

Elaboración de una bebida alcohólica con la pulpa de café (*Coffea arabica var. castillo*)
evaluando sus características fisicoquímicas y sensoriales

Angie Melissa González Olano

Trabajo de Grado para Optar el título de Profesional en Producción Agroindustrial

Director

Liliana Gertrudis Castaño

Ing. Agroindustrial

Universidad Industrial de Santander

Instituto de proyección y educación a distancia IPRED

Producción Agroindustrial

Bucaramanga

2021

Agradecimientos

Este logro no habría sido posible de no ser por el apoyo académico y emocional de las increíbles personas que me rodean.

Agradezco a Julián, mi cómplice y compañero de vida, por toda su paciencia, sus sabios consejos y correcciones, por liberarme del estrés y multiplicar mis aciertos, gracias por aportar tanto a mi vida.

A mi mamá, a mi hermana Adriana y a Cristian, que han sido y seguramente seguirán siendo soporte en este y todos los proyectos que decida emprender.

Agradezco profundamente a todas las personas, compañeros, colegas y amigos que de alguna manera, ya sea con sus comentarios, sugerencias o participación en las pruebas, contribuyeron a la culminación de este trabajo.

A mi directora de tesis Liliana Gertrudis, a los tutores del IPRED y a la misma institución que me guiaron durante el proceso.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	10
1. Objetivos	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. Marco Referencial.....	13
2.1 Antecedentes	13
2.2 Marco Referencial.....	15
2.2.1 Composición De La A Pulpa De Café	16
2.2.2 Fermentación Alcohólica	17
2.2.2.1 Levaduras	18
2.2.2.2 Concentración De Azucres La Fermentación	18
2.3 Marco Legal	19
3. Método	20
3.1 Diseño Experimental.....	20
3.2 Herramientas Y Materiales	21
3.3 Proceso De Elaboración.....	24
3.3.1 Extracción Del Jugo.....	24
3.3.2 Preparación De Tratamientos.....	26
3.3.4 Fermentación Y Seguimiento	26
3.3.5 Trásiego, Clarificado Y Filtrado	26

3.4 Pruebas Sensoriales.....	27
3.5 Análisis De Laboratorio.....	28
4. Resultados.....	29
4.1 Discusión.....	36
5. Conclusiones.....	39
6. Recomendaciones (Opcional).....	41
Referencias Bibliográficas.....	42
Apéndices.....	47

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Diseño Experimental.....	21
Tabla 2. Datos Iniciales y Finales Para Cada Tratamiento	29
Tabla 3. Seguimiento Diario °Brix Durante La Fermentación Tumultuosa	30
Tabla 4. Aproximado Porcentaje Alcohólico Por Volumen (ABV).....	32
Tabla 5. Resultados Anova dos Factores	35
Tabla 6. Resultados De Laboratorio Muestra Tratamiento 2.....	36

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Corte Transversal del Fruto del café	15
Figura 2. Flujograma de Proceso para la Elaboración de los Tratamientos	25
Figura 3. Etapas en el Proceso de elaboración.....	27
Figura 4. Variación diaria de °Brix.....	31
Figura 5. Histograma De Apariencia Por Tratamiento	33
Figura 6. Histograma De Olor Por Tratamiento	33
Figura 7. Histograma Sabor Por Tratamiento	34
Figura 8. Histograma Percepción General Por Tratamiento	34
Figura 9. Grafica De Medias E Intervalos De Análisis Sensorial.....	38

Lista de Apéndices

Apendice A.	Consentimiento Informado	47
Apendice B.	Prueba Sensorial de Escala Hedónica 9 Puntos.....	49
Apendice C.	Resultados Prueba Hedónica	54
Apendice D.	Resultados Análisis Físicoquímicos de Laboratorio	55

Resumen

Título: Elaboración de una bebida alcohólica con la pulpa de café (*Coffea arabica var. castillo*) evaluando sus características fisicoquímicas y sensoriales

Autor: Angie Melissa González Olano**

Palabras Clave: Pulpa de café, aprovechamiento de subproductos, café, residuos de café, fermentación alcohólica.

Descripción: La pulpa es un subproducto del proceso de beneficio del café que representa aproximadamente el 44% del peso del fruto fresco (Montilla et al., 2008). La alta producción de café en Colombia, 13.9 millones de sacos de 60kg en 2020 (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2021) deja como residuo un gran volumen de pulpa que debe ser tratada para evitar que se convierta en foco de contaminación. El presente trabajo pretende aprovechar este residuo en la elaboración de una bebida alcohólica fermentada. A fin de determinar los mejores parámetros para su elaboración se realizó un diseño factorial completo 2 x 2. El factor A corresponde al tipo de levadura comercial utilizada (levadura para vino, levadura de cerveza), y el factor B corresponde a la concentración de azúcares (15 y 20 °Brix) para un total de 4 tratamientos y dos replicas. Durante el proceso se evaluó pH, °Brix, densidad y porcentaje de alcohol por volumen (ABV). Para determinar el tratamiento con mejor aceptación en potenciales consumidores, se realizó una prueba hedónica de 9 puntos con 32 participantes, que evaluaron los parámetros de apariencia, olor, sabor y percepción general. El tratamiento inoculado con levaduras comerciales para vino a 20 °Brix obtuvo las mejores puntuaciones. Los análisis fisicoquímicos obtenidos para la muestra elegida son: grado alcohólico 12.43%, extracto seco 20.79 g/L, azúcares totales 0.00g, acidez total 5.50 g/L (ácido tartárico) y acidez volátil 0.13g/L (ácido acético), estos valores se encuentran dentro de los rangos establecidos por la Norma Técnica Colombiana (NTC) 708 para vinos de frutas.

* Trabajo de grado

**IPRED. Producción Agroindustrial. Director: Liliana Gertrudis Castaño. Ing. Agroindustrial

Abstract

Title: Elaboration of an alcoholic drink with coffee pulp (*Coffea arabica var. Castillo*) evaluating its physicochemical and sensory characteristics*

Author: Angie Melissa González Olano**

Key Words: Coffee pulp, use of by-products, coffee, coffee residues, alcoholic fermentation.

Description: The pulp is a by-product of the coffee benefit process that represents approximately 44% of the weight of the fresh fruit (Montilla et al., 2008). The high production of coffee in Colombia, 13.9 million 60kg bags in 2020 (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2021), leaves behind a large volume of pulp that must be treated to prevent it from becoming a source of contamination. The present work intends to take advantage of this residue in the elaboration of a fermented alcoholic beverage. In order to determine the best parameters for its elaboration, a complete 2 x 2 factorial design was carried out. Factor A corresponds to the type of commercial yeast used (yeast for wine, beer yeast), and factor B corresponds to the concentration of sugars. (15 and 20 °Brix) for a total of 4 treatments and two replicates. During the process, pH, °Brix, density and percentage of alcohol by volume (ABV) were evaluated. To determine the treatment with the best acceptance in potential consumers, a 9-point hedonic test was carried out with 32 participants, who evaluated the parameters of appearance, smell, taste and general perception. The treatment inoculated with commercial wine yeasts at 20 °Brix obtained the best scores. The physicochemical analyzes obtained for the chosen sample are: alcoholic strength 12.43%, dry extract 20.79 g/L, total sugars 0.00g, total acidity 5.50 g/L (tartaric acid) and volatile acidity 0.13g/L (acetic acid), these Values are within the ranges established by the Colombian Technical Standard (NTC) 708 for fruit wines.

* Degree Work

** IPRED. Producción Agroindustrial. Director: Liliana Gertrudis Castaño. Ing. Agroindustrial

Introducción

En la elaboración del café, una de las bebidas más consumidas en el mundo, sólo se utiliza el 9,5% del peso total del fruto, correspondiente al grano tostado el 90.5% restantes son subproductos como la pulpa, mucilago y cascarilla de café que en su mayoría no son aprovechados (de Melo et al., 2017). La pulpa de café es el subproducto más voluminoso del proceso de beneficio, representa cerca del 44% del peso del fruto fresco (Montilla et al., 2008). Teniendo en cuenta que Colombia es el tercer país productor de café en el mundo, y que sólo en Santander se producen 730.000 sacos de café por año (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2021), se entiende la gran cantidad de pulpa sobrante durante las cosechas, que en su mayoría no genera ingresos, mientras en ocasiones, el precio establecido para la compra de la carga de café en Colombia no alcanza a cubrir los costos de producción.

Cenicafé ha hecho esfuerzos a fin de enseñar y motivar a los caficultores a compostar la pulpa y el mucilago para aprovecharlo como abono, mientras se evita que sean arrojados directamente a suelos y cuerpos de agua causando un impacto ambiental negativo, debido no solo a su composición, si no a los grandes volúmenes que se producen durante las cosechas. Buscando ampliar la gama de posibilidades de agregar valor a la pulpa del café se han explorado otras opciones como la producción de energía (biogás, bioetanol y combustible directo) (Rodríguez Valencia & Zambrano Franco, 2010), alcohol (Rodríguez, 2013) la elaboración de harinas y ensilaje para alimentación animal (Salazar et al., 2008), entre otros.

Diversos estudios han mostrado que el contenido nutricional, azúcares e incluso taninos y antioxidantes convierte a la pulpa de café en una fuente valiosa para la creación de nuevos productos destinados al consumo humano (Fierro-Cabrales et al., 2018) (Pandey et al., 2000),

entre ellos los extractos de pulpa de café (Martínez Alemán et al., 2019), y la deshidratación para uso en infusiones (Torres-Valenzuela et al., 2019). En Yemen y Etiopía ya es tradicional la preparación de una bebida con pulpa de café en infusión, en ocasiones agregando algunas especias o cítricos. En Colombia se conoce su uso en la preparación de mermeladas, conservas e igualmente en infusiones de cascara de café que ya se comercializa en el país.

Por otra parte, la elaboración de bebidas alcohólicas a partir de la fermentación de diversas frutas, se ha realizado alrededor del mundo como una forma de aprovechar el exceso de frutas en las cosechas, muchos países hoy en día cuentan con vinos de las frutas insignias de sus regiones como es el caso del vino de piña de Hawái, vino de cerezas de Dinamarca o el vino de manzana (sidra). En Colombia, específicamente en Santander es ya reconocido el vino de mora y naranja. Surge entonces la pregunta de si es posible elaborar una bebida semejante al vino o un aperitivo con la pulpa de café. Aunque es un tema incipiente del que poco se conoce, ya existen antecedentes, en el 2010 en Costa Rica se llevó a cabo un estudio para el desarrollo de vino de café, evaluando diferentes procesos de elaboración para determinar finalmente una formulación viable y el diagrama de proceso para el vino de pulpa de café (Arguedas-Gamboa, 2014). En Colombia (Cortés & Ladino, 2016) se registró la elaboración de una bebida alcohólica de pulpa de café con varios tratamientos inoculando el jugo obtenido, con tres tipos de levaduras, obteniendo un vino con calificación aceptable para los participantes en la prueba sensorial. Sin embargo, hace falta ahondar en el conocimiento del proceso, las variables y las pautas para obtener un producto de calidad.

