao	1
1.1.1. GENERALIDADES.....	1
1.1.2. <i>Theobroma cacao</i>	2
1.1.3. Cacao Fino y de Aroma.....	2
1.1.4. Taxonomía de <i>T. cacao</i>	2
1.1.5. Componentes del fruto de cacao.....	3
1.1.6. Composición química del cacao	4

1.1.7.	Harina de cacao	5
1.2.	Procesos industriales que utilizan microorganismos	5
1.2.1.	<i>Paenibacillus barcinonensis</i>	6
1.2.2.	Uso de <i>P. barcinonensis</i> en la industria cervecera	6
1.3.	Fermentación	7
1.3.1.	<i>Saccaromyces cerevisiae</i>	7
1.4.	Cerveza	11
1.4.1.	Generalidades	11
1.4.2.	Tipos de Cerveza	11
1.5.	Componentes	12
1.5.1.	Agua	12
1.5.2.	Fuente de carbono	13
1.5.3.	Lúpulo	13
1.5.4.	Levaduras	13
1.6.	Procedimiento para elaboración de cerveza	14
1.6.1.	Malteado	14
1.6.2.	Secado y tostado	15
1.6.3.	Molienda	15
1.6.4.	Maceración	16
1.6.4.1.	Obtención de azúcares fermentables	17
1.6.4.2.	Enzimas de la maceración	17
1.6.5.	Clarificación	18
1.6.6.	Cocción	18
1.6.7.	Enfriamiento	19
1.6.8.	Fermentación	19
1.6.9.	Terminación	20

1.6.10. Maduración	20
1.7. Objetivos.....	21
1.7.1. Objetivo General	21
1.7.2. Objetivos Específicos	21
CAPÍTULO II	22
2. METODOLOGÍA.....	22
2.1. Materiales, equipos y reactivos	22
2.1.1. Materiales de laboratorio	22
2.1.2. Equipos de laboratorio.....	22
2.1.3. Reactivos	23
2.2. Metodología.....	23
2.2.1. Crecimiento de <i>P. barcinonensis</i>	23
2.2.2. Elaboración de cerveza.....	23
2.2.3. Análisis físicos, químicos y organolépticos	26
CAPÍTULO III	32
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
3.1. Evaluación de la obtención de azúcares fermentables	32
3.1.1. Tratamiento con <i>P. barcinonensis</i>	32
3.1.2. Tratamiento con enzimas.....	35
3.2. Análisis físico-químico de la cerveza.....	36
3.3. Cata de cerveza	37
3.3.1. Aceptabilidad	43
3.3.2. Análisis estadístico de la evaluación global.....	44
3.4. Fijación y Política de precios:	50
3.5. Estrategia de precios	55

3.6. Descripción del producto final	56
3.7. Discusión	59
CAPÍTULO IV	63
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
4.1. Conclusiones.....	63
4.2. Recomendaciones	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía <i>T. cacao</i>	3
Tabla 2 Información nutricional cacao	4
Tabla 3 Diagrama de Flujo del proceso de producción de la cerveza artesanal a base de residuos agroindustriales de cacao “Montubia Morena”.	29
Tabla 4 Flujo de proceso de la elaboración de cervea	29
Tabla 5 Fermentación de medio mínimo con urea (0,1% V) con desechos agroindustriales de cacao 37 °C y 150 rpm dilución 1/10 ((10% <i>P. barcinonensis</i>)).....	32
Tabla 6 Obtención de azúcares fermentables en medio mínimo con desechos agroindustriales de cacao en 37 C y 150 rpm dilución 1/10 ((50% <i>P. barcinonensis</i>)).....	34
Tabla 7 Comportamiento de los azúcares fermentables por tratamiento con enzimas	35
Tabla 8 Resultados análisis físico químico	36
Tabla 9. Análisis gustativo.....	37
Tabla 10 Análisis visual.....	39
Tabla 11 Análisis olfativo	41
Tabla 12 Evaluación global.....	43
Tabla 13 Evaluación global.....	44
Tabla 14 Formulas Fischer.....	47
Tabla 15 Valores Fischer	48

Tabla 16 Gastos en mano de obra	50
Tabla 17 Costos operacionales Cerveza con cacao.....	51
Tabla 18 Costos asociados	52
Tabla 19 presupuesto de equipos de laboratorio.....	52
Tabla 20 Presupuesto de maquinaria	53
Tabla 21 Infraestructura.....	54
Tabla 22 Precios de cervezas comerciales	55
Tabla 23 Ficha Técnica del Producto.....	56
Tabla 24 Composición para 20 litros de cerveza	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Estructura tridimensional Xilanasa	6
Ilustración 2 Diagrama de flujos para la obtención de azúcares fermentables en la elaboración de la cerveza Montubia Morena.....	25
Ilustración 3 Diagrama de flujos de la producción de la cerveza artesanal Montubia Morena.	28
Ilustración 4 Comportamiento de los azúcares fermentables en el tiempo, 10% de microorganismo.	33
Ilustración 5 Comportamiento de los azúcares fermentables en el tiempo, 50% de microorganismo.	35
Ilustración 6 Diagrama radial Análisis gustativo.....	39
Ilustración 7 Diagrama radial del análisis visual	41
Ilustración 8 Diagrama radial Análisis olfativo	42
Ilustración 9 Frecuencia de consumo de cervezas	43
Ilustración 10 ¿Consumiría usted la cerveza?.....	49
Ilustración 11 Rango de edad.....	49
Ilustración 12 Proporción de sexo.....	49

RESUMEN

En la elaboración de cerveza se pueden usar diferentes materias primas que presenten carbohidratos en su estructura, la cebada es la principal, pero también se puede usar harinas de otros vegetales como el cacao, estas mezclas permiten agregar nuevas características organolépticas y reducir el costo de producción de las cervezas. En este trabajo se obtuvo una cerveza en base a cebada y harina de residuos de cacao (1a3) mediante el protocolo para elaborar cerveza artesanal. Además se evaluó la capacidad de degradar carbohidratos y obtener azúcares fermentables de *P. barcinonensis* y enzimas para poder incorporarlo al proceso, luego de obtenido el producto (cerveza) se realizó análisis de pH, densidad, acidez, grado alcohólico siguiendo las normas ecuatorianas para este tipo de bebida alcohólica, posteriormente se realizó una catación para determinar sus características de color, sabor, consistencia de la espuma, aroma a cacao, aroma a alcohol, turbiedad y otros parámetros más, también se realizó una encuesta para saber la aceptación del producto. Por último se estableció el cálculo del precio de producción y de venta que quedaron establecidos en 1,53 dólares y 2,50 dólares respectivamente, y se realizó la etiqueta, la ficha técnica, la descripción y la composición del producto final, que sirve como base para posicionar este producto en el mercado, con este trabajo se pudo observar que es factible desarrollar una cerveza con otra materia prima y obtener un producto que cumpla la normativa, que es rentable y de gran aceptabilidad por los consumidores.

Palabras claves Sugeridas: cacao, fermentación, cerveza, levadura, enzimas.

ABSTRACT

In brewing beer, can be used different raw materials that have carbohydrates in their structure, barley is the main one but flours from other vegetables such as cocoa can also be used, these mixtures allow adding new organoleptic characteristics and reducing the cost of production of the beers. In this work a beer based on barley and cocoa residues flour (1 to 3) was obtained through the protocol for the elaboration of craft beer; in addition, the ability to degrade carbohydrates and obtain fermentable sugars from *P. barcinonensis* and enzymes, to incorporate it into the process. After obtaining the product, an analysis of pH, density, acidity, alcoholic degree was carried out following the Ecuadorian standards for this type of alcoholic beverage, later a tasting was carried out to determine its characteristics of color, flavor, consistency foam, cocoa aroma, alcohol aroma, turbidity and other parameters and a survey to know the acceptance of the product. Finally, the calculation of the production and sale prices was established, which were established at 1.53 dollars and 2.50 dollars respectively. The label, the technical sheet, the description and the composition of the final product were made, which serves as a basis for positioning this product in the market, with this work it was observed that it is feasible to develop a beer with another raw material and obtain a product that complies with the regulations, that is profitable and highly acceptable by consumers.

Suggested Keywords: cocoa, fermentation, beer, yeast, enzymes.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Cacao

1.1.1. GENERALIDADES

La cultura de elaboración de cerveza artesanal se ha expandido a nuevas formas de creación de esta bebida, desde incluir aromas, sabores, la cantidad de alcohol, el tiempo de fermentación, entre otros cambios, pero algo que se ha mantenido es la cebada como sustrato principal del proceso fermentativo, esto limita en gran parte la calidad de la cerveza ya que está ligada a la variedad del grano que se usen (Marcos et al., 2015).

El sustrato en forma de malta es fermentado por la levadura que se utilice, si bien pueden ser usados otros adyuvantes como arroz, maíz y trigo, la cebada es la predominante en la elaboración de cerveza, buscar nuevos sustratos permitirá expandir la industria cervecera en regiones que carezcan de variedades de cebada nativa (Guzmán-Ortiz, 2019).

Explorar nuevas alternativas genera un abanico de oportunidades para varias fuentes de carbohidratos que sirven para la fermentación y así producir bebidas alcohólicas, estos pueden adaptarse a un proceso cervecero y así aprovechar fuentes vegetales poco utilizadas o que son utilizadas con un solo propósito, dando valor a estas y a los productores, generando varias plazas de empleo (Freixes et al., 2014).

El cacao se ha usado como materia prima para elaborar cerveza, gracias a su alto contenido de carbohidratos y azúcares, con 16 g de carbohidratos, 13 g de almidón y 3 g de azúcares por cada 100 g de harina a partir de su pericarpio, esto lo convierte en un sustrato adecuado para la fermentación y obtención de bebidas de bajo contenido alcohólico, (Güemes-Vera et al., 2020).

El uso de las nuevas fuentes de sustratos genera un producto con características distintas, ya que, a más del contenido de alcohol, se da el agregado de grasas, fibra, oligoelementos y azúcares propios del cacao, lo que originará sabores propios en la fermentación, y esto con las

diferencias entre temperatura, humedad, y otros parámetros generará una nueva manera de elaborar cervezas.

La innovación también genera diferencias en el producto final, estas deben ser mejoradas modificando los parámetros de producción para que sean agradables al consumidor y así que sea demandada (Loviso & Libkind, 2018).

La comparación de costos de producción con los del mercado también es otro factor que determina la viabilidad del producto realizado con lo que consume el mercado.

1.1.2. *Theobroma cacao*

Esta especie se originó en las regiones tropicales y subtropicales de América Central, y se considera a México, Guatemala y Honduras como los países de su origen, aunque estudios más recientes indican que se generó en la Amazonía sudamericana, teniendo una gran presencia en Ecuador en épocas precolombinas.

Tal ha sido su importancia en Ecuador que se ha desarrollado una variedad denominada Cacao Fino y de Aroma que es distintiva en el mercado internacional debido a sus propiedades. De aquí en adelante se tratará a la especie *T. cacao* solo como cacao (Amado & Ferioli, 2015).

1.1.3. Cacao Fino y de Aroma

Es la variedad nativa de Ecuador, conocido como Cacao Criollo o Cacao Nacional, siendo su característica principal el color amarillo del fruto en contraposición con el rojo del Cacao CCN-51 que es la otra variedad de mayor producción en el país.

Este cacao fino y de aroma, presenta características organolépticas frutales y florales que al ser utilizado en altos porcentajes de pureza dan estas distintivas características a los productos elaborados con este fruto.

Representa solo el 5% de la producción mundial de cacao, encareciendo los productos derivados de este fruto siendo consumido cacao de menor calidad y que es más barato en producción, (Morales, 2015).

1.1.4. Taxonomía de *T. cacao*

Esta planta tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Tabla 1 Taxonomía *T. cacao*

Reino	Vegetal
Tipo	Espermatofita
Subtipo	Angiosperma
Clase	Dicotiledoneas
Subclase	Dialipetalas
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Tribu	Theobromeae
Género	Theobroma
Especie	cacao

Fuente: (Pohlan et al., 2020)

1.1.5. Componentes del fruto de cacao

El fruto del cacao está compuesto por distintas capas, las cuales son:

Pericarpio. - la parte más externa presenta compuestos de color como carotenoides y ceras.

Mesocarpio. - la parte intermedia del fruto contiene sustancias de reserva como ácido cítrico, tartárico y posteriormente azúcares y almidones.

Endocarpio. - capa protectora de la semilla.

Semilla. - principal fuente vegetal de uso del chocolate, en ella se encuentran los componentes para producirlo, se usa la mayor parte de esta en varios productos derivados.

Además, se usa el endocarpio para la fermentación de la semilla y sus azúcares, mientras las otras partes se desechan y se usan como fertilizante para los propios cultivos o sirven como alimento de ganado, por lo que es un residuo no utilizado completamente, (Godos, 2011).

1.1.6. Composición química del cacao

El cacao en su presentación final cuenta con las siguientes composiciones para 15 gramos de granos de cacao:

Tabla 2 Información nutricional cacao

Compuesto	Cantidad
Potasio	112,5 mg
Cobre	0,45 mg
Mn	0,29 mg
Mg	34,35 mg
Fe	0,36 mg
Proteínas	2,1 g
Carbohidratos	3,6 g
Grasas	8,55 g
Fibra	1,68 g

1.1.7. Harina de cacao

Los residuos del fruto de cacao se utilizan para obtener harina, luego de un proceso de secado y pulverizado del mesocarpio y pericarpio, secando en estufa la materia vegetal, pulverizar y esterilizar hasta obtener un polvo fino con humedad no mayor al 15% como se realizó en el trabajo de Palacios, (2019).

Esto genera una reutilización más efectiva de esta parte de la planta, pero no es un uso generalizado a pesar que tiene gran potencial en varios procesos ya que sus características le dan gran adaptabilidad.

Según Pascual Anderson & Calderón y Pascual, (2011), luego del procesamiento y dependiendo de la especie, la harina presenta:

58% de carbohidratos

14% de proteínas

18% de fibra

4% de grasas.

1.2. Procesos industriales que utilizan microorganismos

Varios procesos industriales utilizan infinidad de microorganismos para realizar procesos de catálisis y biotransformación de sustratos, lo que sería muy costoso o difícil realizarlo de manera química o física.

Estos microorganismos tienen en su metabolismo, vías que con una fuente de carbohidratos o azúcares lo transforman a etanol, proceso denominado fermentación, otros desdoblan moléculas complejas o sintetizan a partir de moléculas simples, siendo identificado estos usos desde la antigüedad, como en la producción de vino, cerveza y pan.

Actualmente, se puede modificar genéticamente a estos microorganismos para que cumplan un objetivo más concreto en un proceso industrial, inhibiendo una parte de su metabolismo o incorporando otras funciones que naturalmente no cumplen, cada vez más se tiene mejores rendimientos gracias a estos organismos genéticamente modificados, por lo que el futuro del uso de microorganismos es muy amplio, (Agosin, 2013).

