



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

Título

ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL CON PULPA DE NARANJILLA
(*solanum quitoense lam.*) Y MARACUYÁ (*pasiflora edulis*).

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero
Agroindustrial**

Autor:

Guerrero Sumba Freddy Alexis

Tutor:

MsC. Mario Hernán Salazar Vallejo.

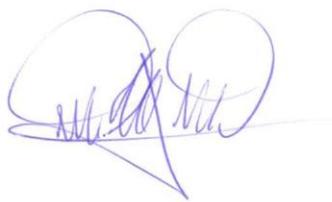
Riobamba, Ecuador. 2022

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Freddy Alexis Guerrero Sumba, con cédula de ciudadanía 1724047921, autor del trabajo de investigación titulado: “Elaboración de cerveza artesanal con pulpa de naranjilla (*solanum quitoense lam.*) y maracuyá (*pasiflora edulis*)”, certificamos que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedemos a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de nuestra entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 23 de noviembre del 2022.



Freddy Alexis Guerrero Sumba

C.I:1724047921

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL;

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Elaboración de cerveza artesanal con pulpa de naranjilla (*solanum quitoense lam.*) y maracuyá (*pasiflora edulis*), presentado por Freddy Alexis Guerrero Sumba, con cédula de identidad número 172404792-1, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 23 de noviembre de 2022.

MsC. Ana Hortencia Mejia Lopez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma 

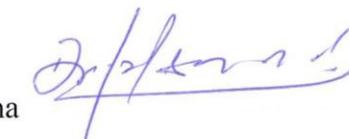
PhD. Darío Javier Baño Ayala
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma 

MsC. Víctor Hugo Valverde Orozco
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma 

MsC. Mario Hernán Salazar Vallejo
TUTOR

Firma 

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación de cerveza artesanal con pulpa de naranjilla (*solanum quitoense lam.*) y maracuyá (*pasiflora edulis*), presentado por Freddy Alexis Guerrero Sumba, con cédula de identidad número 172404792-1, bajo la tutoría de MsC. Mario Hernán Salazar Vallejo; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

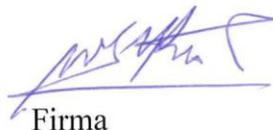
De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 23 de noviembre de 2022.

MsC. Ana Hortencia Mejia Lopez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

PhD. Darío Javier Baño Ayala
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

MsC. Víctor Hugo Valverde Orozco
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

CERTIFICACIÓN

Que, **GUERRERO SUMBA FREDDY ALEXIS** con CC: **172404792-1**, estudiante de la Carrera **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL CON PULPA DE NARANJILLA (SOLANUM QUITOENSE LAM.) Y MARACUYÁ (PASIFLORA EDULIS)**", cumple con el **1%**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND** porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 26 de julio de 2022



Firmado digitalmente por
**MARIO HERNAN
SALAZAR
VALLEJO**

Dr. Mario Salazar
TUTOR

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado a mi Madre amada, a mis hermanos, a Dios por brindarme la fe y ser la guía en cada momento de mi vida y también a mi familia por el apoyo, tiempo, sacrificio, valores y dedicación que me han brindado a lo largo de estos años, y que hoy se reflejan en la persona que soy; a mi tenacidad y paciencia para alcanzar los conocimientos y metas establecida que me permiten convertirme en un buen profesional. A mis amigos, con los que he compartido diversos momentos de mi vida, contando con su amistad y motivación, por haber creído en mí.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo y a la escuela de Ingeniería Agroindustrial por el apoyo y conocimientos brindados, por brindarnos valores y ética para formarme como profesional.

A mi tutor MsC. Mario Salazar, por brindarme la guía en el trabajo de investigación, aportando su tiempo y paciencia para obtener una investigación clara y concreta, impartiendo sus conocimientos en la misma, agradezco a mis maestros por la dedicación y paciencia, gracias por compartir sus conocimientos, valores y motivación para ser mejores personas y profesionales.

A mi familia por ser el pilar fundamental en mi formación, educación, aliento e inspiración para superar y cumplir mis metas.

ÍNDICE GENERAL;

Resumen

Palabras claves

Abstract

CAPÍTULO I. INTRODUCCION..... 14

1.1 Antecedentes 14

1.2 Planteamiento del Problema 14

1.3 Justificación 15

1.4 Objetivos 15

1.4.1 Objetivo General 15

1.4.2 Objetivos Específicos 15

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO..... 16

2.1 Estado del arte..... 16

2.2 Marco teórico 16

2.2.1 Naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*)..... 16

2.2.2 Maracuyá (*passiflora edulis*)..... 16

2.2.3 Cerveza..... 17

2.2.4 Cerveza Artesanal 17

2.2.5 Clasificación de la cerveza artesanal..... 17

2.2.6 Tablas de los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos de la cerveza..... 18

2.2.7 Fermentación alcohólica 18

CAPÍTULO III. METODOLOGIA 20

3.1 Tipo de Investigación..... 20

3.2 Diseño de Investigación..... 20

3.3 Técnicas de recolección de Datos 21

3.4 Población de estudio y tamaño de muestra 21

3.5 Hipótesis 21

3.6 Métodos de análisis..... 22

3.6.1 Formulación para la elaboración de la cerveza artesanal 22

3.6.2 Procedimiento para la elaboración de la cerveza artesanal. 22

3.6.3 Análisis de costos de producción de materia prima, insumos y equipos 24

3.6.4	Análisis fisicoquímico.....	24
3.6.5	Análisis sensorial.....	25
3.6.6	Análisis microbiológico	25
3.7	Procesamiento de datos.....	25
4.	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1	Resultados.....	26
4.1.1	Contenido alcohólico a 20°C.....	26
4.1.2	Acidez total expresada como ácido láctico	28
4.1.3	Análisis de pH.	29
4.2	Análisis microbiológico.....	31
4.3	Análisis Sensorial	34
5.	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES.....	39
5.1	Conclusiones.....	39
5.2	Recomendaciones	39
	BIBLIOGRAFÍA:.....	41
6.	ANEXOS	43
	Anexo 1. Elaboración de cerveza artesanal American IPA.....	43
	Anexo 2. Pesado y agregado de las pulpas.....	44
	Anexo 3. Filtrado y envasado para la maduración de la cerveza	45
	Anexo 4. Análisis físico químico de la cerveza	46
	Anexo 5. Análisis microbiológico de la cerveza	47
	Anexo 6. Análisis sensorial de la cerveza	48
	Anexo7. Encuesta.....	49

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 <i>Requisitos fisicoquímicos.</i>	18
Tabla 2 <i>Requisitos microbiológicos.</i>	18
Tabla 3 <i>Análisis de los grupos experimentales de estudio.</i>	21
Tabla 4 <i>Formulación estándar para la elaboración de 60 litros de cerveza</i>	22
Tabla 5 <i>Formulación de pulpas para los diferentes tratamientos.</i>	22
Tabla 6 <i>Costo para la elaboración de la cerveza artesanal.</i>	24
Tabla 7 <i>Valores del contenido de alcohol.</i>	26
Tabla 8 <i>Valores medios del contenido de alcohol.</i>	27
Tabla 9 <i>Valores de la acidez total expresada como ácido láctico.</i>	28
Tabla 10 <i>Valores medios de la acidez total expresada como ácido láctico.</i>	29
Tabla 11 <i>Valores de pH.</i>	30
Tabla 12 <i>Valores medios del pH.</i>	31
Tabla 13 <i>Valores del análisis microbiológico.</i>	32
Tabla 14 <i>Valores medios del análisis microbiológico medio de microorganismos anaerobios.</i>	33
Tabla 15 <i>Valores medios del análisis microbiológico medio de mohos y levaduras.</i>	34

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1 <i>Análisis Sensorial Apariencia</i>	35
Figura 2 <i>Análisis Sensorial Cuerpo</i>	35
Figura 3 <i>Análisis Sensorial Color</i>	36
Figura 4 <i>Análisis Sensorial Aroma</i>	36
Figura 5 <i>Análisis Sensorial Sabor</i>	37
Figura 6 <i>Análisis Sensorial Amargor</i>	37
Figura 7 <i>Análisis Sensorial Frescura</i>	38

RESUMEN

Las cervezas artesanales son un producto resultante de la fermentación de los azúcares de las maltas de cebada, aun así es un producto que es perjudicial para la salud en el uso indebido de la sustancia en un consumo excesivo y prolongado, la presente investigación tiene la finalidad de proponer como una alternativa de consumo la adición de pulpas de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*) en la cerveza artesanal American IPA, en donde se diseñaron cuatro tratamientos (T1: 50% pulpa de naranjilla, 50% pulpa de maracuyá; T2: 37,5% pulpa de naranjilla, 62,5% pulpa de maracuyá; T3: 25% pulpa de naranjilla, 75% pulpa de maracuyá; T4: 75% pulpa de naranjilla, 25% pulpa de maracuyá.), los resultados de los análisis físicos químicos y microbiológicos a los 48 días de su elaboración permitieron saber que no existe diferencia significativa y que estos están dentro de los parámetros máximos y mínimos de la norma (INEN2262, 2013) entre los tratamientos, dentro de la prueba sensorial se aplicó a 9 personas, mostrando ellas que el tratamiento 3 (T3: 25% pulpa de naranjilla, 75% pulpa de maracuyá) cumple con las características idóneas para su consumo, siendo este el tratamiento con mayor diferencia respecto a la apariencia, cuerpo, color, aroma, sabor, amargor, frescura, determinando ser un producto de calidad e inocuo.

Palabras clave: Pulpas, cerveza, naranjilla, maracuyá, calidad, inocuo.

