



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: AGROINDUSTRIAS

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**TEMA:
EFECTOS FISICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DEL ARROZ
MALTEADO Y PULPA DE MARACUYÁ COMO SUSTITUTOS
PARCIALES DE CEBADA EN CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA**

**AUTOR:
JUAN FRANCISCO BARRETO ZAMBRANO**

**TUTOR:
ING. DAVID WILFRIDO MOREIRA VERA, PhD.**

CALCETA, OCTUBRE DE 2021

DERECHOS DE AUTORÍA

JUAN FRANCISCO BARRETO ZAMBRANO, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



JUAN F. BARRETO ZAMBRANO

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. DAVID WILFRIDO MOREIRA VERA, PhD, certifica haber tutelado el trabajo de titulación **EFFECTOS FÍSICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DEL ARROZ MALTEADO Y PULPA DE MARACUYÁ COMO SUSTITUTOS PARCIALES DE CEBADA EN CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA**, que ha sido desarrollada y sustentando por **JUAN FRANCISCO BARRETO ZAMBRANO**, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo **REGLAMENTO DE UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL DE PROGRAMAS DE GRADO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. DAVID WILFRIDO MOREIRA VERA, PhD

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **EFFECTOS FÍSICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DEL ARROZ MALTEADO Y PULPA DE MARACUYÁ COMO SUSTITUTOS PARCIALES DE CEBADA EN CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA**, que ha sido propuesto, desarrollado por **JUAN FRANCISCO BARRETO ZAMBRANO**, previa la obtención del título de ingeniero agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO DE UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL DE PROGRAMAS DE GRADO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. FRANCISCO DEMERA
LUCAS. MG
MIEMBRO

ING. RICARDO MONTESDEOCA
PÁRRAGA. MG
MIEMBRO

BLG. JHONNY MANUEL NAVARRETE. MG
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad en la cual hemos forjado los conocimientos profesionales día a día;

A Dios por darme sabiduría y fortaleza,

A mi madre y mis hermanos por ser mi pilar fundamental y darme el apoyo necesario a lo largo de mi vida estudiantil, y

A mi tutor el Ingeniero David Wilfrido Moreira vera, por ser un gran maestro y guía en la elaboración de la tesis.

JUAN F. BARRETO ZAMBRANO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante toda mi vida y a lo largo de toda esta carrera estudiantil.

A mi padre que, aunque no se encuentre de manera física en la tierra, sé que de manera espiritual cuento con su bendición y estaría muy alegre de verme cumplir esta meta. Así mismo a mis hermanos que siempre han estado junto a mí brindándome su apoyo incondicional.

A todos mis amigos a quienes aprecio mucho por estar conmigo siempre, tanto en los buenos como en los malos momentos, destacando a mi amiga Agustina, a la cual quiero mucho debido a que siempre ha estado a mi lado a lo largo de la carrera, y ha sido un gran apoyo en la realización de este trabajo.

JUAN F. BARRETO ZAMBRANO

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL	vii
CONTENIDO DE CUADROS	xi
CONTENIDO DE GRÁFICOS	xi
CONTENIDO DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
PALABRAS CLAVES	xiii
ABSTRACT	xiv
KEY WORDS	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. HIPÓTESIS	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. CERVEZA	4
2.2. DIFERENCIA ENTRE LA CERVEZA INDUSTRIAL Y LA CERVEZA ARTESANAL	4
2.3. CERVEZA ARTESANAL	5
2.4. TIPOS DE CERVEZA	5

2.4.1. CERVEZA TIPO ALE	6
• INDIAN PALE ALE	6
2.4.2. CERVEZA TIPO LAGER	6
2.5. MATERIAS PRIMAS DE LA CERVEZA	7
2.5.1. AGUA	7
2.5.2. LÚPULO (<i>Humulus lupulus L.</i>)	8
2.5.3. CEBADA	8
2.5.4. LEVADURA	8
2.6. ADJUNTOS CERVECEROS	9
2.6.1. ARROZ (<i>Oryza sativa L.</i>)	9
2.6.2. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DEL ARROZ EN LA INDUSTRIA CERVECERA	10
2.6.3. MARACUYÁ	11
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	12
3.1. UBICACIÓN	12
3.2. DURACIÓN	12
3.3. MÉTODOS	12
3.3.1. MÉTODO DEDUCTIVO:	12
3.3.2. MÉTODO EXPERIMENTAL:	12
3.4. TÉCNICAS	13
3.4.1. DETERMINACIÓN DE pH	13
3.4.2. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ	13
3.4.3. DETERMINACIÓN DE DENSIDAD	13
3.4.4. DETERMINACIÓN DE GRADOS DE ALCOHOL	14
3.4.5. MOHOS Y LEVADURAS	14
3.4.6. ANÁLISIS SENSORIAL	14
3.4.7. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	14

3.5. FACTORES EN ESTUDIO	15
3.5.1. NIVELES	15
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	15
3.7. TRATAMIENTOS	16
3.8. UNIDAD EXPERIMENTAL	16
3.9. VARIABLES A MEDIR	17
3.10. MANEJO DEL EXPERIMENTO	18
DIAGRAMA DE PROCESO PARA EL MALTEADO DEL ARROZ CON CÁSCARA.	18
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA EL MALTEADO DEL ARROZ CON CÁSCARA	19
DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL	20
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA	21
3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. ACONDICIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA	25
4.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA	26
4.2.1. SUPUESTOS DEL ANOVA	26
4.2.2. pH	26
4.2.3. ACIDEZ	28
4.2.4. DENSIDAD	31
4.2.5. GRADOS DE ALCOHOL	32
4.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA	35
4.4. ACEPTABILIDAD GENERAL DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA	36

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
CONCLUSIONES	38
RECOMENDACIONES	38
BIBLIOGRAFÍA	39
ANEXOS	45

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 2. 1. Composición del grano de arroz y sus fracciones.....	10
Cuadro 2. 2. Composición del jugo de maracuyá	11
Cuadro 3. 1. Esquema del ANOVA bifactorial AxB	15
Cuadro 3. 2. Esquema del ANOVA para interacciones de los tratamientos.....	16
Cuadro 3. 3. Esquema del ANOVA para interacción de los tratamientos	16
Cuadro 3. 4. Detalle de la unidad experimental	16
Cuadro 3. 5. Detalle de la unidad experimental	17
Cuadro 4. 1. Supuestos del ANOVA para las variables en estudio	26
Cuadro 4. 2. Prueba de Kruskal-Wallis para la variable pH.....	26
Cuadro 4. 3. ANOVA para los factores arroz malteado*pulpa de maracuyá de la variable acidez	28
Cuadro 4. 4. Tukey para el factor B porcentaje de pulpa de maracuyá de la variable acidez ...	30
Cuadro 4. 5. Tukey para los tratamientos de cerveza artesanal de la variable acidez.....	30
Cuadro 4. 6. ANOVA para los factores arroz malteado*pulpa de maracuyá de la variable densidad	31
Cuadro 4. 7. Tukey para el factor B porcentaje de pulpa de maracuyá de la variable densidad	32
Cuadro 4. 8. ANOVA para los factores arroz*pulpa de maracuyá de la variable grados de alcohol	32
Cuadro 4. 9. Tukey para el factor B porcentaje de pulpa de maracuyá de la variable grados de alcohol	34
Cuadro 4. 10. Análisis microbiológicos de la cerveza con adición de arroz y maracuyá almacenadas a 4°C.....	35
Cuadro 4. 12. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general de la cerveza con arroz y pulpa de maracuyá.....	36

CONTENIDO DE GRÁFICOS

Gráfico 4. 1. Gráfico de cajas y bigotes para los niveles del factor B: porcentaje de pulpa de maracuyá de la variable pH	27
Gráfico 4. 2. Gráfico de cajas y bigotes para los tratamientos de cerveza artesanal de la variable de pH.....	28

Gráfico 4. 3. Gráfico de cajas y bigotes para los niveles del factor A de arroz malteado de la variable acidez	29
Gráfico 4. 4. Gráfico de cajas y bigotes para los niveles del factor A: porcentaje de arroz malteado de la variable grados de alcohol.....	33
Gráfico 4. 5. Gráfico de cajas y bigotes para tratamientos de la variable grados de alcohol	35

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3. 1. Diagrama de proceso para el malteado de arroz con cáscara.....	18
Figura 3. 2. Diagrama de proceso para la elaboración de cerveza	20

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar los efectos fisicoquímicos y sensoriales del arroz malteado y pulpa de maracuyá como adjuntos en una cerveza artesanal tipo IPA. Los factores en estudio fueron: porcentaje de arroz malteado (10 y 30) y porcentaje de pulpa de maracuyá (1, 3 y 5). Se aplicó un arreglo bifactorial A x B en Diseño Completamente al Azar (DCA), con 6 tratamientos, se realizó 3 repeticiones, resultando 18 unidades experimentales. La unidad experimental fue 3000 ml de cerveza artesanal con los adjuntos mencionados. Se evaluaron las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. En las fisicoquímicas las variables de pH, acidez y grados de alcohol presentaron diferencias significativas entre tratamientos con un valor promedio de pH de 2,91; acidez de 1,61%; densidad de 1,026 g/ml y un porcentaje de grados de alcohol de 3,23%. En los análisis microbiológicos se obtuvieron valores desde $1,4 \times 10^3$ hasta $6,0 \times 10^3$ UFC/ml. En el análisis sensorial realizado mediante prueba de preferencia resultó como mejor tratamiento a T3 (10% de arroz malteado y 5% de pulpa de maracuyá). Los valores encontrados revelan que la utilización de arroz malteado y pulpa de maracuyá como adjuntos cerveceros, influye en la características fisicoquímicas y sensoriales de la cerveza artesanal tipo IPA.

PALABRAS CLAVES

Adjuntos cerveceros, estilos de cerveza, estilo lambic, cerveza de fruta

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the physicochemical and sensory effects of malted rice and passion fruit pulp as adjuncts in an IPA-type craft beer. The factors under study were: percentage of malted rice (10 and 30) and percentage of passion fruit pulp (1, 3 and 5). A bifactorial arrangement A x B was applied in Completely Random Design (DCA), with 6 treatments, 3 repetitions were carried out, resulting in 18 experimental units. The experimental unit was 3000 ml of craft beer with the aforementioned adjuncts. The physicochemical, microbiological and sensory characteristics were evaluated. In the physicochemical, the variables of pH, acidity and degrees of alcohol showed significant differences between treatments with an average value of pH of 2.91; acidity of 1.61%; density of 1,026 g / ml and a percentage of alcohol degrees of 3.23%. In the microbiological analyzes, values from 1.4×10^3 to 6.0×10^3 CFU / ml were obtained. In the sensory analysis carried out by means of a preference test, T3 was the best treatment (10% malted rice and 5% passion fruit pulp). The values found reveal that the use of malted rice and passion fruit pulp as brewing adjuncts influences the physicochemical and sensory characteristics of IPA-type craft beer.

KEY WORDS

Brewers attachments, beer styles, lambic style, fruit beer.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La cerveza es una bebida alcohólica elaborada a partir de la fermentación de soluciones dulces obtenidas de cereales y otros granos, considerada un producto con mayor aceptabilidad en mercados nacionales e internacionales (Vinuesa, 2019). En la elaboración de la cerveza, las materias primas que le otorgan su color específico, el sabor y el aroma son el lúpulo, malta de cebada, levadura y agua. Sin embargo, estas materias primas pueden ser reemplazadas parcial o totalmente con otros productos (Calapucha, 2019).

Existen muy pocas referencias escritas de elaboración de cerveza adicionada o saborizadas con frutas, pero se sabe que, en el antiguo Egipto se usaban dátiles y granadas para el proceso de elaboración de esta bebida alcohólica, el primer testimonio de elaboración de cerveza con fruta se da en Alemania, tomando como referencia a una cerveza elaborada con cerezas (Vinuesa, 2019). Actualmente, el mercado de las cervezas artesanales ofrece variedades de sabores como chocolate, maracuyá, hierbabuena, piña y durazno, destacando que, aunque los sabores tradicionales han sido todo un éxito, el sabor de la maracuyá llama mucho la atención de ciertos consumidores al ser incorporado dentro de la cerveza (Hernández y Muñoz, 2019).

El característico color pálido y el sabor suave de las cervezas domésticas tradicionales se crearon al reemplazar entre el 35 y el 75% del contenido de malta de cebada típico de las cervezas europeas con complementos como el maíz o el arroz (Campoverde, 2019). Tradicionalmente, el arroz se usaba para fabricar cervezas lager más fuertes, previo a la prohibición en Estados Unidos, por ello las nuevas investigaciones buscan hacerlo en las cervezas tipo ale (Gabbard, 2017).

Una de las principales dificultades que presentan las cervecerías artesanales, es que los principales insumos utilizados para su producción como el lúpulo, levadura y cebada son importados en su totalidad (Calapucha, 2019). No obstante, en el Ecuador se cuenta con una gran variedad de granos y materias

primas que poseen un alto porcentaje de almidón para la elaboración de cerveza, el arroz es un cereal que contiene 0,49% de cenizas, 2,71% de proteína y 96,79% de almidón, por ello la importancia de utilizar el arroz como sustituto parcial de la cebada (Cantellano et al., 2016).

Desde el inicio de la fabricación de la cerveza se han buscado hierbas, frutas o especias que, añadidas al producto final o durante su elaboración, dieran lugar a cervezas con olores y/o sabores agradables (Panda et al., 2015). Las cervezas tipo Ale, se caracterizan por ser muy aromáticas, con poco o mucho cuerpo, de sabores complejos y marcados, por ello se busca la incorporación de pulpa de frutas en la elaboración de cervezas (Moreno, 2017).