1.2.1. *Paenibacillus barcinonensis*

P. barcinonensis es una bacteria gram positiva aislada en campos de arroz, cuando está aislada se puede cultivar en temperaturas de 10 a 40 °C y presencia de lisosima o cloruro de sodio 5%, por lo que un medio LB es ideal para su crecimiento (Gupta, 2016).

El metabolismo de esta especie cuenta con una vía que produce xilanas (EC 3.2. 1.8), la cual cumple la función de degradar xilano en xilosa, además de romper la hemicelulosa de las paredes celulares, y así obtener los compuestos intracelulares, también permite producir maltosa, celulosa y otros azúcares simples para la fermentación a partir de fuentes de carbono más grandes como en el caso de la malta (Gupta, 2016).

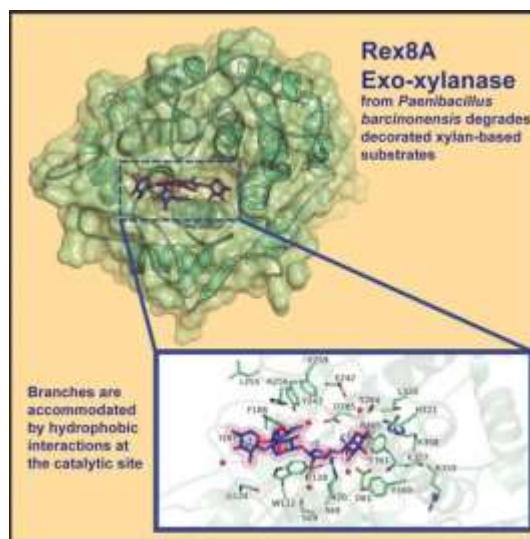


Figura 1 Estructura tridimensional Xilanasa

1.2.2. Uso de *P. barcinonensis* en la industria cervecera

Uno de los pasos claves en la producción de cerveza es la maceración, en la que se obtiene el contenido de azúcares que se fermentarán en etapas posteriores, para apoyar a la producción de azúcares fermentables degradando los carbohidratos del mosto se puede usar *P. barcinonensis* para degradar los carbohidratos complejos en azúcares fermentables simples, pero esta conversión no es muy eficiente, por lo que es recomendable hacer una mezcla entre microorganismos y enzimas tradicionales

El consumo de almidones y producción de azúcares se debe controlarse analizando el contenido de azúcares reductores y eso se realiza con la reacción de DNS como lo describe, (Cortes Ortiz et al., 2015).

1.3. Fermentación

El proceso de fermentación tiene dos significados principales, el primero y más tradicional es la transformación de azúcar a etanol, mientras el más moderno se denomina a la biotransformación de materia prima en un metabolito, además existen procesos de fermentación acética, láctica, entre otras que ingresan en la segunda definición, (Berg et al., 2011).

Si se toma la definición anterior, se lleva a un proceso que lleva milenios en especialización, con muestras de procesos fermentativos originados hace más de nueve mil años, formando parte de la cultura de la raza humana desde etapas tempranas, posteriormente se fue estandarizando sus procesos para producir vino y cerveza, que se convirtieron en el tipo de bebidas fermentadas más representativas, (Zorokiain Garín, 2020).

Para producir estas bebidas se requiere levaduras para que hagan el proceso de biotransformación, la más usada es *Saccharomyces cerevisiae*, en su metabolismo se encuentra una vía que desdobla las moléculas de azúcar para obtener piruvato y pasar esta molécula a etanol.

En ciertas variedades de bebidas se utilizan otras levaduras y se ha realizado modificaciones genéticas en estas para mejorar sus propiedades.

1.3.1. *Saccharomyces cerevisiae*

Es la levadura que se utiliza en gran medida en laboratorio y alimentación, por su gran versatilidad y metabolismo, se utiliza como organismo modelo en varios procesos.

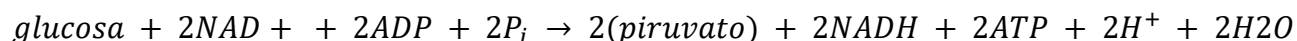
Esta levadura es la más básica en procesos de fermentación alcohólica, siendo ya conocido su metabolismo y en general su evolución.

Aprovecha especialmente carbohidratos como azúcares para su nutrición, pero puede llegar a usar aminoácidos; los principales sustratos son glucosa, fructosa, manosa, maltosa, sacarosa y rafinosa, (Dickinson & Schweizer, 2014).

Tiene dos procesos principales en su metabolismo, el primero se conoce como fermentación alcohólica la que se da cuando existe altas concentraciones de los azúcares mencionados, este proceso se conoce como glucólisis que al final se convierte en etanol; el segundo proceso es la respiración del etanol mediante el ciclo de Krebs que es menos eficiente que el primero y compite al estar en presencia de etanol, (Dickinson, 2012).

1.3.1.1. Glucólisis y producción de etanol

La glucólisis como proceso cuenta con 10 etapas en las que se dan las transformaciones respectivas para tener un balance general de:



Por cada molécula de azúcar se producirán dos de piruvato y la energía correspondiente, aunque esta producción se considera como neta, ya que en el transcurso de la vía se produce y consume energía, (Herrera et al., 2014).

Las etapas se resumen en:

- 1. Fosforilación de la glucosa.** - en esta etapa la hexoquinasa incorpora un grupo fosfato a la glucosa para formar glucosa 6-fosfato con el consumo de una molécula de ATP.
- 2. Isomeración.** - gracias a la glucosa-6-fosfato isomerasa se obtiene fructosa 6- fosfato sin la utilización de energía, (Voet & Voet, 2013).
- 3. Fosforilación de fructosa-6-fosfato.** - participa la fosfofructo quinasa y una molécula de ATP para incorporar otro fósforo inorgánico a la molécula y obtener fructosa 1,6-bifosfato
- 4. Producción de gliceraldehído y dihidroxiacetona,** a partir de la molécula del paso anterior, la fructosa bifosfato aldolasa desdobra a la fructosa 1,6-bifosfato para romper la molécula en gliceraldehído 3-fosfato y dihidroxiacetona fosfato, (Voet & Voet, 2013).
- 5. Isomerización a gliceraldehído 3-fosfato,** como se vió en el paso 4, se obtienen dos moléculas distintas, pero estas son convertibles entre sí, mediante la triosafosfato isomerasa, de esta manera solo uno de ellos será el que continúe con la vía metabólica, (Voet & Voet, 2013).
- 6. Oxidación del G3P,** por acción de la gliceraldehído fosfato deshidrogenasa se agrega otro grupo fosfato por lo que se llega a obtener el 1,3-bifosfatoglicerato, desde este paso a los siguientes se utilizan dos moléculas de cada producto y por ende se producen el doble de lo detallado.
- 7. Obtención de 3-fosfoglicerato,** se comienza a producir energía gracias a la liberación del fósforo inorgánico que se agrega a un ADP para formar un ATP. El producto final de esta etapa es el 3-fosfoglicerato, (Voet & Voet, 2013).

8. Isomeración de 3-fosfoglicerato, La fosfoglicerato mutasa intercambia la estructura del ultimocompuesto para producir 2-fosfoglicerato.

9. Deshidratación, la enolasa permite que dos moléculas de agua se eliminen del último compuesto, de esta manera se consigue la formación de fosfoenol piruvato..

10. Desfosforilación de piruvato, En esta última etapa interviene la piruvato quinasa, eliminando el otro grupo fosfato para incorporar el fósforo a otro ADP para producir la segunda molécula de ATP y el piruvato que sea usado en la obtención de alcohol, (Voet & Voet, 2013).

1.3.1.2. Paso de piruvato a etanol

Según Parés & Juárez, (2015), en condiciones anaeróbicas el piruvato se transforma en etanol: mediante el siguiente proceso

1. Formación de Acetaldehído

Con la donación de un protón por cada molécula de piruvato y gracias a la piruvato descarboxilasa el piruvato libera 1 molécula de CO_2 y se transforma en acetaldehído.

2. Formación de etanol

Interviene el NADH formado en la glucólisis para aportar un protón hidronio al acetaldehído, con ello se forma el NAD^+ , proceso mediado por la alcohol deshidrogenasa, se rompe el doble enlace del oxígeno, se forma un hidróxido y con ello se completa la forma del etanol, en el balance general se forma dos moléculas de etanol por cada molécula de glucosa.

Otras fermentaciones

El piruvato también se puede transformar en lactato en condiciones anaeróbicas y en acetil-CoA cuando existe oxígeno en el ambiente, por ello es importante que para la formación de etanol se mantengan las condiciones ambientales correctas para la formación del proceso correcto (Parés & Juárez, 2015).

1.4. Cerveza

1.4.1. Generalidades

Es una bebida con contenido de alcohol que se produce mediante fermentación de la malta de cebada, junto a otros productos como lúpulos, extractos y concentrados, siendo estos fermentados por levadura, (Garduño-García et al., 2014).

Cuenta con grado alcohólico entre 3 al 5% generalmente, existiendo cervezas con mayor contenido como la Snake Venom con 67,5%, además se ha modificado el proceso para incorporar nuevas propiedades organolépticas como aromas frutales o florales, sabores de chocolate o ají entre otras, (Balcells, 2014).

Esta es una bebida fermentada que remonta sus orígenes hasta la antigua Mesopotamia, luego se fue popularizando su producción y consumo hasta llegar al punto en que es una de las bebidas más consumidas a nivel mundial. Esto potenciado por la producción industrial de bajo costo y de corto tiempo, las empresas internacionales más importantes son InBev, SABMiller, Heineken; mientras en el país Cervecería Nacional ocupa la mayor parte del mercado cervecero.

En contraposición a estas grandes industrias, ha comenzado a surgir un gran número de cervecerías artesanales y con ello la expansión de nuevas variedades de cervezas, con estas nuevas propiedades organolépticas, (Balcells, 2014).

1.4.2. Tipos de Cerveza

Al modificar ciertos aspectos de la producción de la cerveza se obtienen características distintas en el producto, por lo que se generan tipos de cerveza con propiedades únicas.

Se dividen en dos grupos principales

- Ale (fermentación alta)
- Lager (Fermentación baja)

Distinguiéndose en la forma en la que la levadura se encuentra en la mezcla para fermentación, obteniendo mayor oxígeno en la primera, (Simonazzi, 2010).

Dentro de estos grupos se encuentran:

Ale

Pale Ale, India Pale Ale, Red Ale, Brown Ale, Abbey Dubbel.

Lager

Pislner (una de las más conocidas), Dortmunder, Standard American Lager, Oktoberfest, Bock.

1.5. Componentes

Para la elaboración de cerveza se usan principalmente 4 compuestos, los cuales son:

Agua

Fuente de carbono

Lúpulo

Levaduras

Para los distintos tipos de cerveza se varían la cantidad y variedad de estos componentes dando las variaciones correspondientes.

1.5.1. Agua

Este elemento proporciona la humedad necesaria para los microorganismos y la matriz donde los otros componentes en la elaboración, además de aportar minerales como calcio, sodio y magnesio en la dureza que da otras propiedades que no se pueden agregar posteriormente, debido a que interactúan con los otros componentes.

Este factor es tan importante que los tipos de cerveza requieren una concentración específica de electrolitos para producirse, como sodio, cloro, calcio, sulfatos, etc, (Baxter & Hughes, 2014).

1.5.2. Fuente de carbono

Si bien la fuente principal que se usa es la cebada, también se puede realizar de cebada y de arroz para la fermentación, o una combinación de las tres, con estos cambios se disminuye costos y se aprovecha otros cultivos.

La cebada que es la más usada, pero requiere analizar los azúcares fermentables y las enzimas que presentan para que sea óptima en la producción de cerveza, (Belitz et al., 2012).

1.5.3. Lúpulo

Es la florescencia seca de la planta de lúpulo, la cual cuenta con lupulina que le da el amargor característico de esta bebida, además de propiedades antisépticas.

De igual manera las variedades cuentan con distintos niveles de amargor y son usadas para potenciar esta propiedad de la cerveza, permitiendo también conservar el aroma de la cerveza, se ve potenciado con los sulfatos del agua, (Trucco Padín, 2014).

1.5.4. Levaduras

La levadura que es comúnmente utilizada en la elaboración de cerveza es *Saccharomyces cerevisiae*, en su metabolismo esta degrada los azúcares y así producir etanol, lo que genera el grado alcohólico de la cerveza.

Para cervezas tipo lager se usa *Saccharomyces uvarum* y *carisbergensis*, mientras para cervezas ale se usa la *Saccharomyces cerevisiae*.

Además, la diferencia entre este tipo de cervezas, es que el tipo de fermentación de lager es baja, en la parte inferior del biorreactor, y la tipo ale es de fermentación alta, en contacto con el mosto.

La temperatura de lager es de 0 a 12°C mientras la tipo ale es de 10 a 24 °C, la diferencia entre estos parámetros origina características distintas a cada producto, además del tostado del grano y extractos que se agreguen (Capece et al., 2018).

1.6. Procedimiento para elaboración de cerveza

Para elaborar una cerveza se requieren varias etapas, las cuales tienen parámetros que como se observó en secciones anteriores permiten modificar las características finales del producto, teniendo que analizarlos para obtener el producto deseado.

1.6.1. Malteado

En este proceso como su nombre lo indica, se obtiene la malta mediante la interrupción de la germinación del grano de cebada, aunque se pueden usar otros granos como trigo o centeno, (Yousif & Evans, 2020).

El objetivo de esta etapa es generar enzimas propias del grano que servirán para romper los enlaces glicosídicos del almidón y otros carbohidratos presentes de los granos y transformarlos en azúcar que será aprovechada en la fermentación.

A pesar que se puede normalizar este proceso, existen variables que cambian como el clima, el tiempo de cosecha de grano, enfermedades que ataquen a la planta, entre otras, lo que modifica la composición enzimática y de carbohidratos en el grano.

Dentro de este proceso existen pasos los cuales también tienen parámetros que cumplir estos son:

Recepción: se eligen a los granos con mayor tamaño y se mantiene la humedad entre 11 y 13%, también se observa las características externas como olor y color, los que pasen este control de calidad se almacenan hasta por 6 semanas.

Remojo: se reactiva las enzimas aumentando la humedad hasta un 35 a 35% y la temperatura hasta 15°C, a estas condiciones y con aireación el grano comenzará a germinar.

Germinación: luego del remojo se deja 5 días aproximadamente con alta humedad y temperatura para que se de la actividad enzimática y se empieza a desnaturalizar las proteínas y carbohidratos de la semilla, (Riva García, 2012).

1.6.2. Secado y tostado

En esta etapa se termina la germinación mediante calor y se reduce la humedad hasta un 2 a 4,5%, entre menor humedad dará una malta más clara.