En el presente trabajo se pretende aprovechar la pulpa resultante del beneficio de café de una finca cafetera para la elaboración de una bebida con fermentación alcohólica de pulpa de café, como una opción para agregar valor a este abundante subproducto. La valorización de este

subproducto de gran disponibilidad en las fincas cafeteras, puede significar una opción para el manejo de residuos y un ingreso adicional para los caficultores y sus asociaciones. Se eligió un diseño experimental con cuatro (4) tratamientos variando tipo de levaduras y grados Brix, para determinar la mejor opción en la elaboración de un vino de pulpa de café. Se evaluaron las características fisicoquímicas (pH, potencial alcohólico, densidad, °Brix) durante el proceso de fermentación y al finalizar. Así mismo se evalúan las características sensoriales finales (olor, apariencia, sabor y percepción general) de cada uno de los tratamientos por medio de una prueba hedónica de 9 puntos realizada a treinta y dos (32) personas mayores de edad, para determinar el preferido por los participantes. Finalmente, al tratamiento elegido se le realizaron pruebas fisicoquímicas adicionales (acidez total y acidez volátil, grado alcohólico, concentración de azúcares, contenido de extracto seco) para determinar sus características fisicoquímica.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Elaborar una bebida alcohólica con la pulpa de café (*Coffea arabica* var. *castillo*), evaluando sus características fisicoquímicas y sensoriales.

1.2 Objetivos Específicos

- Realizar el proceso de fermentación alcohólica de la pulpa de café en cuatro (4) tratamientos y dos repeticiones combinando dos tipos de levaduras y dos concentraciones de sólidos solubles.

- Evaluar las propiedades fisicoquímicas (pH, grados Brix y alcohol potencial) durante la elaboración de cada uno de los tratamientos.

- Realizar análisis sensoriales (color, sabor, olor, aceptación general y preferencia) por medio de una prueba hedónica de 9 puntos para cada tratamiento

- Determinar el tratamiento con mejores resultados en la prueba sensorial y realizar análisis fisicoquímicos (porcentaje de acidez total y acidez volátil, azúcares totales, extracto seco y grado alcohólico).

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

La pulpa del café es aprovechada por los productores para la elaboración de abonos. Para ello se almacena en fosas techadas construidas con muros de ladrillo o guadua y pisos de concreto. Sin embargo, aún parte de los productores carecen de una infraestructura adecuada para el almacenamiento de la pulpa (Suarez, 2012). En las décadas de 1950 a 1970, en Cenicafé

se realizaron investigaciones tendientes a valorizar los subproductos del café, entre las que se encuentran la utilización de la pulpa y el mucílago de café para la producción de levaduras alimenticias, alcohol, colorantes, biogás, abono orgánico, aceites, pectinas, miel de café y alimentos para animales (Rodríguez Valencia & Zambrano Franco, 2010)(Rodríguez, 2013).

También existen propuestas recientes para productos de consumo humano como extractos de pulpa de café (Martínez Alemán et al., 2019), infusiones, (Serna-Jiménez et al., 2018) (Chumo & San Martín, 2017), mermeladas, conservas, entre otros. En cuanto a la elaboración de bebidas alcohólicas, en el 2009 el Instituto Técnico de Costa Rica publicó el informe final sobre el “Desarrollo de productos no convencionales a partir de café y de sus subproductos” (Mora et al., 2009) donde determina el diagrama de flujo del proceso de elaboración de vino a partir de la pulpa del café, para ello realizaron pruebas con levaduras de vino y de panificación en mostos llevados a 16 y 17°Brix. Más adelante en el 2014 (Arguedas-Gamboa, 2014) definen que los mejores parámetros para la elaboración de una bebida fermentada de pulpa de café corresponden a: dilución del jugo de la pulpa con agua en una relación 7:3, ajuste de azúcares hasta alcanzar un valor de cercano a 29 °Brix y acidificación con ácido cítrico hasta alcanzar un pH de 4,6. El mosto obtenido fue pasteurizado a 85°C por 15 minutos antes de iniciar la fermentación

En Colombia también se ha registrado la elaboración de una bebida alcohólica a partir de la pulpa de café inoculando el jugo obtenido, con diferentes 2 tipos de levaduras comerciales y otra muestra sin inocular donde se buscaba permitir la actividad de las levaduras nativas presentes en la pulpa (Cortés & Ladino, 2016). El mejor resultado se obtuvo con el mosto inoculado con levadura para vino, el que se fermentó con levaduras nativas fue considerado no viable. Se ha investigado además el efecto del pH y porcentaje de levadura en la fermentación de cáscara y mucílago de café para la elaboración de una bebida alcohólica (Olivares et al., 2020)

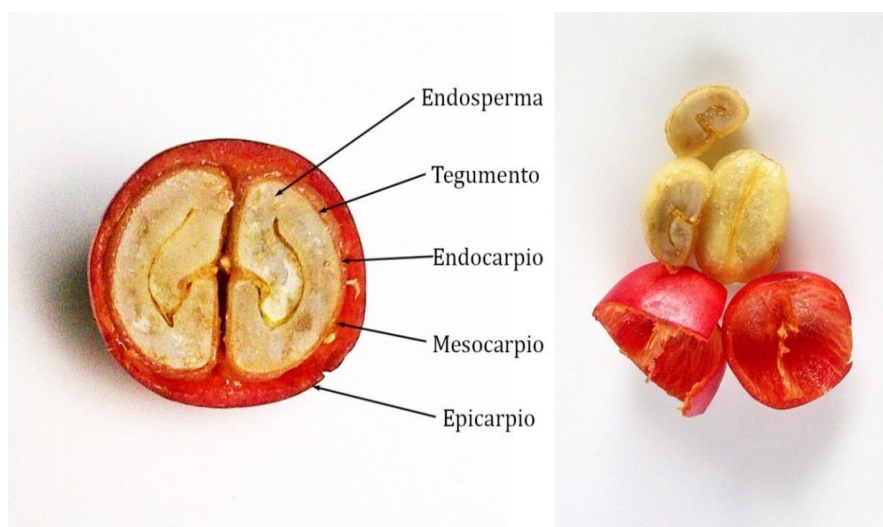
determinando que a pH 4.5 y adición de levadura seca comercial en 3% en la fermentación de pulpa y cáscara de café permiten la elaboración de una bebida alcohólica con buenas características sensoriales.

2.2 Marco Referencial

El fruto del cafeto (*Coffea arabica*) es una drupa, conformada por la pulpa, epidermis (exocarpio) y el mucílago (mesocarpio) que cubre el pergamino (endocarpio), este último es el que finalmente contiene los granos de café como se observa en la Figura 1. Para obtener el grano de café es necesario realizar un proceso llamado beneficio, que consiste en remover por diversos métodos, la pulpa, el mucilago y secar el café, dejando los granos cubiertos sólo por el pergamino que será retirado al momento de tostar el café. La pulpa representa aproximadamente el 43.58% del peso del fruto fresco (Montilla et al., 2008), se libera específicamente durante la etapa de despulpado, está conformada por el epicarpio o cáscara y parte del mucílago que queda aún adherido a la cáscara.

Figura 1.

Corte Transversal del Fruto del café



Fuente: (Cereza Del Café: Anatomía / Cafés Mama Same, n.d.)

2.2.1 Composición de la a pulpa de café

Cáscaras, piel y pulpa de café son ricas en carbohidratos (35%), proteínas (5,2%), fibras (30,8%) y minerales (10,7%) (Pandey et al., 2000). Puede haber leves diferencias en la composición de la pulpa según la variedad, origen y condiciones del cultivo, así como el tipo de beneficio. Al igual que las semillas de café, la pulpa también contiene cafeína, un alcaloide de sabor amargo que causa un efecto estimulante, pero en una concentración de dos a diez veces menor, aproximadamente 0,68 a 1,3% del peso seco, dependiendo de la etapa de desarrollo del fruto, especie y variedad (Koshiro et al., 2006).

En cuanto a los compuestos fenólicos, el ácido clorogénico es el principal componente de este grupo en el café y tiene una marcada influencia en su calidad, aroma y sabor (Tfouni et al., 2013). En la pulpa de café, constituye el 2,6% en base seca y puede alcanzar el 42,2% del total de compuestos fenólicos identificados en la pulpa fresca (Carolina Chaves-Ulate & Esquivel-Rodríguez, 2019) (Martínez & Clifford, 2000). El ácido clorogénico presente en el café, es potencialmente beneficioso para la salud, debido a su capacidad antioxidante, hipoglucemiante, antiviral, nutracéutico, entre otras características que aún están en investigación (Fierro-Cabrales et al., 2018),

La pulpa de café también contiene taninos, una sustancia presente en la piel y semillas de muchos alimentos como uvas, arándanos, té y café, los taninos pueden tener un sabor amargo y provocar la sensación de sequedad o astringencia en los vinos tintos. Los taninos condensados (proantocianidinas) también son componentes de la pulpa fresca del café (Martínez & Clifford, 2000) (Esquivel & Jiménez, 2012). Diversos estudios han demostrado la actividad antioxidante de las proantocianidinas (Vázquez et al., 2012). Se han descrito como compuestos

antimicrobianos, antioxidantes, anticancerígenos y antiinflamatorios, además de ser beneficiosos para la prevención de enfermedades relacionadas con síndrome metabólico (Vázquez et al., 2012).

2.2.2 Fermentación alcohólica

La elaboración de bebidas alcohólicas es una antigua manera de aprovechar los excedentes de frutas en cosechas abundantes. Diversos estudios se centran en la determinación de los parámetros fermentativos para la elaboración de vinos de frutas como la naranja (Hoyos Concha et al., 2010), el marañón (Buelvas & Serna, 2017) mora e incluso tubérculos como el cubio (Morantes, 2018).

La fermentación alcohólica es un proceso que realizan principalmente las levaduras, las cuales producen enzimas que actúan sobre los azúcares formando alcohol y anhídrido carbónico como productos principales, y glicerina, aldehído, ácido acético, ácido succínico, butilenglicol y acetona como productos secundarios. Estos compuestos en mayor o menor proporción están presentes en vinos y otras bebidas alcohólicas aportando características sensoriales. Adicionalmente las bacterias lácticas también son utilizadas en la elaboración de vinos para la fermentación maloláctica, a fin de modificar y mejorar el sabor del vino. Otros microorganismos pueden resultar perjudiciales al metabolizar los azúcares, el ácido tartárico y el glicerol dando como resultado un índice de acidez volátil alto y características desagradables en la bebida (Mesas & Alegre, 1999). Generalmente para la fermentación de vinos de frutas se consideran algunos parámetros considerados como óptimos en el mosto a fermentar: pH= entre 2,8 y 4; Porcentaje de acidez: cercano a 5,5; y Grados Brix entre 18 y 22.

Finalizada la primera etapa de fermentación, se realizan trasiegos para separar los residuos sedimentados al fondo del recipiente. Generalmente se utilizan clarificantes para separar

los sólidos coloidales que aún quedan suspendidos después de la fermentación y dar un acabado limpio al vino. Los primeros clarificantes usados fueron la sangre de los animales y la clara de huevo, actualmente se usan productos como la gelatina, las tierras de diatomea, la bentonita, que ayudan a precipitar las impurezas presentes. El filtrado se realiza para terminar de separar los residuos sólidos, darle brillo y mejor acabado a los vinos, estos filtros pueden funcionar con presión al vacío (Pérez de Alarcón, 2018).

2.2.2.1 Levaduras

Las levaduras que intervienen en la fermentación alcohólica son llamadas anaerobias facultativas, puesto que pueden vivir en medios privados de aire. La levadura *Saccharomyces cerevisiae*, es el microorganismo más usado para la fermentación alcohólica, existen diversas cepas que se han seleccionado específicamente para la elaboración de vinos, sidras, cervezas, entre otras bebidas alcohólicas. Las levaduras son organismos unicelulares, con células ovaladas, pero también se pueden encontrar esféricas, cilíndricas, o elípticas, pueden alcanzar un diámetro de 5 μm . Su mecanismo de reproducción es por fisión binaria o gemación. y requieren de oxígeno para reproducirse. En promedio las levaduras producen 1% de alcohol por cada 17-18 g/L de azúcar, convirtiendo azúcares en alcohol etílico y dióxido de carbono.