Para la maracuyá existe una frecuencia de consumo de 79.3% ocasionalmente; un 61.48% de consumo por los beneficios alimentarios que tiene la fruta y en un 61,50% es consumida como fruta fresca, evidenciando así el gran potencial de desarrollo que posee esta fruta (Cóndor, 2019). Con estos antecedentes se plantea la siguiente interrogante:

¿De qué manera incide los porcentajes de arroz malteado y pulpa de maracuyá como sustitutos parciales en las características fisicoquímicas y sensoriales de una cerveza artesanal tipo IPA?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La cerveza es considerada un producto de alta aceptación tanto en el mercado nacional e internacional. Por otra parte, la producción de cervezas artesanales, posee un mercado aún pequeño, sin embargo, tiene sus fieles seguidores que aprecian la producción personalizada y la innovación en la presentación y el sabor, recalando que la producción artesanal está basada en diferentes tipos de sabores, algo que la producción industrial de cervezas no hace (Hernández y Muñoz, 2019).

Tradicionalmente la cerveza utiliza cebada como fuente de almidón, por lo que la presente investigación busca reemplazarla de forma parcial con adjuntos para la elaboración de cerveza, buscando una alternativa distinta de industrialización o procesamiento tanto para el arroz, como para el maracuyá, se espera

incentivar a futuras investigaciones a buscar nuevas alternativas de producción y de emprendimiento con un nuevo producto en el mercado. Lo mencionado anteriormente, aportará al desarrollo económico y social tanto del pequeño y gran productor de materias primas y productos elaborados.

Además, esta investigación aportará información relevante sobre la cerveza artesanal, así mismo será fuente de innovación dentro del campo de bebidas alcohólicas, principalmente para la industria cervecera, logrando mantener las cualidades microbiológicas y sensoriales del producto especificados en la normativa nacional INEN 2262.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar los efectos fisicoquímicos y sensoriales de los porcentajes de arroz (*Oryza sativa*) malteado y pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) como sustitutos parciales de cebada en la obtención de cerveza artesanal tipo IPA.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Acondicionar el arroz y la maracuyá previo a ser utilizados como sustitutos parciales de la cebada en la elaboración de cerveza artesanal tipo IPA.
- Evaluar las características fisicoquímicas de cerveza artesanal sustituida parcialmente la cebada con arroz malteado y pulpa de maracuyá.
- Comprobar la calidad microbiológica a los tratamientos que cumplan con las características fisicoquímicas, de acuerdo con lo establecido en la norma técnica INEN 2262.
- Determinar la aceptabilidad de las cervezas artesanales que cumplan con las condiciones anteriores con catadores no entrenados.

1.4. HIPÓTESIS

Al menos una de las concentraciones de arroz malteado y/o al menos una de las concentraciones de pulpa de maracuyá tendrá efecto en las características fisicoquímicas y sensoriales en la cerveza artesanal tipo IPA.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. CERVEZA

Es una bebida de mediano grado alcohólico cuya elaboración es a partir de la fermentación del mosto de cebada u otros cereales junto con agua, transformándose en azúcar; sometidos a un proceso de cocción con la adición de levadura y lúpulo que darán el aspecto gaseoso lo cual determinará ciertas propiedades organolépticas correspondiente de la cerveza (INEN, 2013).

Según Gallardo Aguilar et al. (2013) citado por Pérez et al, la cerveza es una “expresión genérica para designar a la bebida alcohólica resultante de la fermentación, mediante levadura seleccionada, el mosto procedente de la malta de granos de cereal, solo o mezclado con otros adjuntos cerveceros transformables en azúcares por digestión enzimática, la que es sometida previamente a un proceso de cocción y aromatizados sus extractos y/o sus concentrados con flores de lúpulo. Su graduación alcohólica no será inferior al 3% en masa y el extracto seco primitivo (ESP) no será inferior al 11% en masa”.

2.2. DIFERENCIA ENTRE LA CERVEZA INDUSTRIAL Y LA CERVEZA ARTESANAL

Son diferentes, debido a que la segunda se produce siguiendo una receta cuyos ingredientes pueden variar, caso contrario al de la industrial que siempre se elabora siguiendo la misma receta, esta gran diferencia marca la pauta para que las cervezas artesanales sean mucho más costosas que las industriales (Couyoumdjian, 2019).

Cueva y Morán (2019) argumentan otra diferencia, misma que radica en el proceso de gasificación de la cerveza artesanal se produce de forma natural, gracias a la fermentación en botella. En las cervezas artesanales se suele utilizar levaduras de alta fermentación, siendo un proceso muy delicado, que permite tener un resultado bastante superior con sabores más estructurados y aromas robustos. Por otro lado, las cervezas industriales son inyectadas con gas carbónico ya que no tienen una segunda fermentación y suelen utilizar las levaduras de fermentación baja porque es una fermentación más rápida y barata,

pero como resultado suele dar una cerveza con un sabor y olor suaves y muy planos e iguales entre sí.

2.3. CERVEZA ARTESANAL

Es aquella que está elaborada siguiendo una “receta” propia, por maestros cerveceros que le dan un sabor distinto y personal. Su producción es limitada, debido a que se pone especial atención en sabores y texturas distintas a las marcas industriales. La elaboración artesanal permite crear distintos tipos de cerveza y ajustarse a la temporada para primar sabores de acuerdo con la estación (Campoverde, 2019).

También es común la creación de cervezas especiales usando frutas o especias que dan como resultado sabores muy agradables al paladar. En este proceso, no se necesita preservantes ni otros elementos que no sean los indispensables para su elaboración: cereales malteados, agua, lúpulo y levaduras. Por lo tanto, este es un producto novedoso elaborado en cantidades limitadas (Cantos y Campoverde, 2019).

La cerveza artesanal actualmente tiene un enorme éxito en la gran mayoría de los países, en un principio europeos, pero se ha ido incrementando, logrando un éxito elevado en los países latinoamericanos (Campoverde, 2019).

2.4. TIPOS DE CERVEZA

Existe una gama amplia sobre tipos de cervezas en el mercado y debido a sus múltiples variables en producción es difícil de tipificar, por lo que, en muchas ocasiones, resulta imposible de definir las; sin embargo, se han clasificado según sus características organolépticas como el color, el grado alcohólico que posee y también por su tipo de fermentación (Cantos y Campoverde, 2019).

La cerveza tiene varias formas de clasificarse, siendo la fermentación una de las características más relevantes, se obtiene cervezas lager (fermentación baja) y Ale (fermentación alta) (Tirado, 2018).

2.4.1. CERVEZA TIPO ALE

Las cervezas de tipo ale, a diferencia que las lagers, son de fermentación alta, es decir que la fermentación se produce en la superficie del fermentador. Se suele fermentar a temperaturas que están entre (19°C -26°C) durante periodos cortos que van de 5 a 7 días, continuando a menudo con una segunda fermentación que tiene como objetivo reducir la turbidez de la cerveza. Suele tratarse de cervezas hechas con bastante cantidad de lúpulo (Cardenas, 2019). Sin duda, este tipo de cerveza de fermentación alta, la levadura empleada para este tipo de cerveza es *Saccharomyces cerevisiae* poseen más aroma a comparación de las lagers, dentro de su elaboración permite una gran combinación de ingredientes dando como resultado una mayor variedad de cervezas según su color y grados de alcohol. Las cervezas de tipo ale pueden ser claras u oscuras, ligeras o cremosas y con un rango de graduación alcohólica y amargor muy amplio. Como siempre todo dependerá de los ingredientes utilizados, sus variedades y los tipos de maduración (Lizárraga, 2018).

Elaborada con maltas pálidas, sin embargo, su color puede variar entre dorado profundo hasta el ámbar. Dentro de ésta se encuentran tres categorías las cuales son english pale ale, indian pale ale (IPA) y american pale ale (APA) (Hernández y Muñoz, 2019).

- **INDIAN PALE ALE**

Desarrollada por los cerveceros británicos, su color puede variar de dorado claro a ámbar rojizo. Tiene un carácter recio, es decir, un fuerte sabor amargo, por lo cual no tiene tantos consumidores (Hernández & Muñoz, 2019). Las cervezas indian Pale Ale puede presentar fácilmente más de 45IBU (Unidad Internacional de Amargura) (Durello et al., 2019).

2.4.2. CERVEZA TIPO LAGER

Las cervezas tipo lager se llaman cervezas de “fermentación baja” debido al comportamiento de la levadura, la cual se asienta al fondo del fermentador conforme se asienta la fermentación y la evolución del CO₂ no provee suficiente agitación para mantenerla a flote, las levaduras empleadas para elaborar este

tipo de cerveza son *Saccharomyces carlsbergensis* y *Saccharomyces uvarum* (García, 2018).

Según Barrado (2014) citado por Cueva y Morán (2019), son generalmente claras con algunos matices dorados oscuros, con marcado sabor a lúpulo. Estas cervezas son fermentadas por un tipo particular de levaduras pertenecientes a la familia *Saccharomyces*, que tienden a descender hasta depositarse en el fondo de los tanques de fermentación, de ahí el nombre de “baja fermentación”. Estas levaduras fermentan a bajas temperaturas, entre 4°C y 9°C a diferencia de las de alta fermentación como lo son las de tipo ale.

2.5. MATERIAS PRIMAS DE LA CERVEZA

2.5.1. AGUA

El agua dentro la elaboración de la cerveza constituye el ingrediente con mayor importancia por el papel que desempeña, ocupa el 93% al 96% del total de los ingredientes empleados. La alcalinidad del agua debe estar entre 5.2 y 6.2 para obtener una cerveza de calidad (Couyoumdjian, 2019), debido a que el pH es un factor clave a la hora de que procesos como la actividad de las enzimas, la adición de lúpulo o la fermentación de las levaduras funcionen correctamente. La medida ideal para que las enzimas realicen el proceso de maceración correctamente ronda entre los 5.2 y los 5.5. Además, mantener el nivel de pH cerca de 5.5 también es ideal para la extracción y transformación del lúpulo durante la cocción, la precipitación de proteínas, la clarificación del mosto e incluso para el proceso de fermentación (Jiménez y Vargas, 2019).

Además, Cueva y Román (Cueva y Morán, 2019) añaden que la dureza del agua es el principal parámetro que debe observar un maestro cervecero. En general, se puede decir que las aguas blandas son ideales para cervezas claras y las aguas duras para cervezas oscuras. Se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. El agua denominada comúnmente como "dura" tiene una elevada concentración de dichas sales y el agua "blanda" las contiene en muy poca cantidad.

2.5.2. LÚPULO (*Humulus lupulus L.*)

Se emplea para aromatizar la cerveza y obtener el característico sabor amargo de la bebida. Pertenece a la familia de las cannabáceas, plantas herbáceas carentes de látex, de flores menudas. Es usado en la producción de la cerveza son las flores femeninas del *Humulus lupulus* sin fecundar. De esta flor se desprende una resina denominada lupulina que contiene humulonas que son compuestos orgánicos dichos compuestos se dividen en alfa y beta ácidos que proporcionan el característico amargor y aroma de la cerveza durante la cocción del mosto (Couyoumdjian, 2019).

El lúpulo, además de contribuir a la estabilidad de la espuma, aromatiza y tiene propiedades antisépticas. Las cervezas lupuladas son más resistentes al deterioro microbiológico (Martínez et al., 2017).

2.5.3. CEBADA

Según Canto y Campoverde (2019), es un cereal germinado de características únicas para la producción de la cerveza, se divide en dos:

- **Cebada de dos carreras:** contiene más almidón y menos proteínas.
- **Cebada de seis carreras:** menos almidón y más proteínas.

Al germinar este cereal diversas amilasas lo que facilita la ruptura de la cadena de los carbohidratos del almidón.

La malta puede ser de distintos cereales, pero la más popular es la cebada, debido a que ningún otro es tan eficiente como la cebada. A pesar de que se puede obtener cereales malteados a partir de trigo, maíz, avena, centeno y arroz, la cebada tiene un alto contenido de almidón, lo que genera más azúcares, y por lo tanto es mucho más fácil el proceso cervecero (López et al., 2007).

2.5.4. LEVADURA

Es un hongo unicelular que es capaz de realizar la fermentación alcohólica con un rango de 4 -12 (% vol. de alcohol) de cuerpos orgánicos, principalmente de azúcares que están presentes en el mosto (Arroyo, 2019), por lo que se deben

cuidar muchas cosas en los tanques de fermentación, desde la temperatura, hasta los ingredientes que se utilizan en la elaboración del mosto (Bofill y Gallardo, 2014).

Si bien existe una gran variedad de levaduras, una de las dos más populares para elaborar cerveza es la *Saccharomyces cerevisiae*, ideal para elaborar cervezas de la familia ale. Éstas provocan una fermentación rápida de entre dos y siete días si son estimuladas con temperaturas alrededor de 21°C (Bofill y Gallardo, 2014).

Por otro lado, las cervezas de la familia lager se desarrollan a partir de las levaduras *Saccharomyces pastorianus* o la *Saccharomyces carlsbergensis*, que logran la fermentación entre 6 y 10 días y requieren de una temperatura menor, alrededor de los 8 grados. A estas levaduras también se les llama bajas porque suelen precipitarse al fondo una vez que han concluido la fermentación (Bofill y Gallardo, 2014).

Por su presentación, la levadura puede ser seca con menos de 7% de humedad, la cual alberga en un gramo a más de 5 mil millones de células vivas. Esta levadura se envasa al alto vacío, en espera de ser reanimadas con humedad y alimento, es decir, azúcares (Bofill y Gallardo, 2014).

También existen levaduras silvestres, que son aquellas que se encuentran de manera natural en el medio ambiente y que pueden actuar en los mostos para transformar en alcohol los azúcares, por su errático comportamiento, son pocas las cervecerías que las utilizan (Bofill y Gallardo, 2014).

2.6. ADJUNTOS CERVECEROS

Son cereales y azúcares procesados o no y/o almidones transformables en otros azúcares, que proporcionan sabores o aromas diferentes a la naturaleza propia de la cerveza (INEN, 2013).