ABSTRACT

CRAFT BEERS ARE A RESULT FROM THE WHOLE PRODUCT MIXING FERMENTATION OF SUGARS FROM BARLEY MALTS, it is however harmful to health, the abuse of this alcoholic drink in an excessive and prolonged consumption, the present research aims to recommend as an alternative consumption the addition of naranjilla pulp (*Solanum quitoense* Lam.) and passion fruit (*Pasiflora edulis*) in the craft beer American IPA, where four treatments were designed (T1: 50% naranjilla pulp, 50% passion fruit pulp; T2: 37.5% naranjilla pulp, 62.5% passion fruit pulp; T3: 25% naranjilla pulp, 75% passion fruit pulp; T4: 75% naranjilla pulp, 25% passion fruit pulp.), the results of the physical chemical and microbiological analyses, 48 days after processing allowed to know that there is no significant difference and that these are within the maximum and minimum levels of the standard (INEN, 2013) between treatments, within the sensory test was applied to 9 people, showing them that treatment 3 (T3: 25% naranjilla pulp, 75% passion fruit pulp) these ingredients are ideal for consumption, in this study, the treatment with the greatest difference with respect to beer characteristics, color, aroma, flavor, bitterness, freshness, those are the safe and quality standards for beer.

Keywords: Pulp, beer, naranjilla, passion fruit, characteristics.

DORIS
ELIZABETH
VALLE VINUEZA



Firmado digitalmente por
DORIS ELIZABETH VALLE
VINUEZA
Fecha: 2022.08.03 11:39:29
-05'00'

Reviewed by: Mgs. Doris Valle V.

ENGLISH PROFESSOR

c.c 0602019697

CAPÍTULO I. INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

El propósito del presente proyecto de investigación es realizar la elaboración de cerveza artesanal con pulpa de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*) como alternativa de consumo.

El mundo de la cerveza artesanal ha crecido en varios países y Ecuador no se ha quedado al margen. Más de 230 emprendimientos han sido creados en bares y restaurantes, donde se la disfruta sola o en maridaje, con carnes, mariscos o postres. Esta bebida contiene desde 2° hasta 15 grados de alcohol. Esta cerveza, al igual que otras y como los productos alimenticios, entra en un proceso de selección y calificación por catadores, que son los profesionales que identifican sabores, aromas y colores, dice José Pinos, presidente de la Asociación de Cervecerías del Ecuador, (LaHora, 2019).

Con la aplicación de esta investigación se busca innovar las recetas de las cervezas artesanales, con la adición de pulpa como: de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*), moderando su sabor y textura, debido a que la demanda existente por la cerveza es muy amplia y atractiva para el consumidor, por esto se busca experimentar con diferentes porcentajes para llegar a un nivel óptimo que cumpla con la normativa establecida y obtener un producto de calidad que satisfaga la necesidad que posee el cliente.

1.2 Planteamiento del Problema

En Ecuador se producen cerca de 250 marcas de cerveza artesanal, dice Katherine Gárate, administradora de la Asociación de Cervecerías Artesanales de Ecuador (Asocerv). Ese número es un 20% más alto que el número de marcas de cerveza artesanal que existían antes de la pandemia. “En medio de la crisis muchos emprendedores vieron en la cervecería artesanal una opción de negocio”.

Si se ve el detalle del tique de consumo, la cerveza figura como uno de los productos que más se recupera. La reactivación económica y el impulso del turismo han derivado en la llegada de más inversión en las cervecerías artesanales. Esa llegada de más capitales ha hecho que las cervecerías artesanales evalúen exportar sus bebidas en Latinoamérica, (Garate, 2021), por ello la investigación está orientada a resolver la siguiente pregunta.

¿Cuál es el porcentaje óptimo de pulpa de naranjilla (*Solanum quitoense Lam*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*) para elaboración de cerveza artesanal y la obtención de un producto de calidad?

1.3 Justificación

En medio de la pandemia los ingresos del sector de cerveza artesanal cayeron hasta un 80%, por las restricciones de movilidad y aforo. Pero, con la aceleración del proceso de vacunación y la reactivación económica eso ha cambiado. “La demanda de las cervecerías llegó al máximo, por lo que podemos decir que casi hemos recuperado los niveles de producción prepandemia “, (Garate, 2021).

Según (Garate, 2021), otro cambio que ha experimentado la demanda de cervezas artesanales es la priorización de los sabores. Por eso en la oferta cervecera del país ahora se pueden encontrar bebidas hechas con productos locales, como:

- Maracuyá.
- Cacao.
- Ishpingo, una especie que permite aromatizar y saborizar los alimentos, se asemeja a la canela.
- Chicha, que es una bebida derivada principalmente de la fermentación no destilada del maíz.

El cambio en la demanda ha llevado a la industria a posicionar a las cervezas artesanales como bebidas que son parte de la gastronomía nacional, (Garate, 2021).

En consecuencia, por lo detallado anteriormente se plantea la elaboración de cerveza artesanal con pulpa de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*) consiguiendo con esto adentrarnos en el mercado cervecero artesanal como opción de consumo dado el aumento de la demanda debido al control actual de la pandemia que se maneja en Ecuador.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Formular una cerveza artesanal con pulpa de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*) como alternativa de consumo.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar diferentes formulaciones de cerveza y determinar la fórmula óptima para la elaboración de cerveza artesanal con pulpa de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*).
- Efectuar análisis físico químico y microbiológico del producto final cerveza artesanal con pulpa de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*).
- Evaluar mediante una prueba afectiva el nivel de agrado, aceptación y preferencia que experimentan los consumidores frente al producto terminado.
- Elaborar la estructura de costos para la elaboración de cerveza artesanal con pulpa de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Según (Quito, 2021), el Convento de San Francisco acogió la primera cervecería de Quito en 1566. El sacerdote franciscano, Fray Jodoco Ricke, trajo semillas de trigo y cebada a la naciente ciudad de Quito. Llegó acompañado de una receta de fermentación de estos productos, que darían origen a la primera cervecería de Sudamérica.

En el siglo XV existieron varias condiciones climáticas adversas para la vida y con la introducción del lúpulo en la cerveza se produjeron mayores tiempos de guarda y la hicieron bacteriológicamente más segura, así la cerveza ganó popularidad y terminó imponiéndose al vino, en muchas regiones de Europa.

Bajo ese contexto, Fray Jodoco Ricke llegó a la real Audiencia de Quito e instaló, en 1566, la primera cervecería de Sudamérica, dentro del Convento de San Francisco.

De acuerdo con investigaciones, esta primera bebida se pareciera más a una chicha que a una cerveza. De muy bajo contenido alcohólico, con todos los dejes de la fermentación espontánea y abierta. Una cerveza que con los estándares actuales se definiría como “muy difícil de beber”, pero que, para su tiempo sería algo agradable.

En el espacio ocupado por Fray Jodoco Ricke que se recuperaron los 26 elementos con los que los padres franciscanos elaboraban la cerveza artesanal. Objetos como el horno, barriles, bandeja de enfriamiento, corchadora y embotelladora se conservan intactos y están ubicados en el mismo sitio: el convento de San Francisco, (Quito, 2021).

2.2 Marco teórico

2.2.1 Naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*)

La naranjilla es una planta perenne erecta, de corta duración, con tallos que pueden volverse más o menos leñosos; puede crecer de 1 a 3 metros de altura.

Este es uno de los cultivos de frutas más apreciados en América del Sur andina, donde las frutas crudas se endulzan para hacer un delicioso jugo. La planta a menudo se cultiva por su fruto en el noroeste de América del Sur y en los últimos años su cultivo se ha extendido a muchas otras áreas tropicales y subtropicales, (Rosalandia, 2022).

2.2.2 Maracuyá (*passiflora edulis*)

En el Ecuador, el maracuyá (*passiflora edulis L*), se encuentra desarrollado y explotado principalmente en la costa ecuatoriana, destacándose las provincias de Los Ríos, con 18,553 ha (Cantón Quevedo y Mocache), Manabí con 4,310 ha (cantón Sucre, parroquia San Isidro y San Vicente) y Esmeraldas con 1247 ha (Quinindé y la Concordia), con producción de 247,973 toneladas y una productividad de 8,6 t/ha. Botánicamente es una planta trepadora

del género pasiflora, descende de las tierras subtropicales y tropicales de América, (Haro, 2020).

2.2.3 Cerveza

Bebida alcohólica hecha con granos germinados de cebada u otros cereales fermentados en agua, y aromatizada con lúpulo, boj, casia, etc., (RAE, 2021).

Bebida de bajo contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación natural controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o sus derivados, (INEN2262, 2013).

2.2.4 Cerveza Artesanal

La diferencia entre cerveza artesanal e industrial reside en los procesos de elaboración, la calidad de los ingredientes y la fórmula utilizada, toda vez que las cervezas industriales se producen en base a una receta básica que busca ingredientes y procesos económicamente viables; al contrario, la cerveza artesanal es probada y modificada por quien la elabora para dar con la mezcla adecuada a fin de que tenga un sabor y olor característico, (SCPM, 2019).

2.2.5 Clasificación de la cerveza artesanal

2.2.5.1 Tipos de cerveza según su fermentación

Es la clasificación más común y parte del proceso de la fermentación de la cebada el cual puede producir dos tipos de cervezas, de acuerdo con (AVI, 2021), las de levadura de baja fermentación están reconocidas como Lager y las de alta fermentación reconocidas como Ale.

- **Cervezas tipo Lager:** Son cervezas con levadura de baja fermentación sometidas a un proceso de maduración lento (entre dos y seis meses) a baja temperatura (entre 7 °C y 13 °C). Este tipo de cervezas tienen un menor rango de aromas y sabores, son claras y ligeras y tienen mucho gas. Su nivel de alcohol es moderado y suelen ser refrescantes.
- **Cervezas tipo Ale:** Estas cervezas contienen levadura de alta fermentación que actúan a temperaturas que van de los 12°C a los 24°C, gracias a lo cual suelen tener una fermentación rápida (8 días o menos). Son oscuras, espesas, con poco gas y se encuentran en una variedad de aromas florales y afrutados, así como de sabores. Por su proceso de elaboración, su nivel de alcohol es alto. Dentro de esta categoría, hay

varios tipos de cervezas según su estilo: de estilo británico, de estilo belga y de estilo alemán.