2.2.2.2 Concentración de azúcares la fermentación

Por medio de la fórmula matemática de Gay-Lussac se obtiene la relación de azúcar, alcohol y gas carbónico:



$$100\% = 51,34\% \quad 48,16\%$$

Aunque en realidad, el fenómeno es más complejo. Pasteur estableció que la ecuación de Gay-Lussac es válida para el 90% del azúcar transformado. Entre mayor sea el contenido de azúcar, mayor será el potencial de conversión a alcohol.

2.3 Marco legal

En Colombia el Decreto 1686 ((Ministerio de Salud y Protección Social), 2012) establece los requisitos sanitarios que deben cumplir las bebidas alcohólicas destinadas al consumo humano en todas sus etapas. Allí se definen los conceptos de aperitivo, vino de frutas y mosto. El mosto es el “Sustrato fermentable sin riqueza alcohólica, obtenido a partir de uvas, frutas, cereales o de otros productos naturales agrícolas; ricos en carbohidratos, susceptibles de transformarse en etanol mediante procesos bioquímicos. Se designará como "mosto de...", seguido del nombre de la fruta o, sustancia de la cual proviene”(MSPS, 2012).

La Norma Técnica Colombiana (NTC 1245, 2004.) Bebidas Alcohólicas. Aperitivos, define este último como: “Aperitivo: Bebida alcohólica con una graduación de 2.5 a 15 grados alcoholimétricos a 20°C, estimulante del apetito que se obtiene por mezcla de destilados, fermentados, infusiones, maceraciones y digestiones de sustancias vegetales permitidas en sus extractos o esencias con vinos, vino de frutas, alcohol etílico rectificado neutro, alcohol extra neutro, alcohol vínico o mistela, a la que se le adiciona o no productos alimenticios orgánicos y otros aditivos permitidos”.

La Norma Técnica Colombiana 708 (NTC, 2000).Vinos de Frutas advierte que el vino de frutas es aquel obtenido por la fermentación alcohólica de mostos de frutas sanas que han sido sometidos a las mismas prácticas que los vinos de uva, obteniendo una graduación alcohólica mínima de 6% volumen”.

Además, se debe tener en cuenta el Decreto 3075 de 1987 y la Resolución 2674 de 2013, acerca de las Buenas prácticas de manufactura

3. Método

Se realizó una revisión bibliográfica donde se determinó que la mejor opción en cuanto al uso de levaduras era escoger cepas de levaduras comerciales seleccionadas para fermentación de vinos o cervezas, en lugar de levaduras de panificación o levaduras nativas presentes en la pulpa de café que han dado como resultado bebidas no viables debido a una fermentación de mala calidad (Cortés & Ladino, 2016). Se eligieron dos tipos de levaduras de una marca especializada, por sus características de resistencia a un amplio rango de condiciones del mosto, fácil asimilación de fructosa, baja producción de sulfitos y alta resistencia al alcohol. La elección de 15 y 20 °Brix se determinó para asegurar una producción entre 6 y 13 % v/v de alcohol y cumplir la NTC 708 para vinos de frutas. El proceso de fermentación se llevó a cabo en Villa de Leyva, Boyacá, a una temperatura promedio dentro de las instalaciones de 21°C y 72% de humedad.

3.1 Diseño experimental

Se determinó un diseño factorial completo 2 X 2 con dos repeticiones para un total de 4 tratamientos y ocho corridas. El factor A corresponde a las dos levaduras de la marca Fermentis (la BE 256 recomendada para la elaboración de cervezas y la BC S103 recomendada para cervezas) y el factor B corresponde a la concentración de azúcares iniciales expresada en grados Brix ajustados a 15°Brix y 20°Brix. Las combinaciones de los tratamientos se especifican en la Tabla 1.

Se registraron los datos iniciales y finales de pH, grados Brix y densidad. Durante la etapa de fermentación tumultuosa se registraron datos diarios de °Brix, dando por finalizada esta

primera etapa cuando esta medición se mantuvo constante por dos días consecutivos. Para calcular el porcentaje de alcohol aproximado alcanzado en cada tratamiento se utilizó el método ABV (porcentaje de Alcohol por Volumen) y con el fin de determinar el tratamiento con mejor aceptación se realizó una prueba hedónica de 9 puntos con 32 participantes que evaluaron la apariencia, olor, sabor y percepción general en cada muestra. Los resultados obtenidos fueron analizados usando el software Minitab. La muestra con mejor promedio en los parámetros sensoriales evaluados se llevó al Laboratorio de Alimentos de la UIS CICTA para el análisis fisicoquímico (grado alcohólico, acidez total, acidez volátil, extracto seco, azúcares totales)

Tabla 1.

Diseño Experimental

Factor A. Levaduras	Factor B.	
	15 ° Brix	20 °Brix
V = (Seleccionada para vinos)	Tratamiento 1	Tratamiento 2
C = (Seleccionada para cervezas)	Tratamiento 3	Tratamiento 4

Nota. Diseño factorial completo, cada tratamiento se realiza dos (2) veces

3.2 Herramientas y Materiales

Refractómetro. Se utilizó un refractómetro de mano con ATC con escala de 0-32 °Brix. Cuanto mayor concentración de azúcares presente un mosto, mayor será su densidad y menor la velocidad de los rayos de luz que lo atraviesen, que al mismo tiempo sufrirán una desviación en su trayectoria. El refractómetro permite cuantificar esa relación entre el grado de refracción y la concentración de azúcares en distintas unidades de medida mediante el empleo de escalas graduadas adecuadamente. La unidad de medida más frecuente es el grado Brix (° Brix) o

porcentaje en masa de sacarosa. Antes de emplear el refractómetro conviene calibrarlo adecuadamente según indican las instrucciones de uso y preparar la muestra, filtrando el mosto a través de un papel de filtro o una gasa seca doblada y eliminando las primeras gotas del filtrado (Para emplear nuestros refractómetros, conviene que la temperatura de la muestra esté en un rango de entre 20° y 30°C, no superando en ningún caso este último valor). Posteriormente, empleando una pipeta, se colocan unas gotas de la muestra filtrada en el prisma inferior del refractómetro, procurando que los prismas queden en estrecho contacto con la superficie de vidrio que debe quedar cubierta uniformemente. Conviene realizar al menos dos mediciones.

pHmetro. Un pHmetro o medidor de pH es un instrumento que mide la actividad del ion hidrógeno en soluciones acuosas, indicando su grado de acidez o alcalinidad expresada como pH. Se utilizó un pHmetro portátil con precisión de ± 0.01 . Antes de realizar las mediciones se calibró con soluciones de pH 4.00, 6.98 y 9.18 como indica el fabricante. Cada medición se repitió 3 veces y se anotó la media.

Densímetro. El densímetro es una herramienta de medición que permite determinar la densidad relativa de un líquido. Se utilizó un densímetro triple escala (°Brix, Alcohol potencial y g/cm³) comercializado para el control de mostos de vinos y cerveza. Se utilizó una probeta de vidrio de 250ml para contener el mosto, el método consiste en sumergir suavemente el densímetro hasta que este flote libremente y se estabilice. Se realiza lectura de la escala graduada del densímetro a la altura que alcanza la superficie del mosto. La diferencia entre la densidad del mosto al iniciar la fermentación y la densidad final, permite calcular aproximadamente el porcentaje de alcohol en volumen.

Fermentador o Bioreactor. Se adecuaron 8 recipientes con tapa hermética y capacidad de 5 litros para realizar las corridas. Se les instaló un airlock o trampa de aire en la tapa para

permitir la salida de CO₂ y una válvula cercana a la base del recipiente que facilitó la toma de muestras para las mediciones y control. Luego de la primera fase de fermentación tumultuosa el primer trasiego se realizó a recipientes de vidrio de 5 litros con trampa de aire, estos ya no requerían válvula.

Autosifón. Consiste en una bomba manual, utilizada en la elaboración artesanal de vinos y cervezas para extraer el líquido sin necesidad de mover el recipiente que lo contiene evitando revolver los sedimentos que se precipitan al fondo del fermentador.

Termómetro. Se utilizó un termómetro de punzón con escala en grados centígrados para controlar la temperatura del mosto, la temperatura de inoculación y de toma de muestras.

Levadura Fermentis SafOEno BC S103 (*Saccharomyces bayanus*) según el fabricante esta levadura ha sido aislada por sus excelentes propiedades fermentativas y gran resistencia a condiciones de vinificación extremas. Fermenta a temperaturas de 10 °C - 35 °C y asimila muy bien la fructosa, su tolerancia al alcohol es de hasta 18% vol./vol. Tiene bajos requerimientos de nitrógeno y no produce compuestos azufrados. Para la inoculación se utilizó 0.4g/litro y se mezcló en un volumen de agua equivalente a 10 veces el peso de la levadura a suspender, a una temperatura de 35 °C. Se dejó reposar durante 20 minutos y se mezcló de nuevo suavemente hasta completar la rehidratación. En forma progresiva y con agitación, se agregó mosto al inóculo hasta duplicar su volumen dando lugar a la activación de la levadura. Se dejó descansar por 10 minutos y luego se incorporó la mezcla con el inóculo al mosto removiendo para permitir la aireación del mismo. Esta levadura fue utilizada en los tratamientos 1 y 2.

Levaduras Fermentis SafAle BE 256 (*Saccharomyces cerevisiae*). Levadura activa seca recomendada para producir una gran diversidad de cervezas, dentro de las cuales se encuentran las de estilo Abadía, conocidas por su alto contenido alcohólico, por lo que tolera

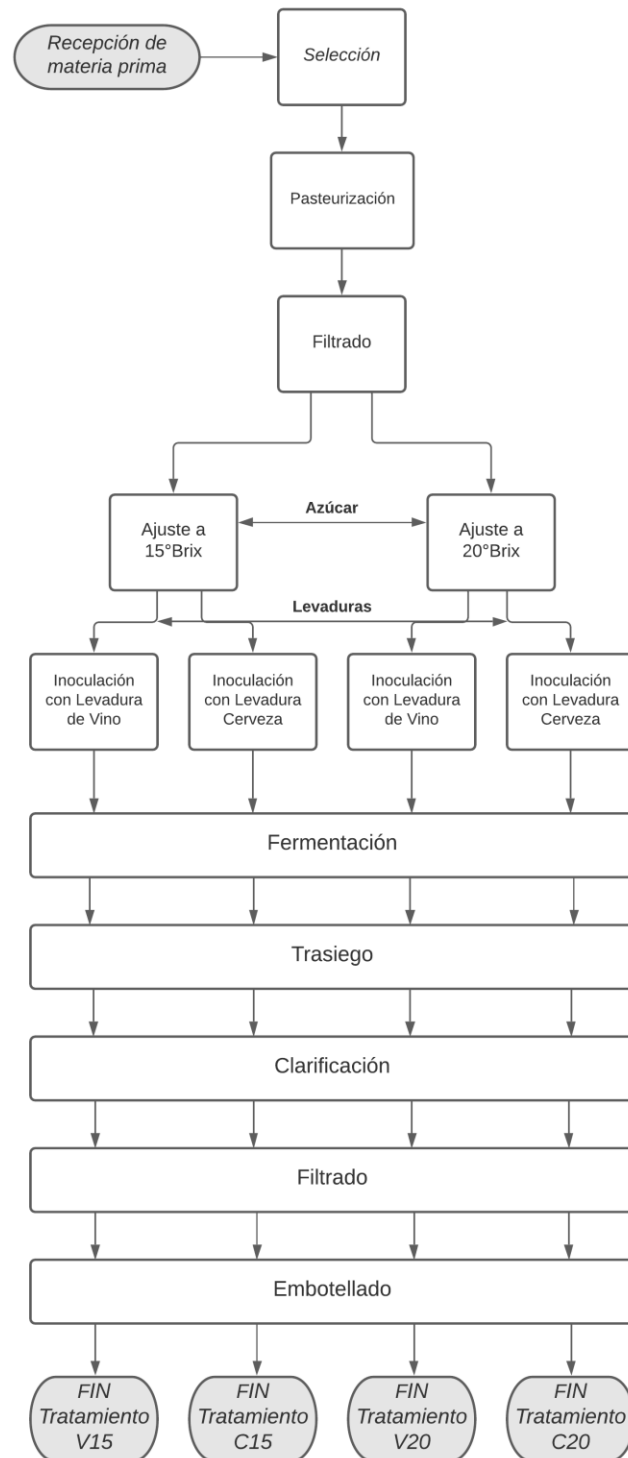
niveles de alcohol del 9-11% vol./vol. y puede fermentar a temperaturas de 18 a 28°C. Se siguieron las recomendaciones de uso del fabricante de 0.8g/ litro y siembra directa a una temperatura mayor a la de fermentación (26-28°C) espolvoreando progresivamente sobre la superficie del mosto y evitando la formación de grumos. Esta levadura fue utilizada en los tratamientos 3 y 4.