Este proceso también aumenta la capacidad de almacenamiento del grano, ya que a bajos contenido de humedad no se dará actividades biológicas en el grano.

También el tiempo en esta etapa es significativo en la actividad enzimática que se obtendrá, entre mayor exposición se tenga de la malta la actividad disminuirá y el color será más oscuro por el tostado, (Ivanov et al., 2016).

Luego del secado y tostado se eliminan las raíces y tallos fuera de la semilla y con ello se puede almacenar el grano hasta por un año con las condiciones adecuadas.

Se puede obtener maltas de tipo

Malta Base

Malta tostada

Malta caramelo

Maltas especiales

Cada una con sus características únicas que darán cervezas de distintos tipos, (Pilla & Vinci, 2013).

1.6.3. Molienda

Se realiza este proceso para separar la cascara del endosperma de la semilla, y se tritura esta última parte, con esto el área efectiva de reacción en la maceración es mayor y la actividad enzimática será más efectiva, (Ivanov et al., 2016).

La cáscara actúa como un filtro para separar los granos del mosto, y así la separación sea más fácil, por ello el molino debe mantener intacta a la cáscara; tampoco debe generar residuos muy finos del endospermo, ya que se obtendría una masa difícil de separar y con ello

aumentaría la concentración de taninos en el producto final por una mala separación en esta fase, (Morcillo Ortega et al., 2013).

Con esto se obtienen dos tipos de molido con sus características:

Fino. – Se obtiene una mayor cantidad de azúcares fermentables al darse la ruptura mecánica de los carbohidratos, por ende, se produce mayor alcohol, se tiene una mayor eficiencia.

Grueso. – se reduce el tiempo de molienda y se mejora el lavado del grano al final de esta etapa, a costa de la eficiencia.

1.6.4. Maceración

El objetivo principal es obtener el mosto a partir de procesar mediante las enzimas a la malta que se formó en los procesos anteriores, en esta etapa se degradan los carbohidratos en azúcares fermentables.

A parte de los azúcares, se obtienen nitratos de aminoácidos, minerales y vitaminas dependiendo de las condiciones en las que llego el sustrato, siendo estas las sustancias que serán asimiladas por la levadura en la fermentación, pero existen otras que no puede metabolizarlas, entre ellas dextrinas, proteínas solubles y otras sustancias inorgánicas.

Este proceso toma entre 1 y 2 horas alcanzando temperaturas de 65 a 68 °C, también se puede usar un aumento escalado de temperaturas para dejar actuar a otras enzimas en el grano y así obtener un producto de mayor calidad, como se observó en la sección de enzimas en la maceración, (González , 2017).

A parte de la temperatura se debe mantener un control de pH, ya que las enzimas también actuarán dependiendo de esta variable, estos juegos de condiciones activan a las enzimas en períodos determinados permitiendo controlar el producto final.

Para que actúen las enzimas se requiere gelatinizar el grano con humedad y temperaturas de entre 60 a 65 °C.

Se tienen los siguientes descansos (etapas) dentro de la maceración

Descanso ácido. - se activa la fitina y se reduce el pH, requiere un mezclado con agua.

Doughing-in. - se mezcla con el agua para favorecer la oxidación y la eficiencia de extracción

Descanso Beta. – se activa la enzima beta glucanasa, se disminuye la viscosidad.

Descanso de Proteína. – se aporta aminoácidos a la cerveza y rompe las cadenas de proteínas, no es muy usada, se usa principalmente en cervezas Pilsen.

Descanso de Sacarificación. – se activan las enzimas Alpha amilasa, Beta amilasa, dextrinasa de limite y alfa-glucosidasa, se realiza en rangos que van desde 65 a 68°C, entre mayor temperatura se producen mostos menos fermentables, (Mikyška & Dušek, 2019).

1.6.4.1. Obtención de azúcares fermentables

El metabolismo de las levaduras utilizadas requiere de azúcares simples para transformarla en piruvato y en etanol, pero en condiciones naturales no siempre se encuentra los carbohidratos en este estado, por ello es necesario hidrolizar polímeros a monómeros, lo que se logra por medios químicos o biológicos, en estos últimos se utiliza enzimas o microorganismos para romper los enlaces glicosídicos y obtener las unidades necesarias para ser aprovechadas (Torrado López & Rodríguez Susa, 2008).

En la industria cervecera se usa las enzimas propias de la cebada, en las que se encuentran la beta amilasa, la alfa amilasa, entre otras, estas enzimas se activan con la temperatura y rompen los enlaces glicosídicos del almidón presente en el grano de cebada (convertido en mosto) hasta obtener glucosa que puede ser asimilada por *S. cerevisiae* para producir etanol en un proceso llamado maceración, (Pino & Aguilar, 2018).

1.6.4.2. Enzimas de la maceración

Cuando el grano de cebada está en etapas de germinación cuenta con enzimas que permiten desarrollar varias actividades, como romper el almidón para facilitar al embrión aprovechar el alimento, desarrollarse y formar la planta, en la industria cervecera se aprovecha estas enzimas para el mismo fin pero a mayor escala, ya que se digiere la totalidad del almidón para generar los azúcares que serán aprovechados por la levadura en la fermentación, estas enzimas se usan en la etapa de maceración a distintas temperaturas para distintos objetivos como se detalla por Torrado López & Rodríguez Susa, (2008):

Fitasa. - reduce el pH, actúa entre 30 a 50 °C.

Beta glucanasa. - hidroliza las moléculas de betaglucanos, ocasiona fluidez en la separación de los granos de malta, actúa entre 35 a 45 °C.

Proteasas. - solubiliza las proteínas presentes en el mosto, actúa entre 45 a 55 °C.

Peptidasas. - al igual que las proteasas, rompen las proteínas en monómeros que sirven de nutrientes a las levaduras, se activa entre 45 y 55 °C.

Alfa glucosidasa. - degrada la maltosa en sus subunidades de glucosa, se activa entre 60 a 70 °C.

Dextrinasa. - se encarga de obtener glucosa a partir de dextrina, tiene mayor impacto que la alfa glucosidasa, se activa a partir de 60 hasta 65 °C.

Beta amilasa. - rompe el almidón para producir maltosa y que pueda ser degradado por las otras enzimas, trabaja a 60 °C.

Alfa amilasa. - de igual manera corta el almidón en azúcares y dextrinas, en subunidades más pequeñas que la beta amilasa, actúa entre 60 a 70 °C (Arias, 2014).

1.6.5. Clarificación

En esta etapa, el objetivo es concentrar los azúcares obtenidos en la maceración, con esto se obtiene una fermentación que produce una sensación más fuerte a alcohol.

La técnica más usual en esta etapa es recircular el mosto y agregar agua caliente para ir removiendo partículas coloidales muy grandes que no podrán ser asimiladas por las levaduras, (Martínez Hernández & Astiasarán Anchía, 2011).

También se usan clarificantes para mejorar este proceso, (Mikyška & Dušek, 2019).

1.6.6. Cocción

Esta etapa tiene varios fines, ya que al usar el lúpulo y usar temperaturas altas, se logra eliminar microorganismos, se inactivan las enzimas y se produce el amargor.

Con el mosto ya purificado se lo lleva a temperatura de ebullición por 60 a 90 minutos, se comienza a producir una espuma que debe ser retirada eliminando proteínas.

Faltando 5 minutos para terminar el ciclo de cocción se agrega el lúpulo, como se vió en la sección de lúpulos existen distintas clases, por lo que darán características distintas en el producto final, se debe evitar cocinar por demasiado tiempo el lúpulo porque se liberan sustancias que dañan el producto, (Buitrago Gallego-Nicasio & Pulido Lería, 2016).

1.6.7. Enfriamiento

Es necesario enfriar el mosto a la brevedad, para que no se dañen los azúcares y otros compuestos que se encuentran en la mezcla, debe llevarse a 25 – 30 °C.

Se puede usar distintos sistemas para lograr este descenso de temperatura, como serpentines, con un sistema de intercambio de temperatura usando un tubo donde circula el mosto y otro donde circula agua fría, ambos tubos deben estar esterilizados ya que podrían contaminar el mosto con microorganismos.

Otro método es almacenar el mosto en el recipiente donde se realizará la fermentación y dejarlo enfriar, pero no se realiza en un tiempo muy rápido lo que podría dañar el producto, se recomienda hacerlo en el menor tiempo posible, (Martínez Covaleda, 2006).

1.6.8. Fermentación

Esta es una de las fases más características de la producción de cerveza, en esta se utiliza a la levadura para producir etanol a partir de los azúcares fermentables del mosto (Gordon et al., 2018).

La levadura que se usa principalmente es *Saccharomyces cerevisiae*, aunque se han hecho variantes como *Saccharomyces pastorianus* y otras más obtenidas bajo ingeniería genética, todas ellas comparten el metabolismo de producción de alcohol.

Además de la levadura, un aspecto que también influye en la calidad final es la temperatura, las cervezas de tipo ale usan una temperatura de 15 a 25°C, mientras las lager fermentan de 5 a 9°C, (Martínez Covaleda, 2006).

En esta existen 4 subetapas que se adaptan al ciclo de vida de la levadura:

Lag o retardo: es la fase de latencia de la curva de crecimiento de la levadura, requiere que las vitaminas y minerales permitan que se fortalezcan, la temperatura que se utiliza va de 22 a 24 °C.

Crecimiento: la levadura aumenta su número exponencialmente, empieza a consumir la glucosa y maltosa del mosto gracias a la maltasa.

Fermentación o estacionaria: cuando el número de células de levadura no aumenta, esta fase continúa hasta que la cantidad de alcohol sea alta y mate a las levaduras o los nutrientes se agoten y no pueda seguir reproduciéndose.

Sedimentación: al final de la fermentación dejan de producirse burbujas y baja la espuma, por lo que la levadura muerta cae al fondo del biorreactor, para mejorar este proceso se reduce la temperatura hasta 5 °C, (Buitrago Gallego-Nicasio & Pulido Lería, 2016).

1.6.9. Terminación

Luego de fermentarse, se debe mantener sus propiedades, a esto se realiza 2 subetapas las cuales son:

Purga. - la levadura se encarga de eliminar productos como acetaldehído, diacetilo, compuestos sulfurados entre otros, con ello se evita que en esta última etapa se pueda dañar el producto en la maduración, además se afianza el sabor, (Morcillo Ortega et al., 2013).

Clarificación. – se elimina la levadura ya que no es necesario su presencia, esta puede ocasionar riesgos sanitarios y dejan un mal aspecto, una cerveza sin levadura es sinónimo de una cerveza limpia; se usa sedimentación para que se pueda eliminar la fase sólida de la líquida, aunque en procesos artesanales se deja poco de levadura.

1.6.10. Maduración

Es la etapa final, cuando la cerveza ya tiene todas las condiciones se almacena en recipientes de acero o madera y se lo deja por 2 semanas hasta 6 meses pudiendo ser incluso mayor, El objetivo es que los sabores y olores se hagan más fuertes, y al no tener contaminación no se dañará el producto, (Gordon et al., 2018), luego de esta etapa se embotella y está lista para consumirla.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

- Elaborar cerveza a partir de residuos de cacao, que tenga características organolépticas, físicas y químicas aptas para consumo humano.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Elaborar un protocolo de fabricación de cerveza con sustrato de harina de residuos de cacao y cebada además de su ficha técnica.
- Realizar un análisis de costos de la cerveza elaborada comparando con marcas comerciales.
- Evaluar las características organolépticas, físicas y químicas del producto terminado y el comportamiento de azúcares fermentables en la elaboración, bajo normas INEN.
- Comparar la obtención de azúcares fermentables por *P. barcinonensis* y maceración tradicional de los sustratos utilizados.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Materiales, equipos y reactivos

2.1.1. Materiales de laboratorio

- Pinzas
- Termómetros
- Material de vidrio (tubos de ensayo, matraz, vasos de precipitación, probetas)
- Gradillas
- Densímetro
- Molino casero
- Pipetas

2.1.2. Equipos de laboratorio

Plancha de calentamiento

Autoclave

Agitador: Shaker mini benchmark

Fermentador artesanal

Potenciómetro

Balanza analítica

Horno secador

Espectrofotómetro

2.1.3. Reactivos

DNS

Medio LB

Etanol al 96%

Lúpulo

Levadura US-04

Agua destilada

2.2. Metodología

2.2.1. Crecimiento de *P. barcinonensis*

Para evaluar la influencia de penicillium en la hidrólisis para obtener azúcares fermentables, se realizó el cultivo de *P. barcinonensis* para usarlo en la maceración del mosto, este se cultivó en medio LB.

2.2.2. Elaboración de cerveza

Molturado

Se molió la cebada en un molino el día de preparación de la cerveza, también se molió los residuos de cacao hasta obtener una harina.

Maceración

Se calentó agua a 70°C y añadirá la cebada y harina de cacao en las siguientes proporciones:

100% cacao

75% cacao y 25% cebada

50% cacao y 50% cebada

25% cacao y 75% cebada

100% cebada.

Se revolvió con una espumadera cada 15 minutos durante 1 hora (La temperatura debe bajar a 67°C).

Se mantuvo la temperatura a 67°C (Temperatura para obtener azúcares fermentables).

Pasado la hora se subió la temperatura a 78°C para finalizar la actividad enzimática.

Mientras que la maceración (fermentación) con el microorganismo se realizó con medio mínimo al 10 y 50% de concentración de *P. barcinonensis*, a 37°C, 150 rpm y 336 h y 150 h respectivamente.

Evaluación de formación de azúcares fermentables

Se realizó tres lotes uno con enzimas de cebada y otro con *P. barcinonensis* en dos concentraciones (10% y 50% de microorganismo), de ellos se evaluó la cantidad de azúcares fermentables a partir del mismo sustrato al macerar el mosto con ambos tratamientos, se realizó medición de absorbancia en 540 nm.