2.2.6 Tablas de los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos de la cerveza.

Tabla 1

Requisitos fisicoquímicos.

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Contenido de alcohol a 20°C	% (v/v)	1,0	10,0	NTE INEN 2322
Acidez total expresada como ácido láctico	% (m/m)	-	0,3	NTE INEN 2323
pH	-	3,5	4,8	NTE INEN 2325

Nota: En esta tabla se muestran los requisitos fisicoquímicos para la cerveza (INEN2262, 2013).

Tabla 2

Requisitos microbiológicos.

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Microorganismos anaerobios	ufc/ml	-	10	NTE INEN 1529 - 17
Mohos y levaduras	up/ml	-	10	NTE INEN 1529 - 10

Nota: En esta tabla se muestran los requisitos microbiológicos para la cerveza (INEN2262, 2013).

2.2.7 Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica es un proceso catabólico de fermentación, en ausencia de oxígeno, originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan la glucosa para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol (cuya fórmula química es $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$), dióxido de carbono (CO_2) en forma de gas y moléculas de adenosín trifosfato (ATP) que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico. Algunas levaduras (reino Fungi), como *Saccharomyces cerevisiae* (levaduras de la cerveza) son capaces de transformar el ácido pirúvico en etanol y dióxido de carbono, oxidándose el NADH (nicotina mida adenina dinucleótida), (Joseleg, 2018).

Todas las fermentaciones se llevan a cabo en el citosol, en la fermentación alcohólica, el sustrato que se oxida es la glucosa que ha entrado en la glucólisis, donde se ha formado piruvato, NADH y ATP.

El piruvato, después de una descarboxilación (con lo que se desprende CO₂) y una reducción (en la que se reoxida el NADH a NAD), se transforma en etanol, (Joseleg, 2018).

CAPÍTULO III. METODOLOGIA

3.1 Tipo de Investigación

Para la investigación aplicada la metodología es cuantitativa ya que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables determinadas, también es experimental ya que se emplea un diseño completamente al azar donde se controla la variable independiente (% pulpas) para ver su efecto sobre la dependiente (calidad de la cerveza artesanal American IPA).

3.2 Diseño de Investigación

Se realizaron 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, los mismos que resultan en diferentes porcentajes de pulpas de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*), tabla 3, para evaluar el efecto que tiene la pulpa sobre la calidad de la bebida, se desarrollaran análisis físicos químicos (ácido total expresada como ácido láctico, contenido de alcohol, pH), microbiológicos (mesófilos anaerobios, mohos y levaduras) y sensoriales de tal manera que los resultados nos permitan definir cuál fue el mejor tratamiento. Cada tratamiento tuvo 7 días de fermentación y 48 días de madurado.

En esta tabla se muestran los grupos experimentales del estudio para elaborar la cerveza artesanal, donde se toma en cuenta que para cada litro de cerveza artesanal se agregó 40g de pulpas que representan el 100% de pulpas utilizadas, donde para cada repetición se realizó un lote de 4 litros para cada uno siendo así que para cada repetición se agregaron 160g de pulpas de naranjilla y maracuyá:

T1: 1L de cerveza artesanal American IPA con 20g de pulpa de naranjilla, 20g de pulpa de maracuyá;

T2: 1L de cerveza artesanal American IPA con 15g de pulpa de naranjilla, 25g de pulpa de maracuyá;

T3: 1L de cerveza artesanal American IPA con 10g de pulpa de naranjilla, 30g de pulpa de maracuyá;

T4: 1L de cerveza artesanal American IPA con 30g de pulpa de naranjilla, 10g de pulpa de maracuyá;

Tabla 3

Análisis de los grupos experimentales de estudio.

Tratamientos	Porcentaje de pulpa de naranjilla	Porcentaje de pulpa de maracuyá	Total, g de pulpa empleada para cada 1litro de tratamiento de cerveza artesanal
T1	50% (20 g)	50% (20 g)	40g
T2	37,5 % (15g)	62,5 % (25g)	40g
T3	25 % (10g)	75 % (30g)	40g
T4	75 % (30g)	25 % (10g)	40g

3.3 Técnicas de recolección de Datos

Se utilizo una hoja de cálculo de Excel, en la cual se registraron los resultados obtenidos en el laboratorio de análisis de la Universidad Nacional de Chimborazo, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, de los parámetros; físico químico, microbiológico y sensorial, se realizarán fichas de evaluación a un grupo de 9 personas para determinar el grado de aceptación del producto final después de 7 días de fermentación y 48 días de madurado.

3.4 Población de estudio y tamaño de muestra

Para la elaboración de la cerveza artesanal con pulpa de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*) American IPA, se utilizó las maltas, lúpulos y levadura de la empresa BEERLANDSTORE, las pulpas de la empresa FRUTAS Y CONSERVAS S.A., para cada repetición de cada tratamiento se realizó un lote de 4 litros, los análisis físicos químico y microbiológico se realizaron en el laboratorio de análisis de la Universidad Nacional de Chimborazo, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, el análisis sensorial se aplicara a un grupo de 9 panelistas no entrenados.

3.5 Hipótesis

Ho: Hipótesis negativa o nula

La utilización de diferentes cantidades de pulpas de naranjilla y maracuyá permitirán obtener una cerveza artesanal de calidad con gran aceptación en el mercado

Hi: Hipótesis positiva o alternativa

La utilización de diferentes cantidades de pulpas de naranjilla y maracuyá no permitirán obtener una cerveza artesanal de calidad con gran aceptación en el mercado

3.6 Métodos de análisis

3.6.1 Formulación para la elaboración de la cerveza artesanal

Se utilizó como materia prima agua (tesalia), Malta base (American IPA - BEERLANDSTORE), Malta especial (Wheat - BEERLANDSTORE), lúpulos magnum (L1) y centeno (L2, L3), levadura safale (US-05). Los ingredientes adicionales, pulpa de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*), las formulaciones para los tratamientos desarrollados para el estudio se muestran en las tablas 4 y 5.

Tabla 4

Formulación estándar para la elaboración de 60 litros de cerveza

Ingredientes	Cantidad (Kg)	Formulación (%)
Agua	60	77,49
Malta base	13,63	17,60
Malta especial	3,41	4,40
(L1)	0,026	0,03
(L2)	0,078	0,10
(L3)	0,045	0,07
Levadura	0,029	0,04
Azúcar	0,21	0,27
Total	77,43	100%

Nota: En esta tabla se muestran la formulación de la cerveza artesanal para 60 litros.

Tabla 5

Formulación de pulpas para los diferentes tratamientos

MATERIA PRIMA	T1		T2		T3		T4	
	%	PESO (g)						
Pulpa de naranjilla	50	80	37,5	60	25	40	75	120
Pulpa de maracuyá	50	80	62,5	100	75	120	25	40

Nota: En esta tabla se muestran el % y el contenido en gramos de pulpas usados para la elaboración de un lote de 4 litros para cada repetición de los cuatro tratamientos.

3.6.2 Procedimiento para la elaboración de la cerveza artesanal.

Recepción de materia prima

En la recepción de la materia prima se procedió a almacenarla en un ambiente sin humedad y temperatura ambiente.

Pesaje

En el pesaje se procedió a pesar las maltas mezcladas que tuvieron un total de 17,04kg.

Molienda

Se procedió a moler las maltas en un molino marca corona, para ayudar a el aprovechamiento de los azucares fermentables.

Macerado

Para la maceración del mosto se utilizó en una olla marca UMCO, donde se agregaron las maltas molidas en agua tesalia, a una temperatura de 68°C por un tiempo de 70 minutos.

Filtrado

Se procedió a filtrar y limpiar lo más posible del mosto para su posterior cocción, también se midió la gravedad antes de la cocción.

Cocción del mosto

Se procedió a la cocción del mosto a una temperatura de entre 112 a 120°C por 60 minutos, a los 15 minutos de maceración se agregó el primer lúpulo (25g) para el amargor, a los 45 minutos se agregaron el segundo lúpulo (78g) para el aroma y tercer lúpulo (45g) para el sabor de la cerveza.

Enfriado

Se procedió a enfriar el mosto lo más pronto posible trasladando la olla a una tina de agua fría y hielo, hasta llegar a una temperatura de 40°C.

Filtrado

Se procedió a filtrar nuevamente para traspasar el mosto enfriado a 40°C a los fermentadores previamente desinfectados, también se midió la gravedad después de la cocción.

Fermentación del mosto

Se procedió a colocar la levadura fermentis S05 (29g) mediante la preparación de un starter (1200ml), se procedió a cerrar el mosto dentro del fermentador, colocando el airlock, luego de 5 días, se procedió a poner las pulpas con las cantidades determinadas para los tratamientos (ver tabla 3), dicho % de concentración de las pulpas se debe a la guía que sugiere, (G, 2017) en su libro Principios de Elaboración de las Cervezas Artesanales.

Esterilización de las botellas

Se procedió a desinfectar los envases en agua previamente calentada durante 5 minutos a 60°C para cada envase, también se midió la gravedad final.

Filtrado y Envasado

Se procedió a filtrar y envasar la cerveza en botellas de 350ml, por cada envase se colocó 3,5g de azúcar para su carbonatación.

Maduración

Se procedió a dejar las botellas en un ambiente oscuro y en temperatura 18 a 25°C por 15 días.

Almacenamiento

Se procedió luego de 15 días de maduración al almacenamiento de la cerveza a una temperatura de 4 a 5 ° C.

3.6.3 Análisis de costos de producción de materia prima, insumos y equipos.

Tabla 6

Costo para la elaboración de la cerveza artesanal.