3.3 Proceso de elaboración

El proceso se realizó en Villa de Leyva, Boyacá, a una temperatura promedio de 21° C y 72% de humedad. En la figura 2 se observa el diagrama del proceso. Para la obtención de la pulpa se cosecharon manualmente los frutos de café y se lavaron antes de ingresar a la despulpadora. Se recolectaron 35 kg de pulpa inmediatamente después del despulpado y mediante selección manual se retiraron frutos verdes, granos de café y otras impurezas. Se lavó con agua limpia y se hicieron mediciones de pH con pH metro digital y grados Brix con refractómetro de mano ATC marca Hanna. El flujograma que se adaptó para la elaboración de los tratamientos se observa en la Figura 2.

3.3.1 Extracción del jugo

Para la extracción del jugo se añadió agua filtrada en una proporción en peso 1/1 de pulpa/agua. Se llevó a una temperatura de 85°C por 15 minutos siguiendo la recomendación de (Arguedas-Gamboa, 2014) para facilitar la extracción de sólidos solubles de la pulpa y eliminar microorganismos que puedan resultar perjudiciales en el proceso. Al bajar la temperatura a 30°C se procedió al filtrado con ayuda de un filtro de muselina ejerciendo presión para facilitar la extracción del jugo. Se midió nuevamente los grados Brix y el pH del jugo obtenido, así como su densidad con un densímetro de triple escala especial para vino y cervezas.

Figura 2.*Flujograma de Proceso para la Elaboración de los Tratamientos*

3.3.2 Preparación de tratamientos

El jugo obtenido se dividió en dos, se hicieron los cálculos para añadir el azúcar necesaria hasta alcanzar los 15°Brix para los tratamientos 1 y 3, y 20°Brix para los tratamientos 2 y 4 usando la fórmula: $(M1 * X1) + (M2 * X2) = MF * XF$ donde: M1= Masa de la solución 1, X1= °Brix de la solución 1, M2= Masa de la solución 2, X2= °Brix de la solución 2, MF= Masa de la solución final, XF= °Brix de la solución final. Nuevamente se dividió cada jugo en dos y se inoculó con levaduras Fermentis SafOEno BC S103 (*Saccharomyces bayanus*) los tratamientos 1 y 2, y con Fermentis SafAle BE 256 (*Saccharomyces cerevisiae*) los tratamientos 3 y 4, siguiendo las recomendaciones específicas del fabricante para cada una.

3.3.4 Fermentación y seguimiento

La fermentación se realizó en los biodigestores descritos anteriormente (figura 3) Se tomaron mediciones iniciales y finales del pH del mosto con pH-metro digital (precisión de 0.1), la densidad específica con un densímetro triple escala para determinar el potencial de alcohol con ayuda de la tabla “Potential Alcohol By Volume USA” utilizando el método oficial AOAC 945.06, así mismo se realizaron mediciones iniciales y seguimiento diario de °Brix con refractómetro manual (escala de 0-32 °Brix, ATC). La fermentación se detuvo cuando la medición de grados Brix fue la misma durante dos días seguidos. Se calculó el porcentaje aproximado de alcohol v/v final por la diferencia en densidad relativa utilizando la tabla “Potential Alcohol By Volumen USA”

3.3.5 Trasiego, Clarificado y filtrado

Al finalizar la primera etapa de fermentación se realizó el primer trasiego de cada tratamiento, con ayuda de un auto-sifón, a otro recipiente de vidrio de 5l con trampa de aire (airlocks). Se realizó un segundo trasiego a los 15 días y un tercer trasiego en 15 días más.

Posteriormente se adicionó Bentonita (0.07g/l) a cada tratamiento para clarificar, dejando reposar por 15 días más para sedimentación. Pasado este tiempo se realizó el último trasiego con ayuda del auto sifón y finalmente el filtrado con filtros de papel sin olor utilizados en la preparación de café.

Figura 3.

Etapas en el Proceso de elaboración



Nota. De izquierda a derecha, pulpa fresca de café, coccion de la pulpa, recipiente para fermentación con trampa de aire y valvula de salida y recipiente de vidrio con trampa de aire para los trasiegos.

3.4 Pruebas sensoriales

Se diseñó una prueba hedónica de aceptación de 9 puntos teniendo como referencia la NTC 4794:2020 “Análisis sensorial de bebidas que contienen alcohol etílico”. El panel contó con 32 evaluadores inexpertos, mayores de edad, que manifestaron consumir bebidas alcohólicas ocasionalmente y mostraron interés en participar de la prueba, las personas seleccionadas manifestaron no tener problemas de alcoholismo, ni tener alguna restricción médica que les impida el consumo de bebidas alcohólicas y en el caso de las mujeres no estar en estado de embarazo o lactancia (Anexo A). A los participantes se les presentó el formulario de respuestas

para el análisis sensorial (Anexo B) donde se les solicitaba evaluar separadamente la apariencia, el olor, el sabor y la percepción general de cada muestra, en una escala numérica de 1 a 9, siendo 1 el puntaje más bajo que indica total desagrado, y 9 el puntaje más alto que indica total agrado. Se verificó que entendieran el formulario, se hicieron las respectivas recomendaciones de seguridad y se despejaron dudas. Los participantes contaban con agua y galletas para limpiar el paladar durante los descansos.

Las muestras se presentaron de manera monódica secuencial, es decir, una muestra a la vez. Se evaluaron en total 8 muestras correspondientes a las 2 réplicas de los 4 tratamientos. Para su identificación se les designó un código de tres dígitos así: Tratamiento 1 (325 y 568); Tratamiento 2 (785 y 686); Tratamiento 3 (485 y 758) y Tratamiento 4 (175 y 985). Los resultados obtenidos fueron tabulados en el software Minitab para realizar el análisis de varianza (ANOVA) para determinar si las diferencias entre las calificaciones medias obtenidas tenían diferencias significativas con un nivel de confianza del 95%. Para ello se determinó la hipótesis nula: los factores A y B no influyen en las medias de calificación sensorial y la hipótesis alterna: los factores A y B influyen en la calificación sensorial.

3.5 Análisis de laboratorio

Las pruebas realizadas en laboratorio corresponden a:

- Determinación del grado alcoholimétrico, se efectúa de a NTC 5113:2018.
- Determinación por titulometría de la acidez total, de acuerdo con lo indicado en AOAC 942.15. y el método AOAC 935.23 para la acidez volátil.
- Determinación de azúcares totales por cromatografía líquida.
- Determinación del extracto seco reducido por el método gravimétrico

4. Resultados

La pulpa de café seleccionada en fresco tenía 13° Brix, sin embargo, luego del proceso de dilución y extracción del jugo, la concentración de sólidos solubles bajó a de 5,5 ° Brix, por lo que fue necesario añadir azúcar hasta alcanzar los 15 y 20 ° Brix, en la tabla 2 se observan las cantidades de azúcar añadidas en gramos por litro, así como la levadura utilizada y sus cantidades para cada tratamiento, el pH inicial fue 4.54 para todos los tratamientos.

Tabla 2.

Datos Iniciales Para Cada Tratamiento

Tratamiento	°Brix Inicial	Azúcar Añadida (g/l)	Levadura	Cantidad de Levadura (g/l)
1	15	114.0 ± 0.01	Safoeno BC S103	0.4 ± 0.01
2	20	184.9 ± 0.01	Safoeno BC S103	0.4 ± 0.01
3	15	184.9 ± 0.01	SafAle BE-256	0.8 ± 0.01
4	20	114.0 ± 0.01	SafAle BE-256	0.8 ± 0.01

Durante los primeros 7 días se hizo un seguimiento al consumo de azúcar en la fermentación (Tabla 3) en cada réplica. Cuando se obtuvo el mismo valor en grados Brix durante al menos dos días seguidos, se dio por terminada esta primera etapa y se realizó el primer trasiego para retirar el sedimento.

Todos los tratamientos terminaron esta primera fase con un pH de 4.01. El tratamiento 1 terminó a los 6 días con 5.5 °Brix para ambas replicas; el tratamiento 2 con 7 °Brix en 7 días para la réplica 1 y 6 días en la réplica 2; el tratamiento 3 a los 6 días se estabilizó en $5.9 \pm 0.1^\circ$ Brix y el tratamiento 4 a los 7 días con 10.8° Brix.

Tabla 3.*Seguimiento Diario °Brix Durante La Fermentación Tumultuosa*

Replica	Tratamiento	°Brix/Dia							
		0	1	2	3	4	5	6	7
1	1	15	12	8,9	6	5,5	5,5	5,5	-
1	2	20	18,9	15,9	13	10	8	7	7
1	3	15	11,5	9,5	7,6	6,5	5,8	5,8	-
1	4	20	18,2	16	14,2	13	11,9	10,8	10,8
2	1	15	12	9	6,5	5,8	5,5	5,5	-
2	2	20	17,5	14,5	11	8,6	7	7	-
2	3	15	12,9	10,6	9	7,2	6	6	-
2	4	20	18	16	14	13	12	11	10,8