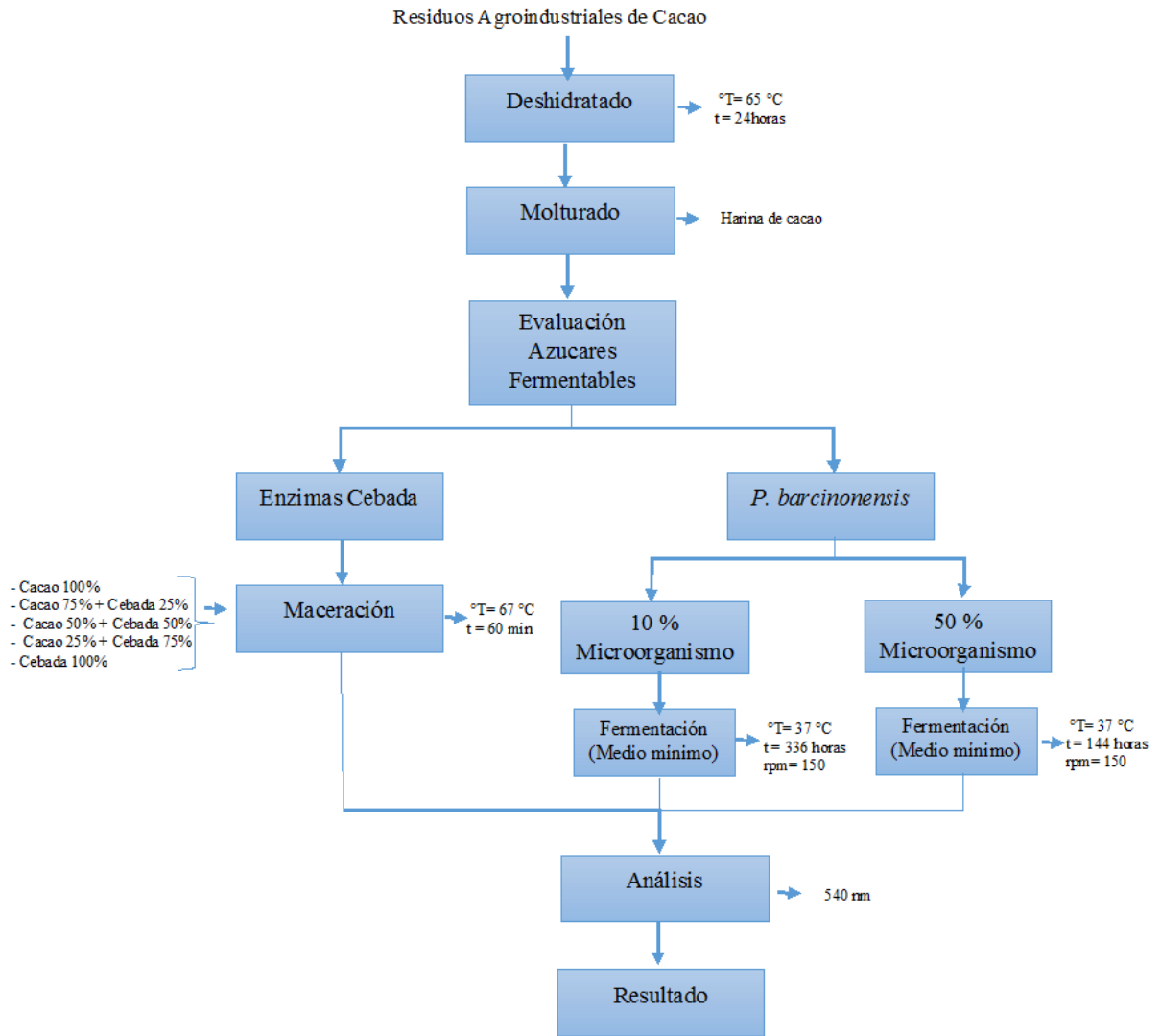


Figura 2 Diagrama de flujos para la obtención de azúcares fermentables en la elaboración de la cerveza Montubia Morena

Filtrado

Se filtró el líquido resultante de la maceración, para retener las partes sólidas de la cebada y harinas, se recirculó 3 veces el mosto.

Esterilización

Se calentó hasta $90^{\circ}C$ y se eliminó la espuma generada. Se dejó hervir durante 1 hora y se agregó lúpulo en la siguiente manera:

1 minuto de ebullición agregar 3g de lúpulo (Amargor)

45 minutos de ebullición agregar 3g de lúpulo (Sabor)

55 minutos de ebullición agregar 3 g de lúpulo (Aroma)

Enfriado

Se introdujo la olla en agua fría con hielo para llevar la temperatura del mosto a 20°C

Se tomó 250 ml de muestra del mosto para determinar la densidad inicial.

Fermentación

Se activó la levadura de la siguiente manera:

100 ml de agua hervida a 20°C y 2 g de levadura.

Se oxigenó el mosto con agitación con la espumadera.

Se agregó la levadura.

Se dejó fermentar por 7 días en un lugar oscuro y seco.

Se tomó 250ml de muestra del mosto para determinar la densidad final.

Carbonatación

Para el paso final se agregó 5g de azúcar por cada litro en agua hervida, se dejó enfriar hasta alcanzar 20 °C.

Luego de 30 minutos se procedió al embotellamiento.

Envasado y Embotellado

Se utilizó un tubo de trasvase con válvula, para evitar oxigenar las botellas.

Se llenó las botellas y se tapó herméticamente.

Se dejó madurar la cerveza durante 2 semanas en algún lugar oscuro y fresco.

2.2.3. Análisis físicos, químicos y organolépticos

Microbiológico

Se realizó una curva de crecimiento durante 8 horas, mediante la medición de densidad óptica en un espectrofotómetro.

Físicos

Se midió la densidad de la cerveza en el producto final, con un densímetro.

Químicos

Prueba DNS para azúcares reductores.

Para evaluar la obtención de azúcares con el microorganismo se midió la absorbancia a 540 nm, al reaccionar 100 uL de la muestra y 300uL de DNS, luego se aplicará a baño maría a 99 °C durante 10 minutos, se deja enfriar y se añade 700 uL de agua destilada, se centrifuga a 15000 rpm durante 5 minutos, se toma 50 uL del sobrenadante, se añade 250uL de agua destilada y se mide la densidad óptica a 540nm en el espectrofotómetro.

Cuando el producto esté terminado, se evaluó:

pH: con un potenciómetro

Grado alcohólico: con un alcoholómetro

Sensorial

Vista: se evaluó el color y la turbidez.

Olfato: se registró el aroma que presente.

Gusto: si el producto es dulce, ácido, amargo y salado, además de otra característica que se identificó con este sentido.

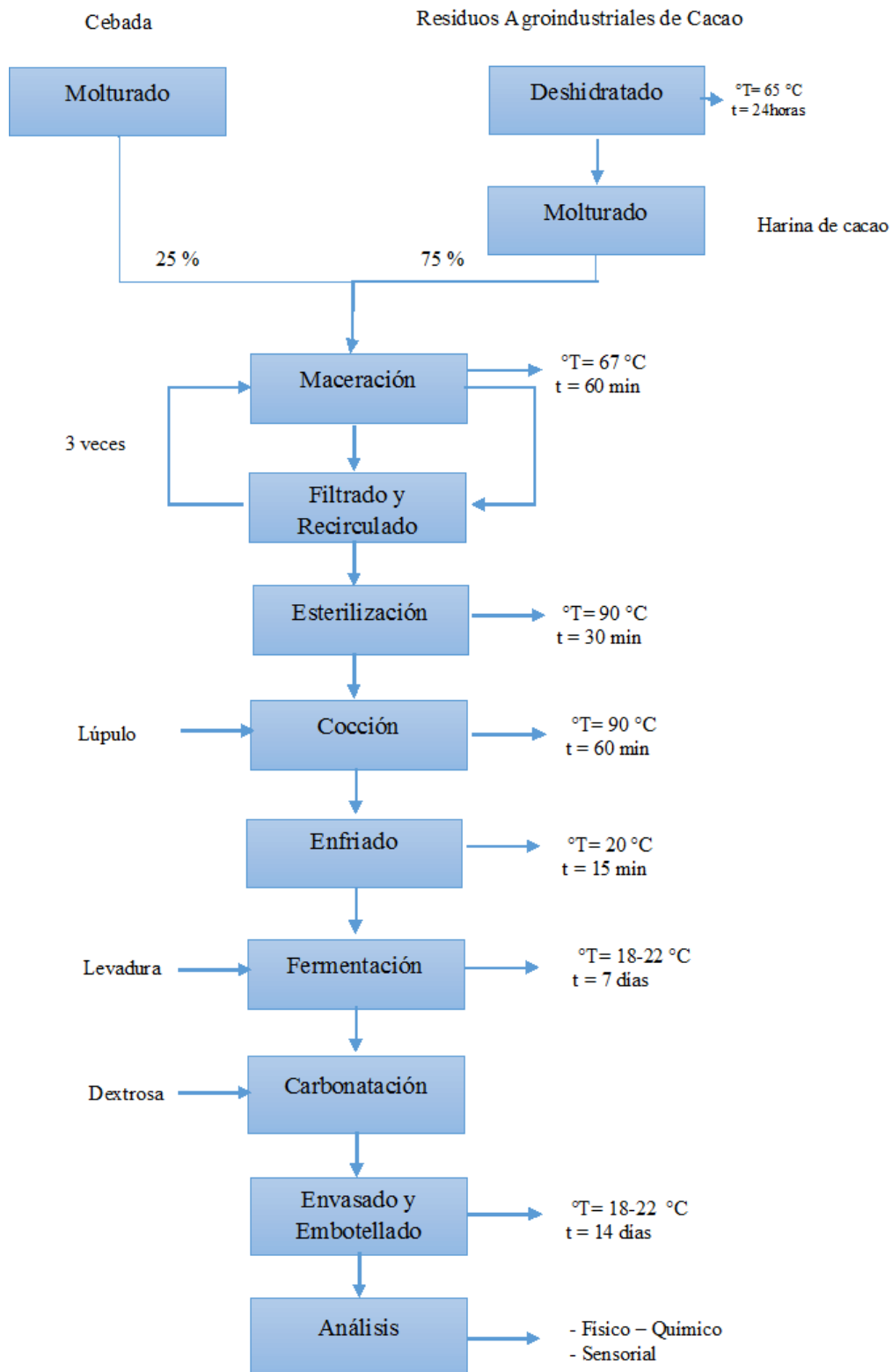


Figura 3 Diagrama de flujos de la producción de la cerveza artesanal Montubia Morena.

Diagrama de flujo de procesos

Tabla 3 Diagrama de Flujo del proceso de producción de la cerveza artesanal a base de residuos agroindustriales de cacao “Montubia Morena”.

	CARACTERISTICAS	EVENTO		NÚMERO
Proceso	Elaboración de la cerveza Montubia Morena	Operación	○	12
Actividades	Obtención de harina de cacao	Inspección	□	2
	Elaboración de la cerveza artesanal	Transporte	⇒	1
Fecha		Demoras	D	0
Elaborado por	Franco Torres	Almacena- miento	▽	1

Tabla 4 Flujo de proceso de la elaboración de cervea

	Descripción	○	⇒	□	D	▽	Tiempo (minutos)	Observaciones
1	Recepción de la materia prima e insumos	●	⇒	□	D	▽	15	
2	Control de materia prima e insumos	○	⇒	■	D	▽	15	
3	Deshidratado de	●	⇒	□	D	▽	1440	A 65 °C

4	Molturado de la cebada y residuos de cacao	●	⇒	□	D	▽	120	Se obtiene la Harina de Cacao y Cebada
5	Maceración	●	⇒	□	D	▽	60	Mantener a 67 °C. Luego de la hora subir a 78 °C (Finalización de la actividad enzimática)
6	Filtración del mosto	●	⇒	□	D	▽	25	Retención de solidos
7	Recirculación del mosto	●	⇒	□	D	▽	10	Tres veces
8	Esterilización	●	⇒	□	D	▽	30	Eliminación de patógenos a 90 °C
9	Cocción	●	⇒	□	D	▽	60	Agregación del lúpulo al (1,45 y 55 min) del inicio de la ebullición
10	Enfriado	●	⇒	□	D	▽	15	Baja la temperatura del mosto a 20 °C. Medir densidad inicial
11	Fermentación	●		□	D	▽	10080	Se oxigena el mosto y se añade la levadura activada. Medir densidad final
12	Carbonatación	●	⇒	□	D	▽	5	Se agrega 5 g de dextrosa por cada litro
13	Envasado y Embotellado	●	⇒	□	D	▽	20160	Segunda Fermentación a 18 - 22 °C

1 4	Análisis	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	60	Físico, químicos.
1 5	Almacenamiento	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15	Lugar oscuro y fresco
1 6	Distribución del producto	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	30	

2.3. Análisis de costos

Para comparar el costo de producción de la cerveza, se realizará la comparación del precio de venta, del grado alcohólico y el contenido, para evaluar la competitividad de la cerveza elaborada.

Se realizará una comparación entre cervezas:

Importada industrial

Artesanal oscura

Artesanal de chocolate

Montubia morena

Artesanal Ambateña

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación de la obtención de azúcares fermentables

3.1.1. Tratamiento con *P. barcinonensis*

Tabla 5 Fermentación de medio mínimo con urea (0,1% V) con desechos agroindustriales de cacao 37 °C y 150 rpm dilución 1/10 ((10% *P. barcinonensis*))

Tiempo (horas)	Replica 1 Abs(540nm)	Replica 2 Abs(540nm)	Replica 3 Abs(540nm)	Promedio Abs(540nm)
0	0,257	0,269	0,276	0,2673
2	0,255	0,263	0,262	0,2600
4	0,259	0,25	0,259	0,2560
6	0,251	0,252	0,248	0,2503
8	0,243	0,243	0,234	0,2400
9	0,233	0,237	0,241	0,2370
24	0,119	0,118	0,112	0,1163
32	0,103	0,117	0,11	0,1100

48	0,092	0,097	0,094	0,0943
120	0,056	0,057	0,057	0,0567
168	0,0236	0,0225	0,0226	0,0229
192	0,0179	0,0177	0,0168	0,0175
216	0,0129	0,0136	0,0122	0,0129
336	0,0054	0,00349	0,0042	0,0044

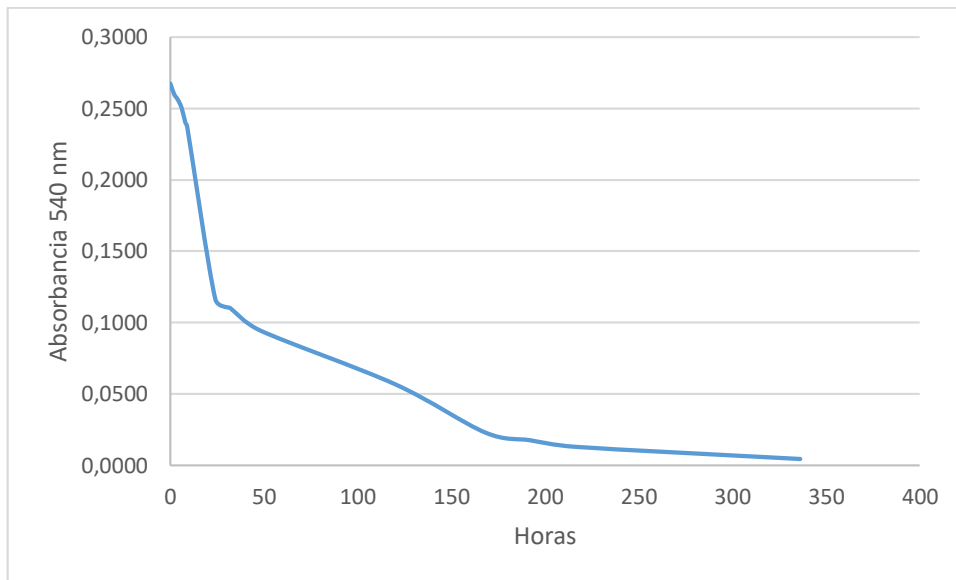


Figura 4 Comportamiento de los azúcares fermentables en el tiempo, 10% de microorganismo.