Materia prima, insumos	Costo (\$)
Agua tesalia 60lts	\$ 17
Kit American IPA 60lts (Malta base (American IPA), Malta especial (Wheat), L1, L2, L3, Levadura).	\$ 64,35
1 lb de Azúcar	\$ 0,50
3 pulpas de naranjilla 500g	\$ 6,81
3 pulpas de maracuyá 500g	\$ 6,81
<hr/>	
Equipos	Costo (\$)
12 fermentadores	\$ 60
12 Airlock 3 piezas	\$ 25,20
12 mallas de maceración 60cm x 60cm	\$ 85,20
1 termómetro	\$ 11,20
1 densímetro	\$ 11,50
1 probeta plástica 200ml	\$ 5,35
Botellas 27 unidades 350ml	\$ 8,90
Tapadora de botellas	\$ 13,15
Total	\$315,97

3.6.4 Análisis fisicoquímico.

Contenido alcohólico a 20°C

Se midió el contenido de alcohol, siguiendo el método de refractómetro establecido dentro de la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN2322, 2013).

Acidez total expresada como ácido láctico

Se midió el contenido de alcohol utilizando probeta, hidróxido de sodio N 0,1 y como indicador fenolftaleína, con el método de titulación por fenolftaleína establecido dentro de la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN2323, 2013).

pH

Se midió el pH siguiendo el método de medición con pH metro establecido dentro de la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN2325, 2013).

3.6.5 Análisis sensorial

Se efectuó una prueba bajo la escala de Likert para evaluación sensorial para cada uno de los tratamientos, donde se procedió a medir los siguientes atributos apariencia, cuerpo, color, aroma, sabor, amargor, frescura. Los criterios considerados en esta escala se muestran como anexo.

3.6.6 Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos se realizaron mediante la técnica de siembra en superficie donde se utilizaron placas Petri para cultivar microorganismos anaerobios, mohos y levaduras, cada análisis se realizó por duplicado siguiendo la metodología descrita en la Norma Técnica Ecuatoriana, (INEN1529-17:98, 2012) para microorganismos anaerobios y la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN1529-10:2013, 2013) para mohos y levaduras.

3.7 Procesamiento de datos

Se realizaron tablas de Excel para la recolección de los resultados y transformación de los valores obtenidos de los análisis tanto físico químico, como microbiológico, obteniendo así los resultados y comparándolos con los máximos y mínimos descrita en la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN2262, 2013). Para el análisis estadístico de los datos obtenidos, se realizó un análisis de varianza bajo los parámetros del método de Tukey, ya que es el más recomendado para ambientes controlados como un laboratorio, considerando un intervalo de confianza del 95%, teniendo una tasa de 0,05 de margen de error. Para los análisis se empleó la herramienta estadística INFOSSTAT.

4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Contenido alcohólico a 20°C

En la tabla N.º 7 se presentan los resultados del análisis físico químico de la cerveza artesanal, para lo cual se prepararon 12 muestras (cervezas). T1: 50N/50M- 50% naranjilla y 50% maracuyá, T2: 37,5N/62,5M- 37,5% naranjilla y 62,5% maracuyá, T3: 25N/75M- 25% naranjilla y 75% maracuyá y T4: 75N/25M- 75% naranjilla y 25% maracuyá, en las cuales se constató el contenido de alcohol a 20°C, empleando el método de refractómetro, (INEN2322, 2013),

Dichos valores porcentuales obtenidos son debido a la lectura del refractómetro y aplicando, la fórmula:

$$(A = [(R - N) - C]/F)$$

En donde:

A = Contenido de alcohol, en porcentaje en masa.

R = lectura refracto-métrica R cerveza – R agua.

N = 1000 x (gravedad específica - 1,00000).

F = pendiente de la curva de calibración.

C = constante de la ecuación de la curva de calibración.

(INEN2322, 2013).

Tabla 7

Valores del contenido de alcohol.

Contenido de alcohol	M1 (%)	M2 (%)	M3 (%)
T1	6,91	6,90	6,90
T2	6,90	6,90	6,91
T3	6,92	6,91	6,91
T4	6,91	6,90	6,89

En la tabla N.º 8 se muestran los valores obtenidos en el laboratorio de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Chimborazo, donde dichos valores se compararon con los rangos planteados por la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN2262, 2013), según la norma para que un producto de contenido alcohólico se considere apropiado este debe encontrarse entre los siguientes resultados de máximos (10% v/v) y mínimos (0,1% v/v), donde se evidencia que: T1: 50N/50M- 50% naranjilla y 50% maracuyá, T2: 37,5N/62,5M- 37,5% naranjilla y 62,5% maracuyá, T3: 25N/75M- 25% naranjilla y 75% maracuyá y T4: 75N/25M- 75% naranjilla y 25% maracuyá, cumplen con los rangos establecidos.

Para el análisis de varianza se ha realizado mediante el programa estadístico INFOSTAD donde obtenemos los siguientes resultados:

Interpretación análisis de la varianza. El CV obtenido tiene un valor de 0,09, valor bajo pero adecuado para la continuación de la prueba de Tukey con el objetivo de determinar si el contenido de alcohol es un factor que puede alterar las características organolépticas en la cerveza artesanal

Interpretación p-valor. El resultado de p-valor es de 0,1664 mismo que es mayor al nivel de significancia (0,05), por lo cual se determina que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con pulpa de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*) que utiliza el producto, por lo cual se rechaza la (Hi) hipótesis alternativa y se acepta la (Ho) hipótesis nula.

Interpretación análisis alfa Tukey. Numéricamente se deduce que el tratamiento, T3: 25N/75M (25% naranjilla y 75% maracuyá), presentan un mejor rendimiento en cuanto a los demás tratamientos ya que posee un valor mayor, siendo este de 6,91, sin embargo, estadísticamente los cuatro tratamientos pueden llegar a tener igual rendimiento, dichos valores se encuentran dentro de los rangos mínimos y máximos establecidos por la norma técnica ecuatoriana (INEN2262, 2013).

Tabla 8

Valores medios del contenido de alcohol.

Tratamientos	Unidad	Método	Resultado	NORMA INEN 2262: 2013 min-máx.
T1	%(v/v)	INEN 2322	6,90	0,1 – 10
T2	%(v/v)	INEN 2322	6,90	0,1 – 10
T3	%(v/v)	INEN 2322	6,91	0,1 – 10
T4	%(v/v)	INEN 2322	6,90	0,1 – 10
CV. (coeficiente de variación)			0,09	
P – valor			0,1664	

4.1.2 Acidez total expresada como ácido láctico

En la tabla N.º 9 se presentan los resultados del análisis físico químico de la cerveza artesanal, para lo cual se prepararon 12 muestras (cervezas). T1: 50N/50M- 50% naranjilla y 50% maracuyá, T2: 37,5N/62,5M- 37,5% naranjilla y 62,5% maracuyá, T3: 25N/75M- 25% naranjilla y 75% maracuyá y T4: 75N/25M- 75% naranjilla y 25% maracuyá, en las cuales se constató la acidez total, donde se presentó el resultado del método por titulación de fenolftaleína, expresada como ácido láctico con dos decimales (INEN2323, 2013).

Dichos valores porcentuales obtenidos son debido al cálculo de la acidez como "cm³ de álcali 1,0 N por 100 g de cerveza" mediante la siguiente ecuación:

- Acidez total = [(cm³ de NaOH 0,1 N) / 10] x [100 / (cm³ cerveza x gravedad específica de cerveza)].
- Acidez total = (cm³ de NaOH 0,1 N x 10) / (cm³ cerveza x gravedad específica).

Se reporta la acidez de la cerveza con un decimal.

La acidez se calcula como "porcentaje de ácido láctico" mediante la ecuación siguiente.

- Acidez total (como ácido láctico) = [(cm³ de NaOH 0,1 N x 10) / (cm³ cerveza x gravedad específica de la cerveza)] x 0,09

En donde: 0,09 = cm³ equivalentes de una solución de ácido láctico 1,0 N, o Acidez total (como ácido láctico) = (cm³ de NaOH 0,1 N x 0,9) / (cm³ cerveza x gravedad específica de la cerveza).

Reportar la acidez de la cerveza como ácido láctico con dos decimales, (INEN2323, 2013).

Tabla 9

Valores de la acidez total expresada como ácido láctico.

Acidez total	M1 (%)	M2 (%)	M3 (%)
T1	0,21	0,22	0,22
T2	0,21	0,22	0,22
T3	0,23	0,23	0,22
T4	0,22	0,21	0,21

En la tabla N.º 10 se muestran los valores obtenidos en el laboratorio de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Chimborazo, donde dichos valores se compararon con los rangos planteados por la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN2262, 2013), según la norma para que un producto de contenido alcohólico se considere apropiado este debe presentar una acidez total que debe encontrarse entre los siguientes resultados de (-%m/m) máximos (0,3%) y mínimos (0), por lo cual se evidencia que: T1: 50N/50M- 50% naranjilla y 50% maracuyá, T2: 37,5N/62,5M- 37,5% naranjilla y 62,5% maracuyá, T3: 25N/75M- 25% naranjilla y 75% maracuyá y T4: 75N/25M- 75% naranjilla y 25% maracuyá, cumplen con los rangos establecidos.

Para un mejor análisis e interpretación de los resultados se ha realizado bajo el programa estadístico INFOTAD de donde obtenemos los siguientes resultados.

Interpretación del análisis de la varianza. el CV obtenido tiene un valor de 2,30, valor bajo pero adecuado para la continuación de la prueba de Tukey con el objetivo de determinar si la acidez es un factor que puede alterar las características organolépticas en la cerveza artesanal.

Interpretación p-valor. el resultado de p-valor es de 0,0348 mismo que es menor al nivel de significancia (0,05), por lo cual se determina que existe diferencia significativa entre los tratamientos con pulpa de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*) que utiliza el producto, por lo cual se acepta la (Hi) hipótesis alternativa y se rechaza la (Ho) hipótesis nula.