2.6.1. ARROZ (*Oryza sativa* L.)

Es uno de los cereales de mayor producción a nivel mundial, y junto con el trigo, la carne y el pescado, constituyen la base de la alimentación humana; el 75% de

la población mundial lo incluye en su dieta alimenticia diaria y puede superar, en algunos casos, el consumo de otros cereales. Avances muy significativos se alcanzaron en la producción de arroz en Latinoamérica y el Caribe en las tres últimas décadas gracias al desarrollo de cultivares mejorados (Díaz et al., 2015).

Cuadro 2. 1. Composición del grano de arroz y sus fracciones

Propiedades	Arroz Cáscara	Grano Integral	Grano Pulido	Cáscara	Salvado	Embrión
Proteínas	6,7-8,3	8,3-9,6	7,3-8,3	2,3-3,2	13,2-17,3	17,7-23,9
Lípidos	2,1-2,7	2,1-3,3	0,4-0,6	0,4-0,7	17,0-22,9	19,3-23,8
Fibra Cruda	8,4-12,1	0,7-1,2	0,3-0,6	40,1-53,4	9,5-13,2	2,8-4,1
Cenizas	3,4-6,0	1,2-1,8	0,4-0,9	15,3-24,4	9,2-11,5	6,8-10,1
Almidón	62,1	77,2	90,2	1,8	16,1	2,4
Fibra Dietaria	19,1	4,5	2,7	77,3	27,6-33,3	--

Fuente: (Pincirolí, 2010)

2.6.2. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DEL ARROZ EN LA INDUSTRIA CERVECERA

Es rico en hidratos de carbono complejos, es fuente de proteínas y minerales. Su composición química es variada dependiendo la molienda o la eliminación de sus capas externas. El salvado de arroz constituye 10-15% del grano y es una excelente fuente de proteínas (12-15%) y lípidos (15-20%). Los hidratos de carbono son los constituyentes más abundantes del arroz, que contiene cerca del 80% de almidón, y está constituido por amilosa y amilopectinas en diferentes proporciones dependiendo de la variedad. Las proteínas son el segundo constituyente más abundante del arroz (6,3-7,9%) (Pérez, 2019).

El arroz, es uno de los almidones complementarios más usados en los Estados Unidos, aunque es 25% más caro que el maíz. El arroz de cerveza es un subproducto del arroz comestible, se obtiene cuando el arroz es molido en seco para quitar completamente el salvado, las capas de aleurona y el germen produciendo una cantidad mínima de daños en el endospermo amiláceo. Sin embargo, hasta un 30% de los granos se fractura en el proceso de molienda. El grano roto es considerado estéticamente inservibles para el consumo alimenticio, por lo tanto, es destinado para la industria cervecera (Pérez, 2019).

El contenido de amilosa en el arroz depende de la variedad y el molido del grano, con cantidades desde 1-2% bajos, 20-25% medio y altos contenidos de amilosa mayores a 25%, reportados incluso algunos de 40% de amilosa. El arroz bajo en

amilosa otorga características más suaves y cremoso en boca a la cerveza (Pérez, 2019).

Al utilizar arroz como adjunto en un 30%, disminuye la cantidad de arabinosilanos y glucanos en el mosto aportados por la malta, evitando problemas de turbidez; además de estabilizar y conservar el sabor en las cervezas, a su vez, baja el contenido de polifenoles y proteínas en el mosto, lo que produce una disminución en la concentración de aminoácidos disponibles para las levaduras, causando una ligereza del sabor y un elegante complemento con el amargor, reduciendo también alteraciones físicas coloidales (Pérez, 2019).

Un claro ejemplo del uso del arroz como adjunto se aprecia al analizar los caracteres delicados de la cerveza Budweiser, con un equilibrado cuerpo, el sabor proveniente de la malta y un color muy pálido (Pérez, 2019).

2.6.3. MARACUYÁ

Es una fruta tropical su nombre científico es *Passiflora edulis* variedad flavicarpa (amarilla), conocida como la fruta de la pasión, contiene altos niveles de fibra, vitamina A y E que contribuyen a la regulación de la digestión y reducción del colesterol, la vitamina C; favorece la absorción del hierro, refuerza el sistema inmunitario y ejerce una acción antioxidante (Pardo et al., 2018).

Cuadro 2. 2. Composición del jugo de maracuyá

Jugo de maracuyá contenido en 100cc	Cantidad	Fruta (c/100g de pulpa)	Cáscara (c/100g)	Semillas
Agua	-	90	88.31	20.5
Calorías (cal)	53	78	-	-
Proteína (g)	0.67	2.2	4.38	10
Grasa (g)	0.05	0.6	-	25
Carbohidratos (g)	13.73	2.4	0.41	43.81
Fibra (g)	0.17	0.4	25.66	-
Ceniza (g)	0.49	trazas	6	1.7
Calcio (mg)	3.8	13	-	-
Fósforo (mg)	24.6	64	-	-
Hierro (mg)	0.36	1.6	-	-
Vitamina A (mg)	2.41	2.4	-	-
Niacina (mg)	2.24	2.2	45.87	-
Ac. Ascórbico	20	-	-	-

Fuente: (Camavilca & Gamarra, 2019)

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se ejecutó en el taller de frutas y vegetales, los análisis fisicoquímicos en el laboratorio de bromatología y el análisis sensorial en la carrera de Agroindustrias de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ubicada en el sitio El Limón del cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador. La ubicación geográfica es 0°50'65" latitud sur y 80°10'05.87" longitud oeste, a una altitud de 21msnm (Google Maps, s.f.).

3.2. DURACIÓN

La investigación tuvo una duración de ocho meses a partir de la aprobación del presente proyecto.

3.3. MÉTODOS

3.3.1. MÉTODO DEDUCTIVO:

Los planteamientos teóricos sobre cerveza presentados en este documento fueron las bases para la ejecución de la investigación, proporcionando información sobre la incorporación de adjuntos cerveceros como arroz y maracuyá (problema estudiado). Es así como se parte de hechos generales a particulares (Parreño, 2016).

3.3.2. MÉTODO EXPERIMENTAL:

El método experimental exige verificar la hipótesis comprobando que se repiten en un cierto número de casos, para esto cuenta con dos herramientas fundamentales: La Estadística y el Diseño experimental (Del Canizo et al., 2008).

En la investigación se partió de una hipótesis la cual sostuvo que la adición de arroz variedad Lira malteado y pulpa de maracuyá tuvo efecto en al menos uno de los tratamientos de cerveza evaluados. La hipótesis se logró contrastar mediante la repetición del experimento (experiencia) y el posterior procesamiento de datos a través de software estadístico.

3.4. TÉCNICAS

3.4.1. DETERMINACIÓN DE pH

Se determinó en las muestras de cerveza utilizando un potenciómetro portátil marca SPER SCIENTIFIC modelo 850055, el cual fue previamente calibrado. Para cada una de las lecturas se introdujo el electrodo con temperatura de 18°C (Olivero et al., 2011).

3.4.2. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ

Se determinó utilizando la metodología recomendada por la AOAC 950.07. (1950):

1. En un erlenmeyer marca PYREX® de 250mL se agregó 50mL de agua destilada.
2. Luego se añadió 2mL de la muestra sin gases, tres gotas de fenolftaleína y se tituló con NaOH 0,1N; usando un fondo blanco. La acidez de la cerveza fue expresada en porcentaje de ácido láctico por volumen de muestra.

Una vez obtenidos los datos se aplicó la siguiente ecuación establecida para el cálculo de porcentaje de acidez:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{\text{Consumo NaOH} * N \text{ NaOH} * \text{Meq} - q}{V.M} * 100 \quad [3.1]$$

3.4.3. DETERMINACIÓN DE DENSIDAD

Por el método de picnometría; se pesó el picnómetro (marca ATC) vacío y seco, luego se llenó con la cerveza (con previa liberación del gas) y el picnómetro se cerró por medio de un tapón o tapa, en el que hay un pequeño agujero que permitió eliminar el aire y el excedente de producto, de manera que la cantidad contenida en el picnómetro fue constante después de terminar la operación de llenado. Finalmente se pesó cuidadosamente el picnómetro con cerveza y se repitió la operación con agua destilada a 25°C, después se limpió el picnómetro (Ruiz et al., 2018).

3.4.4. DETERMINACIÓN DE GRADOS DE ALCOHOL

El grado alcohólico se pudo determinar de la siguiente forma:

A partir del peso específico del destilado por picnometría (AOAC 945.06, 2000), aplicando la ecuación 3.2:

$$(DI - DF) * 0,13125 \quad [3.2]$$

Donde:

DI: Densidad inicial

DF: Densidad final

3.4.5. MOHOS Y LEVADURAS

Se realizó a través del método de recuento en placa, por siembra en profundidad, el mismo que se basó en el procedimiento establecido en la NTE INEN 1529-10 (1998). Se utilizó como medio de cultivo agar sal-levadura de Davis o similar. Se sembraron tres diluciones consecutivas: 1:10, 1:100, 1:1000

3.4.6. ANÁLISIS SENSORIAL

Prueba de preferencia:

En esta prueba se preguntó a un número de 40 panelistas, cuál de las seis muestras de cervezas codificadas preferían (siendo 1 la más preferida y 6 la menos preferida). Se les solicitó que seleccionaran una, incluso si no estuvieran seguros. Las instrucciones y el orden en el que los panelistas debían evaluar las muestras se indicaron en la ficha (anexo 3). Las muestras se presentaron simultáneamente, cada panelista evaluó cada muestra solamente una vez. Se les solicitó que al terminar cada muestra tomaran agua como neutralizante para evitar interferencias con el siguiente tratamiento (Molero et al, 2017).

3.4.7. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

Para medir el porcentaje de granos germinados, se seleccionó al azar 100 granos. Después del proceso de malteado se contaron los granos que

presentaron crecimiento de plumilla. Se determinó el % de germinación con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ DE GERMINACIÓN} = \frac{\text{Granos germinados}}{100 \text{ granos totales}} \times 100$$

3.5. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores que se estudiaron para la elaboración de una cerveza artesanal tipo IPA son dos:

Factor A: porcentaje de arroz previamente malteado como sustituto parcial de las cebadas que se emplean en la elaboración de una cerveza artesanal tipo IPA.

Factor B: porcentaje de pulpa de maracuyá agregada en la cerveza artesanal tipo IPA.

3.5.1. NIVELES

En el factor A se emplearon los siguientes niveles:

- $a_1 = 10\%$
- $a_2 = 30\%$

En el factor B se trabajó con los siguientes niveles:

- $b_1 = 1\%$
- $b_2 = 3\%$
- $b_3 = 5\%$

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación fue de carácter experimental y se aplicó un arreglo factorial A*B en un Diseño Completamente al Azar (DCA) (cuadro 3.2.), a cada tratamiento se le asignó tres réplicas.

Cuadro 3. 1. Esquema del ANOVA bifactorial AxB

FUENTES DE VARIACIÓN	GI
Total	17
Porcentaje de arroz (A)	1
Porcentaje de pulpa de maracuyá (B)	2
Interacción (AxB)	2
Error	12

En caso de que exista diferencia significativa entre los factores, se realizó un análisis de los tratamientos, el mismo que se detalla a continuación:

Cuadro 3. 2. Esquema del ANOVA para interacciones de los tratamientos

FUENTE DE VARIACIÓN	GI
Total	17
Tratamientos	5
Error	12

3.7. TRATAMIENTOS

Los tratamientos que se emplearon en esta investigación se detallan en el cuadro 3.4, donde se estableció seis tratamientos con tres réplicas cada uno.

Cuadro 3. 3. Esquema del ANOVA para interacción de los tratamientos

Tratamientos	Código	Descripción
T1	a1b1	10% arroz malteado +1% pulpa de maracuyá
T2	a1b2	10% arroz malteado +3% pulpa de maracuyá
T3	a1b3	10% arroz malteado +5% pulpa de maracuyá
T4	a2b1	30% arroz malteado +1% pulpa de maracuyá
T5	a2b2	30% arroz malteado +3% pulpa de maracuyá
T6	a2b3	30% arroz malteado +5% pulpa de maracuyá

3.8. UNIDAD EXPERIMENTAL

En la formulación de la unidad experimental se tomó de base tres litros de agua Pure Water (agua blanda de 0-50 ppm en dureza) para la adición de la malta más el arroz y la pulpa de maracuyá. La composición de la unidad experimental se detalla a continuación.

Cuadro 3. 4. Detalle de la unidad experimental

Materia Prima	T1		T2		T3	
	%	g	%	g	%	g
Malta de cebada Pale Ale	90	900	90	900	90	900
Arroz malteado	10	100	10	100	10	100
TOTAL, MEZCLA EN MACERACIÓN	100	1000	100	1000	100	1000
Agua Tesalia mineral sin gas	---	3000	---	3000	---	3000
Lúpulo	1 g/L (0,1)	3	1 g/L (0,1)	3	1 g/L (0,1)	3
Levadura	1 g/L (0,1)	5	1 g/L (0,1)	5	1 g/L (0,1)	5
Pulpa de maracuyá	1	30	3	90	5	150

Cuadro 3. 5. Detalle de la unidad experimental

Materia Prima	T4		T5		T6	
	%	g	%	g	%	g
Malta de cebada Pale Ale	70	700	70	700	70	700
Arroz malteado	30	300	30	300	30	300
TOTAL, MEZCLA EN MACERACIÓN	100	1000	100	1000	100	1000
Agua Tesalia mineral sin gas	---	3000	---	3000	---	3000
Lúpulo	1 g/L (0,1)	3	1 g/L (0,1)	3	1 g/L (0,1)	3
Levadura	1 g/L (0,1)	5	1 g/L (0,1)	5	1 g/L (0,1)	5
Pulpa de maracuyá	1	30	3	90	5	150

3.9. VARIABLES A MEDIR

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

- pH (NTE INEN 2325:2002)
- Acidez total expresada como ácido láctico (%) (NTE INEN 2323:2002)
- Densidad expresada en g/mL (NTE INEN 349:1978)
- Grado de alcohol expresado en %v/v (NTE INEN 2322:2002)

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

- Mohos y levaduras

3.10. MANEJO DEL EXPERIMENTO

DIAGRAMA DE PROCESO PARA EL MALTEADO DEL ARROZ CON CÁSCARA.