Nota: El refractómetro utilizado tiene una precisión de $\pm 0.1^\circ$ Brix

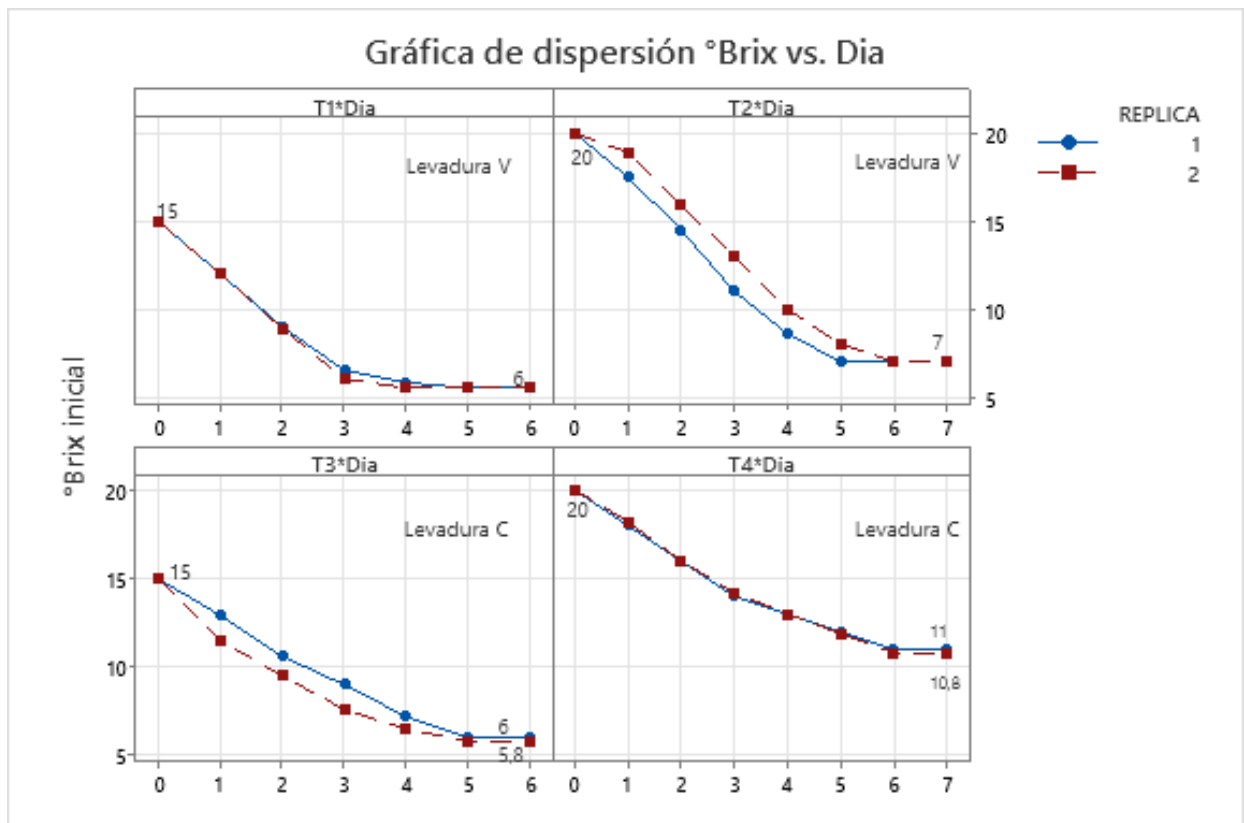
El Tratamiento 2 fue el de mayor consumo de azúcar, con una diferencia entre los grados Brix al inicio y al final de la fermentación de 13° Brix; para el Tratamiento 1, la diferencia fue 9.5° Brix; mientras que el Tratamiento 3 y 4 mostraron diferencias de $9.1 \pm 0.1^\circ$ Brix (Figura 4).

Se calculó del porcentaje aproximado de alcohol por volumen para cada tratamiento (Tabla 4). Los tratamientos con 20° brix iniciales tanto con levadura de vino, como con levadura de cerveza tuvieron una mayor conversión de alcohol, los tratamientos 1 y 2 inoculados con levadura comercial para vino mostraron mayor producción de alcohol respecto a los $^\circ$ Brix iniciales. El tratamiento 2 inoculado con levadura de vino a 20° Brix obtuvo el mayor porcentaje

de alcohol (12.21% vol/vol)., mientras que el tratamiento 3 correspondiente al inoculado con levadura de cerveza a 15°Brix obtuvo el menor porcentaje de alcohol (6.92% vol/vol.).

Figura 4.

Variación diaria de °Brix



Nota. Grafica °Brix vs. Día. Imagen superior izquierda T1 (Levadura Vino, 15°Brix); imagen superior derecha T2 (Levadura vino, 20°Brix); imagen inferior izquierda T3 (Levadura cerveza 15°Brix); imagen inferior derecha T4 (Levadura cerveza, 20°Brix)

En cuanto a las pruebas sensoriales, se realizaron para 32 personas evaluando ambas réplicas, para un total de 64 datos por atributo, las figuras 4, 5,6 y 7 muestran el histograma para cada atributo con sus respectivas frecuencias, medias y desviaciones estándar por tratamiento, estos resultados se detallan en el Apéndice C. El atributo mejor valorado fue la apariencia (figura

5) con calificaciones de 4 a 8, la mayoría calificó este atributo por encima de 6, con medias entre 6.64 ± 0.65 para el Tratamiento 4 y 6.73 ± 0.72 para el Tratamiento 2 que fue el mejor puntuado.

Tabla 4.

Aproximado Porcentaje Alcohólico por Volumen (ABV)

Tratamiento	DR Inicial (g/cm ³)	DR Final (g/cm ³)	Delta SG	% Aproximado de alcohol alcanzado en volumen
1	1.054	0.998	0.056	7.35%
2	1.085	0.992	0.088	12.21%
3	1.052	1.000	0.052	6.92%
4	1.085	1.019	0.066	8.66%

Nota: Porcentaje de alcohol en volumen para cada tratamiento, los valores de densidad relativa

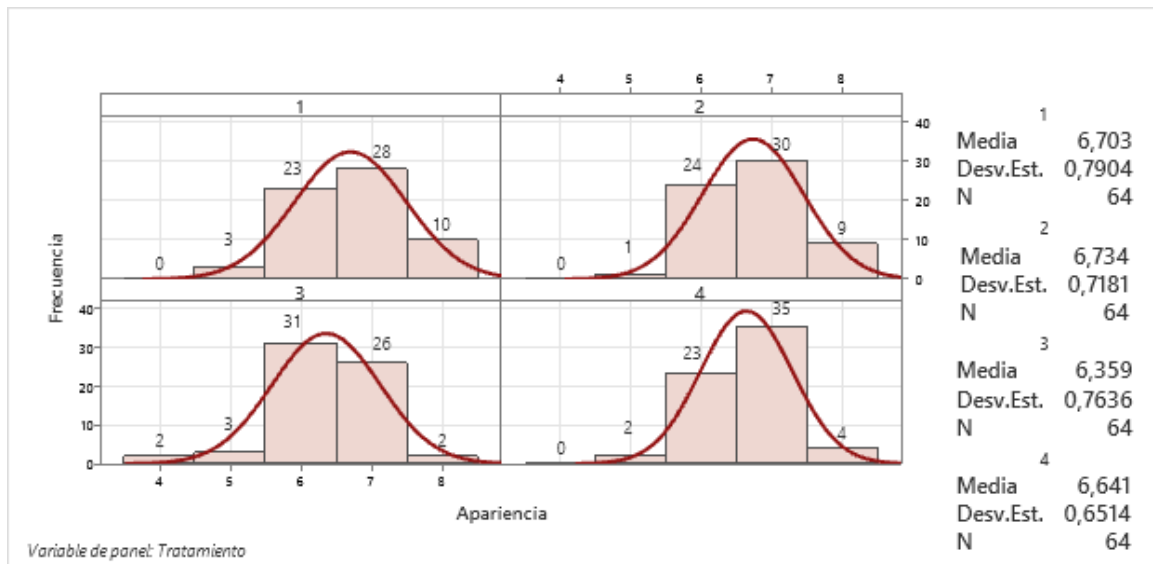
(DR) inicial y final por tratamiento, fueron los mismos tanto para la réplica 1 como para la 2.

El atributo olor obtuvo calificaciones más bajas (figura 6), el tratamiento 3 y 4 apenas superaron la puntuación de 5 que era el punto intermedio de la escala, lo que indica que en su mayoría este atributo resultó desagradable en estos dos tratamientos, el mejor puntaje para “Olor” fue para el Tratamiento 2 (6.20 ± 0.82).

Para el atributo Sabor obtuvo calificaciones desde el 4 hasta el 8, (figura 7.), la media del tratamiento 3 fue de 4.75 ± 0.96 lo que indica que no sólo fue la puntuación más baja en la evaluación sensorial, si no que resultó desagradable para los panelistas, de la misma manera le siguió el tratamiento 4, con una media de 5.86 ± 0.80 . Las muestras consideradas con mejor sabor fueron el tratamiento 1 y 2 con medias de 6.34 ± 0.70 y 6.40 ± 0.64 respectivamente.

Figura 5.

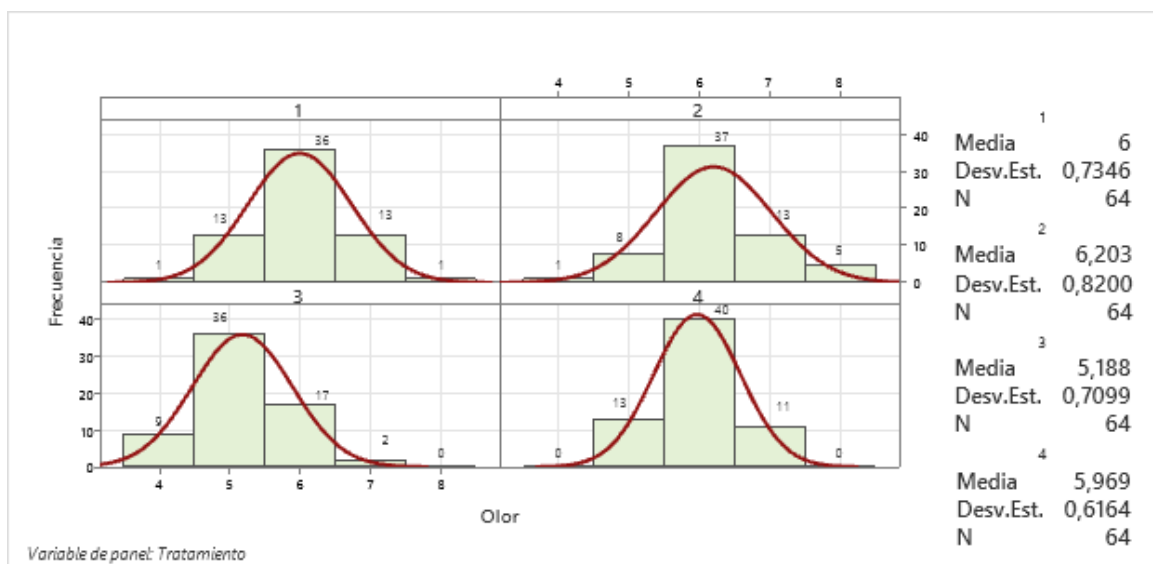
Histograma de Apariencia por Tratamiento



Nota: Histograma con curva normal para la variable Apariencia por tratamiento, a la derecha se observan las medias y desviaciones estándar para Tratamiento 1, 2,3 y 4 respectivamente.

Figura 6.

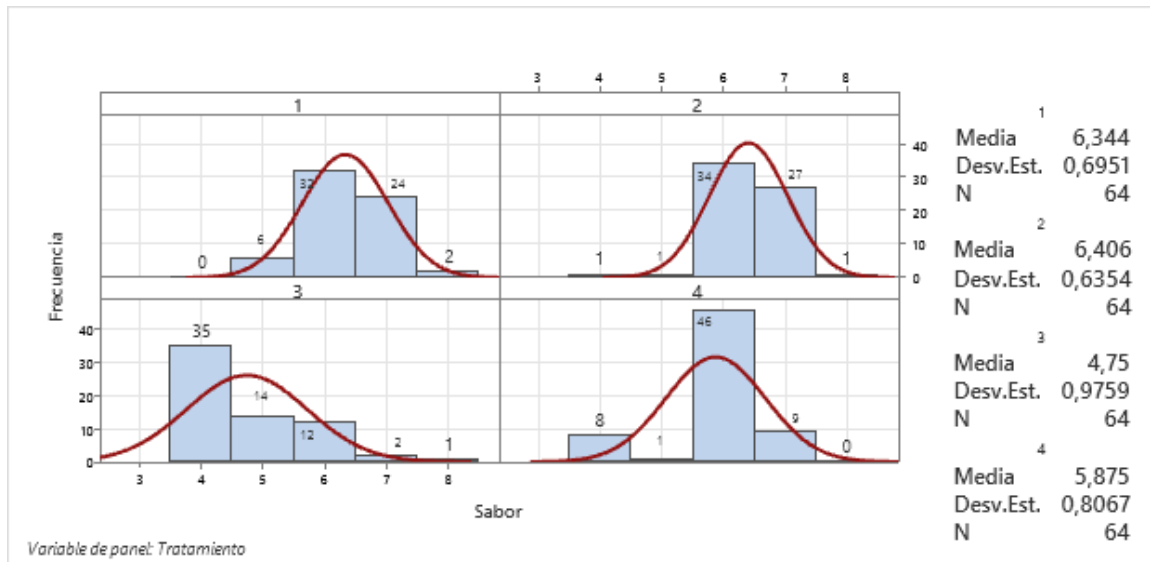
Histograma de Olor por Tratamiento



Nota: Histograma con curva normal para la variable Olor por tratamiento, a la derecha se observan las medias y desviaciones estándar para Tratamiento 1, 2,3 y 4 respectivamente.