Interpretación análisis Tukey. Numéricamente podemos deducir que el tratamiento T3: 25N/75M (25% naranjilla y 75% maracuyá), presentan un mejor rendimiento en cuanto a los demás tratamientos ya que posee un valor mayor, siendo este 0,23, sin embargo, estadísticamente el T1: 50N/50M (50% naranjilla y 50% maracuyá), T2: 37,5N/62,5M (37,5% naranjilla y 62,5% maracuyá) y T4: 75N/25M (75% naranjilla y 25% maracuyá), pueden llegar a tener igual rendimiento, pero estos a su vez difieren del rendimiento del T3: 25N/75M (25% naranjilla y 75% maracuyá), sin embargo estos valores se encuentran dentro de los rangos mínimos y máximos establecidos por la norma técnica ecuatoriana (INEN2262, 2013).

Tabla 10

Valores medios de la acidez total expresada como ácido láctico.

Tratamientos	Unidad	Método	Resultado	NORMA INEN 2262: 2013 min-máx.
T1	%(m/m)	INEN 2323	0,22	0 – 0,3
T2	%(m/m)	INEN 2323	0,22	0 – 0,3
T3	%(m/m)	INEN 2323	0,23	0 – 0,3
T4	%(m/m)	INEN 2323	0,21	0 – 0,3
CV. (coeficiente de variación)			2,30	
P – valor			0,0348	

4.1.3 Análisis de pH.

En la tabla N.º 11 se presentan los resultados del análisis físico químico (pH), de la cerveza artesanal, para lo cual se prepararon 12 muestras (cervezas). T1: 50N/50M- 50% naranjilla y 50% maracuyá, T2: 37,5N/62,5M- 37,5% naranjilla y 62,5% maracuyá, T3: 25N/75M-

25% naranjilla y 75% maracuyá y T4: 75N/25M- 75% naranjilla y 25% maracuyá, en las cuales se constató el contenido de pH, (INEN2325, 2013).

Tabla 11
Valores de pH.

pH	M1	M2	M3
T1	3,67	3,69	3,71
T2	3,70	3,71	3,71
T3	3,62	3,64	3,66
T4	3,90	3,92	3,91

En la tabla N.º 12 se muestran los valores obtenidos en el laboratorio de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Chimborazo, donde dichos valores se compararon con los rangos planteados por la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN2262, 2013), según la norma para que un producto alcohólico sea apropiado para el consumo debe tener un contenido de pH que debe encontrarse entre los resultados de máximos (4,8) y mínimos (3,5), por lo cual se evidencia que: T1: 50N/50M- 50% naranjilla y 50% maracuyá, T2: 37,5N/62,5M- 37,5% naranjilla y 62,5% maracuyá, T3: 25N/75M- 25% naranjilla y 75% maracuyá y T4: 75N/25M- 75% naranjilla y 25% maracuyá, cumplen con los rangos establecidos.

Interpretación del análisis de la varianza. el CV obtenido tiene un valor de 0,65, valor bajo pero adecuado para la continuación de la prueba de Tukey con el objetivo de determinar si el pH es un factor que puede alterar las características organolépticas en la cerveza artesanal

Interpretación del análisis de varianza basadas en p-valor. el resultado de p-valor es de 0,0001 mismo que es menor al nivel de significancia (0,05), por lo cual se determina que existe diferencia significativa entre los tratamientos con pulpa de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*) que utiliza el producto, por lo cual se acepta la (Hi) hipótesis alternativa y se rechaza la (Ho) hipótesis nula.

Interpretación análisis Tukey. Numéricamente podemos deducir que el tratamiento T4: 75N/25M (75% naranjilla y 25% maracuyá), presentan un mejor rendimiento en cuanto a los demás tratamientos ya que posee un valor mayor, siendo este 3,91, sin embargo, estadísticamente el T1: 50N/50M (50% naranjilla y 50% maracuyá), T2: 37,5N/62,5M (37,5% naranjilla y 62,5% maracuyá) y T3: 25N/75M (25% naranjilla y 75% maracuyá), pueden llegar a tener igual rendimiento, pero estos a su vez difieren del rendimiento del T4: 75N/25M (75% naranjilla y 25% maracuyá), sin embargo estos valores se encuentran dentro de los rangos mínimos y máximos establecidos por la norma técnica ecuatoriana (INEN2262, 2013).

Tabla 12*Valores medios del pH.*

Tratamientos	Unidad	Método	Resultado	NORMA INEN 2262: 2013 min-máx.
T1	-	INEN 2325	3,69	3,5 – 4,8
T2	-	INEN 2325	3,71	3,5 – 4,8
T3	-	INEN 2325	3,67	3,5 – 4,8
T4	-	INEN 2325	3,91	3,5 – 4,8
CV. (coeficiente de variación)			0,65	
P – valor			0,0001	

4.2 Análisis microbiológico

El análisis microbiológico de la cerveza artesanal con pulpa de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*), se realizó en base a los requisitos planteados por la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN2262, 2013), según la norma para que un producto de contenido alcohólico se considere inocuo debe encontrarse entre los siguientes resultados de máximos y mínimos.

Tabla 13 *Valores del análisis microbiológico.*

	T1			T2			T3			T4		
	M1	M2	M3									
Microrganismos anaerobios (ufc/ml)	8	5	8	4	6	4	3	4	4	1	1	1
Mohos y levaduras (ufc/ml)	10	9	10	7	8	5	4	6	3	3	3	2

En la tabla N.º 13 se presentan los resultados del análisis microbiológico de la cerveza artesanal, para lo cual se prepararon 12 muestras (cerveza) en las cuales se realizó el conteo de mohos y levaduras donde se puede evidenciar que se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN2262, 2013).

Para el cálculo de resultados se utilizaron los métodos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana, (INEN1529-17:98, 2012) y la Norma Técnica Ecuatoriana, (INEN1529-10:2013, 2013).

En la tabla N.º 14 se presentan los resultados del conteo para microorganismos anaerobios de los 4 tratamientos donde se observa la ausencia de microorganismos anaerobios para el tratamiento T4: 75N/25M (75% naranjilla y 25% maracuyá), mientras que para el tratamiento 1, 2 y 3 presentan mayor cantidad de microorganismos anaerobios, sin embargo, los datos obtenidos están dentro de los parámetros máximos y mínimos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN2262, 2013).

Interpretación de varianza. dentro del análisis realizado se ha obtenido, un resultado de 40,73 mayor a los 25% el cual podemos interpretar como un error en la lectura de los resultados, sin embargo, esto se debe a la variación de la cantidad de microorganismos existente en cada cultivo, no obstante, podemos analizar los sucesos bajo este porcentaje.

Interpretación de la varianza bajo el concepto de p-valor. el resultado de p-valor es de 0,1556 mismo que es mayor al nivel de significancia 0,05, por lo cual se determina que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con pulpa de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) y maracuyá (*Pasiflora edulis*) que utiliza el producto, por lo cual se rechaza la (Hi) hipótesis alternativa y se acepta la (Ho) hipótesis nula.

Interpretación resultados de Tukey. Numéricamente podemos deducir que el tratamiento T4: 75N/25M (75% naranjilla y 25% maracuyá), presentan un mejor rendimiento en cuanto a los demás tratamientos ya que posee un valor menor, siendo este de ausencia, sin embargo, estadísticamente los cuatro tratamientos pueden llegar a tener igual rendimiento, sin embargo, estos valores se encuentran dentro de los rangos mínimos y máximos establecidos por la norma técnica ecuatoriana (INEN2262, 2013).

Tabla 14

Valores medios del análisis microbiológico medio de microorganismos anaerobios.

Tratamientos	Unidad	Resultado	NORMA INEN 2262: 2013 min-máx.
T1	ufc/ml	7	– 10
T2	ufc/ml	4,6	– 10
T3	ufc/ml	3,6	– 10
T4	ufc/ml	Ausencia	– 10
CV. (coeficiente de variación)		40,73	
P – valor		0,1556	

En la tabla N.º 15 se presentan los resultados del conteo para microorganismos anaerobios de los 4 tratamientos donde para el conteo de mohos y levaduras se observa una mayor presencia de mohos y levaduras para el tratamiento T1: 50N/50M (50% naranjilla y 50% maracuyá), mientras que para el tratamiento 2, 3 y 4 presentan menor cantidad de mohos y levaduras, sin embargo, los datos obtenidos están dentro de los parámetros máximos y mínimos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN2262, 2013).

Interpretación de la varianza de mohos y levaduras. dentro del análisis realizado se ha obtenido, un resultado de 38, 57 mayor a los 25% el cual podemos interpretar como un error en la lectura de los resultados, sin embargo, esto se debe a la variación de la cantidad de

microorganismos existentes en cada cultivo, no obstante, podemos analizar los sucesos bajo este porcentaje.

Interpretación de la varianza de acuerdo con p-valor. el resultado de p-valor es de 0,6505 mismo que es mayor al nivel de significancia 0,05, por lo cual se determina que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con pulpa de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*) que utiliza el producto, por lo cual se rechaza la (Hi) hipótesis alternativa y se acepta la (Ho) hipótesis nula.

Interpretación de Tukey. Numéricamente podemos deducir que el tratamiento T4: 75N/25M (75% naranjilla y 25% maracuyá), presentan un mejor rendimiento en cuanto a los demás tratamientos ya que posee un valor menor, siendo este 2,6, sin embargo, estadísticamente los cuatro tratamientos pueden llegar a tener igual rendimiento, sin embargo, estos valores se encuentran dentro de los rangos mínimos y máximos establecidos por la norma técnica ecuatoriana (INEN2262, 2013).

Tabla 15

Valores medios del análisis microbiológico medio de mohos y levaduras.