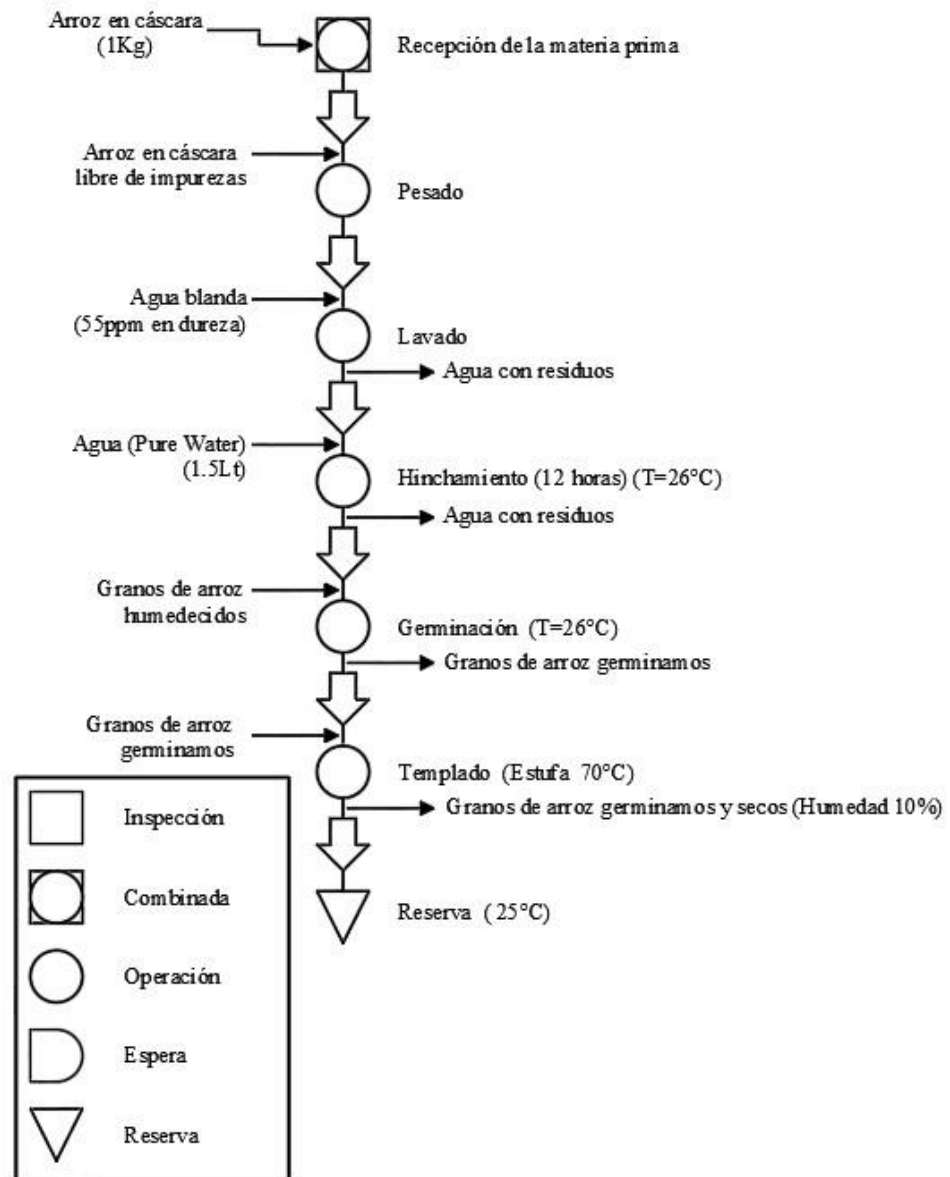


Figura 3. 1. Diagrama de proceso para el malteado de arroz con cáscara

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA EL MALTEADO DEL ARROZ CON CÁSCARA

Recepción de la materia prima: El arroz se obtuvo de la piladora “San José” (Vía Tosagua), fue verificado su tamaño (grano largo). En esta etapa también se realizó una limpieza de manera manual con guantes estériles para evitar la contaminación, con el objetivo de eliminar todo tipo de basura que viene desde el campo.

Pesado: El arroz con cáscara, se pesó en una balanza marca CAMRY modelo ACS – 30 – JE31.

Lavado: El arroz fue lavado con agua purificada en dos repeticiones para garantizar la limpieza del mismo.

Hinchamiento: El hinchamiento de la semilla se dió utilizando agua purificada. Se procedió a colocar la muestra en un recipiente estéril con 1,5L de agua y se dejó reposar dentro de un recipiente de polietileno (balde comercial con llave marca PICA), por 12 horas en un lugar fresco, seco y libre de luz solar. Durante el transcurso de las 12 horas, se realizó el escurrido del agua y se volvió a colocar más agua con el fin de provocar el hinchamiento de los granos de arroz y continuar con su germinación. Esta etapa finalizó retirando el agua que no logró ser adsorbida por el grano.

Germinación: El arroz se extendió en láminas de papel bond, en un lugar libre de luz solar, a temperatura de 25°C, hasta que la relación plúmula-radícula (plumilla) del grano presentó una longitud de 2cm aproximadamente.

Templado: Para dar fin a la etapa de germinación, los granos de arroz se expusieron a temperaturas de 70°C dentro de una estufa marca MEMMERT modelo UNB 400, hasta alcanzar una humedad de 10%, también se lo puede exponer a la luz solar.

Almacenado: Se almacenó dentro de un recipiente de polietileno con capacidad de 20 L (balde comercial con llave marca PICA), en un ambiente seco y libre de luz solar a temperatura de 25°C.

DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL

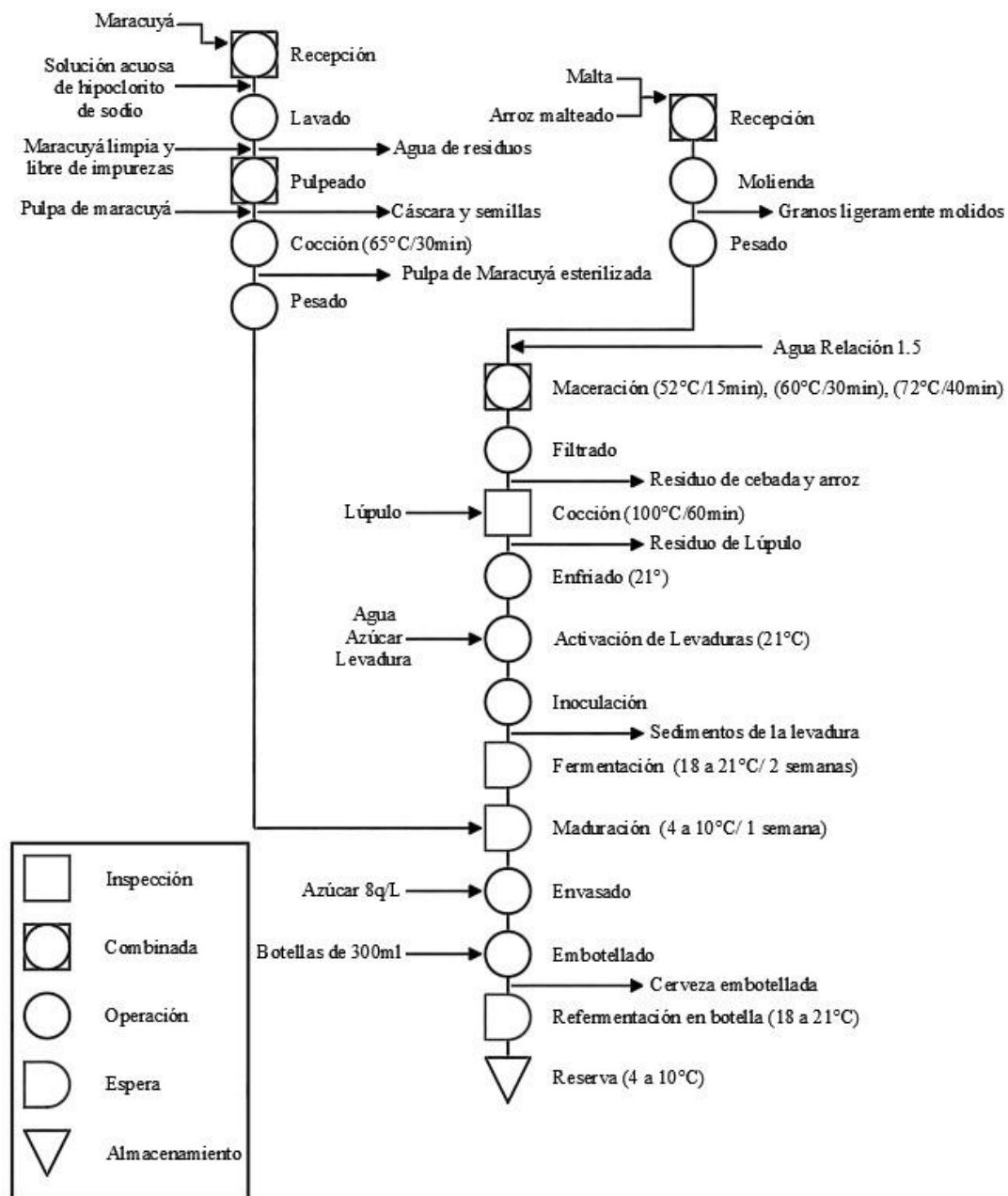


Figura 3. 2. Diagrama de proceso para la elaboración de cerveza

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA

Recepción de materia prima: Como materia prima se utilizó cebada malteada marca BEST PILSENER MALZ de la casa comercial BESTMALZ, arroz germinado y maracuyá con un grado de madurez de 3(anexo 5); el lúpulo variedad Willamette en pellets, y levadura BRY-97 de la casa comercial LALLEMAND, mismos que fueron adquiridas en la ciudad de Quito.

Obtención de la pulpa de maracuyá:

Lavado: La maracuyá recibida y seleccionada, se llevó a inmersión en una solución de agua potable e hipoclorito de sodio (1mg/L) por un tiempo de cinco minutos, para eliminar cualquier tipo de agente patógeno y residuos presentes en la fruta, luego se procedió a enjuagar con agua potable para quitar cualquier residuo del hipoclorito que pudiese afectar el producto.

Pulpeado: Consistió en licuar la pulpa y semillas en una licuadora marca OSTER modelo BEST02-E01-013 a 35.000 rpm durante medio minuto, después la pulpa obtenida se pasó por un tamiz de 150 micras, de acero inoxidable de la marca ENDECOTTS para lograr separar la semilla.

Cocción: Una vez terminado el proceso anterior, con ayuda de una cocina industrial de tres hornillas marca INOXCHEF, se sometió a hervor la pulpa de maracuyá para una previa esterilización y activación enzimática a una temperatura de 65°C por un tiempo de media hora.

Elaboración de la cerveza:

Molienda: Para esta operación se utilizó un molino marca CORONA, procurando moler el grano (cebada y arroz) sin tritararlo por completo, debido a que si se obtuviera un polvo fino ocasionaría la obstrucción del paso del mosto. La finalidad de este proceso fue lograr que las enzimas contenidas en la malta se desdoblen con facilidad durante la maceración.

Maceración: En macerador doble fondo de acero inoxidable y auto diseñado, se añadió el arroz con relación al porcentaje de la cebada, donde se sometió a

diferentes temperaturas y a distintos tiempos (52°C/15min, 62°C/30min y 72°C/40min) con el propósito de que las enzimas degraden los constituyentes de la malta (proteínas y carbohidratos) a formas solubles y originar el líquido a fermentar. El quemador de gas de la cocina permitió elevar la temperatura a 52°C (la temperatura fue tomada con ayuda de un termómetro láser marca Fluke modelo 561) y se mantuvo por el lapso de 15 minutos para activar las enzimas proteasas. Una vez transcurrido este periodo de tiempo se elevó la temperatura a 62°C por 30 minutos, activando la enzima β -amilasa. Continuando con este proceso se elevó por última vez la temperatura a 72°C por 40 minutos, logrando activar la enzima Alfa-amilasa para transformar los almidones en azúcares simples y ser consumidos por las levaduras.

Filtrado: Se procedió a filtrar las sustancias insolubles llamadas afrecho, este proceso de filtrado se realizó en dos etapas; la primera fue descargar el mosto principal obteniéndose un líquido sin partículas, y la segunda fue el lavado del afrecho con agua caliente, con el propósito de extraer el mayor porcentaje de azúcares fermentables, para esto se añadirá agua en función a la misma cantidad con la que se formuló la maceración (3 litros). La filtración se realizó utilizando tela lino de 16 micras de diámetro, aquí las sustancias que no entraron en solución quedaron atrapadas. Continuamente en función al agua agregada, el mosto fue trasladado a una olla de aluminio para realizar el proceso de cocción.

Cocción del mosto: El mosto fue sometido a temperatura de ebullición (98°C) por una hora para los siguientes propósitos: inactivar las enzimas presentes, esterilizar el mosto y formar sustancias responsables del aroma y sabor al producto final, para lo cual se le adicionó lúpulo (1g/L) en dos proporciones; es decir, al comienzo de la ebullición del mosto se le agregó la mitad para proporcionarle amargor a la cerveza, y la proporción restante minutos antes de terminar la cocción responsable del sabor y aroma. Al mismo tiempo, durante este proceso, se retiró la espuma que se formaba en el mosto. Finalmente, aún estado caliente el mosto, se filtró con ayuda de tela lino y cedazo marca Thomas Scientific, para evitar que las impurezas producidas por el lúpulo y la maracuyá se precipiten en el fondo del recipiente.

Enfriado: Con el fin de poder crear las condiciones necesarias para la levadura, se hizo un enfriamiento rápido del mosto en la misma olla que se realizará la cocción, mediante el uso de hielo se ubicó alrededor del recipiente por la parte externa logrando bajar la temperatura rápidamente a 21°C, con la finalidad de que el mosto no sea expuesto por mucho tiempo al aire y evitar contaminación del mismo, posteriormente se procedió a inocular.

Inoculación: Para activar la levadura se utilizó un poco de mosto y una pequeña cantidad de azúcar para proceder a mezclar hasta disolver totalmente; la cantidad de levadura a utilizar fue en relación con la cantidad del mosto que se va a fermentar (1g/L). Ésta se dejó reposar de 5 a 10 minutos para ser añadida al mosto ya envasado y se agitó constantemente, a continuación, se colocó un tapón airlock marca Speidel, sobre el agujero en la parte superior de la tapa del envase, y así permitir el paso del CO₂.

Fermentación: Una vez inoculado el mosto con la levadura, se almacenó en un cuarto sin emisión de luz solar, climatizado a una temperatura de 18 a 21°C, durante un periodo de tiempo de dos semanas, para iniciar con el proceso de fermentación primaria.

Maduración: Una vez transcurrido los días de fermentación se trasvasó a otro recipiente mediante sifonado para eliminar la capa de residuos formada por la levadura; en este proceso se empleó temperaturas de 4 a 10°C durante una semana, sin emisión de luz solar. Esta etapa, se la realizó con el propósito de modificar el sabor y aroma de la bebida. Durante este proceso también se añadió la pulpa de maracuyá.

Envasado: Se preparó una solución de azúcar mezclada con una pequeña cantidad de mosto con el objetivo de reactivar la levadura; la formulación de azúcar se realizó en una cantidad de 8 gramos por litro de cerveza, luego se envasó en botellas ámbar esterilizadas de 600mL.

Sellado: Inmediatamente se procedió a realizar un sellado seguro a los envases con tapas tipo corona, evitando el escape del CO₂ producido durante la reactivación de la levadura.

Refermentación en botella: Este proceso consistió en mantener durante una semana el producto a temperaturas de 21 a 26°C, sin emisión de luz solar, para que la levadura se reactive produciendo CO₂, dando como resultado la carbonatación de la cerveza.

Acopio: Una vez culminado el proceso de elaboración de cerveza, se almacenó a una temperatura de $4 \pm 2^\circ\text{C}$ en la cámara de congelación del taller de lácteos, posteriormente se le realizaron los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales.

3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se realizaron las siguientes pruebas:

- Supuestos del ANOVA: lo que permitió determinar la normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad (Levene) de los datos.
- Análisis de varianza (ANOVA) lo cual permitió estudiar cuál factor influyó sobre las variables respuestas.
- Prueba de Tukey nivel de significancia ($p < 0,05$) se realizó para establecer la diferencia significativa entre tratamientos.
- Las variables que no cumplieron con los supuestos del ANOVA, se les realizó prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.
- Los resultados obtenidos del análisis sensorial se analizaron utilizando el método estadístico de Friedman.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ACONDICIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

Para el malteado del arroz en la etapa de germinación, se observó un crecimiento de la radícula en la mayoría de los granos (ver anexo #1). El poder germinativo (granos germinados/100 granos totales) fue de 73%. El tiempo de germinación fue de 96 horas y esta etapa terminó cuando la radícula alcanzó las $\frac{3}{4}$ partes y el doble del tamaño del grano respectivamente.

Según Alfonso et al. (2018) el promedio de germinación para cereales como arroz, sorgo y cebada es de 75,15%, este valor se encuentra cercano al reportado en la investigación.

Con respecto a las diferentes concentraciones de pulpa de maracuyá, para eliminar cualquier posible contaminación en la cerveza, se llevó a cabo el proceso de pasteurización, tratamiento térmico que dependió del pH del producto y la sensibilidad de sus propiedades organolépticas.

Un alimento de baja acidez ($\text{pH} > 4,6$) exige un calentamiento por encima de 100°C , generalmente dentro del margen $116-130^{\circ}\text{C}$, durante un tiempo suficiente para conseguir una reducción de 12 ciclos logarítmicos en el número de esporas de *Clostridium Botulinum*. Sin embargo, los alimentos de alta acidez (zumos de frutas) no se someten a tratamientos tan intensos, puesto que el desarrollo de bacterias formadoras de esporas no tiene lugar para esos valores de pH ($\text{pH} < 4,6$) (Clemente et al., 2017). La pulpa de maracuyá utilizada en la presente investigación presentó un pH de 3,10; por lo tanto, se utilizó una pasteurización de 65°C durante un tiempo de 30 minutos (ver anexo #2).

4.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA

4.2.1. SUPUESTOS DEL ANOVA

En el cuadro 4.1, se observa que la variable pH no cumplió con el supuesto de normalidad, por lo que directamente se procedió a realizar el análisis estadístico mediante pruebas no paramétricas. Por otra parte, las variables de acidez, densidad y grados de alcohol cumplieron tanto con la normalidad y homogeneidad de los datos (cuadro 4.1), por lo que se realizó el análisis mediante pruebas paramétricas.

Cuadro 4. 1. Supuestos del ANOVA para las variables en estudio

Variables	Normalidad (Shapiro-Wilk)			Homogeneidad (Levene)	
	gl	Estadístico	Sig.	F	Sig.
Ph	18	0,895	0,048	---	---
Acidez	18	0,925	0,159	0,176	0,966
Densidad	18	0,917	0,116	1,748	0,198
Grados de alcohol	18	0,952	0,462	1,714	0,206

4.2.2. pH

La prueba de Kruskal-Wallis (cuadro 4.2) para la variable pH, demostró que existe diferencia estadística significativa para el factor porcentaje de pulpa de maracuyá (Factor B) y para tratamientos ($p < 0,05$).

Cuadro 4. 2. Prueba de Kruskal-Wallis para la variable pH

Variable Polifenoles Totales	Sig.
Factor A: Porcentaje de arroz malteado	0,270
Factor B: Porcentaje de pulpa de maracuyá	0,001
Factor A*B: Porcentaje de arroz malteado*Porcentaje de pulpa de maracuyá	0,006

El porcentaje de arroz malteado (Factor A), no influyó estadísticamente en los valores de pH de la cerveza, esto debido a que el arroz utilizado cumplió con un proceso de germinado, lo que causa que el comportamiento del pH no varíe (Castañeda et al., 2018).

El factor porcentaje de pulpa de maracuyá (gráfico 4.1), si presentó diferencias significativas entre los diferentes porcentajes de pulpa evaluados (niveles), esto

debido a que es común que la adición de frutas provoque una disminución en el pH de la cerveza (Cristino et al., 2020). Además, Lluglla (2020), sustenta que la variable pH de bebidas alcohólicas fermentadas están en función de las características de la materia prima, que para este caso es la maracuyá y poseía un pH de 3,10.

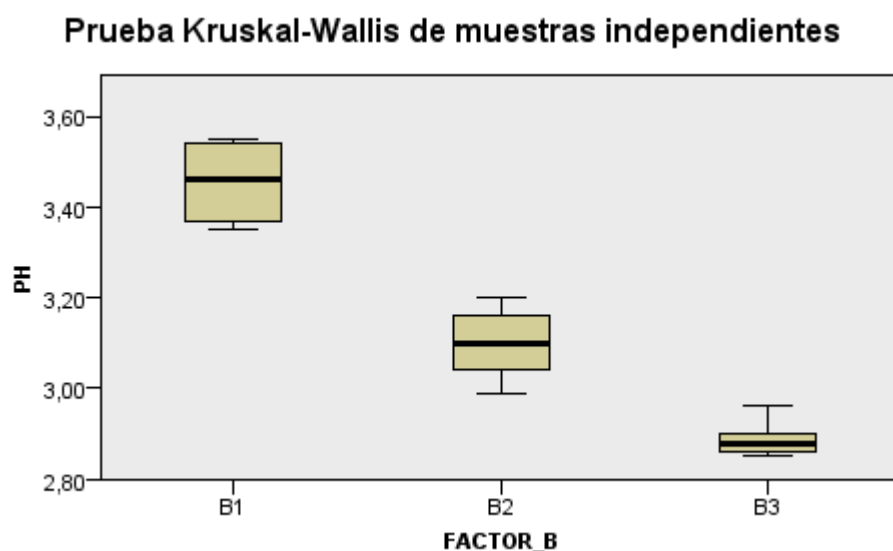


Gráfico 4. 1. Gráfico de cajas y bigotes para los niveles del factor B: porcentaje de pulpa de maracuyá de la variable pH

Los resultados observados en el gráfico 4.2, muestran una variación significativa para los tratamientos de la variable pH, por lo que, al utilizar diferentes proporciones de arroz malteado y pulpa de maracuyá, se llega a tener un rango de pH entre 2,90 y 3,50. El valor promedio de pH de las cervezas artesanales, sin adición de algún tipo de adjuntos tiene un valor de 4,17 (Loja, 2020).

Existen evidencias de que al utilizar el arroz en reemplazo de maltas en proporciones 20:80, disminuyen el valor de pH en una pequeña proporción, más sin embargo la disminución de pH en los diferentes tratamientos de la presente investigación se debe a la adición de la pulpa de fruta de maracuyá, debido a que el pH del zumo de maracuyá causa disminución del pH final de la cerveza (Hernández y Muñoz, 2019).

Todos los tratamientos de la presente investigación, presentaron valores por debajo de 4.5, siendo de fundamental importancia, debido a que mantiene las

muestras libres de microorganismos patógenos, y previene una mayor contaminación (Cristino et al., 2020).

Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

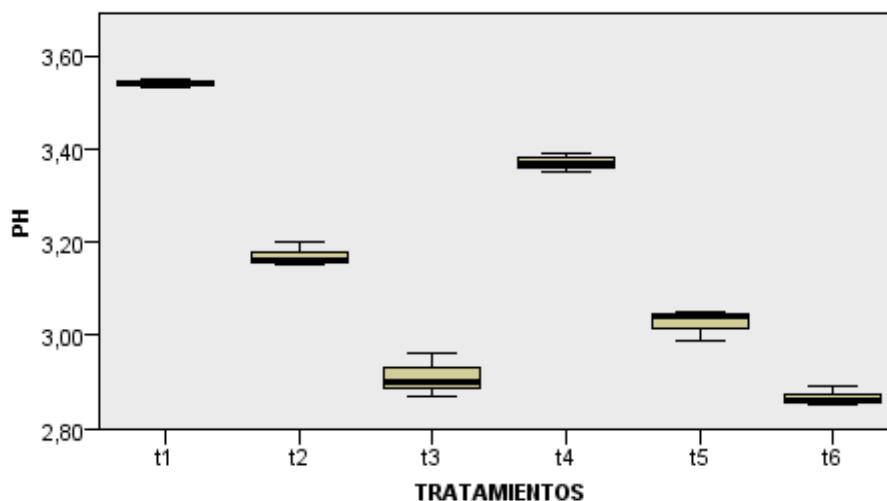


Gráfico 4. 2. Gráfico de cajas y bigotes para los tratamientos de cerveza artesanal de la variable de pH

La normativa INEN 2262 (2013), establece un rango de pH entre 3,5 a 4,8 para cerveza, pero para cervezas con adición de arroz y pulpa de frutas cítricas, se busca un pH por debajo de 3,0; lo que ayuda a mantener el sabor característico de la cerveza, sin que la intensidad del sabor de la fruta decrezca, por lo cual para la variable pH se elige como mejores tratamientos a T3 (10% arroz malteado + 5% pulpa de maracuyá) y T6 (30% arroz malteado + 5% pulpa de maracuyá), destacando que estos tratamientos incluían el mayor porcentaje de pulpa de maracuyá.

4.2.3. ACIDEZ

En el cuadro 4.3, los resultados del ANOVA determinaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la variable acidez para el factor A (porcentaje de arroz malteado), factor B (porcentaje de pulpa de maracuyá) y combinación de ambos (tratamientos).

Cuadro 4. 3. ANOVA para los factores arroz malteado* pulpa de maracuyá de la variable acidez

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Total	17				
Factor A: Porcentaje de arroz malteado	1	0,0256889	0,0256889	5,27	0,0406*
Factor B: Porcentaje de pulpa de maracuyá	2	1,5859	0,79295	162,56	0,0000**

Factor A*B: Porcentaje de arroz malteado*Porcentaje de pulpa de maracuyá					
	2	0,0388778	0,0194389	3,99	0,0471**
Error					
	12	0,0585333	0,00487778		

*: significativo al 0,05

** : altamente significativo 0,01

NS: no significativo

Para el factor porcentaje de arroz, se observa que tanto el nivel a_1 (10% de arroz malteado) como el nivel a_2 (30% de arroz malteado) presentan valores de medias similares, correspondiente a medias de valores de acidez de 1,18% y 1,25% respectivamente. La adición de arroz como coadyuvante para la elaboración de cerveza artesanal, resulta una alternativa viable que no provoca variación en la acidez de este producto (Bofill y Gallardo, 2014), sin embargo, Pérez et al. (2020) sustentan que para cervezas que se les adiciona arroz en porcentajes no mayor al 30%, se presenta un valor de acidez de 1,29%, el nivel que mejor se ajusta a este valor es el nivel a_2 con 1,25% de acidez.