Figura 7.

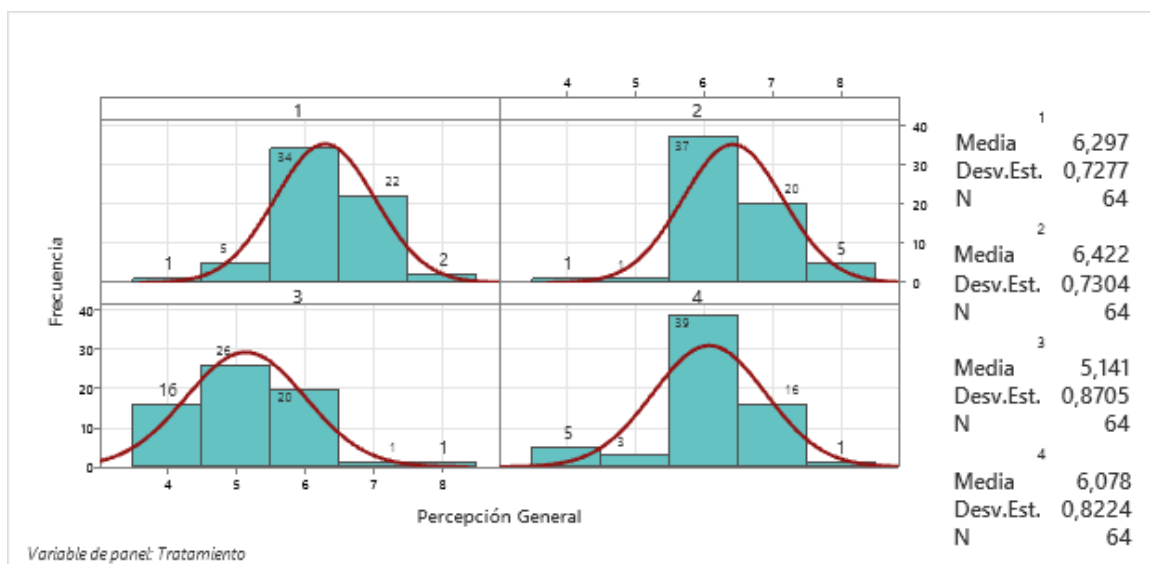
Histograma Sabor por Tratamiento



Nota: Histograma con curva normal para la variable Sabor por tratamiento, a la derecha se observan las medias y Desv. Est. para Tratamiento 1, 2,3 y 4 respectivamente.

Figura 8.

Histograma Percepción General por Tratamiento



Nota: Histograma con curva normal para la variable Percepción General por tratamiento, a la derecha se observan las medias y Desv. Est. para Tratamiento 1, 2,3 y 4 respectivamente.

En cuanto a la percepción general (figura 8), se obtuvieron calificaciones de 4 a 8, El tratamiento 3 obtuvo muy poca aceptación con 42 calificaciones iguales o menores a 5 y una media de 5.14 ± 0.87 , los demás tratamientos obtuvieron en su mayoría calificaciones por encima de 6 lo que indica algún grado de aceptación, el mejor puntuado fue el tratamiento 2 (6.40 ± 0.64)

Se realizó un análisis de varianza ANOVA de dos vías, para determinar si los factores Levadura y ° Brix, así como la interacción entre ambos, influyen en las puntuaciones medias de los atributos evaluados, con un nivel de confianza del 95% (Tabla 6). Los valores P por debajo de 0.05 permiten rechazar la hipótesis nula e indican que si hay una influencia significativa de los factores y sus interacciones en las medias obtenidas para los atributos de olor, sabor y percepción general, también existe una relación entre el factor levadura y la apariencia ($p=0.018$), sin embargo los °Brix al iniciar la fermentación y su interacción con el tipo de levadura no parecen tener influencia en la puntuación media para el atributo de apariencia, pues los valores p del análisis de varianza superan el 0.05.

Tabla 5.

Resultados ANOVA dos factores

	P valor	P valor	P valor	P Valor
	Apariencia	Olor	Sabor	Percp. Gral.
Levadura	0,018	0,000	0,000	0,000
°Brix Inicial	0.089	0,000	0,000	0,000
Levadura*°Brix Inicial	0.174	0,002	0,000	0,000

Teniendo en cuenta que, si existe una influencia de los factores en el nivel de aceptación para la mayoría de las características sensoriales evaluadas, se eligió el tratamiento con mejores puntuaciones para realizar los análisis fisicoquímicos de laboratorio. El tratamiento 3 obtuvo las puntuaciones más bajas en todos los atributos evaluados, en orden ascendente le sigue el tratamiento 4 con puntuaciones bajas especialmente en olor y sabor; Los tratamientos 1 y 2 obtuvieron medias por encima de 6 para todos los atributos lo que muestra un buen nivel de aceptación, además sus medias se mantienen muy cerca en todos los atributos evaluados, sin embargo el tratamiento 2 recibió las mejores puntuaciones para los cuatro atributos, por lo que se asume es el de mayor aceptación en la prueba sensorial.

Tabla 6.

Resultados de laboratorio muestra Tratamiento 2

Parámetro	Unidad	Resultado
Acidez total (ácido tartárico)	g/L muestra	5.50
Acidez volátil (ácido acético)	g/L muestra	0.13
Azúcares totales	g/100 muestra (%)	0.00
Extracto seco	g/L muestra	20.79
Grado alcohólico	%	12.43

Nota. Análisis realizados por el laboratorio de alimentos (CICTA) UIS

4.1 Discusión

Se puede observar que el grado de aceptación por parte del grupo de evaluadores varía de un tratamiento a otro. El análisis de varianza ANOVA de dos vías se realiza para comparar las medias, determinar si hay diferencias significativas en las mismas y por tanto, si hay un efecto de

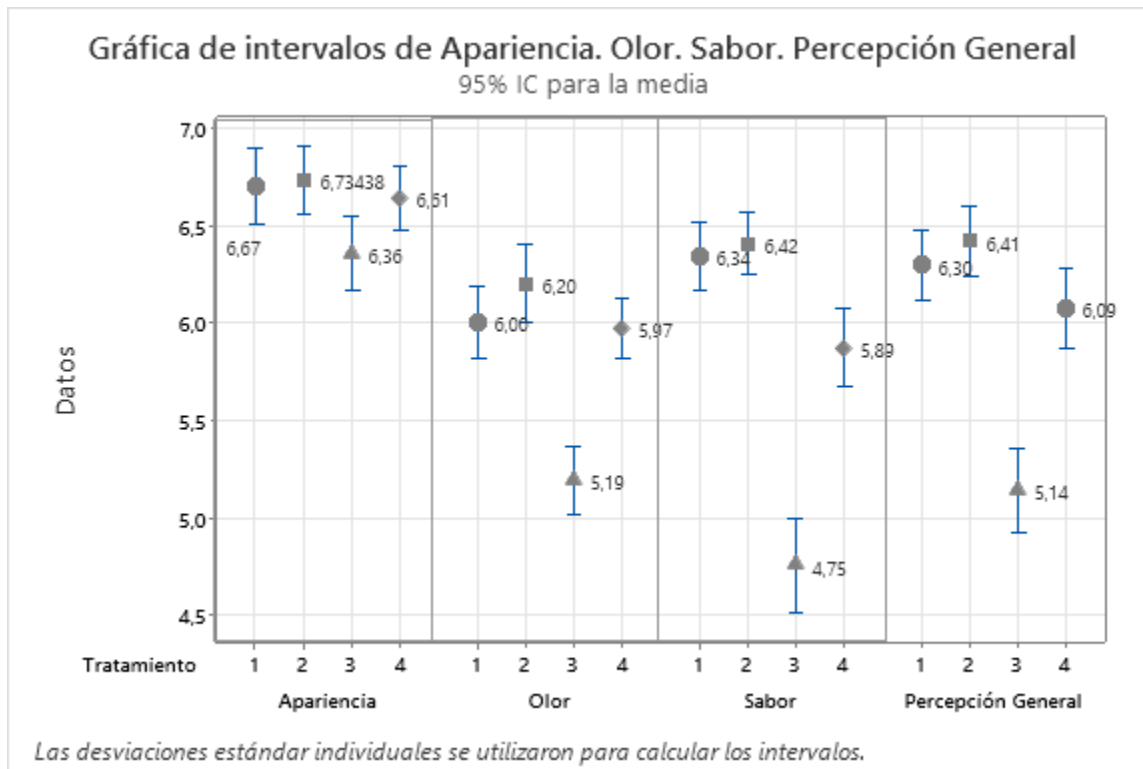
los factores evaluados. Con un nivel de significancia del 95% al comparar las medias obtenidas en la prueba hedónica para cada tratamiento, en los parámetros de olor, sabor y percepción general, los valores $p > 0.05$ indican que efectivamente los factores si influyen en la aceptación de dichas características en la bebida final

Durante el proceso de elaboración se pudo observar que los tratamientos con levadura de vino clarificaron más fácil y rápido que los tratamientos con levadura de cerveza, resultando estos últimos con una apariencia un poco turbia, mientras que los tratamientos 1 y 2 con levadura de vino tenían una apariencia más limpia y un color más intenso. Los resultados del análisis ANOVA de la prueba de aceptación para la variable “Apariencia” mostraron una diferencia significativa ($p= 0,018$) en las medias, relacionada con el factor “levadura” y como se observa en la Figura 9, los tratamientos 1 y 2 correspondientes a los fermentados con levadura de vino obtuvieron en promedio puntuaciones más altas que los tratamientos 3 y 4 fermentados con levadura de cerveza; sin embargo no se observa diferencia significativa entre las medias relacionada con el factor °Brix iniciales o su interacción entre ambos factores ($p = 0.174$), los 4 tratamientos reciben en su mayoría calificaciones por encima de 6 que indican algún nivel de agrado y los intervalos de confianza se solapan.

Para el atributo “Sabor” la diferencia entre las medias fue mucho más amplia, obteniendo mejores puntuaciones los tratamientos inoculados con levadura de vino, así mismo el consumo de azúcares y por ende su grado alcohólico fue mayor que en los inoculados con levadura de cerveza para ambos niveles de °Brix iniciales (15 y 20). La transformación de azúcar en la fermentación alcohólica se ve afectada entre otros factores por la tolerancia de las levaduras al alcohol etílico, en este caso, según el fabricante, la tolerancia de la levadura de vino es mayor (18% vol./vol.) que la de la levadura de cerveza (9 al 11% vol./vol.).

Figura 9.