Luego de obtener los microorganismos en condiciones adecuadas para degradar los carbohidratos complejos en azúcares sencillos, se evaluó su acción en la harina de cacao, observándose un rápido descenso de los azúcares fermentables presentes ya en la mezcla, debido a que *P. barcinonensis* aprovecha estos azúcares presentes para generar su energía interna, por lo que degradar carbohidratos complejos no es necesario en este medio, ocasionando esta disminución de los azúcares; también al degradarse el almidón en el medio se fue consumiendo a la misma velocidad por parte de la bacteria, por lo que no se obtiene un aumento neto de azúcares.

El objetivo buscado al evaluar a este microorganismo no se llegó a cumplir, ya que al no estar sometidos a las condiciones adecuadas para la degradación no se iba a conseguir la fuente de carbono adecuada para que pueda ser aprovechada por *S. cerevisiae*, por ello el mejor tratamiento es con las enzimas de la cebada.

Tabla 6 Obtención de azúcares fermentables en medio mínimo con desechos agroindustriales de cacao en 37 °C y 150 rpm dilución 1/10 ((50% *P. barcinonensis*))

Tiempo (horas)	Abs(540)
0	0,257
1	0,0189
2	0,0162
17	0,0089
18	0,0189
20	0,0156
144	0,0086

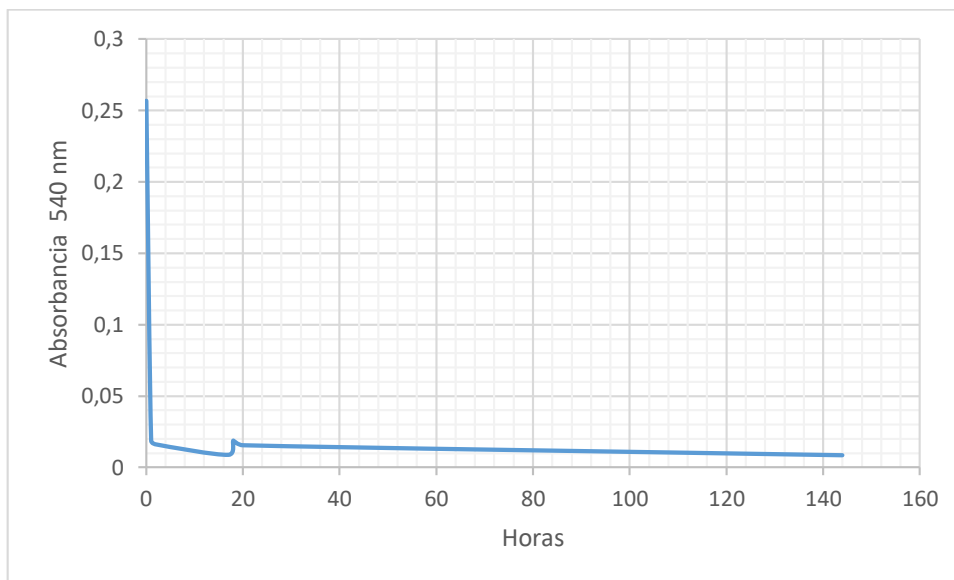


Figura 5 Comportamiento de los azúcares fermentables en el tiempo, 50% de microorganismo.

Al aumentar la concentración del microorganismo se observa el fenómeno descrito anteriormente, la reducción de azúcares fermentables se reduce desde una absorbancia de 0,257 a 0,0189 en solo 1 hora, esta disminución es muy desfavorable para el proceso, a grandes concentraciones la disminución será muy grande, pudiendo a llegar al punto de agotar todos los azúcares fermentables en el medio y que la levadura en la fermentación no tenga como realizar la transformación a etanol.

3.1.2. Tratamiento con enzimas

Tabla 7 Comportamiento de los azúcares fermentables por tratamiento con enzimas

Tiempo (horas)	Cacao (100%)	Cacao (25%) + Cebada (75%)	Cacao (50%) + Cebada (50%)	Cacao (75%) + Cebada (25%)	Cebada (100%)
0	0,061	0,062	0,059	0,067	0,055
0.5	0,069	0,082	0,081	0,072	0,092
1	0,073	0,089	0,092	0,075	0,096

La maceración de la materia prima (cacao y cebada) se realizó en una hora, se obtuvo mayor rendimiento con la cebada al 100%, pero para utilizar mayor cantidad de los residuos industriales de cacao se eligió la formulación de 75% de cacao y 25% de cebada para el procesamiento y obtención del producto final.

3.2. Análisis físico-químico de la cerveza

Tabla 8 Resultados análisis físico químico

Análisis	Unidad	Valor Mínimo	Valor Máximo	Resultado	Método de análisis
Grado Alcohólico a 20 °C	%(v/v)	1	10	3	NTE INEN 2322
pH	-	3,5	4,8	3,62	NTE INEN 2325

Acidez total expresada en ácido láctico	%(m/m)	-	0,3	0,27	NTE INEN 2323
Densidad	g/l			1050	

Todos los parámetros analizados estuvieron dentro de los límites determinados por las normas correspondientes, teniendo un valor de grado alcohólico de 3%, indica que el contenido de alcohol no es muy alto, siendo más apreciada como acompañante de alimentos o como bebida recreativa, mientras su acidez y su pH indican que su sabor ácido también lo hará adecuado para paladares más exigentes.

En general ninguno de los parámetros indicaría que se dañe las características organolépticas o microbiológicas, por lo que es un producto con buenas condiciones para el mercado, aunque debido a la pandemia ocasionada por COVID-19 en el 2020 no se pudo realizar más análisis físico-químicos y microbiológicos para determinar exactamente todo lo que se requiere para poner un producto de este tipo en el mercado.

3.3. Cata de cerveza

Tabla 9. Análisis gustativo

Parámetro	Promedio de puntuación
Gusto de la Malta	2,308
Gusto del Cacao	2,769
Gusto a Alcohol	3,538
Gusto Dulce	1,308

Gusto Ácido	2,538
Gusto Salado	1,385
Amargor	4,231
Cuerpo	3,846

Al tabular los datos de los participantes en la cata de cerveza se obtuvo los valores promedio de los analistas a la cerveza elaborada, siendo el que mayor puntuación tuvo el parámetro de amargor con un 4,231, mientras que el menor valorado fue el gusto dulce con 1,308 de puntuación promedio, indicando que el producto obtenido es un sabor fuerte siendo predominante el amargor, el cuerpo y el gusto a alcohol, mientras el gusto dulce, ácido y salado no fueron percibidos por los catadores, esta sensación podría limitar a la cerveza como bebida de recreación ya que su fuerza en el campo gustativo alejaría a bebedores ocasionales o a aquellos que la consumen junto a los alimentos, pero sería apreciada por otro grupo que aprecie estas sensaciones.

El gusto a cacao obtuvo un promedio de 2,769, indicando que, si es perceptible en la cerveza, siendo un punto atractivo para el consumidor final, es necesario encontrar un punto de equilibrio entre la fuerza del amargor con el gusto del cacao para determinar las condiciones adecuadas para el mercado.

En resumen los valores obtenidos para el análisis gustativo es:

Gusto de la malta: muy ligero

Gusto del cacao: ligero

Gusto a alcohol: fuerte

Gusto dulce: inexistente

Gusto ácido: muy ligero

Gusto salado: inexistente

Amargor: fuerte

Cuerpo: con bastante cuerpo

En contraposición a lo obtenido en los análisis fisicoquímicos, con un 3% de contenido alcohólico se tiene un fuerte gusto a este parámetro.

Como se acoto en la parte de análisis, el amargor fue fuerte lo que también dio bastante cuerpo.

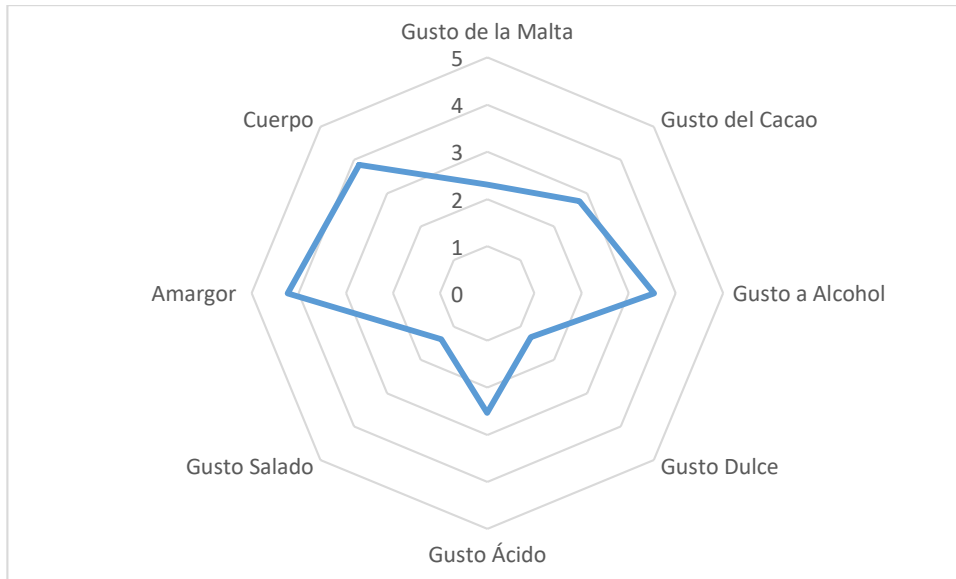


Figura 6 Diagrama radial Análisis gustativo

Se observa que tanto el cuerpo como el amargor son los que mayor valoración obtuvieron, seguido por el gusto a alcohol, indicando que es una cerveza fuerte, debido al tiempo de fermentación y el lúpulo utilizado.

Tabla 10 Análisis visual

Parámetro	Promedio de puntuación
-----------	------------------------

Color	2,769
Transparencia	3,077
Vivacidad	1,615
Color de Espuma	3,461
Consistencia de Espuma	1,385

En el análisis visual, el parámetro más puntuado fue el de color de la espuma siendo esta ligeramente morena, mientras la consistencia de la misma fue ligera, color marrón relacionado con la materia prima y característico de este tipo de cerveza, donde la vivacidad fue poco puntuada debido a que los analistas prefieren una cerveza con mayor cantidad de gas, y la transparencia con un 3.077 indicó que es una cerveza turbia.

El resumen de estos parámetros según la percepción de los catadores fue:

Color: marrón

Transparencia: turbia

Vivacidad: poca

Color de Espuma: ligeramente morena

Consistencia de Espuma: ligera

Las ventajas de estas características es que la espuma no genera sensaciones que saturan la boca, al ser poco consistente no causa este fenómeno y el sabor fuerte está ligado directamente al líquido y no a la espuma, siendo más fácil ingerirlo para el consumidor.

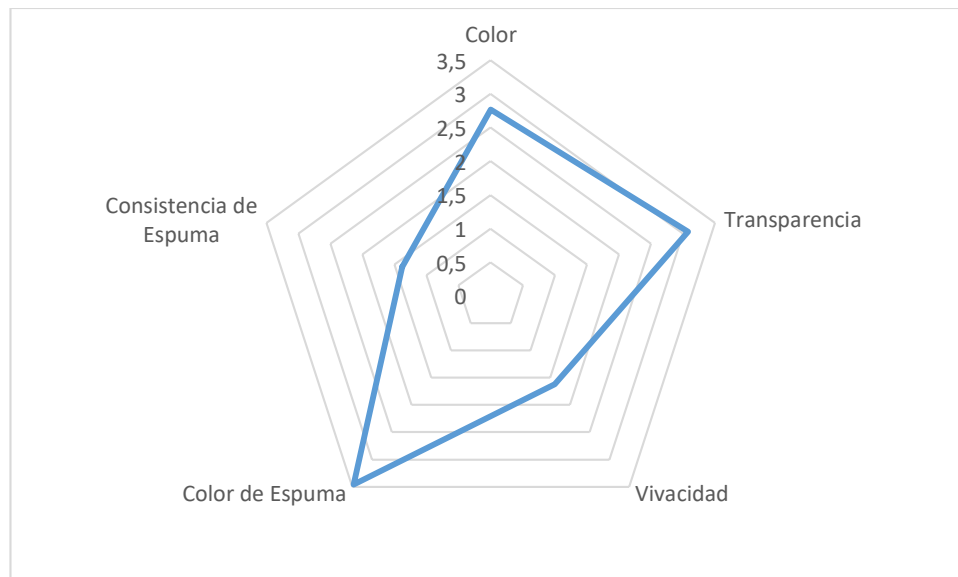


Figura 7 Diagrama radial del análisis visual

Se observa en el diagrama radial una predominancia del color de la espuma y la transparencia, siendo estos los que mayor impresión causaron en los catadores, siendo estos los que se deben cuidar al momento de la elaboración, debiendo representar las características principales de la cerveza producida.

Tabla 11 Análisis olfativo

Parámetro	Promedio de puntuación
Aroma de la Malta	2,154
Aroma del Cacao	3,539
Aroma a Alcohol	3,154

El análisis olfativo tuvo como parámetro principal el aroma ligero del cacao, y el menor el de malta, con 3,539 y 2,154 respectivamente, el aroma a alcohol ligero también tuvo un valor

alto de 3,154, esta percepción olfativa permite dar el valor agregado de la harina de cacao y sea apreciada por el consumidor, siendo un producto con esta propiedad organoléptica única en el mercado y que es potenciada por la malta y el alcohol.

El resumen de estos parámetros es:

Aroma de la Malta: muy ligero

Aroma del Cacao: ligero

Aroma a Alcohol: ligero

La cata entre todos los analistas muestra presencia de las características organolépticas de la harina de cacao, estos parámetros se usaron junto a la aceptabilidad para dar el análisis sobre el producto.