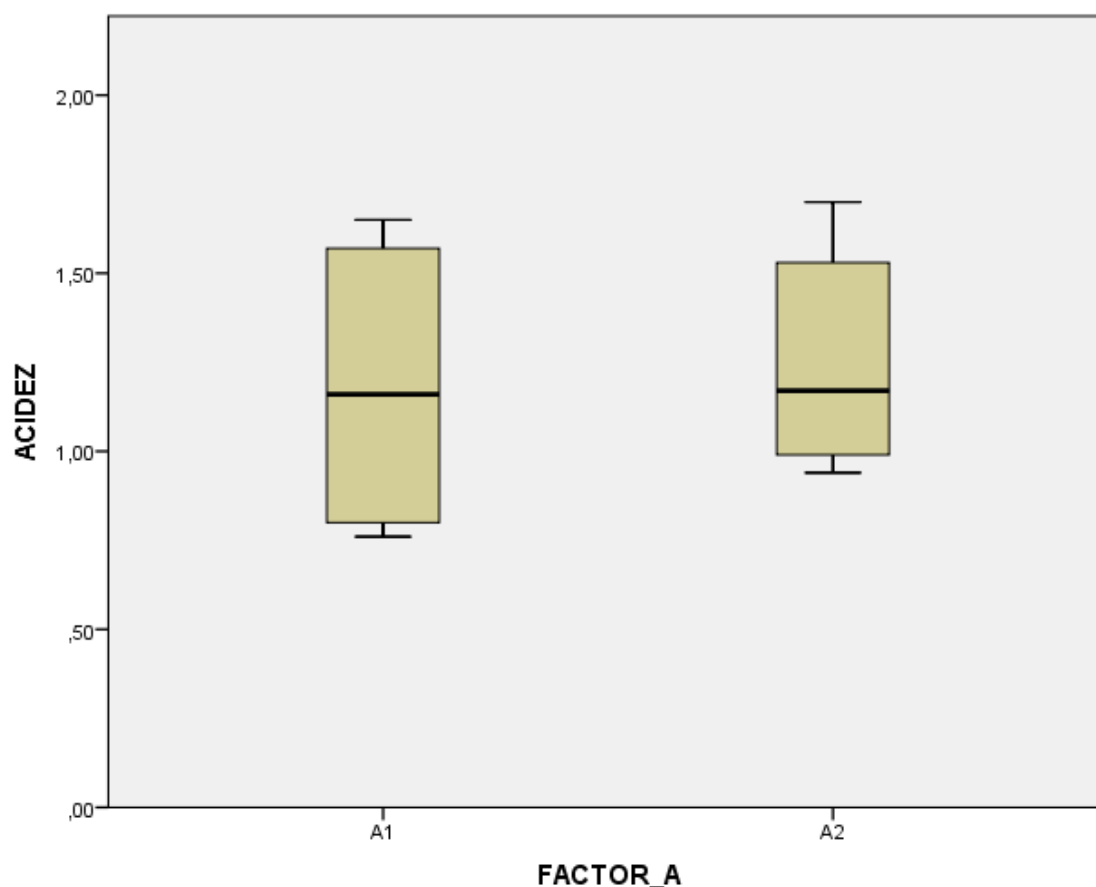


Gráfico 4. 3. Gráfico de cajas y bigotes para los niveles del factor A de arroz malteado de la variable acidez

Al analizar el factor porcentaje de pulpa de maracuyá (factor B), mediante la prueba de Tukey, se evidenció que ninguno de los niveles se ajusta a la NTE INEN 2262 (2013), que establece una acidez máxima para la cerveza de 0,3%.

Cuadro 4. 4. Tukey para el factor B porcentaje de pulpa de maracuyá de la variable acidez

Porcentaje de pulpa de maracuyá	N	Subconjunto		
		1	2	3
B1	6	0,8733		
B2	6		1,1883	
B3	6			1,5983
Sig.		1,000	1,000	1,000

Valores de subconjuntos iguales no difieren estadísticamente según Tukey al 0,05%

Según Loja (2020), la acidez total está relacionada con los ácidos orgánicos titulables totales en la cerveza, sin embargo, Cristino et al. (2020), citan que la maracuyá promueve un aumento en la acidez de esta bebida alcohólica, y que además este aumento es proporcional a su concentración. Los resultados obtenidos para el factor B, evidencian que a medida que aumenta el porcentaje de pulpa de maracuyá (niveles), aumenta la acidez.

En la prueba de Tukey para tratamientos de la variable acidez, se observa que los tratamientos T6 (30% arroz malteado + 5% pulpa de maracuyá) y T3 (10% arroz malteado + 5% pulpa de maracuyá) con valores de media de 1,5867% y 1,6100% respectivamente, poseen los porcentajes más altos en cuanto acidez, lo que resulta favorable para la presente investigación, debido a que en cervezas con adición de pulpa de frutas, se espera un aumento de acidez (>0,3%) que al mismo tiempo no sea inapropiadamente intensa para que no haya descaracterización de la bebida (Patrascu et al.,2018).

Cuadro 4. 5. Tukey para los tratamientos de cerveza artesanal de la variable acidez

Tratamientos	N	Subconjuntos			
		1	2	3	4
T1	3	0,7733			
T4	3		0,9733		
T2	3		1,1633	1,1633	
T5	3			1,2133	
T6	3				1,5867
T3	3				1,6100
Sig.		1,000	0,052	0,945	0,998

Valores de subconjuntos iguales no difieren estadísticamente según Tukey al 0,05%

En otras investigaciones de cervezas con adición de frutas cítricas como limón, naranja y maracuyá se han obtenido valores de acidez que oscilan entre 1,60% y 3,20%; estos valores altos de acidez en cervezas son explicados por la alta acidez del jugo (Cristino et al., 2020). En cervezas con concentraciones de 5% de maracuyá, se obtienen valores de acidez promedio de 1,60%, es decir una acidez no tan marcada, pero presente a la hora de beberla (Hernández y Muñoz, 2019). Los tratamientos que más se ajustaron al valor de acidez de 1,60% fueron los tratamientos T6 y T3, por ello se colocan a estos como mejores tratamientos para la variable acidez.

4.2.4. DENSIDAD

En el cuadro 4.6 del ANOVA para la variable densidad, se observa que sólo existe diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) para el factor porcentaje de pulpa de maracuyá (Factor B).

Cuadro 4. 6. ANOVA para los factores arroz malteado*pulpa de maracuyá de la variable densidad

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Total	17	0,0001065			
Factor A: Porcentaje de arroz malteado	1	0,0000045	0,0000045	1,09	0,3161 ^{NS}
Factor B: Porcentaje de pulpa de maracuyá	2	0,0000503333	0,0000251667	6,12	0,0147*
Factor A*B: Porcentaje de arroz malteado*Porcentaje de pulpa de maracuyá	2	0,00000233333	0,00000116667	0,28	0,7578 ^{NS}
Error	12	0,0000493333	0,00000411111		

*: significativo al 0,05

** : altamente significativo 0,01

NS: no significativo

Al realizar la prueba de Tukey para el factor porcentaje de pulpa de maracuyá (Factor B), se determinó que ninguno de los niveles se ajusta al valor promedio de densidad para cerveza artesanal (0,9825g/ml) citado por Luján y Vásquez (2010). Sin embargo, Agudelo y Vargas (2018) citan que en cervezas artesanales tipo IPA con adición de frutas cítricas obtienen una densidad promedio de 1,045 g/ml, por ende, se analizó que el nivel B₃ (5% de pulpa de maracuyá) con valor de 1,026g/ml es considerado como mejor nivel, por cuanto fue el que más se acercó al reportado para esta investigación según lo citado por Agudelo y Vargas (2018).

Cuadro 4. 7. Tukey para el factor B porcentaje de pulpa de maracuyá de la variable densidad

Porcentaje de pulpa de maracuyá	N	Subconjunto	
		1	2
B1	6	1,022	
B2	6	1,023	
B3	6		1,026
Sig.		0,824	1,000

Valores de subconjuntos iguales no difieren estadísticamente según Tukey al 0,05%

Da Silva et al. (2020), en su investigación sobre elaboración de cerveza agregando arroz y pulpa de guanaba, obtuvieron una densidad de 1,025g/ml al agregar 5% de pulpa de guanábana, este valor se reporta cercano al obtenido en la presente investigación para el nivel B₃ (5% de pulpa de maracuyá), del factor pulpa de maracuyá, lo que se debe a que las frutas poseen cantidades de azúcares considerables en su composición, por ende estos azúcares son más densos que el alcohol y por ello los valores de densidad aumentan en relación a las cervezas artesanales tipo IPA a las que no se les añade coadyuvantes (frutas y arroz).

4.2.5. GRADOS DE ALCOHOL

En el cuadro 4.9 del ANOVA para la variable grados de alcohol se determinó que existe significancia estadística ($p < 0,05$) para el factor A (porcentaje de arroz malteado) y factor B (porcentaje de pulpa de maracuyá).

Cuadro 4. 8. ANOVA para los factores arroz*pulpa de maracuyá de la variable grados de alcohol

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Total	17	4,53576			
Factor A: Porcentaje de arroz malteado	1	2,77694	2,77694	39,43	0,000**
Factor B: Porcentaje de pulpa de maracuyá	2	0,872878	0,436439	6,20	0,014*
Factor A*B: Porcentaje de arroz malteado*Porcentaje de pulpa de maracuyá	2	0,0407444	0,0203722	0,29	0,739 ^{NS}
Error	12	0,8452	0,0704333		

*: significativo al 0,05

** : altamente significativo 0,01

NS: no significativo

Según Gallardo et al. (2015), el arroz malteado genera un menor contenido de grados alcohólicos, debido a que está relacionado con los azúcares fermentables bajos obtenibles durante la gelatinización e hidrólisis de la α -amilasa. Esta enzima se caracteriza por producir a partir de almidón, principalmente dextrinas,

mismas que son no fermentables. Para la presente investigación a medida que aumentaban los porcentajes o niveles de arroz malteado, disminuían los grados de alcohol, por ello se coloca como mejor nivel al nivel a1 con un valor medio de grados de alcohol de 3.60% (v/v).

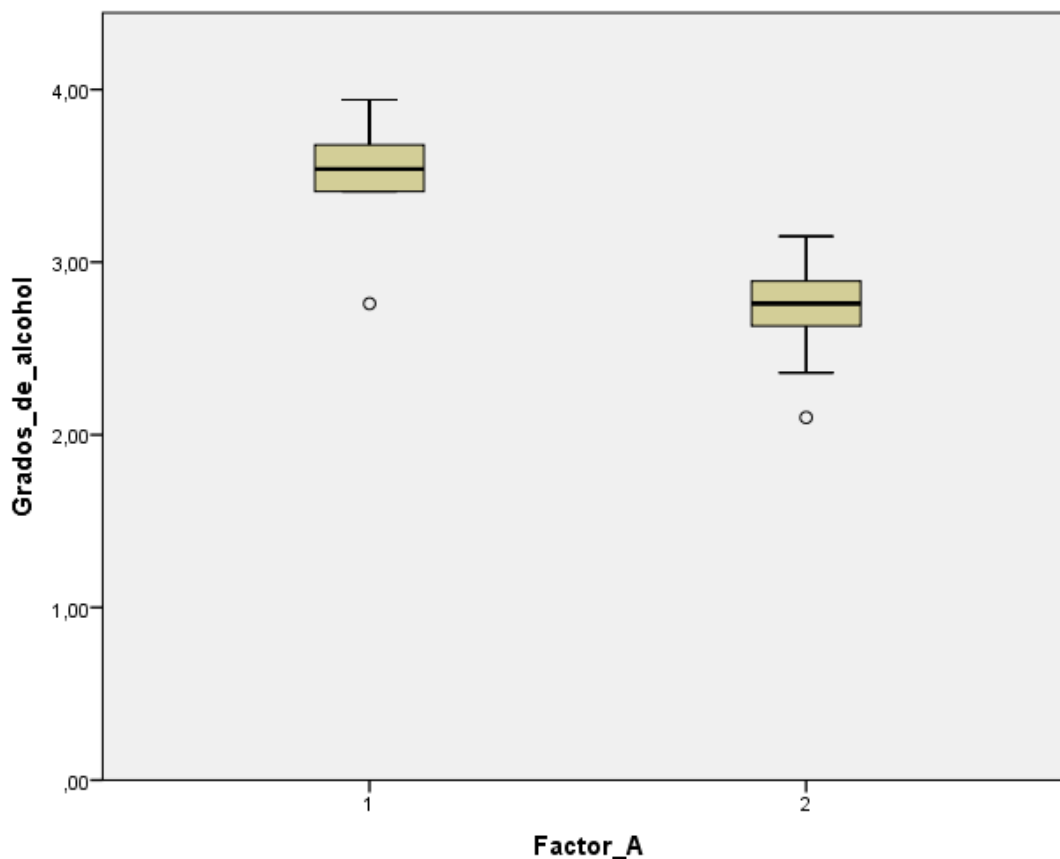


Gráfico 4. 4. Gráfico de cajas y bigotes para los niveles del factor A: porcentaje de arroz malteado de la variable grados de alcohol

La prueba de Tukey para el factor porcentaje de pulpa de maracuyá, demostró diferencia significativa entre niveles, presentando mayores valores de grados de alcohol los niveles B1 (1% de pulpa de maracuyá) y B2 (3% de pulpa de maracuyá) con porcentajes de 3.305% (v/v) y 3.216% (v/v) respectivamente. Según Bernal (2019), en su investigación sobre la diferencia en el grado alcohólico de la cerveza artesanal tipo ale, se demostró que los valores más bajos de jugo de maracuyá (0% y 25%) casi no afectaron los grados de alcohol, pero que los porcentajes más altos de pulpa de maracuyá (>50%) si causaron una disminución de los grados de alcohol.

Los niveles B2 y B1, correspondiente a valores promedios de 3.21% (v/v) y 3.30% (v/v) de alcohol respectivamente, se ajustaron más a lo citado en los párrafos anteriores, por ello se colocan como mejores niveles.

Cuadro 4. 9. Tukey para el factor B porcentaje de pulpa de maracuyá de la variable grados de alcohol

Porcentaje de pulpa de maracuyá	N	Subconjunto	
		1	2
B3	6	2,8000	
B2	6		3,2167
B1	6		3,3050
Sig.		1,000	0,835

Valores de subconjuntos iguales no difieren estadísticamente según Tukey al 0,05%

Como se aprecia en el gráfico 4.5, los valores de grados alcohólicos son bajos pues ninguno alcanza 4% (v/v). Sin embargo, la NTE INEN (2013) establece un mínimo de porcentaje de 1% y máximo de 10% de grados de alcohol.