Grafica de Medias e Intervalos de Análisis Sensorial



Por su parte si analizamos la influencia del factor °Brix iniciales, los panelistas dieron mejores puntajes en promedio a los tratamientos que iniciaron con 20°brix, estos como era de esperar, lograron mayores porcentajes de alcohol al tener mayor disponibilidad de azúcar que los tratamientos con 15°brix iniciales. Si analizamos la interacción entre levadura y grados Brix iniciales, vemos que el tratamiento 3 (levadura de cerveza/15°Brix iniciales) solo alcanzó el 6.92% vol./vol., probablemente la disponibilidad de azúcares fue una limitante en la fermentación, mientras que el tratamiento 4 (Levadura de cerveza/20° Brix) llegó a los 8.66% vol./vol., cercano a su límite de tolerancia de alcohol. En el caso de los tratamientos inoculados con levadura comercial para vino, el tratamiento 1 con 15° Brix iniciales alcanzo un volumen alcohólico de 7.35% vol./vol., mientras que el tratamiento 4 al tener mayor disponibilidad de

azúcar y una levadura con mayor tolerancia al alcohol alcanzó un volumen alcohólico por encima del 12% vol./vol., siendo además el que mejor aceptación obtuvo en cuanto a sabor.

En la percepción general se buscó conocer una visión más completa del grado de aceptación de cada persona hacia el producto, entendiendo que el gusto o disgusto hacia una bebida es más que la simple suma del sabor olor y apariencia, ya que no todas las personas dan la misma ponderación o importancia a cada uno de estos sentidos. Los promedios obtenidos corroboran que el tratamiento 2 (levadura de vino, 20°Brix), fue el de mayor aceptación, seguido del tratamiento 1 y 4, el tratamiento 3 (levadura de cerveza, 15°Brix) tuvo la aceptación más baja.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos de laboratorio realizados a la muestra del tratamiento 2, están de acuerdo con la NTC 708 Vino de Frutas, estas bebidas deben contener mínimo 6 grados alcoholímetros, la muestra alcanzó los 12,43, semejante a otros vinos comerciales. Cabe aclarar que el análisis de grado alcohólico en la muestra enviada al laboratorio se realiza según la NTC 5113:2018, siendo esta más precisa que la estimación realizada durante el proceso de fermentación que arrojó como resultado aproximado 12.21% vol. /vol. (Tabla 4.). Los demás parámetros evaluados también mostraron concordancia con la norma: acidez total expresada en ácido tartárico 5.50 g/L (rango aceptable: 3.5 – 10g/L); acidez volátil expresada en ácido acético 0.13g/L, el límite máximo en la norma es de 1.2g/L; extracto seco 20,79 g/L la norma exige mínimo 10g/L y en cuanto a los azúcares totales la muestra se puede clasificar como vino de frutas seco (0 -15 g/L) al contener 0.00 g/L.

5. Conclusiones

Se obtuvo una bebida con fermentación alcohólica de la pulpa del café que permite aprovechar y dar valor este subproducto, con buen grado de aceptación entre los posibles

consumidores. El tipo de levadura utilizada influye en las características sensoriales y el grado de aceptación de la bebida, obteniendo mejores resultados con los tratamientos inoculados con levadura comercial para vino respecto a los que utilizaron levadura comercial para cerveza. Además, los panelistas prefirieron las bebidas fermentadas con 20° Brix iniciales frente a las que iniciaron con 15° Brix.

El registro de propiedades fisicoquímicas permitió evaluar los comportamientos en el pH, grados Brix, densidad y alcohol potencial de acuerdo con la cantidad de azúcar inicial presente en cada tratamiento y el tipo de levadura utilizada durante la primera etapa de fermentación alcohólica. El valor de pH fue el mismo para todas las muestras en cada uno de los momentos en que se determinó iniciando con 4.54 ± 0.01 y finalizando con 4.01 ± 0.01 . Los valores de grados Brix y densidad disminuyeron en todos los tratamientos como era de esperar, los tratamientos 1 y 3 que iniciaron con 15° Brix, finalizaron la primera etapa luego de 7 días con 5.5 ± 0.01 y 5.8 ± 0.01 °Brix respectivamente; por su parte los tratamientos 2 y 4 con 20°Brix iniciales llegaron a los 7 ± 0.01 y 10.8 ± 0.01 °Brix respectivamente. La diferencia entre la densidad inicial y final para el tratamiento 1 fue de 0.056 g/cm^3 ; para el tratamiento 2, 0.088 g/cm^3 ; para el tratamiento 3, 0.052 g/cm^3 y para el tratamiento 4, 0.066 g/cm^3 . Con estos valores se realizó el cálculo aproximado del porcentaje alcohólico por volumen (ABV) dando como resultado 7.35% para el tratamiento 1, 12.21% para el tratamiento 2, 6.92% para el tratamiento 3 y 8.66% para el tratamiento 4.

La combinación de factores con mayor aceptación se dio para la bebida inoculada con levaduras comerciales de vino en un mosto (jugo a fermentar) de pulpa de café con 20°Brix. Este tratamiento, evaluado en una escala hedónica de 9 puntos, obtuvo mejores puntuaciones en Apariencia (6.73 ± 0.52) Olor (6.20 ± 0.67), Sabor (6.41 ± 0.40) y Percepción general ($6.42 \pm$

053), sin embargo, en cuanto a la apariencia no hubo una diferencia significativa con la media obtenida para los otros tratamientos.

Los análisis fisicoquímicos para el tratamiento 2, elegido en la prueba hedónica como el de mayor aceptación, dieron como resultado: grado alcohólico 12.43%, extracto seco 20.79 g/L, azúcares totales 0.00g, acidez total 5.50 g/L (ácido tartárico) y acidez volátil 0.13g/L (ácido acético), están dentro de los parámetros establecidos por la Norma Técnica Colombiana 708 para los vinos de frutas y por el contenido de azúcar se puede clasificar como vino de pulpa de café seco.

6. Recomendaciones (Opcional)

Se recomienda realizar pruebas con una relación pulpa/agua mayor, a fin de aprovechar mejor la pulpa y sus azúcares naturales. Así mismo se recomienda realizar la prueba de aceptación con una mayor cantidad de evaluadores y realizar un perfil sensorial.

Referencias Bibliográficas

- (Ministerio de Salud y Protección Social). (2012). *República de Colombia*.
- Arguedas-Gamboa, P. (2014). Definición del proceso de elaboración de una bebida fermentada a partir de pulpa del café (broza). *Revista Tecnología En Marcha*, 38. <https://doi.org/10.18845/tm.v0i0.1654>
- Buelvas, E., & Serna, M. (2017). *Determinación del perfil sensorial y caracterización fisicoquímica del vino de marañón (anacardium occidentale) producido artesanalmente en el municipio de chinú (córdoba)*.
- Carolina Chaves-Ulate, E., & Esquivel-Rodríguez, P. (2019). Chlorogenic acids present in coffee: Antioxidant and antimicrobial capacity. *Agronomy Mesoamerican*, 30(1), 299–311. <https://doi.org/10.15517/am.v30i1.32974>
- Cereza del café: Anatomía | Cafés Mama Same*. (n.d.). Retrieved October 10, 2021, from <https://cafesmamasame.com/es/blog/cereza-del-cafe-anatomia>
- Chumo, A., & San Martín, C. (2017). *Extracción de taninos de la borra de café mediante lixiviación soxhlet*. 2–54. [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18205/1/401-1220 - Extracción de Taninos de la borra de café mediante lixiviación soxhlet.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18205/1/401-1220_-_Extracci3n_de_Taninos_de_la_borra_de_caf3_mediante_lixiviaci3n_soxhlet.pdf)
- Cortés, M., & Ladino, O. (2016). Elaboración De Una Bebida Alcohólica Usando Subproductos Del Proceso De Beneficio Del Café (Pulpa De Café). *Revista Nova (Colombia)*. <https://doi.org/10.1016/J.Zefq.2011.09.019>
- de Melo, M. M. R., Silvestre, A. J. D., Portugal, I., & Silva, C. M. (2017). Chapter 5 - Emerging

technologies for the recovery of valuable compounds from coffee processing by-products

A2 - Galanakis, Charis M. BT - Handbook of Coffee Processing By-Products. *Handbook of Coffee Processing By-Products*, 141–169.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128112908000050>

Esquivel, P., & Jiménez, V. M. (2012). Functional properties of coffee and coffee by-products.

Food Research International, 46(2), 488–495. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2021). *Estadísticas Cafeteras - Federación*

Nacional de Cafeteros. <https://federaciondefcafeteros.org/wp/estadisticas-cafeteras/>

Fierro-Cabrales, N., Contreras-Oliva, A., González-Ríos, O., Rosas-Mendoza, E. S., & Morales-

Ramos, V. (2018). Caracterización química y nutrimental de la pulpa de café (*Coffea arabica* L.). *Agroproductividad*, 11(4), 9–13.

<https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&sw=w&issn=&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA619548660&sid=googleScholar&linkaccess=fulltext>

Hoyos Concha, J., Urbano, F., Villada Castillo, H., Mosquera Sánchez, S., & Navia Porras, D.

(2010). Determinación de parámetros fermentativos para la formulación y obtención de vino de naranja (*Citrus sinensis*). *Ingresar a La Revista*, 8(1), 26–34.

Koshiro, Y., Zheng, X. Q., Wang, M. L., Nagai, C., & Ashihara, H. (2006). Changes in content

and biosynthetic activity of caffeine and trigonelline during growth and ripening of *Coffea arabica* and *Coffea canephora* fruits. *Plant Science*, 171(2), 242–250.

<https://doi.org/10.1016/J.PLANTSCI.2006.03.017>

Martínez Alemán, S. R., Hernández Castillo, F. D., Aguilar González, C. N., & Rodríguez

Herrera, R. (2019). Extractos de pulpa de café: Una revisión sobre antioxidantes polifenólicos y su actividad antimicrobiana. *Investigación y Ciencia: De La Universidad*

- Autónoma de Aguascalientes, ISSN-e 1665-4412, N°. 77, 2019, Págs. 73-79, 77, 73-79.*
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7163188&info=resumen&idioma=SPA>
- Martínez, J. R. R., & Clifford, M. N. (2000). Coffee Pulp Polyphenols: An Overview. *Coffee Biotechnology and Quality*, 507–515. https://doi.org/10.1007/978-94-017-1068-8_47
- Montilla, J., Arcila, J., Aristizábal, M., Montoya, E., Puerta, G., Oliveros, C., & Cadena, G. (2008). Propiedades físicas y factores de conversión del café en el proceso de beneficio. *Avances Técnicos Cenicafe*, 370, 1–8.
- Mora, J., Chaves, R., Arguedas, P., & Chan, V. (2009). *Desarrollo de productos no convencionales a partir de café y de sus subproductos.* 1–83.
https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3015/informe_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Morantes, I. M. (2018). *Ciencia Unisalle Evaluación de una fermentación alcohólica de cubio (Tropaeolum tuberosum R & P) con levadura de vinificación para la obtención de vino de tubérculo Programa Ingeniería de Alimentos Evaluación de una fermentación alcohólica de cubio (Tr.*
- NTC. 1245. *Bebidas alcoholicas. aperitivos.* 2004. Retrieved October 18, 2021, from <https://tienda.icontec.org/gp-bebidas-alcoholicas-aperitivos-ntc1245-2004.html>
- NTC. 708 (2000). *Bebidas alcoholicas. vinos de frutas.* <https://tienda.icontec.org/gp-bebidas-alcoholicas-vinos-de-frutas-ntc708-2000.html>
- Olivares, S., Silva, M., & Caruajulca, R. (2020). *L .) a diferente pH y concentración de levadura Alcoholic beverage by fermentation of coffee husk and mucilage (Coffea arabica L .) at different pH and concentration of yeast.* 3(1), 9–15.
- Pandey, A., Soccol, C. R., Nigam, P., Brand, D., Mohan, R., & Roussos, S. (2000).

- Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses. *Biochemical Engineering Journal*, 6(2), 153–162. [https://doi.org/10.1016/S1369-703X\(00\)00084-X](https://doi.org/10.1016/S1369-703X(00)00084-X)
- Pérez de Alarcón, L. M. (2018). *E laboración de vinos*. www.sintesis.com
- Rodríguez, N. (2013). Producción de alcohol a partir de la pulpa de café. *Revista Cenicafé*, 64(2), 78–93. [http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/541/1/arc064\(02\)78-93.pdf](http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/541/1/arc064(02)78-93.pdf)
- Rodríguez Valencia, N., & Zambrano Franco, D. (2010). Los subproductos del café: fuente de energía renovable. *Avances Técnicos Cenicafé*, 3, 8. <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/351/1/avt0393.pdf>
- Salazar, A. N., Acuña, R. S., & de Salcedo, M. G. (2008). Utilización de la pulpa de café en la alimentación animal. *Zootecnia Tropical*, 26(4), 411–419.
- Serna-Jiménez, J. A., Torres-Valenzuela, L. S., Martínez Cortínez, K., & Hernández Sandoval, M. C. (2018). Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos. *Revista ION*, 31(1), 37–42. <https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018006>
- Suarez, J. (2012). Aprovechamiento de los residuos sólidos provenientes del beneficio del café, en el municipio de Betania Antioquia: usos y aplicaciones. *Microbiology*, 1–156. http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/627/1/APROVECHAMIENTO_RESIDUOS_SOLIDOS_BENEFICIO_CAFE.pdf
- Tfouni, S. A. V., Serrate, C. S., Leme, F. M., Camargo, M. C. R., Teles, C. R. A., Cipolli, K. M. V. A. B., & Furlani, R. P. Z. (2013). Polycyclic aromatic hydrocarbons in coffee brew: Influence of roasting and brewing procedures in two *Coffea* cultivars. *LWT - Food Science and Technology*, 50(2), 526–530. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2012.08.015>
- Torres-Valenzuela, L. S., Martínez, K. G., Serna-Jimenez, J. A., & Hernández, M. C. (2019). Drying of coffee pulp: Process parameters, mathematical model and its effect over

physicochemical properties. *Informacion Tecnologica*, 30(2), 189–200.

<https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000200189>

Vázquez, A., Alvarez, E., López, J., Medrano, A., & Rosa, L. de la. (2012). Taninos hidrolizables y condensados: naturaleza química, ventajas y desventajas de su consumo.

TECNOCENCIA Chihuahua, VI(2), 84–93.

<https://www.researchgate.net/publication/277816258>

Apéndices

Apéndice A. Consentimiento Informado

La evaluación sensorial de la que usted participará hace parte una investigación para tesis de grado, sobre el desarrollo de una bebida alcohólica, tipo aperitivo, para aprovechar la pulpa de café. Como parte de esta evaluación se le puede ofrecer la oportunidad de probar pequeñas cantidades de las bebidas obtenidas en dicha investigación. Nunca se le exigirá realizar la prueba de estas bebidas, ni tampoco terminar alguna bebida de la que usted haya elegido hacer la prueba. Ciertamente, la decisión en cuanto a probar un producto ofrecido durante la evaluación es suya solamente, y solo usted debe determinar qué cantidad de muestra desea consumir y puede retractarse de participar en cualquier momento.

En esta investigación se considera que la salud y seguridad de los participantes es de importancia primordial, por lo tanto, usted debería abstenerse de probar cualquier bebida alcohólica ofrecida como parte de esta evaluación si su doctor le ha advertido no consumir bebidas alcohólicas, si ha tenido problemas de alcoholismo o si hay alguna otra razón médica para evitar el consumo de bebidas alcohólicas.

También es conveniente que se abstenga de participar en esta evaluación si:

- Ese mismo día usted ha consumido otras bebidas alcohólicas (cerveza, vino, licores destilados, etc.)
- Está tomando medicinas formuladas o de venta libre y ha sido advertido por su doctor, si así se establece en la etiqueta o en las instrucciones, o si por alguna razón médica usted debe evitar el consumo de bebidas alcohólicas mientras toma el medicamento.

Advertencia del gobierno

1. De acuerdo a los criterios de sanidad, no es conveniente que las mujeres consuman alcohol durante el embarazo, debido al riesgo de que se presenten defectos de nacimiento.
2. El consumo de bebidas alcohólicas perjudica su capacidad para conducir un automóvil o para operar maquinaria, o puede causar problemas de salud.

Por tanto se le solicita que usted siga el consejo de su doctor si se encuentra embarazada, va a estarlo, o está amantando. Tenga en cuenta que no debe conducir ningún tipo de automóvil, moto o maquinaria después de la evaluación, debe esperar el tiempo sugerido o manifestar su necesidad al líder de la evaluación que le asignará un taxi para que lo lleve a su destino.

Advertencia riesgo SARS-CoV-2

La evaluación se realizará en grupos pequeños (máximo 8 personas) para facilitar el distanciamiento, además se seguirán los protocolos estrictos de ventilación, higiene y desinfección. Tenga en cuenta que:

- Es su responsabilidad mantener la distancia con los demás participantes y solo retirarse el tapabocas para evaluar las muestras.
- Si usted o alguien cercano a usted ha sido confirmado con Covid-19 durante las últimas 2 semanas, debe informar y abstenerse de participar en la prueba.
- Si presenta síntomas, o sospecha estar enfermo, debe informar y abstenerse de participar en la prueba.
- Si hace parte de los grupos considerados de mayor riesgo ante al Covid-19, se le recomienda abstenerse de participar en la prueba.

En esta circunstancia excepcional derivada de la pandemia del COVID-19, dado el alto riesgo de transmisión infecciosa del virus en la ineludible cercanía física con usted, la posible generación de aerosoles aún con todos los medios de protección disponible, no es posible asegurar un riesgo nulo de transmisión del Covid-19.

Usted reconoce y acepta que ha leído esta Declaración y entiende completamente su contenido. Además usted certifica que posee la edad legal para consumir bebidas alcohólicas. Adicionalmente, acepta que exonera a la (s) persona (s) responsable de esta investigación de reclamos de cualquier naturaleza relacionados con su participación en esta evaluación.

Firma del participante _____

Nombre del participante _____

Edad _____

Fecha _____

Dirección _____

Apendice B. Prueba Sensorial De Escala Hedónica 9 Puntos**Producto: Bebida Alcohólica De Pulpa De Cafè (*Coffea Arabica Var Castillo*)**

NOMBRE: _____ FECHA: _____

Muchas gracias por participar en este estudio.

En esta prueba se busca conocer su nivel de agrado o desagrado con las muestras que se le van a proporcionar. Para ello se le pedirá que evalúe en cada muestra, apariencia, olor, sabor y aceptación general, en ese orden, en una escala de 9 puntos, donde uno (1) es total desagrado, cinco (5) es un punto medio que indica indiferencia y nueve (9) total agrado. Específicamente:

- 9 = Me gusta extremadamente
- 8 = Me gusta mucho
- 7 = Me gusta moderadamente
- 6 = Me gusta ligeramente
- 5 = Ni me gusta ni disgusta
- 4 = Me desagrada ligeramente
- 3 = Me desagrada moderadamente
- 2 = Me desagrada mucho
- 1 = Me desagrada extremadamente

En cada sección (apariencia, olor, sabor e impresión general) puede añadir comentarios y ayudarse de la rueda de aromas, así como de la tabla de colores para describir los atributos o defectos que le encuentra a las bebidas.

Recuerde que todos sus aportes son valiosos para esta prueba. Nuevamente, muchas gracias por participar.

Apendice C. Resultados Prueba Hedónica**Replica 1**

Variable	Tratamiento	Media	Desv.Est.	Varianza	Mínimo	Máximo
Apariencia	1	6,594	0,798	0,636	5,000	8,000
	2	6,781	0,659	0,434	6,000	8,000
	3	6,281	0,729	0,531	4,000	7,000
	4	6,656	0,653	0,426	5,000	8,000
Olor	1	6,031	0,861	0,741	4,000	8,000
	2	6,281	0,851	0,725	4,000	8,000
	3	5,125	0,751	0,565	4,000	7,000
	4	6,000	0,622	0,387	5,000	7,000
Sabor	1	6,313	0,644	0,415	5,000	7,000
	2	6,438	0,619	0,383	5,000	8,000
	3	4,688	0,896	0,802	4,000	7,000
	4	5,875	0,793	0,629	4,000	7,000
Percepción General	1	6,250	0,718	0,516	4,000	7,000
	2	6,469	0,671	0,451	5,000	8,000
	3	5,031	0,822	0,676	4,000	6,000
	4	6,094	0,818	0,668	4,000	7,000

Replica 2

Variable	Tratamiento	Media	Desv.Est.	Varianza	Mínimo	Máximo
Apariencia	1	6,813	0,780	0,609	5,000	8,000
	2	6,688	0,780	0,609	5,000	8,000
	3	6,438	0,801	0,641	4,000	8,000
	4	6,625	0,660	0,435	5,000	8,000
Olor	1	5,969	0,595	0,354	5,000	7,000
	2	6,125	0,793	0,629	5,000	8,000
	3	5,250	0,672	0,452	4,000	7,000
	4	5,938	0,619	0,383	5,000	7,000
Sabor	1	6,375	0,751	0,565	5,000	8,000
	2	6,375	0,660	0,435	4,000	7,000
	3	4,813	1,061	1,125	4,000	8,000
	4	5,875	0,833	0,694	4,000	7,000
Percepción General	1	6,344	0,745	0,555	5,000	8,000
	2	6,375	0,793	0,629	4,000	8,000
	3	5,250	0,916	0,839	4,000	8,000
	4	6,063	0,840	0,706	4,000	8,000

Apendice D. Resultados Análisis Físicoquímicos de Laboratorio

	LABORATORIO DE ALIMENTOS -CICTA-	INFORME DE ENSAYO	FOITIE.01
		Número: 1555-21	Versión: 10 Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYO

FECHA DE EMISIÓN:	2021-10-20	CÓDIGO DE MUESTRA:	M2132-21
FECHA DE RECEPCIÓN:	2021-10-04	FECHA DE ANÁLISIS:	2021-10-12 a 2021-10-15
PLAN DE MUESTREO:	No aplica	LUGAR DE ANÁLISIS:	Laboratorio CICTA


INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE

NOMBRE/EMPRESA:	Angie Melissa González Olano	TELÉFONO:	315 309 4524
DIRECCIÓN:	Calle 17 N.º 34-32 - Bucaramanga, Santander		
DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:	Pulpa de café 0V20		

TABLA 1. RESULTADOS DE ANÁLISIS M2132-21

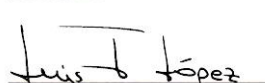
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO DE ANÁLISIS / Normatividad
Acidez total (ácido tartárico)	g/L muestra	5,50	Titulometría AOAC 942.15
Acidez volátil (ácido acético)	g/L muestra	0,13	Titulometría AOAC 935.23
Azúcares totales	g/100 g muestra (%)	0,00	Cromatografía líquida – RID GOMEAZ.01 V01 2019-08-06
Extracto seco	g/L muestra	20,79	Gravimétrico GOMESL.01 V06 2018-07-30
Grado alcohólico	%	12,43	Volumétrico NTC 5113:2018

REVISÓ



MSc. Arley R. Villamizar J.
Químico PQ2839
Director técnico

AUTORIZÓ



Dr. Luis Javier López
PhD. Qca. Bioquímica y Ciencia de Alimentos
Director de laboratorio

NOTA: a) Este informe de resultados corresponde únicamente a la muestra recibida y analizada en el laboratorio. b) Sin la aprobación del laboratorio, no se puede reproducir este informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad. c) El laboratorio no se hace responsable por la información suministrada por el cliente.

FIN DEL INFORME