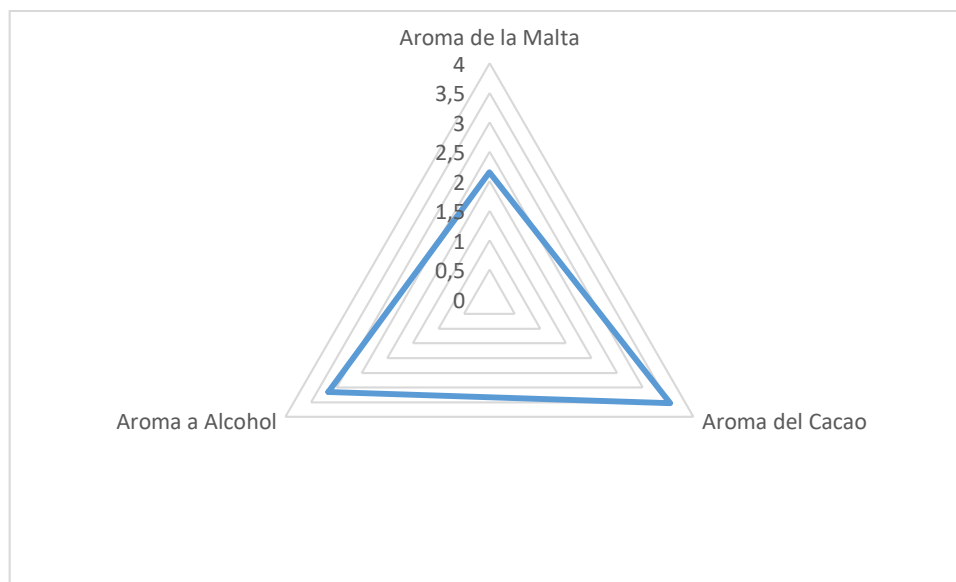


Figura 8 Diagrama radial Análisis olfativo

Al ser la materia prima la harina del cacao, esta pudo mantener sus propiedades de aroma durante todo el proceso y así fue la que mayor puntuación tuvo en la cata, mientras la malta fue la menor de todas, y el alcohol también tuvo un valor bastante alto.

Esto sumado a las características visuales y gustativas van marcando la identidad del producto apoyado principalmente por la materia prima utilizada, pudiendo ser distinguida por los consumidores como un producto único en el mercado.

3.3.1. Aceptabilidad

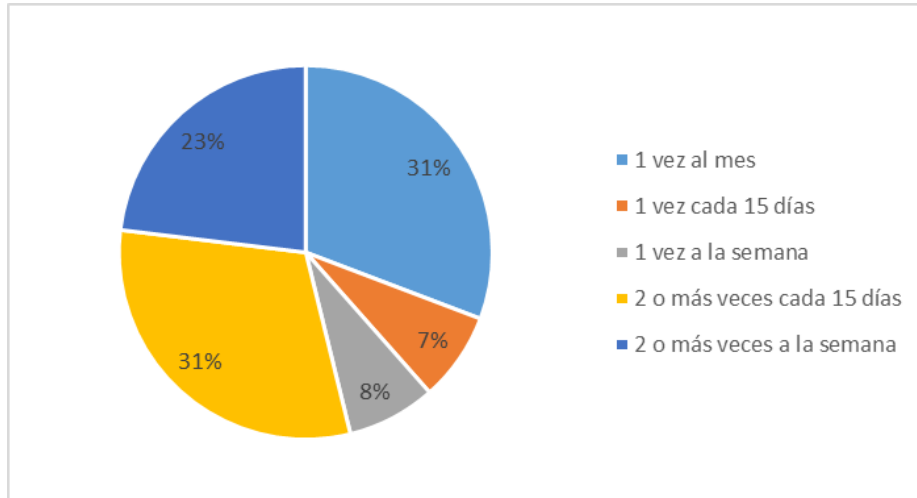


Figura 9 Frecuencia de consumo de cervezas

La mayor parte de encuestados afirmó que beben 1 vez al mes o dos o más veces cada 15 días ambos con 31%, el 23% bebe 2 o más veces a la semana, indicando este un alto consumo de este tipo de bebidas, siendo una bebida recreativa que se usa en alimentos o en reuniones, siendo el producto que se está generando en este trabajo uno que tiene alto valor agregado podrá abarcar esta demanda.

Al ser una bebida que es consumida frecuentemente se pronostica una alta demanda y bajo las características pobres de cervezas en el mercado podrá encontrar un lugar en el mercado.

Evaluación global

Tabla 12 Evaluación global

Puntuación promedio
8,23

La evaluación global del producto es alta, con un 8,23 de promedio de cata, la aceptación de este producto es alta por lo que triunfaría en el mercado.

Este valor indica que las propiedades organolépticas del producto son atractivas para los consumidores, pudiendo mejorar los parámetros hasta obtener una mejor evaluación global.

3.3.2. Análisis estadístico de la evaluación global

Para el análisis de aceptabilidad de la cerveza artesanal montubia morena de estilo Brown Ale, de una muestra de 13 personas de la ciudad de Ambato, los cuales fueron entrenados para realizar una valoración global de la cerveza mediante una prueba de catación, los resultados se presentan en la siguiente tabla. Se construye un intervalo de confianza al 95% de la valoración global de la cerveza. Un resultado mayor a 8 indica que la cerveza tiene aceptabilidad. Realizar una comparación de la muestra y análisis de varianza entre ambos géneros en la aceptabilidad de la cerveza.

Tabla 13 Evaluación global

Masculino	9	7,5	8	8,5	8	8,5	
Femenino	7	7,5	8	8,5	9	8,5	9

Intervalo de Confianza

$$IC = \bar{x} \pm t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Donde:

\bar{x} : Media Total

t: Se distribuye como T de Student con $n - 1$ grados de libertad con 95% de intervalo de confianza y 0,05 de nivel de significancia para una prueba de dos colas.

S: Varianza total

n: Número de la muestra total

$$IC_{95\%} = \bar{x} \pm t \frac{S}{\sqrt{n}}$$

$$IC_{95\%} = 8,23 \pm 2,179 \frac{0,401}{\sqrt{13}}$$

$$IC_{95\%} = [7,99; 8,47]$$

Comparación de Muestras

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

$$Sp^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{Sp^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Donde:

Sp^2 : Varianza Conjunta

n_1 y n_2 : Muestras 1 y 2

S_1 y S_2 : Varianza de las muestras 1 y 2

t: Se distribuye como T de Student con $n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad con nivel de significancia de 5%.

\bar{x}_1 y \bar{x}_2 : Medias de las muestras 1 y 2

$$Sp^2 = \frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$Sp^2 = \frac{(6-1)(0,275)^2 + (7-1)(0,571)^2}{6+7-2}$$

$$Sp^2 = 0,212$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{Sp^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$t = \frac{8,25 - 8,214}{\sqrt{0,212 \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{7} \right)}}$$

$$t = 0,14$$

Si $-2,201 < t < 2,201$ No se rechaza H_0 ;

Respuesta: $-2,201 < 0,14 < 2,201$ No se rechaza H_0

Con la respuesta de aceptabilidad según la prueba T de Student, se determina que la aceptación entre el segmento femenino y el masculino no existe diferencias significativas, es decir que para ambos grupos se obtienen resultados similares y con un promedio de 8,23 en total, se puede afirmar que la cerveza tiene una aceptación positiva en la población de consumo.

Análisis de Varianza

Distribución de Fisher

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Regla:

$$F(N, D)$$

$$N = k - 1$$

$$D = n - k$$

$$F(1, 11)_{\alpha=0,05} = 4,84$$

Si $F > 4,84$ se rechaza la hipótesis

Calculo de SC_{Total} y SC_E

$$SC_{Total} = \sum(X - \bar{X}_T)^2 = 4,80769231$$

$$SC_E = \sum(X - \bar{X}_c)^2 = 4,80357143$$

$$SC_T = SC_{Total} - SC_E = 0,00412088$$

Tabla 14 Formulas Fischer

Fuente Variación	Suma de Cuadrados	Grados Libertad	Varianza	F
Tratamiento	SC_T	k-1	$V_T = SC_T / k - 1$	$F = V_T / V_E$
Error	SC_E	N-k	$V_E = SC_E / N - 1$	
Total	SC_{Total}	n-1		

Tabla 15 Valores Fischer

Fuente Variación	Suma de Cuadrados	Grados Libertad	Varianza	F
Tratamiento	0,00412088	1	0,00412088	0,00943666
Error	4,80357143	11	0,43668831	
Total	4,80769231	12		

Respuesta: $0,009 > 4,84$. No se rechaza H_0

Para apoyar la afirmación encontrada con la prueba T de Student, se realizó la comprobación con la prueba F de Fisher, obteniéndose que tampoco se rechaza la hipótesis nula, con la consecuencia de que los grupos analizados femenino y masculino no tienen diferencias significativas, y al dar ambos valores de aprobación de la cerveza, se dice que para los encuestados es un producto atractivo y será aceptado en el mercado por los consumidores.

Encuesta

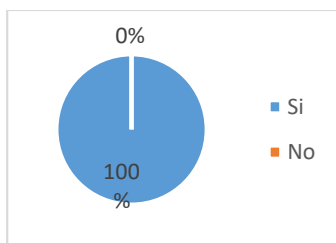


Figura 10 ¿Consumiría usted la cerveza?

La totalidad de los encuestados afirmaron que consumirían la cerveza habitualmente, indicando que es un producto agradable, apoyando a las demás características organolépticas.

Esto pudo ser influenciado por que son consumidores frecuentes como lo visto en el punto anterior, por lo que se debería analizar el impacto con personas que no consuman con frecuencia este tipo de bebida, para identificar el impacto en este grupo.

Datos de los encuestados

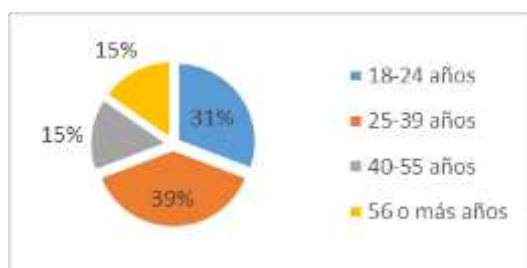


Figura 11 Rango de edad

Los encuestados estuvieron en mayor proporción estuvo entre 25 a 39 años, seguido por el rango de 18 a 24, siendo estos rangos que consumen altas cantidades de bebidas alcohólicas y pueden gastar dinero en estos productos ya que cuentan con el poder económico.

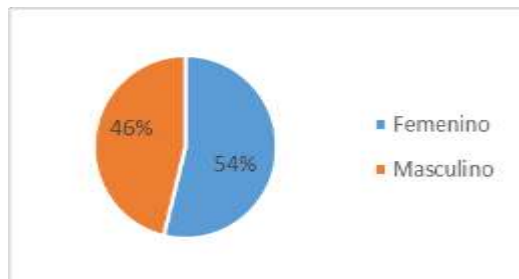


Figura 12 Proporción de sexo

La proporción entre catadores femeninos y masculinos fue de 46:54 (F:M), siendo casi proporciones iguales.

3.4. Fijación y Política de precios:

A continuación, se especifican los costos considerados para la preparación de 1300 litros mensuales de cerveza artesanal:

Presupuesto de Recurso Humano

La empresa contara con 3 empleados para su funcionamiento, delegados a distintas actividades operacionales dentro de la empresa, cada uno contara con los beneficios determinados en la Ley Ecuatoriana. Los sueldos se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 16 Gastos en mano de obra

Descripción	Número de personas	Pago mensual \$
Analista de laboratorio y Jefe de calidad	1	1.000,00
Jefe de Producción	1	700,00
Asistente de Producción	1	450,00
Total	3	2.150,00
Costo por litro		1,65
Costo por botella 330 ml		0,56

Presupuesto de materia prima

La estimación del precio para la fabricación de la cerveza, se basa en los costos de materias primas e insumos para producir 1300 litros mensuales, semejante a 3939 botellas de 330 ml.

Tabla 17 Costos operacionales Cerveza con cacao

Costos operacionales	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Final (\$)
Materia Prima				
Residuos de cacao	170,63	Kg	0,20	34,13
Malta base	56,88	Kg	1,42	80,77
Lúpulo	2,34	Kg	40,00	93,6
Levadura	0,52	Kg	154,48	80,33
Dextrosa	6,5	Kg	1,10	7,15
Botella	4100	Unidad	0,35	1435
Tapa	4100	Unidad	0,01	41
Etiqueta	4100	Unidad	0,10	410
Agua	1500	L	0,001	1,50
Total				2183,48
Costo por litro				1,68
Costo botella 330 ml				0,55

Costos asociados

Tabla 18 Costos asociados

Descripción	Pago mensual \$
Análisis certificados	200,00
Servicios básicos	700,00
Impuestos	200,00
Total	1.100,00
Costo por litro	0,84
Costo por botella 330 ml	0,28

Esta sección detalla los costos que se involucrarán en el cálculo del precio de fabricación de la cerveza.

Presupuestos de la empresa

En esta sección se detalla presupuestos que no se tomarán en cuenta al momento de obtener el precio de producción de la cerveza, ya que no se está estudiando el establecimiento de una planta de producción sino la factibilidad de producir una cerveza con residuos agroindustriales. Esta sección se puede tomar como referencia para realizar un estudio de implementación de una planta de producción.

Tabla 19 presupuesto de equipos de laboratorio

Equipo	Cantidad	Costo por unidad (\$)	Valor Total (\$)
--------	----------	-----------------------	------------------

Potenciómetro	1	63	63
Alcoholímetro	1	30	30
Densímetro	1	30	30
Termómetro	1	16	16
Balanza Digital	1	50	50
Probeta	1	25	25

Estos equipos de laboratorio son los necesarios para controlar adecuadamente las condiciones de la cerveza en el procesamiento.

Tabla 20 Presupuesto de maquinaria

Equipo	Cantidad	Costo por unidad (\$)	Valor Total (\$)
Molino	1	1.200,00	1.200,00
Tanque de calentamiento	1	2.000,00	2.000,00
Macerador	1	4.000,00	4.000,00
Tanque de fermentación	3	2.000,00	6.000,00
Llenadora de botella	1	2.000,00	2.000,00

Sistema de purificación de agua	1	2.000,00	2.000,00
---------------------------------	---	----------	----------

Estos precios están basados en equipos con la capacidad suficiente para procesar los 1300 litros mensuales trabajando 6 días a la semana y 8 horas al día.

Tabla 21 Infraestructura

Infraestructura	Valor Total (\$)
Construcción	30.000,00
Cuarto frío	7.000,00

Costo de fabricación

Con los datos obtenidos anteriormente, se calculó el precio por cada botella de 330 ml de la cerveza producida, eliminando del cálculo todos los costos indirectos que surgen en la producción.

Descripción	Costo por botella (330 ml) \$
Mano de obra	0,56
Materia prima	0,55
Costos asociados	0,28
Subtotal	1,39

Imprevistos 10%	0,14
Total por botella	1,53

El valor por fabricar 1 botella de 330 ml de la cerveza es de \$1,53, siendo un valor económico y adecuado para ingresar al mercado y generar ganancias con el precio de venta al público.

3.5.Estrategia de precios

En la actualidad existe gran variedad de cervezas en el mercado, incluyendo las artesanales, nacionales, importadas e industriales, cada una de ellas con diferentes precios, los cuales dependen principalmente de la marca, contenido, grado alcohólico y composición. En la siguiente tabla se presenta un estimado de precios en el mercado.

Tabla 22 Precios de cervezas comerciales

Cerveza	Precio de venta (\$)	Grado de Alcohol	Contenido (mL)
Importada Industrial	2,25	5	330
Artesanal Oscura	2,50	5	330
Artesanal de Chocolate	3,00	5,5	330
Artesanal Ambateña	2,50	4	330
Promedio	2,56		

El valor de fabricación de la cerveza a base de cacao es de \$1,53, mientras el precio de venta de las cervezas en el mercado es de \$2,56 en promedio, si la cerveza se dejara a este precio se obtendría una ganancia neta de \$1,03 por unidad, mientras si se deja al valor más alto de \$3,00 la ganancia sería de \$1,47 por otro lado, si se dejara a \$2,00 la ganancia sería solo de \$0,47.

Para establecer el precio de venta final se elegirá mediante el valor cercano medio del mercado, siendo \$2,50, generando una ganancia de \$0,97 por cada botella de 330ml.

3.6. Descripción del producto final

MARCA: MONTUBIA

En honor al campesino costero dedicado a la agricultura, así mismo por la utilización de un residuo agroindustrial de la zona, el cacao, se estableció la palabra "Montubia". En efecto, este grupo cultural se destaca por su carácter rudo y al mismo tiempo cordial, es así como Montubia te acerca a esa sensación dulce pero también fuerte en amargor, con gran personalidad y espíritu combativo

DESCRIPCION DEL PRODUCTO:

Bebida alcohólica elaborada a partir de malta y en gran parte desechos agroindustriales de cacao que conservan el sabor y olor propio, por medio de las grasas y azúcares de este producto ecuatoriano, además de reducir costos de materia prima para la producción, cada una de las etapas se realiza de manera artesanal cuidando hasta el mínimo detalle para obtener un producto de alta calidad. Cerveza ligera en aroma y sabor a chocolate, media en cuerpo, pero penetrante en amargor con moderado grado alcohólico (3%) son unas de las características.

Tabla 23 Ficha Técnica del Producto.

Nombre del Producto	Montubia Morena
Descripción del Producto	Cerveza artesanal Brown ale a base de residuos agroindustriales de cacao fuerte en amargor

Ingredientes	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos de cacao • Malta base • Levadura 	<ul style="list-style-type: none"> • Lúpulo • Dextrosa • Agua
Características Organolépticas	<ul style="list-style-type: none"> • Color: Marrón • Olor: Chocolate • Sabor: Chocolate • Textura: Poco densa 	
Normas necesarias para la circulación del producto	<ul style="list-style-type: none"> • Certificado del producto • Pruebas de control de calidad • Notificación sanitaria 	
Tipo de conservación	<ul style="list-style-type: none"> • Consérvese en un lugar fresco y seco 	
Característica	<ul style="list-style-type: none"> • Grado alcohólico: 3% <ul style="list-style-type: none"> • pH: 3,62 • Acidez: 0,27% 	
Rotulado	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre del producto • Característica • Ingredientes • Fecha de producción • Fecha de vencimiento <ul style="list-style-type: none"> • Peso neto • Notificación sanitaria 	
Advertencia	<ul style="list-style-type: none"> • El consumo excesivo de alcohol puede perjudicar su salud. 	

Etiqueta del producto

La etiqueta fue diseñada tomando en cuenta las normativas:

INEN 1334-1:2015

INEN 1334-2:2011

El fondo de la etiqueta contiene el estilo de la madera del ébano, para dar un carácter rustico, en el panel principal incluirá la imagen distintiva de la marca, el nombre del producto, contenido neto y grado alcohólico. En el panel secundario derecho se presentará la información de la fecha de elaboración, fecha de expiración, ingredientes, y notificación sanitaria. Finalmente, en el panel secundario izquierdo se detallará una breve descripción del producto, advertencia y recomendación.



Panel Secundario
izquierdo

Panel Principal

Panel Secundario
derecho

Tabla 24 Composición para 20 litros de cerveza

Composición	Cantidad (Kg)
Residuos de cacao	2.625
Malta base	0.875
Lúpulo	0.036
Levadura	0.008
Agua	20

3.7. Discusión

Al evaluar el rendimiento de *P. barcinonensis* en la degradación de carbohidratos de la malta de residuos de cacao no se tuvo resultados positivos, con una concentración del 50% de microorganismos se disminuyó a la décima parte la cantidad de azúcares fermentables en una hora, mientras que al 10% en 24 horas se logró esta disminución, al no ser el objetivo buscado estuvo muy lejos de alcanzarse, por lo que reemplazar las enzimas tradicionales por *P. barcinonensis* es inviable.

La mezcla de harinas entre la cebada y la de cacao también fue otro factor a analizar en este estudio, con varias concentraciones, si bien el mejor rendimiento observado fue el de 100% de cebada, se eligió la mezcla de 75% de cacao y 25% de cebada, para que la cantidad de residuos agroindustriales de cacao sea representativa en el proceso total, luego de 1 hora de tratamiento enzimático se obtuvo que la mezcla de 100% de cebada tuvo una absorbancia de

0.095 y la de cacao y cebada un 0.075, no existiendo una diferencia demasiado marcada entre estos valores.

Luego de realizar el proceso de elaboración de cerveza descrito en los incisos 2.2.2. Elaboración de cerveza, se realizó los análisis físico químicos en los que en todos los parámetros se obtuvieron valores dentro de los límites reglamentarios por las normas respectivas, el grado alcohólico estuvo en 3%, el pH con 3,62, la acidez total en 0,27% y la densidad en 1050 g/l, esto hace que la cerveza producida esté apta para entrar al mercado al cumplir con los estándares de calidad requeridos por el estado ecuatoriano.

La prueba de cata realizada a los voluntarios, indicó que esta cerveza tiene propiedades únicas asociadas a la incorporación de la harina de cacao en el proceso, las características principales fueron su sabor alcohol, su amargor y su cuerpo, que resaltaron más que otros valores, en lo visual se destacó su color marrón, su espuma morena y su turbiedad, por último en la parte olfativa el cacao tuvo ligera presencia de su aroma, mientras el alcohol si se pudo notar, estas características gracias a la teobromina, alcaloide propio del cacao que le da ese sabor y olor característico y también el uso del lúpulo, que le proporcionó la fuerza en la cerveza a pesar que el contenido de alcohol era bajo.

La aceptación del producto final en los catadores fue de 8,23/10, además luego de comparar las evaluaciones de los grupos femenino y masculino de cata se observó que no existe diferencias significativas entre ellas, comprobación que se hizo con la prueba T de Student y F de Fisher, además el 54% afirmó que tomarían este producto más de dos veces al mes, por lo que es un producto bien apreciado por el mercado consumidor de cerveza en la ciudad de Ambato, por último el 100% de los encuestados afirmó que si consumiría de nuevo la cerveza,

por lo que sumado al dato anterior, indicaría que esta bebida podría ser de consumo habitual para la población objetivo.

Para la fijación de precios de venta de la cerveza se tomó un valor de 1300 litros de cerveza mensual como producción de ejemplo para calcular el valor por cerveza, al no estar enfocado en el análisis económico se dejó de lado variables que al momento de establecer una fábrica y comenzar la producción pueden originarse, pero para analizar sólo el proceso con un enfoque en la materia prima y el producto terminado se realizó los cálculos del inciso 3.4. obteniéndose un valor de \$1,53 por botella de 330 ml, para ello se valoró mano de obra, materia prima, costos asociados, y 10 % de imprevistos, en comparación con las cervezas existentes del mercado que rondaban el precio entre \$2,25 y \$3,00, mediante la estrategia de precio medio, se designó el precio de venta final al público provisional de \$2,50, con una ganancia de \$0,97 por unidad vendida, este precio debe ser tomado como referencia al momento de establecer el precio final luego de hacer cuenta otros gastos como marketing, transporte, etc.

El proceso de elaboración está detallado en la sección 2.2.2., en la que están diagramas de flujo de todos los procesos y un diagrama de procesos en la que se estructura las variables y tiempos que se requieren en cada etapa para obtener la cerveza de cacao.

Para elaborar la ficha técnica se tomó las características dadas en la cata y los análisis físico químicos, además de completar los requerimientos del estado como nombre, descripción, fecha de caducidad y elaboración, entre otros parámetros que deben ser incorporados al momento de la producción, se agregó también la advertencia del peligro de consumo de alcohol, la etiqueta del producto se realizó bajo las normas INEN 1334-1:2015 e INEN 1334-2:2011, en la que resalta el Nombre del producto “Montubia Morena” y la característica más representativa que es el sabor a chocolate.

Teniendo todos los valores de análisis físico químicos y de la cata realizada, se establece que este producto cumple con los estándares requeridos por la normativa nacional y es apreciada por los consumidores, por lo que se podrá establecer en el mercado, su valor de producción y de venta genera ganancias de \$0,97 por botella por lo que puede llegar a ser rentable, la mezcla de cacao y cebada le otorgan características únicas como se observó en la cata, y el uso de *P. barcinonensis* no es recomendable para la maceración del mosto de la cerveza, este producto es apto para ingresar al mercado cumpliendo todas las normativas existentes en el país y generar beneficio económico para la empresa, además de generar empleo.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Se elaboró una cerveza en base de harina de cacao y cebada que tuvo características organolépticas aceptadas por catadores, sus parámetros físico-químicos estuvieron dentro del rango aceptado por la norma INEN respectiva y contó con una ficha técnica y etiqueta elaboradas bajo norma, indicando que es un producto que podría aceptarse por las regulaciones nacionales e ingresar al mercado.

Se estableció un protocolo detallado de la fabricación de cerveza a base de cacao y cebada, con tres diagramas de flujo y un diagrama de proceso, además de la descripción escrita del proceso, también se elaboró la ficha técnica y la etiqueta del producto con los requerimientos del ARCSA para cervezas, cumpliendo todos los estándares solicitados, esto se observa en las secciones 2.2.2. y 3.6. de este trabajo.

Se realizó un análisis de costo de producción de la cerveza, tomando en cuenta la mano de obra, materia prima, imprevistos y costos asociados para obtener un valor de producción de \$1,53 y mediante la estrategia del precio medio al compararlas con marcas existentes en el mercado, se obtuvo que el precio de venta final provisional debe ser de \$2,50.

Se evaluó las características organolépticas obteniendo que es un producto fuerte, amargo y se identifica fácilmente su materia prima de cacao, lo que lo hace una cerveza apetecible para el consumidor y el análisis físico-químico indicó que todos los parámetros finales están dentro de los límites de las normas INEN correspondientes.

Se determinó que la obtención de azúcares fermentables a partir de enzimas presentes en la cebada es más efectiva, mientras con *P. barcinonensis* no se obtuvo generación de azúcares reductores, en cambio se vió una reducción de esta fuente de carbono debido al consumo por el organismo.

4.2. Recomendaciones

Es necesario realizar pruebas de obtención de azúcares mediante degradación bacteriana con *P. barcinonensis* a diferentes parámetros y fuentes de carbono, para identificar si en alguna puede tener actividad catabólica de carbohidratos.

Se debe efectuar estudios de factibilidad para la creación de una planta productora de cerveza, debido a que es baja en costos de materia prima y se estaría aprovechando los residuos agroindustriales para finalizar el ciclo de los frutos, debido a que este trabajo no se enfocó en este aspecto, es imprescindible realizar este estudio de factibilidad para poder plasmar esta idea.

Para mejorar el gusto a cacao en la bebida final, se debe realizar pruebas agregando chocolate en el proceso de fermentación y carbonatación, con ello se aumenta la presencia de cacao tanto en el gusto como el olfato.

Tomando como base este trabajo, se debe generar varios estilos de cerveza mediante el uso de diferentes desechos agroindustriales, aprovechando los desechos de la zona en especial aquellos que tienen altos contenidos de carbohidratos y azúcares, con ello también se debe generar nuevas industrias cerveceras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J. (2006). Educación para la sostenibilidad. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 3(2), 300-303. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2006.v3.i2.10
- Agosin T, E. (2013). *Características y requerimientos de levaduras comerciales y su impacto sobre los atributos sensoriales de los vinos*. Consorcio del Vino.
- Amado, J., & Ferioli, D. (2015). *Cacao*. Einaudi.
- Arias, G. (2014). *Directory of barley cultivars and lines*. Ulmer.
- Balcells, L. (2014). *Cerveza*. Planeta.
- Baxter, E., & Hughes, P. (2014). *Cerveza*. Acribia.
- Belitz, H., Grosch, W., & Schieberle, P. (2012). *Química de los alimentos*. Editorial Acribia.
- Berg, J., Tymoczko, J., & Stryer, L. (2011). *Bioquímica*. Reverté.
- Buitrago Gallego-Nicasio, V., & Pulido Lería, C. (2016). *Elaboración de vinos, otras bebidas alcohólicas, aguas, cafés e infusiones*. IC Editorial.
- Capece, A., Romaniello, R., Siesto, G., & Romano, P. (2018). Conventional and Non-Conventional Yeasts in Beer Production. *Fermentation*, 4(2), 38. <https://doi.org/10.3390/fermentation4020038>
- Cortes Ortiz, W., Ibla Gordillo, J., Calderon Velasquez, L., & Herrera Bueno, A. (2015). Cuantificación de azúcares reductores en las cáscaras de naranja y banano. *Revista De Tecnología*, 12(2). <https://doi.org/10.18270/rt.v12i2.772>
- Cruz-Cardona, Y., Cadena-Chamorro, E., & Arango-Tobón, J. (2019). Procesamiento de la Cascarilla de Cebada Cervecera por Vía Enzimática para la Obtención de Azúcares Fermentables. *Información Tecnológica*, 30(4), 41-50. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642019000400041>

- Dickinson, J. (2012). *Metabolism and Molecular Physiology of Saccharomyces Cerevisiae*. Taylor & Francis Group.
- Dickinson, J., & Schweizer, M. (2014). *Metabolism and Molecular Physiology of Saccharomyces*. CRC Press.
- Freixes, S., Punsola, A., Induráin Pons, J., & Dotres Pelaz, C. (2014). *El mundo de la cerveza artesanal* (6th ed.). Larousse.
- Garduño-García, A., López-Cruz, I., Ruíz-García, A., & Martínez-Romero, S. (2014). Simulación del proceso de fermentación de cerveza artesanal. *Ingeniería, Investigación Y Tecnología*, 15(2), 221-232. [https://doi.org/10.1016/s1405-7743\(14\)72212-7](https://doi.org/10.1016/s1405-7743(14)72212-7)
- Gil Hernández, A., Sánchez de Medina Contreras, F., Ruiz López, M., Maldonado Lozano, J., Alvarez Hernández, J., Martínez de Victoria Muñoz, E., & Planas Vilá, M. (2013). *Tratado de nutrición*. Panamericana.
- Godos, L. (2011). *Manual de fabricación industrial de chocolate, su elaboración en la gran industria* (6th ed.).
- González G, M. (2017). *Principios de elaboración de las cervezas artesanales*. LULU.
- Gordon, R., Power, A., Chapman, J., Chandra, S., & Cozzolino, D. (2018). A Review on the Source of Lipids and Their Interactions during Beer Fermentation that Affect Beer Quality. *Fermentation*, 4(4), 89. <https://doi.org/10.3390/fermentation4040089>
- Güemes-Vera, N., Ríos-Pérez, F., Soto Simental, S., Quintero Lira, A., & Piloni Martini, J. (2020). Harina de cáscara de vaina de cacao: Una opción para el aprovechamiento de residuos agroindustriales. *Boletín De Ciencias Agropecuarias Del ICAP*, 6(11), 5-7. <https://doi.org/10.29057/icap.v6i11.5322>
- Guzmán-Ortiz, F. (2019). Valuation and use of a new variety of barley for brewing craft beer. *Ingeniería Agrícola Y Biosistemas*, 11(1). <https://doi.org/10.5154/r.inagbi.2018.01.001>

- Herrera, E., Ramos de Castillo, M., Roca, P., & Viana, M. (2014). *Bioquímica básica*. Elsevier España.
- Hornsey, I. (2016). *A history of beer and brewing*. Royal Society of Chemistry.
- Ivanov, K., Petelkov, I., Shopska, V., Denkova, R., Gochev, V., & Kostov, G. (2016). Investigation of mashing regimes for low-alcohol beer production. *Journal Of The Institute Of Brewing*, 122(3), 508-516. <https://doi.org/10.1002/jib.351>
- Leon Villamar, F., Calderon Salazar, J., & Mayorga Quinteros, E. (2016). Estrategias para el cultivo, comercialización y exportación del cacao fino de aroma en Ecuador / Strategies for cultivation, marketing and export of aroma fine cocoa in Ecuador. *Ciencia Unemi*, 9(18), 45. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss18.2016pp45-55p>
- Lockwood, H. (2009). Cacao shell in cocoa and cacao products. *The Analyst*, 64(755), 92. <https://doi.org/10.1039/an9396400092>
- Loviso, C., & Libkind, D. (2018). Síntesis y regulación de compuestos del aroma y el sabor derivados de la levadura en la cerveza: ésteres. *Revista Argentina De Microbiología*, 50(4), 436-446. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.11.006>
- Marcos, A., López Díaz-Ufano, M., & Pascual Fuster, V. (2015). ¿El consumo moderado de cerveza podría incluirse dentro de una alimentación saludable?. *SEMERGEN - Medicina De Familia*, 41, 1-12. [https://doi.org/10.1016/s1138-3593\(15\)30006-x](https://doi.org/10.1016/s1138-3593(15)30006-x)
- Martínez Covaleta, H. (2006). *Agroindustria y competitividad*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Martínez Hernández, J., & Astiasarán Anchía, I. (2011). *Alimentos*. McGraw-Hill España.
- Mikyška, A., & Dušek, M. (2019). How wort boiling process affects flavonoid polyphenols in beer. *KVASNY PRUMYSL*, 65(6). <https://doi.org/10.18832/kp2019.65.192>
- Morales, O. (2015). *La Alianza Cacao Perú y la cadena productiva del cacao fino de aroma*. Universidad ESAN.
- Morcillo Ortega, G., Cortés Rubio, E., & García, J. (2013). *Bioteología y alimentación*.

UNED.

Palacios, R. (2019). *Producción de biofilm a partir de Komagataeibacter xylinus, utilizando diferentes residuos agroindustriales* (pp. 25-27). Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

Parés, R., & Juárez, A. (2015). *Bioquímica de los microorganismos*. Reverté.

Pascual Anderson, M., & Calderón y Pascual, V. (2011). *Microbiología alimentaria: metodología analítica para alimentos y bebidas* (6th ed.). Ediciones Díaz de Santos.

Pilla, S., & Vinci, G. (2013). *Cervezas de todo el mundo*. De Vecchi Ediciones.

Pohlan, H., Salazar Centeno, D., & Torrico-Albino, J. (2020). *Manual para el cacaocultor. De cacao fino y de aroma u ordinario*. Shaker Verlag.

Puigdomènech, A., Kourist, R., Bornscheuer, U., & Diaz, P. (2009). Rational protein design of Paenibacillus barcinonensis esterase EstA for kinetic resolution of tertiary alcohols. *New Biotechnology*, 25, S118. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2009.06.408>

Riva García, J. (2012). *Bebidas*. Ideaspropias.

Sánchez, M., Fritze, D., Blanco, A., Spröer, C., Tindall, B., & Schumann, P. et al. (2005). Paenibacillus barcinonensis sp. nov., a xylanase-producing bacterium isolated from a rice field in the Ebro River delta. *International Journal Of Systematic And Evolutionary Microbiology*, 55(2), 935-939. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.63383-0>

Silva, D., Brányik, T., Dragone, G., Vicente, A., Teixeira, J., & Almeida e Silva, J. (2008). High gravity batch and continuous processes for beer production: Evaluation of fermentation performance and beer quality. *Chemical Papers*, 62(1). <https://doi.org/10.2478/s11696-007-0076-6>

Simonazzi, A. (2010). *Cerveza*. El Cid Editor.

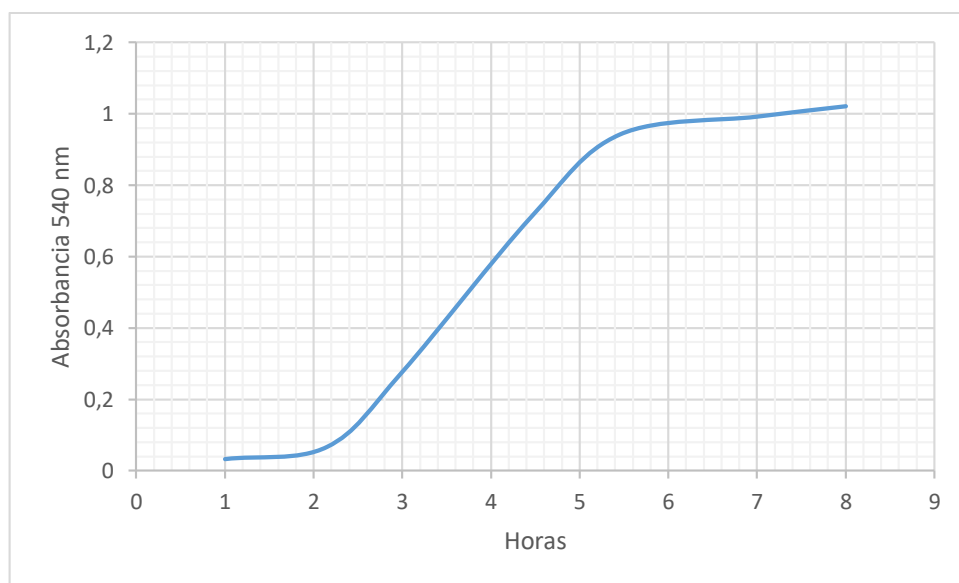
- Torrado López, A., & Rodríguez Susa, M. (2008). *Mejoramiento de la hidrólisis enzimática con pretratamiento ácido diluido de una fracción orgánica de residuos sólidos para la obtención de azúcares fermentables*. Uniandes.
- Trucco Padín, E. (2014). *El lúpulo*. Universidad de Buenos Aires, Instituto de la Producción.
- Voet, D., & Voet, J. (2013). *Bioquímica*. Médica Panamericana.
- Yousif, A., & Evans, D. (2020). Changes in malt quality during production in two commercial malt houses. *Journal Of The Institute Of Brewing*, 21(4). <https://doi.org/10.1002/jib.609>
- Zorokiain Garín, N. (2020). *Fermentación*. Penguin Random House.

ANEXOS

Anexo 1 Cinética de *P. barcinonensis* (200 rpm) 37 °C 1ml de *P. barcinonensis* en 19 ml de medio L.B

Tiempo (horas)	1	2,15	3	4,45	5,45	7	8
Replica 1	0,0333	0,068	0,2803	0,71	0,932	0,994	1,0283
Replica 2	0,032	0,064	0,2709	0,7	0,95	0,986	1,0146
Replica 3	0,0306	0,0666	0,2788	0,72	0,942	0,995	1,0192
Promedio	0,03197	0,0662	0,27667	0,71	0,94133	0,99167	1,0207

Anexo 2 Gráfica de la cinética de crecimiento.



Anexo 3 Hoja de cata



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
INGENIERÍA BIOQUÍMICA



HOJA DE CATACIÓN DE LA CERVEZA ARTESANAL "MONTUBIA MORENA"

OBJETIVO

Evaluar los diferentes parámetros aplicados en el análisis sensorial para la caracterización de la bebida alcohólica considerando diferentes parámetros de calidad y la aceptabilidad al público.

INSTRUCCIONES

- Complete los datos generales.
- Se le exhibirá una muestra de cerveza artesanal, galletas y agua.
- Antes y después de realizar el análisis, refresque su paladar con galletas y agua.
- Marque con una X en la opción que escoja de acuerdo a cada parámetro evaluado siendo 1 el valor más bajo y 5 el más alto.

DATOS GENERALES

Género:

Edad:

Fecha:

Análisis	Propiedad	Intensidad				
		1	2	3	4	5
Visual	Color (1. Ámbar, 2. Cobre, 3. Marrón, 4. Marrón oscuro, 5. Marrón muy Oscuro)					
	Transparencia (1. Cristalina, 2. Poco transparente, 3. Turbia, 4. Semi opaca, 5. Opaca)					
	Vivacidad (1. Casi sin gas, 2. Poca, 3. Equilibrada, 4. Abundante, 5. Gran cantidad de gas)					
	Color de Espuma (1. Blanco intenso, 2. Ligeramente Blanco, 3. Ligeramente Morena, 4. Morena, 5. Caramelo)					
	Consistencia de Espuma (1. Ligera, 2. Poco densa, 3. Espesa, 4. Cremosa, 5. Compacta)					
Olfativo	Aroma de la Malta (1. Inexistente, 2. Muy Ligero, 3. Ligero, 4. Fuerte, 5. Intenso)					
	Aroma del Cacao (1. Inexistente, 2. Muy Ligero, 3. Ligero, 4. Fuerte, 5. Intenso)					
	Aroma a alcohol (1. Inexistente, 2. Muy Ligero, 3. Ligero, 4. Fuerte, 5. Intenso)					
Gustativo	Gusto de la Malta (1. Inexistente, 2. Muy Ligero, 3. Ligero, 4. Fuerte, 5. Intenso)					
	Gusto del Cacao (1. Inexistente, 2. Muy Ligero, 3. Ligero, 4. Fuerte, 5. Intenso)					
	Gusto a alcohol (1. Inexistente, 2. Muy Ligero, 3. Ligero, 4. Fuerte, 5. Intenso)					
	Gusto Dulce (1. Inexistente, 2. Muy Ligero, 3. Ligero, 4. Fuerte, 5. Intenso)					
	Gusto Ácido (1. Inexistente, 2. Muy Ligero, 3. Ligero, 4. Fuerte, 5. Intenso)					
	Gusto Salado (1. Inexistente, 2. Muy Ligero, 3. Ligero, 4. Fuerte, 5. Intenso)					
	Amargor (1. Inexistente, 2. Muy Ligero, 3. Ligero, 4. Fuerte, 5. Intenso)					
Aceptabilidad	Cuerpo (1. Muy poco, 2. Poco, 3. Con cuerpo, 4. Bastante, 5. Mucho cuerpo)					
	Frecuencia de Consumo de cervezas (1. 1 vez al mes, 2. 1 vez cada 15 días, 3. 1 vez a la semana, 4. 2 o más veces cada 15 días, 5. 2 o más veces a la semana)					
	Evaluación Global (valore del 1 al 10)					
	¿Consumiría usted la cerveza?		Si	No		
Observaciones:						

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 4 Resultado del análisis visual de la cata del producto

Color	Ámbar	0
	Cobre	4
	Marrón	8
	Marrón oscuro	1
	Marrón muy Oscuro	0
Transparencia	Cristalina	0
	Poco transparente	0
	Turbia	12
	Semi opaca	1
	Opaca	0
Vivacidad	Casi sin gas	5
	Poca	8
	Equilibrada	0

	Abundante	0
	Gran cantidad de gas	0
Color de Espuma	Blanco intenso	0
	Ligeramente Blanco	1
	Ligeramente Morena	6
	Morena	5
	Caramelo	1
Consistencia de espuma	Ligera	8
	Poco densa	5
	Espesa	0
	Cremosa	0
	Compacta	0

Anexo 5 Resultados del análisis olfativo de la cata del producto

Aroma de la Malta	Inexistente	2
-------------------	-------------	---

	Muy Ligero	8
	Ligero	2
	Fuerte	1
	Intenso	0
Aroma del Cacao	Inexistente	0
	Muy Ligero	6
	Ligero	7
	Fuerte	0
	Intenso	0
Aroma a Alcohol	Inexistente	0
	Muy Ligero	3
	Ligero	5
	Fuerte	5
	Intenso	0

Anexo 6 Resultados análisis gustativo de la cata de cerveza

Gusto de la Malta	Inexistente	1
	Muy Ligero	8
	Ligero	3
	Fuerte	1
	Intenso	0
Gusto del Cacao	Inexistente	0
	Muy Ligero	3
	Ligero	10
	Fuerte	0
	Intenso	0
Gusto a Alcohol	Inexistente	0
	Muy Ligero	2
	Ligero	2

	Fuerte	9
	Intenso	0
Gusto Dulce	Inexistente	10
	Muy Ligero	2
	Ligero	1
	Fuerte	0
	Intenso	0
Gusto Ácido	Inexistente	0
	Muy Ligero	8
	Ligero	3
	Fuerte	2
	Intenso	0
Gusto Salado	Inexistente	9
	Muy Ligero	3

	Ligero	1
	Fuerte	0
	Intenso	0
Amargor	Inexistente	0
	Muy Ligero	0
	Ligero	2
	Fuerte	6
	Intenso	5
Cuerpo	Muy poco	0
	Poco	0
	Con cuerpo	4
	Bastante	8
	Mucho cuerpo	1

Anexo 7 Resultados del análisis de aceptabilidad de la cata

¿Consumiría usted la cerveza?	Si	13
	No	0
Edad	18-24 años	4
	25-39 años	5
	40-55 años	2
	56 o más años	2
Sexo	Femenino	7
	Masculino	6
Frecuencia de Consumo de Cervezas	1 vez al mes	4
	1 vez cada 15 días	1
	1 vez a la semana	1
	2 o más veces cada 15 días	4
	2 o más veces a la semana	3

Anexo 8 Presentación final de cerveza



Anexo 9 Analista en cata de cerveza



Anexo 10 Analista en cata de cerveza



Anexo 11 Analista llenando la encuesta



Anexo 12 Analista llenando la encuesta



Anexo 13 Analista llenando la encuesta



Anexo 14 Analista llenando la encuesta