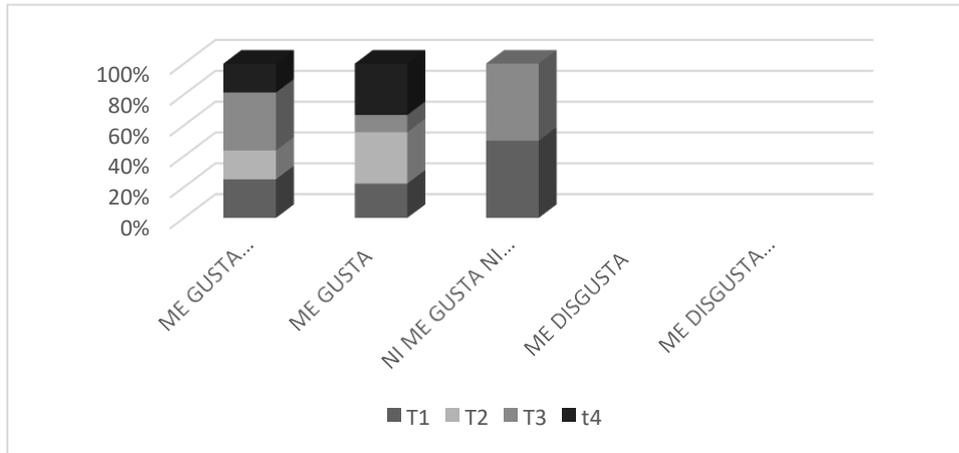
Tratamientos	Unidad	Resultado	NORMA INEN 2262: 2013 min-máx.
T1	ufc/ml	9,6	– 10
T2	ufc/ml	6,6	– 10
T3	ufc/ml	4,3	– 10
T4	ufc/ml	2,6	– 10
CV. (coeficiente de variación)		38,57	
P – valor		0,6505	

4.3 Análisis Sensorial

Se presentan los resultados del análisis sensorial de la cerveza artesanal, para lo cual se prepararon 4 muestras (cerveza) en las cuales se realizó el pertinente cateo donde se puede evidenciar que, de acuerdo con las 9 personas evaluadas mediante una escala de Likert con respecto a la apariencia, cuerpo, color, aroma, sabor, amargor, frescura opina que:

Figura 1

Análisis Sensorial Apariencia.



De acuerdo con las 9 personas evaluadas mediante una escala de Likert con respecto a la apariencia se presenta en la figura N.º 1, los resultados de las 4 muestras presentadas, donde las personas evaluadas manifestaron que el tratamiento 2 y el tratamiento 4 tienen más aceptación en cuanto al gusto por la apariencia, mientras que para los tratamientos 1 y 3 tiene un buen grado del gusto por la apariencia, pero también poseen un poco de disgusto por la presentación de la cerveza.

De acuerdo con las 9 personas evaluadas mediante una escala de Likert con respecto al cuerpo de la cerveza se presenta en la figura N.º 2, los resultados de las 4 muestras presentadas, donde las personas evaluadas manifestaron que el tratamiento 3 presenta un mejor cuerpo con respecto a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento 1 tiene poca aceptación en cuanto al cuerpo, mientras que para los tratamientos 2 y 4 tiene una buena aceptación por la presentación de la cerveza.

Figura 2

Análisis Sensorial Cuerpo.

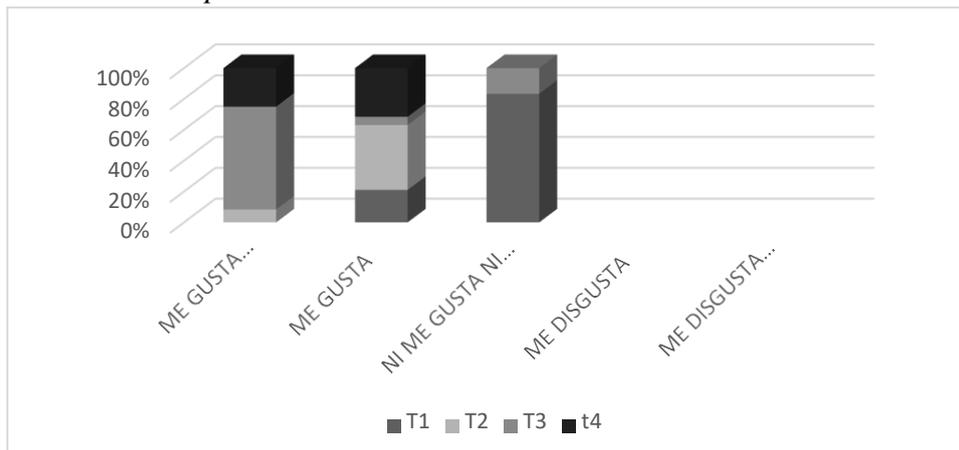
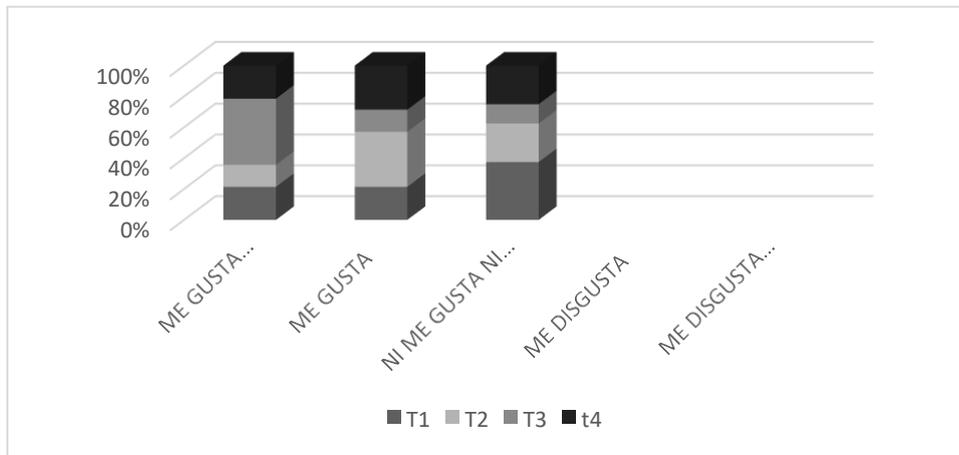


Figura 3

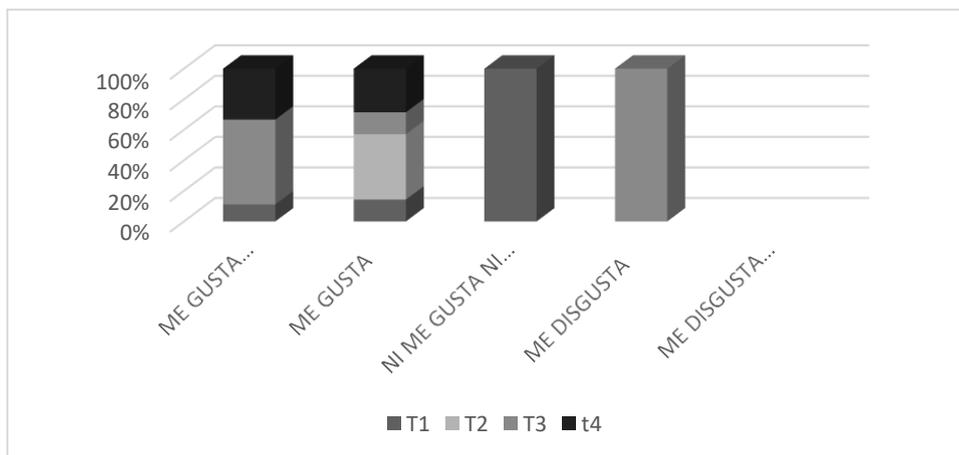
Análisis Sensorial Color.



De acuerdo con las 9 personas evaluadas mediante una escala de Likert con respecto al color se presenta en la figura N.º 3, los resultados de las 4 muestras presentadas, donde las personas evaluadas manifestaron que el tratamiento 3 posee más aceptación en cuanto al color, mientras que para los tratamientos 1,2 y 4 tiene un buen grado punto de color, pero también poseen un poco de disgusto por el mismo en la presentación de la cerveza.

Figura 4

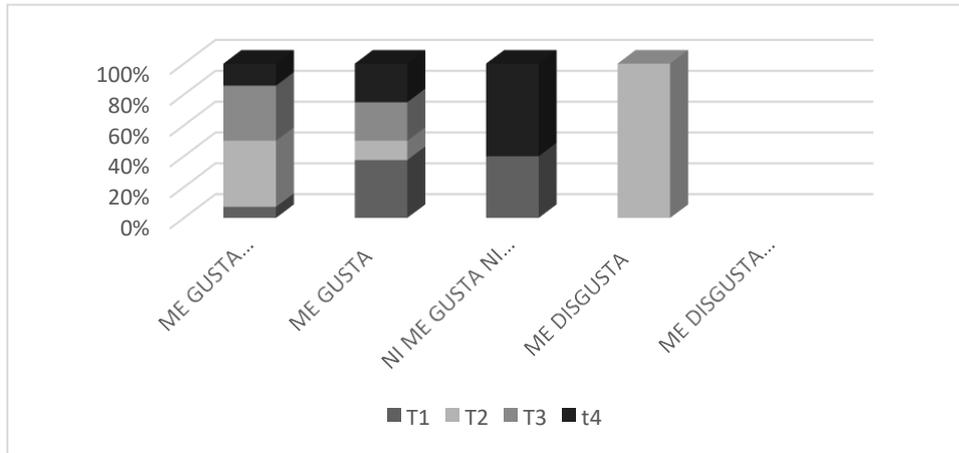
Análisis Sensorial Aroma.



De acuerdo con las 9 personas evaluadas mediante una escala de Likert con respecto a el aroma se presenta en la figura N.º 4, los resultados de las 4 muestras presentadas, donde las personas evaluadas manifestaron que el tratamiento 2 y el tratamiento 4 tienen más aceptación en cuanto al gusto por el aroma, mientras que para los tratamientos 1 y 3 tiene un buen grado del aroma, pero también poseen un poco de disgusto por el aroma haciendo énfasis en el tratamiento 3 que presenta un % de disgusto por parte de la presentación de la cerveza.