Cristino et al. (2020) cita que las cervezas de frutas deben contener niveles bajos de alcohol en rangos de 1,9 a 4,0% (v/v), destacando que los consumidores normalmente eligen las BEER FRUITS (cervezas que agregan pulpa de frutas en su formulación) en busca de volúmenes bajos de alcohol. Resultó conveniente para la presente investigación catalogar a los tratamientos T1 (10% arroz malteado + 1% pulpa de maracuyá) y T2 (10% arroz malteado+ 3% pulpa de maracuyá) como mejor para la variable grados de alcohol (Gráfico 4.5).

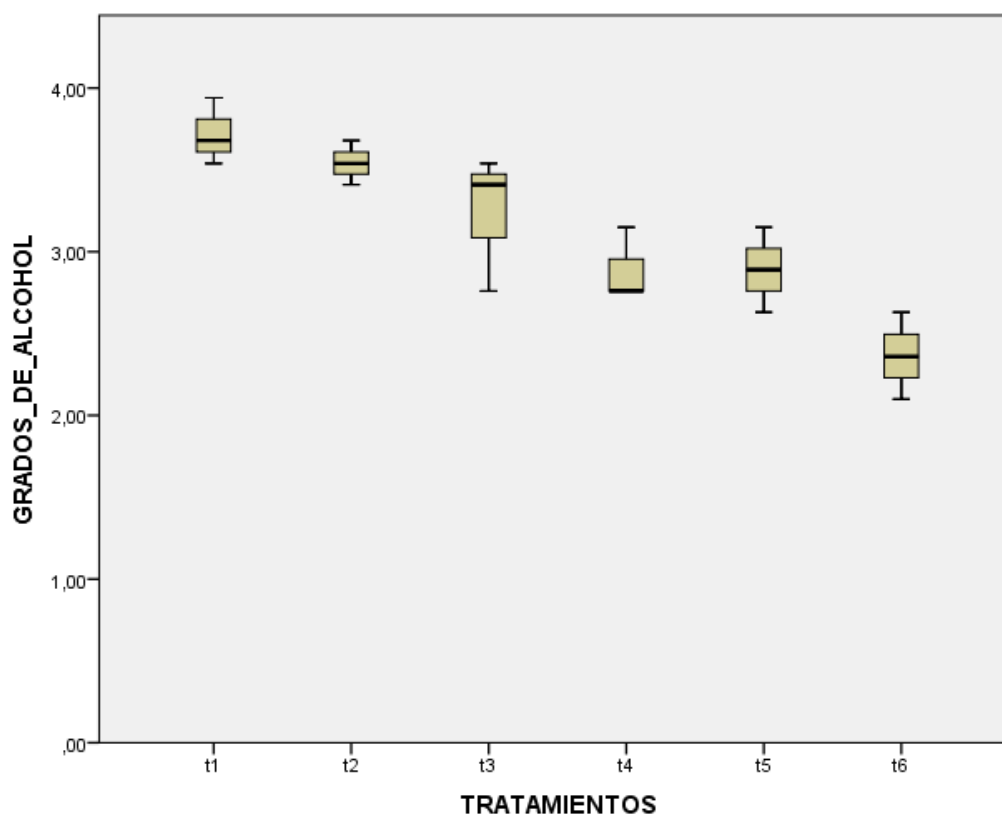


Gráfico 4. 5. Gráfico de cajas y bigotes para tratamientos de la variable grados de alcohol

4.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA

El cuadro 4.10, muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico a la cerveza artesanal utilizando como adjunto arroz y maracuyá. Los resultados para mohos y levaduras se encuentran dentro del límite (<80 colonias) permitido para cervezas no pasteurizadas en la norma INEN NTE 2262:2003. Según Galarza (2018), son consideradas cervezas no pasteurizadas, aquellas en la que no se realice el proceso de pasteurización después de las operaciones de fermentación y carbonatación.

Cuadro 4. 10. Análisis microbiológicos de la cerveza con adición de arroz y maracuyá almacenadas a 4°C

Tratamientos	UNIDAD	Recuento de Mohos y levaduras
T1	UP/ml	$3,8 \times 10^3$
T2		$3,0 \times 10^3$
T3		$1,4 \times 10^3$
T4		$4,5 \times 10^3$
T5		$4,0 \times 10^3$
T6		$6,0 \times 10^3$

4.4. ACEPTABILIDAD GENERAL DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA

Los datos obtenidos de la evaluación sensorial (aceptabilidad) realizada por los jueces no entrenados, presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) de acuerdo a la prueba de Friedman (cuadro 4.11).

Cuadro 4. 11. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general de la cerveza con arroz y pulpa de maracuyá

Hipótesis Nula	Test	Sig.	Decisión
Las distribuciones de T1, T2, T3, T4, T5, T6 son las mismas.	Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas	0,000	Rechazar la hipótesis nula
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0,05			

Para conocer cuáles son los tratamientos que difieren, se muestra la prueba de subconjuntos homogéneos de Friedman (cuadro 4.12). Es evidente que el tratamiento T3, se encuentra estadísticamente en la primera categoría con un promedio de 2,188.

Cuadro 4. 12. Subconjuntos homogéneos (Friedman) de los tratamientos evaluados en la cerveza con adición de arroz y pulpa de maracuyá

Subconjuntos homogéneos			
		Subconjunto	
		1	2
Muestra¹	T3	2,188	
	T4		3,125
	T6		3,800
	T2		3,850
	T1		3,988
	T5		4,050
Probar estadística		. ²	8,960
Sig. (prueba de 2 caras)		.	0,062
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		.	0,062
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.			
¹ Cada casilla muestra el rango de media de muestras.			
² No se puede calcular porque el subconjunto sólo contiene una muestra.			

La cerveza es una bebida alcohólica compleja, su aceptabilidad final depende del entendimiento del impacto que pueden tener los ingredientes y sus variables, en la amplia gama de concentraciones que determinan las características activas de la bebida (Muñoz y Arias, 2020). Según Galarza (2018), la cerveza con arroz y maracuyá posee un bajo cuerpo, bajo soporte de malta, acidez moderada y astringencia.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se acondicionó el arroz cumpliendo con un 73% de su proceso de germinación, observando el brote de las radículas.
- La maracuyá fue pasteurizada a 65°C durante un tiempo de 30 minutos, previo a ser utilizada en la elaboración de cerveza artesanal tipo IPA.
- Los tratamientos T6 (30% arroz malteado + 5% de pulpa de maracuyá) y T3 (10% arroz malteado + 5% pulpa de maracuyá) presentaron las mejores características fisicoquímicas, compitiendo con la calidad de las denominadas en el mercado BEER FRUITS.
- Todos los tratamientos cumplieron con el rango permisible de mohos y levaduras por la NTE INEN 2262.
- El tratamiento T3 fue catalogado como el más aceptable por parte de los catadores no entrenados.

RECOMENDACIONES

- Controlar temperaturas y humedad relativa al momento de germinar el arroz y su vez pasteurizar la pulpa de maracuyá al vacío para no perder sus características organolépticas.
- Para obtener una cerveza con buenas características fisicoquímicas se recomienda utilizar 10% de arroz malteado y 5% pulpa de maracuyá.
- Pasteurizar la cerveza después de los procesos de fermentación y carbonatación, para disminuir así la carga microbiana.

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, L., & Vargas, M. (2018). *Evaluación de la producción de cerveza artesanal "TAWALA" usando kiwi como fruta adicional*. Recuperado el 18 de septiembre de 2020, de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6835/1/6132130-2018-IQ.pdf>
- Alfonso, H., Aragón, J., Baltá, J., & Benítez, I. (2018). Estudio preliminar del proceso de producción de cerveza a partir de sorgo rojo CIAP R-132 a escala de laboratorio. *Investigación y Ciencia, XXVII* (77), 27-37.
- AOAC 945.06. (2000). *AOAC Official Method 945.06 Degrees of beer alcohol by pycnometry*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2019, de <https://es.scribd.com/document/357433593/AOAC-950-07-Acidiy-Beer>
- AOAC 950.07. (1950). *AOAC Official Method 950.07 Acidity total of Beer*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2019, de <https://es.scribd.com/document/357433593/AOAC-950-07-Acidiy-Beer>
- Arroyo, J. (2019). *Diseño de un proceso de producción de cerveza artesanal de maracuyá*. Piura. Recuperado el 04 de Enero de 2020, de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4098/ING_630.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bernal, A. (2019). *Evaluación del malteado y fermentación en el proceso de cerveza artesanal tipo Ale, utilizando el sorgo (Sorghum vulgare) como materia prima*. Recuperado el 19 de Septiembre de 2020, de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4125/1/T-UTEQ-130.pdf>
- Boffill, Y., & Gallardo, I. (2014). Ventajas de la producción de cerveza a partir de malta de sorgo. *Tecnología Química, XXXIV* (3), 324-334.
- Calapucha, G. (2019). *Elaboración artesanal de cerveza utilizando como complemento de sabor la fruta ancestral chontaduro (Bactris gasipaes), en la comunidad wamani, cantón archidona*. Ambato. Recuperado el 30 de Octubre de 2019, de <http://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/9862/1/PIUAESC004-2019.pdf>
- Camavilca, J., & Gamarra, M. (2019). *Efecto de la adición de pulpa maracuyá (Passiflora edulis) y tumbo (Passiflora mollisima) en gomas, sobre sus características sensoriales y vida útil*. Lima. Recuperado el 04 de Enero de 2020, de https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1718/Juan%20_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Campoverde, J. (2019). Análisis del Crecimiento del Mercado sustituto de Cervezas Artesanales. *Espirales, III* (26), 72-81.

- Cantellano, G., Rodríguez, M., Roman, A., & Guzmán, F. (2016). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de almidones de diferentes cereales. *PADI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, III (6), 94-96.
- Cantos, M., & Campoverde, M. (2019). *Plan de negocios para la creación de una empresa de cerveza artesanal con base en quinua*. Cuenca. Recuperado el 03 de Enero de 2019, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32182/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Cantos, M., & Campoverde, M. (2019). *Plan de negocios para la creación de una empresa de cerveza artesanal*. Cuenca. Recuperado el 03 de Enero de 2020, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32182/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Cardenas Paula, G. F. (2019). *Propuesta de mejora en la producción de cerveza artesanal rubia a nivel semi-industrial a base de la unión de so maltas para la empresa milenaria*. Recuperado el 03 de Enero de 2020, de <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7621/1/6132203-2019-2-IQ.pdf>
- Castañeda, R., Andrade, M., Argüello, Y., & Vernaza, G. (2018). Efecto de la adición de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) malteada y sin maltear en la elaboración de cerveza tipo Ale a base de cebada (*Hordeum vulgare*) malteada. *Enfoque UTE*, IX (2).
- Clemente, M., Periago, P., & Huertas, J. (2017). *Efecto de un choque ácido sobre la termorresistencia de Salmonella entérica subsp. entérica CECT 4300 a diferentes pH's del medio de calentamiento*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2020, de <https://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/5846/tfe-efecle.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cóndor, P. (2019). *Modelos de los patrones de los consumos de frutas no tradicionales maracuyá (*Passiflora edulis*) y pitahaya amarilla (*Selenicereus grandiflorus*) en el distrito metropolitano de Quito*. Quito. Recuperado el 28 de Octubre de 2019, de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10717/1/UDLA-EC-TIAG-2019-13.pdf>
- Couyoumdjian, J. (2019). Una bebida moderna: la cerveza en Chile en el siglo XIX. *Historia (Santiago)*, XI (37), 311-336.
- Cristino, I., Duarte, J., Wilane, R., Döering, J., Teixeira, E., Santos, N., & Vanesca, S. (2020). Physicochemical characterization, antioxidant activity, and sensory analysis of beers brewed with cashew peduncle (*Anacardium occidentale*) and orange peel (*Citrus sinensis*). *Food Science and Technology*, I (1), 1-7.

- Cueva, P., & Morán, A. (2019). *Diseño de una fábrica de cerveza artesanal de café*. Piura. Recuperado el 04 de Enero de 2020, de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3989/ING_619.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cueva, P., & Morán, R. (2019). *Diseño de una fábrica artesanal de café*. Piura. Recuperado el 03 de Enero de 2019, de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3989/ING_619.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Da Silva, M., Alves, P., Fossa, M., Neder, P., & Manfroi, M. (2020). Elaboración y evaluación de cerveza artesanal agregando copos de arroz y pulpa de guanábana (*Annona muricata* L.). *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, *1* (1), 1-5.
- Del Canizo, J., López, D., Lledo, E., & Garcia, P. (2008). Diseño de modelos experimentales en investigación quirúrgica. *Scielo*, *XXXII* (1), 27-40. Recuperado el 24 de Junio de 2020
- Díaz, S., Mojerón, R., Onicka, O., & Castro, R. (2015). Evaluación de nuevas líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) obtenidas por hibridaciones dentro del Programa de Mejoramiento Genético del cultivo en Cuba. *Scielo*, *36*(3), 115-123.
- Durello, R., Silva, L., & Bogusz, S. (2019). Química do Lúpulo. *Química Nova*, *XLII* (2), 900-919.
- Gabbard, C. (2017). Fabricación de cerveza con arroz. *Zymurgy*, *III* (1), 1-90.
- Galarza, A. (2018). *Elaboración de cerveza amber Ale de alta fermentación saborizada y aromatizada con frutas y plantas aromáticas ecuatorianas*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2020, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15790/1/T-UCE-0008-CQU-015.pdf>
- Gallardo, I., Ozuna, Y., Gómez, O., Pérez, M., & Saucedo, O. (2015). Producción de bebidas usando sorgo malteado como materia prima para enfermos celíacos. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, *IV* (1), 61-74.
- García, A. (2018). *Evaluación de tratamientos biológicos para la sacarificación del grano gastado de cervecería y su utilización como adjunto en el proceso de elaboración de cerveza tipo lager*. Mexico. Recuperado el 04 de Enero de 2020, de <http://eprints.uanl.mx/16692/1/1080290324.pdf>
- Google Maps;. (s.f.). *Mapa de carrera de agroindustria ESPAM*. Calceta. Recuperado el 13 de Agosto de 2019
- Hernández, L., & Muñoz, L. (2019). *Evaluación de la incorporación de la fruta *passiflora edulis* (maracuyá) en el proceso de producción de cerveza artesanal tipo Ale*. Bogotá. Recuperado el 28 de Octubre de 2019, de <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7606/1/6141312-2019-2-IQ.pdf>

- Hernández, L., & Muñoz, L. (2019). *Evaluación de la incorporación de la fruta Passiflora Edulis (Maracuyá) en el proceso de producción de cerveza artesanal tipo pale ale*. Bogotá. Recuperado el 04 de Enero de 2019, de <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7606/1/6141312-2019-2-IQ.pdf>
- INEN. (2013). *NTE INEN 2262: Bebidas Alcohólicas. Cerveza. Requisitos*. Quito. Recuperado el 03 de Enero de 2020, de <https://odaninkasiquito.files.wordpress.com/2015/08/inen-2-262-cerveza.pdf?fbclid=IwAR2VmFzU2mACgZwi2nFKMDa27tm9JMwdHTX MVj6xOBDDmj2gDCMYssEk2Aw>
- Jiménez, C., & Vargas, J. (2019). Grupo modelo: Análisis basado en la industria del gigante cervecero. *Investigación y Negocios, XII* (20), 43-53.
- Lizárraga, J. (2018). *Efecto de la sustitución de la Cebada (Hordeum vulgare) por Amaranto (Amaranthus caudatus L.) en el contenido de polifenoles totales, capacidad antioxidante y en las características sensoriales de una cerveza tipo ale*. Trujillo. Recuperado el 03 de Enero de 2020, de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/31547/joaquin_lj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lluglla, J. (2020). *Desarrollo de una bebida a base de harina de caña de maíz (Zea mays) y salvado de arroz (Oryza sativa) con doble fermentación*. Recuperado el 19 de Septiembre de 2020, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30800/1/AL%20739.pdf>
- Loja, E. (2020). *Elaboración de cerveza artesanal tipo Pale Ale utilizando almidón de achira (Canna indica), como reemplazo parcial de malta*. Recuperado el 17 de Septiembre de 2020, de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34088/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>
- López, P., Prieto, F., Gaytán, M., & Román, A. (2007). Caracterización Físicoquímica de diferentes variedades de cebada cultivadas en la región centro de México. *Revista Chilena de Nutrición, XXXIV* (1).
- Luján, M., & Vásquez, V. (2010). Control automático con lógica difusa de la producción de cerveza artesanal en las etapas de maceración y cocción. *Scientia Agropecuaria, I*, 125 - 137.
- Martínez, J., Valls, V., & Villarino, A. (2017). *El lúpulo contenido en la cerveza, su efecto antioxidante en un grupo controlado de población*. Madrid. Recuperado el 04 de Enero de 2019, de http://www.cervezaysalud.es/wp-content/uploads/2015/05/Estudio_16.pdf
- Molero, M., Flores, C., Leal, M., & Briñez, W. (2017). Evaluación sensorial de bebidas probióticas fermentadas a base de lactosuero. *Sistema de Información Científica, XXVII* (1).

- Moreno, I. (2017). Beneficios de los polifenoles contenidos en la cerveza sobre la microbiota intestinal. *Nutrición Hospitalaria*, XXXIV (4), 41-44.
- Muñoz, D., & Arias, S. (2020). Evaluación de condiciones de fabricación y calidad sensorial de cerveza artesanal tipo lager. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, XII (1), 1-12.
- NTE INEN 1529-10. (1998). *Control microbiológico de alimentos. Mohos y levaduras viables*. Quito. Recuperado el 15 de Julio de 2019, de <https://ia801902.us.archive.org/33/items/ec.nte.1529.10.1998/ec.nte.1529.10.1998.pdf>
- NTE INEN 2262. (2013). *Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos 2262*. Recuperado el 17 de Septiembre de 2020, de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2262-1.pdf
- Olivero, R., Aguas, Y., & Cury, K. (2011). Evaluación del efecto de diferentes dosis de levadura (Montrachet, K1-V1116, EC-1118, 71b-1122 y IVC-GRE) y clarificantes sobre los atributos sensoriales del vino de naranja criolla (citrus sinensis). *Revista Colombiana de Biotecnología*, XIII (1), 163-171.
- Panda, S., Panda, S., Swain, M., Ray, R., & Kayitesi, E. (2015). Cerveza de patata dulce rica en antocianinas (I pomoea batatas L.): tecnología, evaluación bioquímica y sensorial. *Food Processing and Preservation*, XXXIX (6), 3040-3049.
- Pardo, A., Matute, N., & Echavarría, A. (2018). Determinación de compuestos bioactivos y actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá (passiflora edulis). *FacSalud*, 1(1), 5-11.
- Parreño, A. (2016). *Metodología de investigación en salud* (Vol. I). Riobamba: Epoch. Recuperado el 24 de Junio de 2020
- Patrascu, L., Banu, J., Bejan, M., & Aprodu, J. (2018). Parámetros de calidad de las cervezas de frutas disponibles en el mercado rumano. *Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering*, XIX (3), 1-11.
- Pérez Amaury, A. H. (27 de Julio de 2019). Estudio preliminar del proceso de producción de cerveza a partir de sorgo rojo CIAP R-132 a escala de laboratorio. *ResearchGate*, XXVII (77), 27-37.
- Pérez, A., Alfonso, H., Aragón, J., Baltá, J., & Benítez, I. (2020). Estudio preliminar del proceso de producción de cerveza a partir de sorgo rojo CIAP R-132 a escala de laboratorio. *CIENCIAS AGROPECUARIAS*, XXVII (71).
- Pinciroli, M. (2010). *Proteínas del Arroz*. Recuperado el 04 de Enero de 04, de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/1828/Documento_completo_.pdf?sequence=3&fbclid=IwAR0thR2N3eysykBhlhcbpaDSTzLTDjjUrHtReeBiU_sT1f6ljzwICOalyxg

- Ruiz, S., Venegas, E., Valdiviezo, J., & Plasencia, J. (2018). Contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante in vitro del zumo de "pur pur" *Passiflora tripartita* var. *mollissima* (Passifloraceae). *XXV* (3), 1003-1004.
- Tirado Jhon, Z. G. (2018). *Banano de rechazo como sustitución parcial de cebada en la calidad fisicoquímica y sensorial de la cerveza artesanal*. Calceta. Recuperado el 03 de Enero de 2020, de http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/892/1/TTAI11.pdf?fbclid=IwAR3YR1zw5vfKIYP0ndzVUkWaUwhcM4wjuGSBRzxqNDpLaLcUMp25ih-cY_g
- Vinueza, D. (2019). *Comparación de dos técnicas para saborizar ale raspberry stout*. Quito. Recuperado el 04 de Noviembre de 2019, de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10710/1/UDLA-EC-TIAG-2019-18.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1.

Brote de plumilla en germinación del arroz



ANEXO 2.

Pasteurización de la pulpa de maracuyá



ANEXO 3.

Ficha de evaluación sensorial

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL



Trabajo de titulación: Efectos Fisicoquímicos y sensoriales del arroz malteado y pulpa de maracuyá como sustitutos parciales de cebada en cerveza artesanal tipo IPA.

Frente a usted hay seis muestras de cerveza artesanal, que usted debe ordenar en forma creciente de acuerdo a su preferencia en cuanto a la aceptabilidad general.

Cada muestra debe llevar un orden diferente, dos muestras no deben tener el mismo orden.

1= Más preferida

6= Menos preferida

MUESTRA
1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

Comentarios:

ANEXO 4.

Manejo del experimento



ANEXO 5.



Grado de maduración de la maracuyá



Fuente: Hernández y Fischer (2020) (<https://www.researchgate.net>)


ANEXO 6.

Resultados análisis físico-químicos

 ESPAMMFL 	
REPUBLICA DEL ECUADOR ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI MANUEL FÉLIX LÓPEZ LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL	
NOMBRE DE ESTUDIANTE:	Barreto Zambrano Juan Francisco
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS:	07/09/2020
FECHA DE ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS:	07/09/2020
MUESTRAS ENVIADAS:	18

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR ARROZ MALTEADO Y ADICIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T ₁ R ₁		
Densidad	g/ml	1,023
pH	--	3,55
Acidez (expresada en ácido láctico)	%	0,76
Grados de Alcohol	%	3,54

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR ARROZ MALTEADO Y ADICIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T ₁ R ₂		
Densidad	g/ml	1,022
pH	--	3,54
Acidez (expresada en ácido láctico)	%	0,80
Grados de Alcohol	%	3,68

 ESPAMMFL ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI MANUEL FÉLIX LÓPEZ Carrera de AGROINDUSTRIA	
Scanned by TapScanner	

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR ARROZ MALTEADO Y ADICIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T ₁ R ₃		
Densidad	g/ml	1,020
pH	--	3,53
Acidez (expresada en ácido láctico)	%	0,76
Grados de Alcohol	%	3,94

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR ARROZ MALTEADO Y ADICIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T ₂ R ₁		
Densidad	g/ml	1,024
pH	--	3,15
Acidez (expresada en ácido láctico)	%	1,16
Grados de Alcohol	%	3,41

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR ARROZ MALTEADO Y ADICIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T ₂ R ₂		
Densidad	g/ml	1,023
pH	--	3,16
Acidez (expresada en ácido láctico)	%	1,21
Grados de Alcohol	%	3,54



IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR ARROZ MALTEADO Y ADICIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T₃R₃		
Densidad	g/ml	1,023
pH	--	2,96
Acidez (expresada en ácido láctico)	%	1,57
Grados de Alcohol	%	3,54

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR ARROZ MALTEADO Y ADICIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T₄R₁		
Densidad	g/ml	1,024
pH	--	3,37
Acidez (expresada en ácido láctico)	%	0,99
Grados de Alcohol	%	2,76

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR ARROZ MALTEADO Y ADICIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T₄R₂		
Densidad	g/ml	1,024
pH	--	3,35
Acidez (expresada en ácido láctico)	%	0,99
Grados de Alcohol	%	2,76



IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR ARROZ MALTEADO Y ADICIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T₄R₃		
Densidad	g/ml	1,021
pH	--	3,39
Acidez (expresada en ácido láctico)	%	0,94
Grados de Alcohol	%	3,15

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR ARROZ MALTEADO Y ADICIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T₅R₁		
Densidad	g/ml	1,021
pH	--	3,05
Acidez (expresada en ácido láctico)	%	1,17
Grados de Alcohol	%	3,15

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR ARROZ MALTEADO Y ADICIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T₅R₂		
Densidad	g/ml	1,025
pH	--	3,04
Acidez (expresada en ácido láctico)	%	1,35
Grados de Alcohol	%	2,63



IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR ARROZ MALTEADO Y ADICIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T ₅ R ₃		
Densidad	g/ml	1,023
pH	--	2,99
Acidez (expresada en ácido láctico)	%	1,12
Grados de Alcohol	%	2,89

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR ARROZ MALTEADO Y ADICIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ

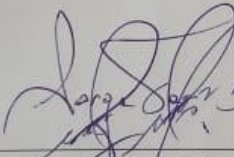
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T ₆ R ₁		
Densidad	g/ml	1,029
pH	--	2,85
Acidez (expresada en ácido láctico)	%	1,53
Grados de Alcohol	%	2,10

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR ARROZ MALTEADO Y ADICIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T ₆ R ₂		
Densidad	g/ml	1,027
pH	--	2,89
Acidez (expresada en ácido láctico)	%	1,53
Grados de Alcohol	%	2,36



IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: CERVEZA ARTESANAL TIPO IPA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR ARROZ MALTEADO Y ADICIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T _{6R3}		
Densidad	g/ml	1,025
pH	--	2,86
Acidez (expresada en ácido láctico)	%	1,70
Grados de Alcohol	%	2,63


Ing. Jorge Teca Delgado
TÉCNICO DE LABORATORIO



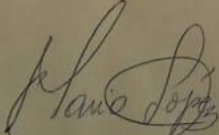
ANEXO 7.

Resultados análisis microbiológicos


REPORT DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		Página 1 de 1	
CLIENTE:	Juan Francisco Barreto Zambrano	Nº DE ANÁLISIS:	6
DIRECCIÓN:	El Carmen	Fecha de recibido:	09/09/2020
TELEFONO:	0967405143	Fecha de análisis:	09/09/2020
NOMBRE DE LA MUESTRA:	"CERVEZA ARTESANALA TIPO I"	Fecha de reporte:	14/09/2020
CANTIDAD RECIBIDA:	6	Fecha de muestreo:	09/09/2020
TIPO DE ENVASE:	Recipiente ambar de 400 mL de capacidad	Método de muestreo:	NTE INEN 1529-2
OBSERVACIONES:	El laboratorio no se responsabiliza por la recolección y el traslado de las muestras.	Responsables del muestreo:	Investigadores
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad		

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
T1	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	3,8x10 ³	AOAC Método oficial 997.02
T2	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	3,0x10 ³	
T3	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	1,4x10 ³	
T4	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	4,5x10 ³	
T5	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	4,0x10 ³	
T6	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	6,0x10 ³	

Nota:
Resultados validos únicamente para las muestras analizadas y, no para otros productos de la misma procedencia.
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe.



Ing. Mario López Vera, M.Sc.
TÉCNICO LAB. DE MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL ÁREA AGROINDUSTRIAL



ESCAMMFL
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ
Carrera de
AGROINDUSTRIA
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
AMBIENTAL ÁREA AGROINDUSTRIAL

OFICINAS CENTRALES:
10 de agosto No. 82 y Granda Centeno
Telef. 593 05 685156 Telefax: 593 05 685134

www.espam.edu.ec
rectorado@espam.edu.ec

CAMPUS POLITÉCNICO CALCETA
Sitio El Limón
Telef: 593 05 686103

Scanned by TapScanner