Figura 5

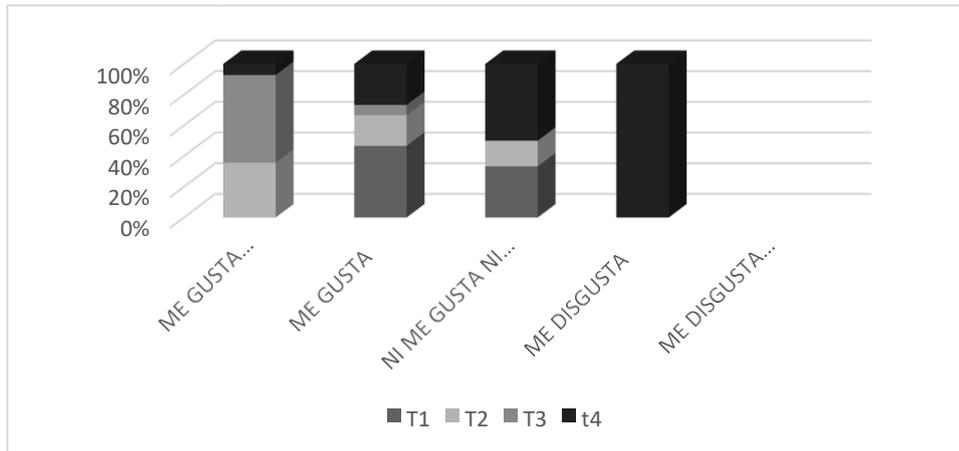
Análisis Sensorial Sabor.



De acuerdo con las 9 personas evaluadas mediante una escala de Likert con respecto al sabor se presenta en la figura N.º 5, los resultados de las 4 muestras presentadas, donde las personas evaluadas manifestaron que el tratamiento 1,3 y el tratamiento 4 tienen más aceptación en cuanto al sabor, mientras que el tratamiento 2 poseen un poco de disgusto por el sabor dentro de la presentación de la cerveza.

Figura 6

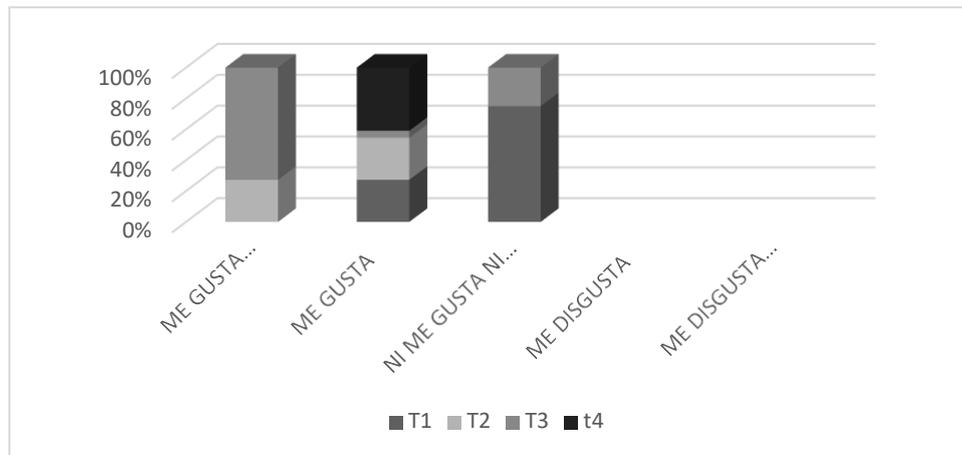
Análisis Sensorial Amargor.



De acuerdo con las 9 personas evaluadas mediante una escala de Likert con respecto al amargor se presenta en la figura N.º 6, los resultados de las 4 muestras presentadas, donde las personas evaluadas manifestaron que el tratamiento 1,2 y el tratamiento 3 especialmente tienen más aceptación en cuanto al amargor, mientras que el tratamiento 4 poseen un poco de disgusto por el amargor dentro de la presentación de la cerveza.

De acuerdo con las 9 personas evaluadas mediante una escala de Likert con respecto a la frescura se presenta en la figura N.º 7, los resultados de las 4 muestras presentadas, donde las personas evaluadas manifestaron que el tratamiento 3 tienen más aceptación en cuanto a su frescura, en cuanto a los demás tratamientos y su frescura.

Figura 7
Análisis Sensorial Frescura.



5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Las concentraciones de las materias primas utilizadas; pulpa de naranjilla (*solanum quitoense lam.*) y maracuyá (*pasiflora edulis*) en la elaboración de cerveza artesanal obedecen a los parámetros establecidos por la norma técnica ecuatoriana (INEN2262, 2013), norma que dicta los requisitos que debe tener una cerveza para ser considerada apta para el consumo humano.
- La utilización de diferentes cantidades de pulpas de naranjilla (*solanum quitoense lam.*) y maracuyá (*pasiflora edulis*), permitieron obtener formulaciones que cumplen con los criterios de calidad establecidos por la norma, (INEN2262, 2013), se concluye que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto se acepta la hipótesis afirmativa, a su vez el tratamiento, T3: 25N/75M (25% naranjilla y 75% maracuyá), refleja en base a los resultados de los sensoriales como el más aceptado para su consumo.
- Luego de efectuar los análisis físicos, químicos y microbiológicos al producto terminado en sus distintos tratamientos (concentraciones) se constata que posterior a los 48 días dichos resultados ubican a la cerveza dentro de los niveles máximos y mínimos establecidos por la norma (INEN2262, 2013).
- Se llevó a cabo una evaluación sensorial a un grupo de 9 personas no entrenadas en lo que concierne cata de cerveza artesanal, lo cual nos permitió saber que existe una mayor preferencia por el tratamiento #3 con respecto a la apariencia, cuerpo, color, aroma, sabor, amargor, frescura, por lo tanto, la cerveza artesanal con pulpa de naranjilla (*solanum quitoense lam.*) y maracuyá (*pasiflora edulis*) es aceptable para el consumidor.
- Dentro de la investigación aplicada se puede determinar que el costo de la elaboración de la cerveza es de \$315,97, lo que nos lleva a determinar que tanto el equipo como la investigación realizada permite tener miras a la continuidad de un emprendimiento ya que su producción es rentable y atractiva para el consumidor.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda obtener un buen filtrado de la limpiada y recirculación del mosto de la cerveza ya que esta al ser embotellada presenta sedimentos aun después de haber aplicado la malla de maceración y filtro en los fermentadores.
- Se sugiere utilizar una balanza analítica para obtener los pesos específicos del azúcar para realizar la carbonatación, y papel cera para el embotellamiento así no existirá pérdida y variabilidad dentro de los niveles de CO₂ de la cerveza artesanal.

- Se aconseja realizar una prueba de anaquel para el producto terminado, para comprobar los resultados obtenidos de los análisis físicos químicos y microbiológicos realizados.

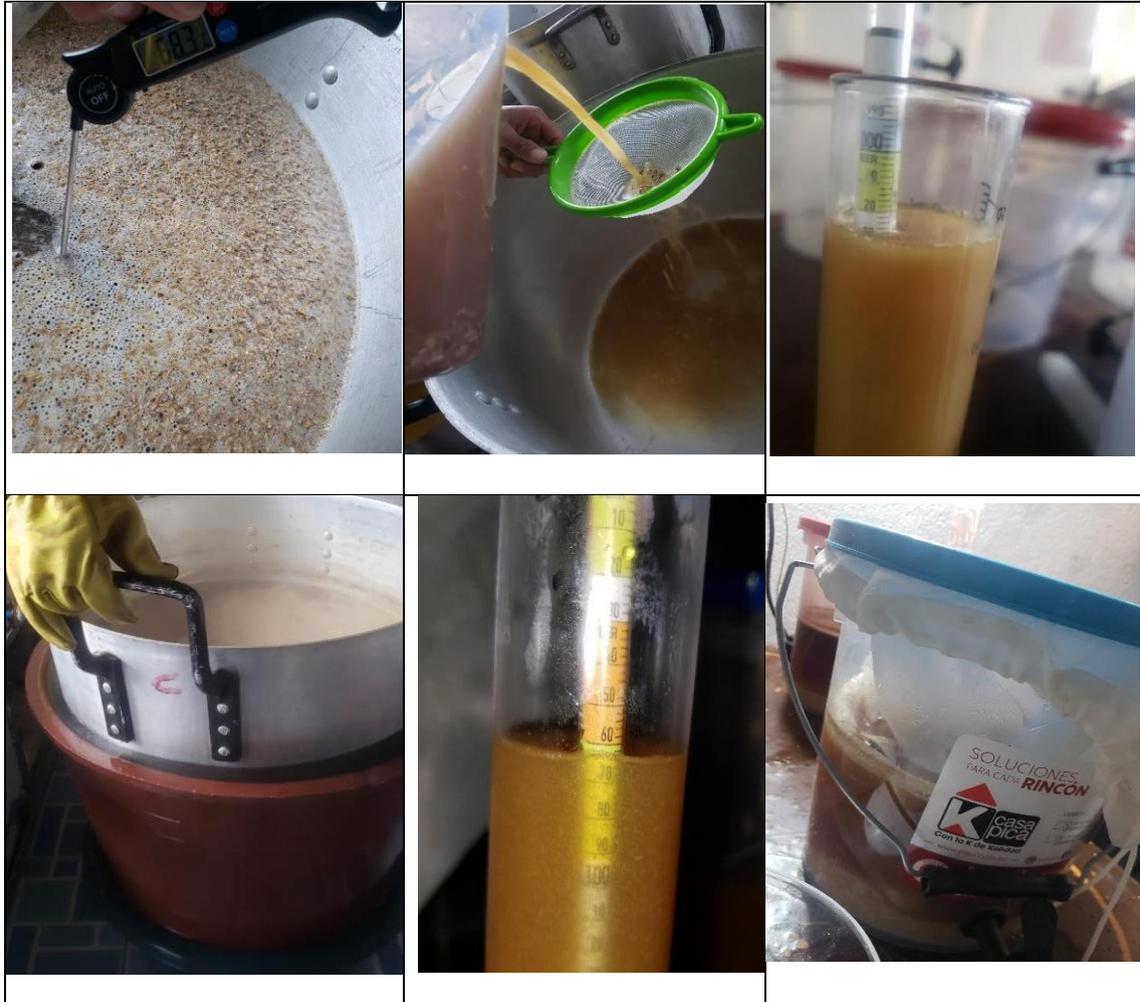
BIBLIOGRAFÍA:

- AVI. (23 de Junio de 2021). *Aviseselection*. Obtenido de Aviseselection: <https://aviseselection.com/blog/caracteristicas-cerveza-artesanal/>
- G, M. R. (2017). *Principios de Elaboración de las Cervezas Artesanales*. Morrisville, North Carolina, 27560, USA: Lulu Enterprises. – Lulu Press Inc. 860 Aviation Parkway, Suite 300 .
- Garate, K. (2 de Octubre de 2021). *PRIMICIAS*. Obtenido de PRIMICIAS: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/marcas-cerveza-artesanal-crecimiento-ecuador/>
- Haro, J. (2020). Caracterización y Tipificación De La Cadena Agroproductiva Del Cultivo De Maracuyá(*passiflora edulis* L) Pedernales, Manabí,Ecuador. *Knowledge E*, 716.
- INEN1529-10:2013. (2013). www.normalizacion.gob.ec. Obtenido de www.normalizacion.gob.ec: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-10-1.pdf
- INEN1529-17:98. (29 de Octubre de 2012). www.normalizacion.gob.ec. Obtenido de www.normalizacion.gob.ec: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-17.pdf
- INEN2262. (Noviembre de 2013). *Norma Tecnica Ecuatoriana*. Obtenido de Norma Tecnica Ecuatoriana: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2262-1.pdf
- INEN2322. (2013). archive.org. Obtenido de archive.org: <https://archive.org/details/ec.nte.2322.2002>
- INEN2323. (2013). archive.org. Obtenido de archive.org: <https://archive.org/details/ec.nte.2323.2002>
- INEN2325. (2013). archive.org. Obtenido de archive.org: <https://archive.org/details/ec.nte.2325.2002>
- Joseleg, C. d. (6 de Mayo de 2018). *biologia-geologia.com*. Obtenido de biologia-geologia.com: https://biologia-geologia.com/biologia2/72231_fermentacion_etilica_o_alcoholica.html
- LaHora. (1 de Agosto de 2019). *La Hora lo que necesitas saber* . Obtenido de La Hora lo que necesitas saber : <https://lahora.com.ec/noticia/1102262267/una-cerveza-artesanal-para-cada-gusto>
- Quito. (6 de Agosto de 2021). *quitoinforma*. Obtenido de [quitoinforma](http://www.quitoinforma.gob.ec): <http://www.quitoinforma.gob.ec/2021/08/06/quito-cuna-de-la-cerveza-en-sudamerica/>
- RAE. (2021). *Real Academia Española*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/cerveza>
- Rosalandia. (2022). Obtenido de <https://rosalandia.com/variados/naranja>
- SCPM. (2019). *Superintendencia de Control del Poder de Mercado* . Obtenido de Superintendencia de Control del Poder de Mercado :

<https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/Cerveza-Inf-version-publica.pdf>

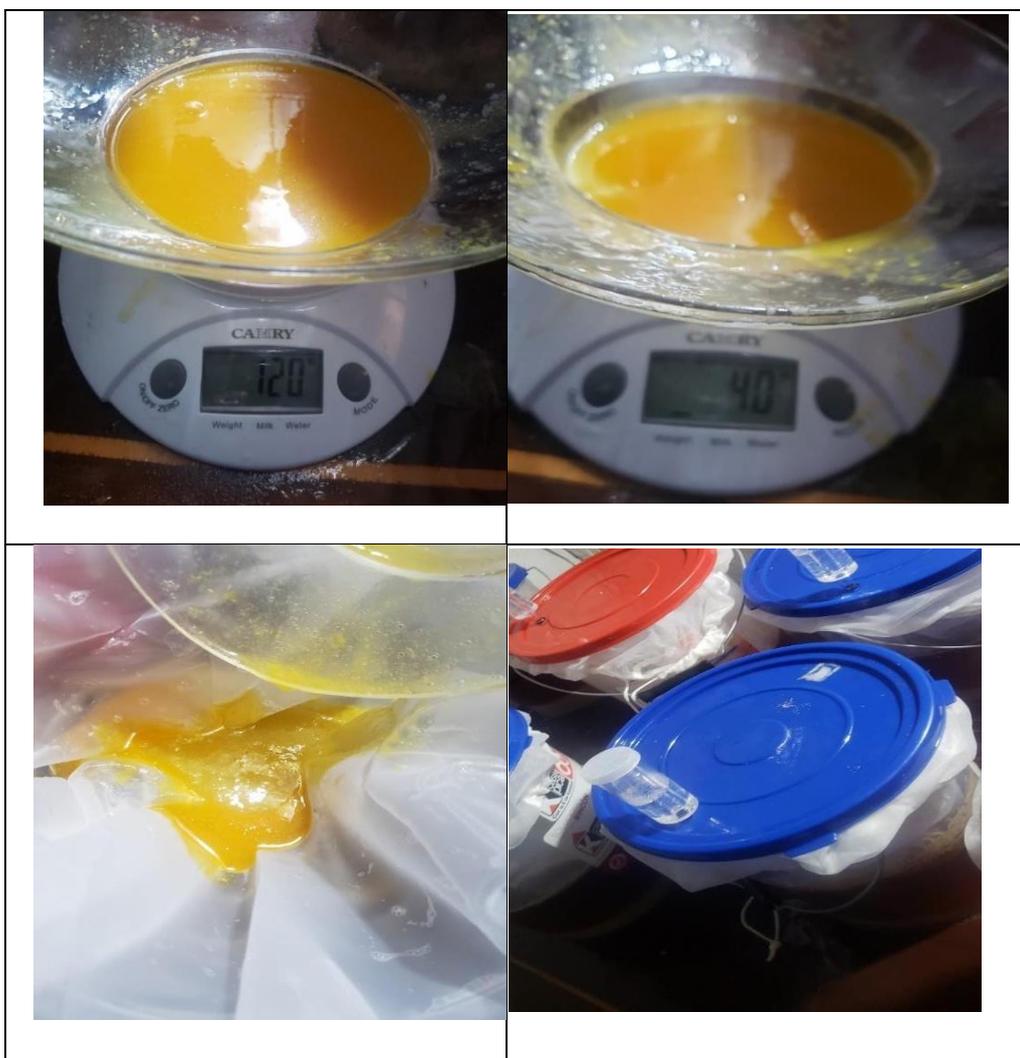
6. ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de cerveza artesanal American IPA.



Interpretación: Maceración a 68°C por 70 min; Filtrado del mosto; Medición de la gravedad antes de la cocción PBG (1,033); Enfriamiento del mosto a 40°C; Medición de la gravedad inicial OG (1,063); Tapado y colocado del airlock para su fermentación por 7 días.

Anexo 2. Pesado y agregado de las pulpas.



Interpretación: Pesado de la pulpa de naranjilla; Pesado de la pulpa de maracuyá;
Agregación de las pulpas al fermentador; Tapado para la fermentación.

Anexo 3. Filtrado y envasado para la maduración de la cerveza.



Interpretación: Desinfección de las botellas a 60°C por 5min; Medición de la gravedad final FG (1,010); Pesado y agregado del azúcar 3,5g por envase; Maduración.

Anexo 4. Análisis físico químico de la cerveza.



Interpretación: Muestreo de 200ml por tratamiento; Medición del pH; medición de grados brix.

Anexo 5. Análisis microbiológico de la cerveza.



Interpretación: Agar PDA utilizado en la siembra de mohos y levaduras; Agar PCA utilizado en la siembra de siembra microbiológica de microorganismos anaerobios; Diluciones preparadas para la siembra de microorganismos; Siembra realizada en la cabina de flujo laminar; Placas incubadas para el recuento de microorganismos.

Anexo 6. Análisis sensorial de la cerveza.



Interpretación: Aplicación de la encuesta tipo Likert a estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Chimborazo para catar las muestras de cerveza.

Anexo7. Encuesta.

UNIVERSIDAD NACIONAL DECHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

HOJA DE CATACIÓN PARA LA CERVEZA ARTESANAL CON PULPA DE NARANJILLA (*SOLANUM QUITOENSE LAM.*) Y MARACUYÁ (*PASIFLORA EDULIS*)

Reciba usted un cordial saludo.

Nombre.....

Fecha.....

EVALUACION SENSORIAL

APARIENCIA:

	T1	T2	T3	T4
ME GUSTA MUCHISIMO				
ME GUSTA				
NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA				
ME DISGUSTA				
ME DISGUSTA MUCHISIMO				

CUERPO:

	T1	T2	T3	T4
ME GUSTA MUCHISIMO				
ME GUSTA				
NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA				
ME DISGUSTA				
ME DISGUSTA MUCHISIMO				

COLOR:

	T1	T2	T3	T4
ME GUSTA MUCHISIMO				
ME GUSTA				
NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA				
ME DISGUSTA				

ME DISGUSTA MUCHISIMO				
-----------------------	--	--	--	--

AROMA:

	T1	T2	T3	T4
ME GUSTA MUCHISIMO				
ME GUSTA				
NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA				
ME DISGUSTA				
ME DISGUSTA MUCHISIMO				

SABOR:

	T1	T2	T3	T4
ME GUSTA MUCHISIMO				
ME GUSTA				
NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA				
ME DISGUSTA				
ME DISGUSTA MUCHISIMO				

AMARGOR:

	T1	T2	T3	T4
ME GUSTA MUCHISIMO				
ME GUSTA				
NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA				
ME DISGUSTA				
ME DISGUSTA MUCHISIMO				

FRESCURA:

	T1	T2	T3	T4
ME GUSTA MUCHISIMO				
ME GUSTA				

NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA				
ME DISGUSTA				
ME DISGUSTA MUCHISIMO				

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN