

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 1

Neiva, 11 de marzo de 2019

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El suscrito

Paloma Andrea Tarazona Sánchez con C.C. No. 1075285007, autor del trabajo de grado titulado: **saccharomyces cerevisiae var. Bayanus como agente fermentador de café cereza para la producción de bebidas y snack**, presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de Ingeniera Agrícola; autorizo al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR / ESTUDIANTE: Paloma Andrea Tarazona Sánchez

Firma: *Paloma T.*

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA					   
	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA 1 de 3

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: *Saccharomyces Cerevisiae* var. Bayanus como agente fermentador de café cereza para la producción de bebidas y snack.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Tarazona Sánchez	Paloma Andrea

DIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Amorocho Cruz	Claudia Milena

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero Agrícola

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería Agrícola

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2019

NÚMERO DE PÁGINAS: 74

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías ☒ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general ☒ Grabados___
 Láminas___ Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas
 o Cuadros ☒

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

Vigilada mieducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 3

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN *(En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):*

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Residuos	1. Residues
2. Levaduras	2. Yeast
3. Bebida	3. Drink
4. Snack	4. Snack
5. CieLab	5. CieLab

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Se evaluó la fermentación de café cereza mediante la inoculación de *S. cerevisiae* var. Bayanus para la obtención de una bebida fermentada y determinar su viabilidad, implementando dos tratamientos: café cereza y agua (tratamiento T), café cereza, agua y miel de abejas (tratamiento M), con una proporción de agua – cereza 60:40 cada uno, por duplicado. La fermentación se llevó a cabo mediante inoculación de *S. cerevisiae* var Bayanus durante 14 días en T y 24 días para M en los cuales se evaluó sólidos solubles, pH, acidez, viscosidad, color, grado de alcohol y análisis microbiológico mediante diluciones seriadas y siembra en profundidad para el conteo en placa de levaduras y bacterias ácido lácticas (BAL). De esta forma se tendrá la opción de transformar los subproductos que se generan durante el proceso de beneficio del café aprovechando todo el fruto.

Vigilada mieducación

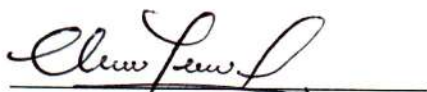
La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA					   	
	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO							
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 3

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

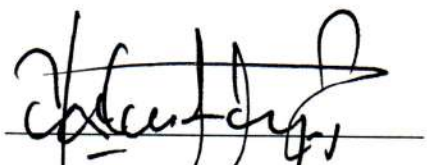
Fermentation of cherry coffee was evaluated by inoculating *S. cerevisiae* var. Bayanus to obtain a fermented drink and determine its viability, implementing two treatments: coffee cherry and water (treatment T), coffee cherry, water and honey of bees (treatment M), with a water-cherry ratio 60:40 each, in duplicate. The fermentation was carried out by means of the inoculation of *S. cerevisiae* var during 14 days in T and 24 days for M in which soluble solids, pH, acidity, viscosity, color, degree of alcohol and microbiological analysis are evaluated by dilutions. Serial and sow in depth for plate count of yeasts and lactic acid bacteria (BAL). In this way you will have the option of transforming the by-products that are produced during the process of coffee benefit taking advantage of all the fruit.

APROBACIÓN DE LA TESIS



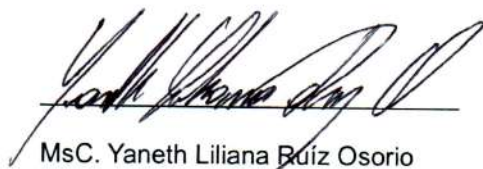
PhD. Claudia Milena Amorocho Cruz

Firma del Director del Proyecto



MsC Néstor Enrique Cerquera Peña

Firma del Jurado



MsC. Yaneth Liliana Ruiz Osorio

Firma del Jurado

Vigilada mieducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

**SACCHAROMYCES CEREVISIAE VAR. BAYANUS COMO AGENTE FERMENTADOR
DE CAFÉ CEREZA PARA LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS Y SNACK**

PALOMA ANDREA TARAZONA SÁNCHEZ

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA
2018**

**SACCHAROMYCES CEREVISIAE VAR. BAYANUS COMO AGENTE FERMENTADOR
DE CAFÉ CEREZA PARA LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS Y SNACK**

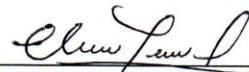
PALOMA ANDREA TARAZONA SÁNCHEZ

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO AGRÍCOLA**

**Director
CLAUDIA MILENA AMOROCHO CRUZ
Ingeniero Agrícola
PhD Biotecnología**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA
2018**

Nota De Aceptación:



PhD. Claudia Milena Amorocho Cruz
Firma del Director del Proyecto



MsC. Néstor Enrique Cerquera Peña
Firma del Jurado



MsC. Yaneth Liliana Ruiz Osorio
Firma del Jurado

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Surcolombiana como financiadora del proyecto, a la Facultad de Ingeniería y al Centro Surcolombiano de Investigación en Café (CESURCAFÉ) por permitir el uso de sus equipos y planta de laboratorios.

A los docentes por recibir de ellos una gran formación académica y aporte intelectual.

A mi directora Claudia Milena Amorocho Cruz por su orientación, dedicación, paciencia y enseñanzas que permitieron culminar este proyecto y lo más importante, por tener fe en ello.

A mis padres Roselia Sánchez Villanueva y Josué Tarazona Valderrama por su amor, paciencia, acompañamiento y apoyo durante esta etapa de mi vida.

A mis compañeros Yeison Fernando Barrios Rodríguez, Wilmer Ladino Garzón y demás integrantes del Centro Surcolombiano de Investigación en Café (CESURCAFÉ) por compartir sus experiencias, brindarme apoyo, ayuda y sobre todo paciencia en la elaboración este proyecto.

RESUMEN

El sector cafetero es uno de los principales renglones de desarrollo del departamento del Huila, pero este, trae consigo una problemática ambiental generada por el inadecuado tratamiento de los residuos resultantes en el beneficio del café, por esta razón es importante generar alternativas que mitiguen este impacto, dando un uso a estos subproductos como ya se ha venido trabajando en otras áreas utilizándolo para elaborar compostaje, combustible en el mismo proceso de café, obtención de alcohol, biogás, entre otros.

Con el fin de aprovechar el fruto en su totalidad se elaboraron tres productos a partir de este: snack y café en taza y bebida fermentada, los cuales generan ingresos adicionales al caficultor y a su vez reducen el daño ambiental pues de esta forma se evitan los vertimientos en las fuentes hídricas o acumulaciones de desechos en las fincas.

Se implementaron dos tratamientos: café cereza y agua (tratamiento T), café cereza, agua y miel de abejas (tratamiento M), con una proporción de agua – cereza 60:40 cada uno, por duplicado. El proceso de fermentación se llevó a cabo mediante inoculación de *S. cerevisiae* var Bayanus durante 14 días en T y 24 días para M en los cuales se evaluó sólidos solubles, pH, acidez, viscosidad, color, grado de alcohol y análisis microbiológico mediante diluciones seriadas y siembra en profundidad para el conteo en placa de levaduras y bacterias ácido lácticas (BAL).

Se separó del medio líquido la pulpa y los granos de café. La pulpa se secó en estufa y posteriormente se cubrió con chocolate. Los granos de café se sometieron a proceso de secado, trilla, tostión y molienda para su posterior preparación y evaluación según la norma establecida por la SCAA.

El snack a base de pulpa obtuvo una baja aceptación en la prueba hedónica realizada a 30 personas, presentándose insatisfacción en su textura y sabor; el café en taza, evaluado por un panel de catadores entrenados consiguió una calificación alta debido a las cualidades concedidas por el proceso de fermentación. Por otra parte, la bebida fermentada, evaluada por 30 caficultores pertenecientes al sur del departamento adquirió una alta aceptación.

Palabras clave: Residuos, levaduras, bebida, snack, cieLab.

ABSTRACT

The coffee sector is one of the main lines of development of the Huila's department, but this, brings with it an environmental problem generated by the inadequate treatment of waste resulting in the benefit of coffee, for this reason it is important to generate alternatives that mitigate this impact, giving these products use as has already been working to develop other areas using it composting fuel in the process of coffee, obtaining alcohol, landfill gas, among others.

In order to take advantage of the fruit in its entirety, three products were elaborated from this: snack and coffee in a cup and fermented drink, which generate additional income to the coffee grower and at the same time reduce the environmental damage, as this avoids dumping in water sources or accumulations of waste on farms.

Two treatments were implemented: coffee cherry and water (treatment T), coffee cherry, water and honey (M treatment), with a water - cherry ratio of 60:40 each, in duplicate. The fermentation process was carried out by inoculating *S. cerevisiae* var Bayanus during 14 days in T and 24 days for M in which soluble solids, pH, acidity, viscosity, color, alcohol grade and microbiological analysis were evaluated by dilutions. Serial and seeding depth for the plate count lactic acid yeasts and bacteria (LAB).

The pulp and the coffee beans were separated from the liquid medium. The pulp was dried in an oven and then covered with chocolate. Coffee beans were subjected to drying, threshing, roasting and grinding for further preparation and evaluation according to the standard established by the SCAA.

The snack based on pulp obtained a low acceptance in the hedonic test carried out on 30 people, presenting dissatisfaction in its texture and flavor; the cup coffee, evaluated by a panel of trained tasters, achieved a high rating due to the qualities granted by the fermentation process. On the other hand, the fermented drink, evaluated by 30 coffee growers belonging to the south of the department, acquired a high acceptance.

Keywords: Residues, yeast, drink, snack, cieLab.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN

ABSTRACT

1.	INTRODUCCIÓN	11
2.	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo General	12
2.2	Objetivos Específicos	12
3.	MARCO CONCEPTUAL	13
3.1	El Café	13
3.1.1	Origen Y Botánica	13
3.1.2	Especies Y Variedades	13
3.2	Café Cereza	14
3.2.1	Pulpa De Café	14
3.2.2	Mucílago	14
3.3	Beneficio Convencional Del Café	15
3.4	Evaluación Sensorial Del Café	15
3.5	Fermentación	15
3.5.1	Fermentación Alcohólica	15
3.5.2	Fermentación Maloláctica	15
3.6	Chaptalización o Sacarización	16
3.7	Miel	16
3.8	Levaduras	16
3.9	Vino de frutas	16
3.10	Clarificación	17
3.10.1	Encolado	17
3.10.2	Sobreencolado	17
3.11	Análisis sensorial	17
3.11.1	Pruebas hedónicas	17
4.	METODOLOGÍA	18
4.1	Recolección De Materia Prima	18
4.2	Selección Del Fruto Y Extracción Del Zumo	18
4.3	Tratamientos	18
4.4	Fermentación Alcohólica	19
4.5	Clarificación	19
4.6	Embotellado	19
4.7	Maduración	20
4.8	Destilación	20
4.9	Fermentación Maloláctica	20
4.10	Determinación De Parámetros Físicoquímicos	20
	Sólidos Solubles (°Brix)	20
	Potencial de Hidrógeno (pH)	20
	Acidez Titulable	20
	Viscosidad	21
	Color – Coordenadas CIELab	21
4.11	Determinación De Parámetros Microbiológicos	22
4.11.1	Recuento de Levaduras	22
4.11.2	Recuento de Bacterias Ácido Lácticas (BAL)	22

4.11.3	Pruebas Bioquímicas	22
	Catalasa	23
	Oxidasa	23
4.12	Análisis sensorial en bebida fermentada	23
4.13	Análisis sensorial en café en taza	23
4.14	Análisis sensorial en snack.	23
4.15	Análisis estadístico	23
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
5.1	Caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de la bebida fermentada de café cereza	24
5.1.1	Análisis fisicoquímico	24
5.1.1.1	Sólidos solubles (°Brix)	24
5.1.1.2	Potencial de Hidrógeno (pH)	26
5.1.1.3	Acidez Titulable	27
5.1.1.4	Viscosidad	29
5.1.1.5	Color – Coordendas CIELab	30
	Croma	30
	Tono	32
	Deltha E*	33
5.1.2	Análisis Microbiológico	37
5.1.2.1	Caracterización morfológica en placa y tinción Gram de las Bacterias Ácido Lácticas (BAL) y Levaduras	39
5.1.2.2	Pruebas bioquímicas	42
	Prueba de catalasa y oxidasa	42
5.1.2.3	Determinación del grado de alcohol	43
5.1.2.4	Caracterización final de la bebida	44
5.1.3	Análisis sensorial	45
5.2	Análisis físico y evaluación sensorial en taza de café según SCAA (Specialty Coffee Association of America).	47
5.2.1	Análisis Físico	47
5.2.2	Análisis Sensorial	48
5.3	Análisis sensorial en snack a base de pulpa de café	49
6.	CONCLUSIONES	51
7.	RECOMENDACIONES	52
8.	REFERENCIAS	53
ANEXOS		

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de la constitución de los tratamientos	18
Tabla 2. Resultado final del color en cada tratamiento	35
Tabla 3. Comportamiento de la razón-F y valor-P de los parámetros evaluados con respecto a los tratamientos y el tiempo (d)	36
Tabla 4. Caracterización morfológica en placa y tinción Gram de levaduras. Medio de cultivo agar YGC	40
Tabla 5. Caracterización morfológica en placa y tinción Gram de bacterias ácido lácticas. Medio de cultivo agar MRS	41
Tabla 6. Prueba de catalasa y oxidasa	42
Tabla 7. Volumen obtenido en la destilación y grados de alcohol de los tratamientos	43
Tabla 8. Densidad de la bebida fermentada de café	43
Tabla 9. Cualidades evaluadas para la bebida fermentada de pulpa de café	44
Tabla 10. Parámetros fisicoquímicos finales de las bebidas obtenidas en los tratamientos	47
Tabla 11. Valores correspondientes a los defectos físicos encontrados en 250 g de muestra de café pergamino seco	47
Tabla 12. Valores correspondientes a los defectos físicos encontrados en 250 g de muestra de café pergamino seco	46
Tabla 13. Puntaje en taza y calificación según la SCAA	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Partes que forman el fruto del café	14
Figura 2. Interacción de sólidos solubles entre tratamientos	24
Figura 3. Sólidos solubles con respecto al tiempo	26
Figura 4. Interacción del potencial de Hidrógeno entre tratamientos	26
Figura 5. Potencial de Hidrógeno con respecto al tiempo	27
Figura 6. Interacción de Acidez entre tratamientos	28
Figura 7. Acidez (g/L) con respecto al tiempo	29
Figura 8. Interacción de Viscosidad entre tratamientos	29
Figura 9. Viscosidad con respecto al tiempo	30
Figura 10. Interacción de Croma entre tratamientos	31
Figura 11. Croma con respecto al tiempo	32
Figura 12. Interacción del Tono entre tratamientos	32
Figura 13. Tono con respecto al tiempo	33
Figura 14. Interacción de delta E* entre tratamientos	34
Figura 15. Delta E* con respecto al tiempo	35
Figura 16. Crecimiento de levaduras representadas en Log UFC/ml con respecto al tiempo	37
Figura 17. Medidas de crecimiento de levaduras para los tratamientos. Método Fisher LSD con nivel de confianza del 95%	38

Figura 18. Codificación para la caracterización de las colonias _____	39
Figura 19. Comportamiento de los atributos evaluados en la bebida fermentada para cada tratamiento _____	46
Figura 20. Atributos evaluados en la cata de café según la SCAA _____	48
Figura 21. Atributos evaluados en snack _____	50

ANEXOS

ANEXO A. Medios de cultivo empleados _____	57
ANEXO B. ANOVA simple en tratamientos _____	59
Tabla 14. Valores promedio y desviaciones estándar de los parámetros fisicoquímicos cuantificados en el tratamiento T _____	59
Tabla 15. Valores promedio y desviaciones estándar de las coordenadas CIELab y los parámetros calculados a partir de estas en el tratamiento T _____	60
Tabla 16. Valores promedio y desviaciones estándar de los parámetros fisicoquímicos cuantificados en el tratamiento M _____	61
Tabla 17. Valores promedio y desviaciones estándar de las coordenadas CIE L*A*B* y los parámetros calculados a partir de estas en el tratamiento M _____	62
PRUEBAS DE MÚLTIPLES RANGOS PARA CADA PARÁMETRO POR TRATAMIENTO _____	63
Tabla 18. Pruebas de Múltiple Rangos para °Brix por Tratamiento _____	63
Tabla 19. Pruebas de Múltiple Rangos para pH por Tratamiento _____	63
Tabla 20. Pruebas de Múltiple Rangos para Acidez por Tratamiento _____	63
Tabla 21. Pruebas de Múltiple Rangos para Viscosidad por Tratamiento _____	64
Tabla 22. Pruebas de Múltiple Rangos para Croma por Tratamiento _____	64
Tabla 23. Pruebas de Múltiple Rangos para Tono por Tratamiento _____	64
Tabla 24. Pruebas de Múltiple Rangos para E por Tratamiento _____	65
ANEXO C. Formatos de análisis sensorial empleados en la evaluación de bebida fermentada, café en taza y snack _____	66
ANEXO D. Fotografías del proceso _____	68

1. INTRODUCCIÓN

En el proceso de cultivo e industrialización del café, solamente se aprovecha el 5% del peso del fruto fresco en la preparación de la bebida, el 95% restante está representado por residuos orgánicos que presentan diferentes composiciones químicas (Rodríguez *et al.*, 2013). Durante el proceso de beneficio húmedo del café se generan dos subproductos: la pulpa y el mucílago del café; el despulpado con agua y el transporte de la pulpa, utiliza un indiscriminado volumen de 40 a 60 litros por kilogramo de café tratado, lo que desemboca en grandes cantidades de aguas residuales y dificulta el tratamiento como pasar por filtros antes de ser vertidos a cielo abierto, ocasionando contaminación a fuentes hídricas y afectando la flora y fauna local (Rodríguez *et al.*, 2015).

El café es considerado el principal producto agrícola del Huila. Éste representa el 18.07% de la producción nacional, a nivel departamental aporta el 14% del PIB y el 45% del PIB agropecuario (DANE, 2016), por tanto la generación de subproductos del café es considerable; en este sentido, es importante buscar usos alternativos a la pulpa y mucilago, mitigando la contaminación que estos generan en zonas cafeteras en el momento que son vertidas a fuentes hídricas. Además, es clave dar opciones a los caficultores para que adquieran valor agregado a su producción.

Así, surge la siguiente pregunta de investigación ¿Es viable elaborar una bebida fermentada inoculando levadura específica para vino en la cereza de café?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar la fermentación de café cereza mediante la inoculación de *S. cerevisiae* var. Bayanus para la obtención de bebidas y snack.

2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos durante el proceso de fermentación
- Clarificar, embotellar, madurar la bebida alcohólica de café cereza
- Elaborar snack con pulpa de café fermentada
- Procesar granos de café mediante secado, tosti3n, molienda y preparaci3n de bebida seg3n el protocolo de la SCAA
- Analizar mediante pruebas hed3nicas de satisfacci3n la bebida fermentada de caf3 cereza y snack
- Socializar los resultados obtenidos con cafeteros de la regi3n surcolombiana.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1. Café.

El café se define como la semilla seca de la planta del café sin importar que haya sido tostada o molida (Badui, 1999, citado por Temis Perez *et al.*, 2011).

3.1.1. Origen y botánica. El cafeto, es el árbol del que proviene el grano, es originario de África, su nombre se deriva de la ciudad de Kaffa, en Etiopía. La planta de café es una dicotiledónea, proviene de un arbusto perenne que pertenece a la familia de las *Rubiaceae*, puede alcanzar 10 m de altura de forma silvestre y en una plantación de café controlada alcanza 3 m de altura lo cual facilita el cosechado. Esta familia comprende alrededor de 500 géneros y más de 6000 especies. La mayor parte son árboles y arbustos que crecen en el estrato más bajo de los bosques tropicales (Doyle *et al.*, 2001; citado por Temis Pérez, 2011).

3.1.2. Especies y variedades. Como se mencionó anteriormente los granos de café son las semillas de un arbusto de hoja perenne perteneciente a la familia *Rubiaceae*, y el género *Coffea*, que es sin duda, el miembro más importante de esta familia, desde el punto de vista económico, pues dos de sus especies son objeto de un abundante comercio. Las dos especies que son de importancia comercial son: *Coffea arabica* Linn y *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. Éstas son conocidas en el comercio, respectivamente, como Arábica y Robusta. La especie de café *Coffea arabica* representa aproximadamente el 80-90% de la producción mundial. Las dos variedades originales son generalmente reconocidas como *C. arabica* var. *arabica* (syn. var. 'Typica') y *C. arabica* var. *bourbon*. La especie *C. canephora* representa cerca del 20% de la producción mundial. Las especies importantes de *Coffea canephora*, incluyen las distintas formas conocidas en el mercado como café robusta. El último nombre, "*canephora*", se deriva de su nombre específico del *C. robusta*, pero hoy en día *C. robusta* es considerada como sinónimo de la variedad original de *C. canephora*. Existen tres variedades de *robusta* las cuales no tienen ningún valor en el mercado, que son: *C. canephora* var. *Kouilouensis*, *C. canephora* var. 'Nganda' y *C. canephora* var 'Niaouli' (Cano-Flores *et al.*, 2004; Doyle *et al.*, 2001; Clarke y Macrae, 1985. Citado por Temis Pérez *et al.*, 2011).

Otras dos especies conocidas son *Coffea liberica* Bull ex Hiern (conocida como libérica) y *Coffea dewevrei* De Wild y variedad Durand. *Excelsa* Chevalier (conocida como excelsa) se puede encontrar, pero su importancia comercial en la actualidad no es significativa, pues representan apenas el 1%

de producción mundial (FAO, 2011a; Clarke y Macrae, 1985. Citado por Temis Pérez *et al.*, 2011).

3.2. Café Cereza

El fruto es a menudo llamado cereza, que según (SAGARPA, 2004) se define como el fruto fresco completo del árbol que consta de una serie de capas que envuelven generalmente dos granos de café.

En la figura 1 se muestran las partes que conforman el fruto de café.

1. Corte central, 2.Grano de café (endospermo), 3.Piel plateada (tegumento), 4.Pergamino (endocarpio), 5.Capa de pectina, 6.Pulpa (mesocarpio), 7.Piel exterior (epicarpio).

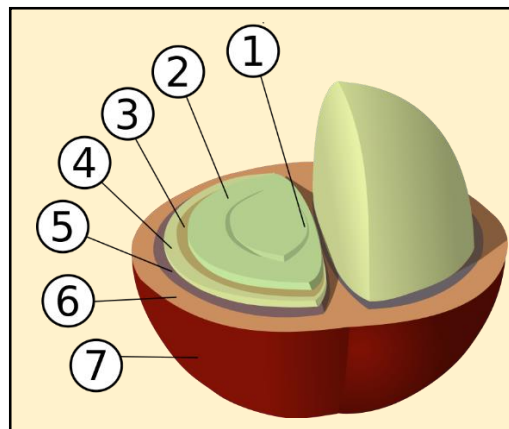


Figura 1. Partes que forman el fruto de café.

Fuente: Botánica de los cultivos tropicales (León, 2000).

3.2.1. Pulpa de café. Es el primer producto que se obtiene en el procesamiento del fruto de café y representa, en base húmeda, alrededor del 43,58% del peso del fruto fresco (Montilla, 2006). El promedio de la producción de pulpa es de 2,25 t/ha-año. Por cada millón de sacos de 60 kg de café almendra que Colombia exporta, se generan 162.900 t de pulpa fresca, que si no se utilizan adecuadamente producirían una contaminación equivalente a la generada durante un año, en excretas y orina, por una población de 868.736 habitantes (Rodríguez V., 2009).

3.2.2. Mucílago. El mucílago se genera en la etapa del desmucilaginado, y en base húmeda, representa alrededor del 14,85% del peso del fruto fresco (Montilla, 2006). En términos de volumen, por cada kilogramo de café cereza sin seleccionar se producen 91 ml de mucílago fermentado. Su producción media es de 768 kg/ha-año (Rodríguez N., 2007). Por cada millón de sacos de 60

kg de café que Colombia exporta, se generan aproximadamente 55.500 t de mucílago fresco, que si no se utilizan adecuadamente producirían una contaminación equivalente a la generada en un año, en excretas y orina, por una población de 310.000 habitantes (Rodríguez V., 2009).

3.3. Beneficio Convencional del Café

Con este nombre se conoce al proceso que tradicionalmente se ha utilizado en Colombia para transformar el fruto en semilla y en el cual se utiliza agua en las etapas de despulpado, lavado y transporte (del fruto, del café despulpado y del café lavado), con un consumo global cercano a los 40 litros de agua por cada kilogramo de café pergamino seco y en el cual no se realiza manejo a los subproductos obtenidos (Rodríguez *et al.*, 2015).

3.4. Evaluación Sensorial del Café

Conocidos también como catación o prueba en taza. Consiste en una evaluación degustativa de una infusión de café a fin de detectar y calificar la calidad y atributos de una muestra de café verde en los parámetros de aroma (bouquet), acidez, cuerpo, sabor y resabio. Parámetros que se analizan solamente con los sentidos del catador (SAGARPA, 2004).

3.5. Fermentación

La fermentación se describe como un proceso de oxidación en el que la transformación de moléculas complejas a moléculas simples, lleva a la generación de un producto final orgánico, con liberación de energía. A diferencia de los procesos de oxidación comunes, donde el oxígeno o cualquier compuesto inorgánico oxidado es el que actúa como aceptor final, la energía química en la fermentación deriva de un proceso químico de fosforilación, por el que se da una transferencia de electrones que conduce a la generación de un compuesto orgánico oxidado (Amerine 1967; Godoy 1987. Citado por Acosta, 2012).

3.5.1. Fermentación alcohólica. La fermentación alcohólica, es un proceso anaeróbico realizado por levaduras y algunas clases de bacterias. Donde el sustrato celular; mono y di sacáridos en su mayoría, son transformados principalmente en alcohol etílico y dióxido de carbono; con la generación de equivalentes de reducción de los compuestos NADH/NAD⁺ y NADHP/NADP⁺ y enlaces de alta energía de fosfato, ATP (Nielsen, *et al.*, 2003). La energía se sintetiza como ATP a partir de un proceso de glicólisis al que sigue el metabolismo del piruvato. De este modo la fermentación complementa la glucólisis y hace posible producir energía en ausencia de oxígeno (Nielsen, *et al.*, 2003).

3.5.2. Fermentación maloláctica. Denominada también fermentación lenta. Es una de las principales reacciones secundarias que se generan en la

fermentación etanólica. El ácido málico presente, se convierte en ácido láctico por acción de bacterias lácticas. El láctico resulta ser un ácido más débil que el málico; por lo que su presencia incrementa el pH, por disminución de la acidez titulable y consecuentemente suaviza el sabor del vino (Maicas 2001; Liu 2002. Citado por Acosta, 2012). Las bacterias encuentran en el bajo pH de los mostos y del vino un medio adecuado para su crecimiento, aunque por las propiedades reductoras del mismo, las bacterias acéticas son destruidas; mientras que las bacterias lácticas pueden metabolizar los ácidos málico y tartárico, así como el cítrico (Acosta, 2012).

3.6. Chaptalización o Sacarización

Este proceso es conocido como chaptalización, se le debe el nombre al químico francés Jean Antoine Chaptal, quien en 1802 desarrollo este concepto en el libro “El Arte de Hacer los Vinos”. La chaptalización se realiza debido a que la fruta no produce los sólidos solubles suficientes para obtener un buen vino, para lo cual se realiza una corrección del azúcar, adicionando al mosto azúcar o algún edulcorante fermentable hasta alcanzar los sólidos solubles deseados (Aleixandre, 2010).

El exceso de azúcar en el mosto permite el desarrollo de microorganismos patógenos y provoca fermentaciones débiles; para ello se recomienda iniciar con 21°Brix, el cual es el óptimo. Estudios previos afirman que existe una relación estrecha entre los azúcares presentes en el mosto y el comportamiento de las levaduras (Aleixandre, 2010).

3.7. Miel

La miel es la sustancia natural dulce producida por la abeja *Apis mellifera* o por diferentes subespecies, a partir del néctar de las flores y de otras secreciones extra florales que las abejas liban, transportan, transforman, combinan con otras sustancias, deshidratan, concentran y almacenan en panales (Ulloa, 2010).

3.8. Levadura

En definición las levaduras son hongos unicelulares capaces de descomponer una variedad de sustratos, principalmente hidratos de carbono. El proceso que siguen las levaduras para transformar los azúcares en alcohol es regulado por la glicolisis o ruta de Embden- Meyerhof para obtener así un pirúvico, el cual será convertido en alcohol por acción de enzimas en un medio anaeróbico (Carretero, 2006).

3.9. Vino de Frutas

Según la Norma Técnica Colombiana NTC 708, define los vinos de frutas de la siguiente manera: “El vino de frutas es el producto obtenido por la fermentación alcohólica normal de mostos de frutas frescas y sanas o del mosto concentrado de las mismas, que ha sido sometido a las mismas prácticas de elaboración que los vinos de uva”, donde se indican los requisitos específicos de los vinos de frutas.

Se entiende como vino exclusivamente al producto obtenido por fermentación del jugo uva. Es decir, que a pesar de que se pueden elaborar vinos de diversas frutas, estos deberán tener la asignación correspondiente a la materia prima de la cual fueron elaborados, y esta nomenclatura se ha adoptado en forma universal dada la gran importancia del producto alcohólico de la uva (García, 2004).

3.10. Clarificación

La turbidez de los vinos nuevos es natural, debido a la presencia de pectinas y sustancias mucilaginosas procedentes del fruto, que facilitan la permanencia en suspensión de los componentes que enturbian; para la destrucción de pectinas suelen emplearse complejos enzimáticos de pectinasas que facilitan la filtración y aceleran la clarificación.

La operación de clarificación se da principalmente por la propiedad de floculación de los coloides que se forman tras la consecución del punto isoeléctrico entre los productos nitrogenados superiores que se emplean (proteínas, albuminoides, gelatinas) y la carga opuesta con la que cuentan los taninos del vino que gracias a las sustancias minerales y la acidez del medio, forman agrupaciones de elevado tamaño, englobando las partículas suspendidas que terminan por flocular y depositarse.

3.10.1. Encolado. Dentro de los tipos de clarificación está el encolado, proceso que consiste en la adición de un agente clarificante proteico capaz de producir inicialmente un fuerte enturbiamiento de origen coloidal para luego flocular y sedimentar eliminando por arrastre el exceso de algún componente natural contrario a la estabilidad (Noguera, 1974. Citado por Fleischmann, 2001).

3.10.2. Sobreencolado. La permanencia en solución de las proteínas supone un gran riesgo para la limpidez del vino, pudiendo sufrir el fenómeno conocido como "sobreencolado" lo cual indica enturbiamiento en el vino generado por aumento en la temperatura (Suza, 2016).

3.11. Análisis Sensorial

Se define el análisis sensorial como la identificación, medida científica, análisis e interpretación de las respuestas a los productos percibidas a través de los sentidos del gusto, vista, olfato, oído y tacto (Stone y Sidel 1993. Citado por González Regueiro *et al.*, 2014).

3.11.1. Pruebas hedónicas. En las pruebas hedónicas se le pide al consumidor que valore el grado de satisfacción general que le produce un producto utilizando una escala que le proporciona el analista. (González Regueiro, *et al.*, 2014).

4. METODOLOGÍA

4.1. Recolección de materia prima

Se recolectó una muestra de 12 kg de café cereza variedad Caturra y Castillo (6 kg de cada variedad) en la vereda Criollo al sur del departamento del Huila, en el municipio de Pitalito, a una altitud aproximada de 1318 m.s.n.m. Se seleccionaron los granos maduros y se transportaron hasta la planta piloto del Centro Surcolombiano de Investigación en Café – CESURCAFE en termos de poliestireno expandido con geles refrigerantes para mantener una baja temperatura y de esta manera evitar una fermentación anticipada de los frutos de café.

4.2. Selección del fruto y extracción del zumo

Las muestras se procesaron en la planta piloto de beneficio de café CESURCAFÉ de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Surcolombiana – Neiva, con una despulpadora GAVIOTA 300 (300 kg/h) con zaranda cilíndrica en varillas para clasificación, con especificaciones de la Norma técnica Colombiana 2090 (NTC 2090). Una vez separada la pulpa de la semilla, se depositó (todo en conjunto: pulpa, semilla y mucílago) en cuatro contenedores de plástico de 8 litros cada uno, los cuales contaron con una válvula en la parte inferior y una adaptación en la tapa, que consiste en una trampa de aire, a la cual se le adiciona agua estéril para impedir la entrada de oxígeno al tanque y facilitar la salida del CO₂ generado en el proceso de la fermentación alcohólica garantizando un ambiente anaerobio. Se utilizó una proporción agua – cereza 60:40 quedando en cada contenedor 3 kilogramos de cereza y 4.5 litros de agua potable para un volumen total de 7.5 litros en cada contenedor. Se trabajó cada muestra por duplicado: dos testigos y dos tratamientos: T₁ y T₂, M₁ y M₂.

4.3. Tratamientos

Tabla 1. Descripción de la composición de los tratamientos.

Tratamiento	Descripción
T	1340 g de pulpa, 1660 g de semilla y 4500 ml de agua (Cristal).
M	1340 g de pulpa, 1660 g de semilla y 4500 ml de agua (Cristal) y 2000 g de miel de abejas.

Después de distribuir equitativamente las respectivas proporciones agua – cereza en cada contenedor, se realizó el proceso de chaptalización en los tratamientos M₁ y M₂ agregando miel de abejas, llevándolos a 21 °Brix y los tratamientos T₁ y T₂ se tomaron como testigo por lo que no se agregó ningún edulcorante (Tabla 1).

4.4. Fermentación Alcohólica

Se agregó 1.5 gramos de levadura *Saccharomyces Sereviceae* var. Bayanus (Oenoferm Color) en cada contenedor, esta fue activada en una porción de mezcla obtenida de cada tanque; para lo cual se llevaron las muestras al baño maría (Mommert) hasta que alcanzó una temperatura de 30° C. Luego, dicha porción fue inoculada en el respectivo tanque. Este proceso se hizo a temperatura ambiente. Se realizó seguimiento de los parámetros fisicoquímicos cada 24 horas durante 14 días para el tratamiento T y 24 días para el tratamiento M. El seguimiento microbiológico se realizó cada 24, 48, 72 horas y al final del proceso (antes de envasar la bebida y después de un año en maduración).

Después de 48 horas se retiraron los sólidos presentes en cada contenedor mediante filtración dejando únicamente la parte líquida (zumo). Estos sólidos (semilla y pulpa) se separaron y se sometieron a otros procesos descritos a continuación, para ser aprovechados en su totalidad.

- **Granos de café pergamino**

Los granos de café obtenidos después de separar fases, fueron secados al sol hasta alcanzar un contenido de humedad de 11% medido con el equipo determinador de humedad portátil KETT Grain Moisture Tester (PM-450, Santiago Boulevard). Luego, se realizó su respectivo análisis físico para café de exportación establecido por la Federación Nacional de Cafeteros y análisis sensorial según el protocolo de la Sociedad Americana de Cafés Especiales - SCAA.

- **Pulpa de café**

La pulpa se secó en estufa a 65 °C durante 72 horas alcanzando un contenido de humedad final de 10% obteniendo una textura rugosa y blanda, similar a una uva pasa, la cual se cubrió con chocolate consiguiendo de esta forma un snack a base de pulpa deshidratada de café.

4.5. Clarificación

Después de 10 días de fermentación en el tratamiento T se adicionó gelatina sin sabor (Royal), en una proporción de 1 g por cada litro de zumo de cereza de café. Una vez agregada la cantidad adecuada, se homogenizó y se dejó en reposo por 24 horas. Para el tratamiento M no se adicionó gelatina sin sabor, solo se dejó precipitar de manera natural los sólidos y se separaron las fases, dejando para embotellar el sobrenadante clarificado.

4.6. Embotellado

Se depositó la bebida filtrada en botellas color ámbar, las cuales se lavaron y desinfectaron previamente, por último se sellaron con corchos y se etiquetaron para facilitar su identificación.

4.7. Maduración

El proceso de maduración de la bebida fermentada de cereza de café se llevó a cabo en botellas durante 365 días, las cuales se almacenaron en posición horizontal para garantizar que la bebida cubriera el corcho en el interior y así evitar el ingreso de oxígeno al interior de la botella.

4.8. Destilación

Se implementó el montaje de destilación simple. Se tomaron 250 ml de la bebida fermentada ya madurada durante 30 días, manteniendo una temperatura de 70-80 °C durante un tiempo aproximado de 4 horas.

Se determinaron los grados de alcohol utilizando la ecuación 1 de Gay Lussac.

$$^{\circ}GL = \frac{\text{volumen destilado} * 100}{\text{Volumen de bebida}} \quad (1)$$

4.9. Fermentación Maloláctica

Con el fin de identificar el desarrollo de una fermentación maloláctica, se procedió a tomar muestras del vino madurado por 365 días.

4.10. Determinación De Parámetros Fisicoquímicos

- **Sólidos Solubles (°Brix)**

El contenido de sólidos solubles (°Brix), para las muestras del vino de café cereza se determinó con el refractómetro digital (Atago Digital PR-201α) por el método del refractómetro (AOAC-932.12), colocando una pequeña muestra de la bebida correspondiente a cada tratamiento.

- **Potencial de Hidrogeno (pH)**

Para la determinación del pH se realizó con el potenciómetro OHAUS Started (5000), previamente calibrado de acuerdo a la norma AOAC-981.12 (1997). El valor se obtuvo introduciendo el electrodo directamente en la muestra.

- **Acidez Titulable**

La acidez titulable se determinó tomando 10 ml de muestra, añadiendo a esta 3 gotas de fenolftaleína concentración 1%. Se realizó la titulación con NaOH a 0.1 N hasta obtener una coloración rosada y/o un pH de 8.0. Esta se determinó en función del ácido clorogénico, el cual predomina en la pulpa de café. El porcentaje de acidez se calculó utilizando la ecuación 2.

$$\text{Acidez} \left(\frac{g}{L} \right) = \frac{(V_{NaOH} * N_{NaOH} * 354,31)}{V_{muestra}} \quad (2)$$

Dónde:

VNaOH = Volumen de NaOH consumido en la titulación (ml)

NNaOH = Normalidad de la solución NaOH

Vmuestra = Volumen de la muestra (ml)

354.31 = Equivalente del ácido Clorogénico

- **Viscosidad**

La viscosidad se midió con el equipo The Brookfield DV3T Rheometer. Se trabajó con muestras de 10 ml a 120 rpm con la aguja ULA y torque promedio de 35%.

- **Color – Coordenadas CieLab**

Para la medición de color, se tomó una muestra de 40 ml de la bebida fermentada midiendo las coordenadas L^* , a^* , b^* con el equipo Konika Minkolta CR-410 N.J.USA, iluminante D65, ángulo de observación 10° .

La coordenada cromática a^* indica el color que varía de rojo cuando es positivo y de verde cuando el valor es negativo.

La coordenada cromática b^* indica el color amarillo cuando su valor es positivo y azul cuando es negativo.

El parámetro L^* que indica la luminosidad, donde a partir de la ubicación de los parámetros a^* , b^* y L^* da al color un tono más claro, hasta llegar a ser blanco ($L^*=100$) o más oscuro hasta llegar a ser negro ($L^*=0$).

El conjunto a^* b^* recibe el nombre de cromaticidad y junto con L^* definen el color del estímulo en coordenadas cartesianas o rectangulares; esto corresponde al término de cromaticidad que no indica explícitamente ni el tono ni la saturación. Este inconveniente se soluciona definiendo C^* (croma) y H^* (tono) como lo afirman Francis & Clydesdale (1975), citado por Retting K & Hen K (2014).

Los parámetros CIELAB de c^* (croma) y H^* (tono) fueron calculados con base a las coordenadas cromáticas a^* y b^* (Vásquez, 2015). Cuando el valor de $H^*=0$ indica rojo, a medida que aumenta el tono (H^*) o se aleja de 0 varía hacia tonos rojo-naranja ($H^*=45$), amarillo ($H^*=90$), verde ($H^*=180$) y azul ($H^*=270$).

Las ecuaciones 3, 4 y 5 muestran la forma de calcular C^* , H^* y ΔE , respectivamente.

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (3)$$

$$H^* = \arctan \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (4)$$

$$\Delta E_{r,s} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (5)$$

4.11. Determinación De Parámetros Microbiológicos

El seguimiento del crecimiento microbiológico se realizó cada 24, 48, 72 horas y al final del proceso: antes de envasar la bebida y después de 365 días en maduración, realizando los correspondientes recuentos cada 24 y 48 horas.

4.11.1. Recuento De Levaduras

Se realizaron diluciones seriadas desde -2 hasta -10 en tubos de ensayo con 9 ml de agua de peptona (Merck KGaA, país). Luego, se realizó siembra en profundidad con agar YGC (Chloramphenicol Glucose Agar-Conda, Pronadisa KGaA, España), por duplicado en cabina de flujo laminar horizontal (Diseño Industrial, Colombia). Posteriormente, se incubaron las placas a 37 °C en condiciones de aerobiosis durante 48 horas en la incubadora (Thermo Scientific Heratherm IMH100, Alemania). Este procedimiento se repitió antes de embotellar, y después de 365 días de maduración.

4.11.2. Recuento De Bacterias Acido Lácticas (BAL)

Después de 30 días de maduración en botella, se realizaron diluciones seriadas en tubos de ensayo con 9 ml de caldo MRS (Conda-Pronadisa, España), luego se realizó siembra en profundidad en agar MRS (Conda-Pronadisa, España), por duplicado en cabina de flujo laminar horizontal (Diseño Industrial, Colombia). Las placas fueron incubadas a 37 °C en condiciones de aerobiosis durante 48 horas en la incubadora (Thermo Scientific Heratherm, Alemania). Este procedimiento se repitió después de 365 de maduración en botella.

Posteriormente se realizó una identificación morfológica de las colonias más representativas de levaduras y BAL, describiendo sus características macroscópicas y microscópicas. También se efectuaron pruebas de oxidasa, catalasa y tinción Gram.

4.11.3. Pruebas Bioquímicas

Se realizó prueba de catalasa y oxidasa a las colonias de levaduras y BAL seleccionadas, con el fin de determinar las características metabólicas de dichos organismos.

- **Catalasa**

El desprendimiento de burbujas procedentes del oxígeno del agua oxigenada indican que la prueba es positiva.

- **Oxidasa**

Para la prueba de oxidasa se utilizó la tira con el reactivo de Kovacs (Bactident Oxidase-Merck) el cual al entrar en contacto con la enzima citocromo C oxidasa, vira a un color morado debido a la oxidación del tetrametil-p-fenilendiamina produciendo quinolonas de color morado-azulado, lo cual indica que la prueba es positiva.

4.12. Análisis Sensorial En Bebida Fermentada

Después de un año en maduración, se socializó el trabajo realizado con comunidades cafeteras del sur del Huila, quienes evaluaron color, limpidez, aroma, sabor, acidez, alcohol, cuerpo, regusto e impresión general y calificaron la bebida mediante una prueba hedónica con una escala de 1 a 10, siendo 1 el grado de satisfacción más bajo y 10 el más alto (Anexo C).

4.13. Análisis Sensorial En Café En Taza

La calificación de la taza de café, se realizó en CESURCAFE de acuerdo a lo establecido por la SCAA y siguiendo las normas técnicas colombianas 2758 y 3566 (NTC 2758; NTC 3566), por medio de un panel conformado por cuatro evaluadores entrenados en una sección de catación (Anexo C).

4.14. Análisis Sensorial En Snack

La evaluación del snack se llevó a cabo en CESURCAFE mediante un panel conformado por 30 jueces no expertos quienes realizaron una prueba hedónica, evaluando forma, sabor, aroma y textura en una escala de 1 a 10, siendo 1 el grado de satisfacción más bajo y 10 el más alto (Anexo C).

4.15. Análisis Estadístico

Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA simple) con un nivel de confianza del 95%; estableciendo si existen diferencias estadísticamente significativas en las variables evaluadas teniendo en cuenta los tratamientos estimados. Se empleó el programa informático Statgraphics Centurión XVI Versión 16.1.03.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso de fermentación en los dos tratamientos tuvo comportamientos diferentes, presentando un periodo de 14 días en el tratamiento T y 24 días en el tratamiento M. Por lo anterior, se procederá a analizar las variables entre los dos tratamientos hasta el día 14 seguido de un análisis independiente para el tratamiento M durante los 24 días que duró el proceso.

5.1. CARACTERIZACION FISICOQUIMICA, MICROBIOLOGICA Y SENSORIAL DE LA BEBIDA FERMENTADA DE CAFÉ CEREZA

5.1.1. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO

5.1.1.1. Sólidos Solubles (°Brix)

En la figura 2 se observa el comportamiento de los sólidos solubles con respecto al tiempo entre los dos tratamientos.

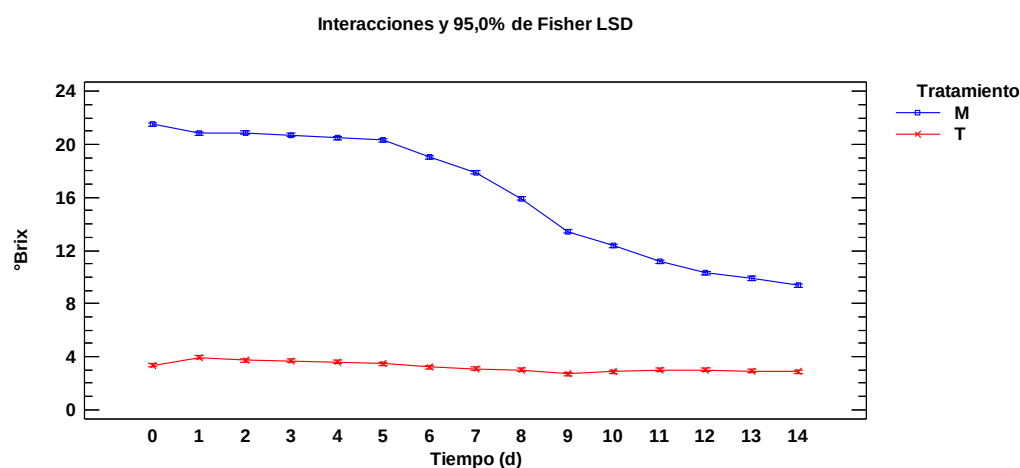


Figura 2. Interacción de sólidos solubles entre tratamientos

En la figura 2 se detalla una tendencia descendente leve en el tratamiento T pasando de un valor inicial de 3.4 a un valor final de 2.9 con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) como se puede apreciar en la tabla 14 (Anexo B); el tratamiento M muestra un descenso durante todo el proceso presentando un cambio de 21.5 a 8.0 donde se evidencian diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) como se muestra en la tabla 16 (Anexo B). Por otra parte, se puede aseverar que entre los tratamientos existen diferencias

estadísticamente significativas ($p < 0.05$) basándose en la prueba de múltiples rangos para °brix por tratamiento (tabla 18 - Anexo B) con una diferencia de 13.08.

El proceso de fermentación tuvo desarrollo a temperatura ambiente (entre 25 °C y 30 °C), temperatura ideal para la vinificación (Murno, 2010).

La concentración inicial de los sólidos solubles en la mezcla de agua y café cereza para los dos tratamientos fue de 3.4 °brix, por lo que se realizó el proceso de corrección del azúcar antes del proceso de fermentación en el caso del tratamiento M llevándolo a 21.5 °brix empleando miel de abejas, favoreciendo de esta forma el contenido final de alcohol (Aleixandre, 2010).

El tratamiento testigo (T), redujo el nivel de °brix de 3.4 a 2.9 durante los días de fermentación. Durante las primeras 24 horas se presentó un incremento de 3.4 a 3.9 puesto que estos aumentan a medida que transcurre la fermentación del café en las primeras 18 horas, debido a la disolución de las sustancias en el agua (Puerta, 2012). Con el fin de extraer al máximo los azúcares y sólidos contenidos en la cereza, se fermentó todo el conjunto (semilla, mucílago, pulpa, agua) durante 48 horas, teniendo en cuenta que la fermentación en café dura frecuentemente entre 48 y 60 horas y el desprendimiento del mucílago se da en un rango de 24 a 36 horas como lo afirman Wilbaux R y Cleves R, citado por Peñuela *et al.*, (2012). A partir de ese momento se inició un descenso lento y constante de los sólidos solubles de la mezcla, finalizando con 2.9 °brix.

Por otra parte, el tratamiento M presentó un descenso de 0.7 °brix en las primeras 24 horas, mostrando hasta el día 5 una disminución lenta y constante pasando de 20.8 a 20.3 °brix debido al periodo de adaptación en que se encontraban las levaduras presentes para poder crecer en el nuevo medio (García, 2014). A partir del día 5 se dio un descenso acelerado hasta el día 17 con una disminución de 20.3 a 8.5 °brix asociado a la población de levaduras consumiendo los azúcares presentes (Gómez & Beltrán, 2017). Finalmente, después del agotamiento total del sustrato, las células se mantienen constantes (Gómez & Beltrán, 2017); a partir del día 17 se dio una estabilización de los sólidos solubles hasta el día final, como se observa en la figura 3.

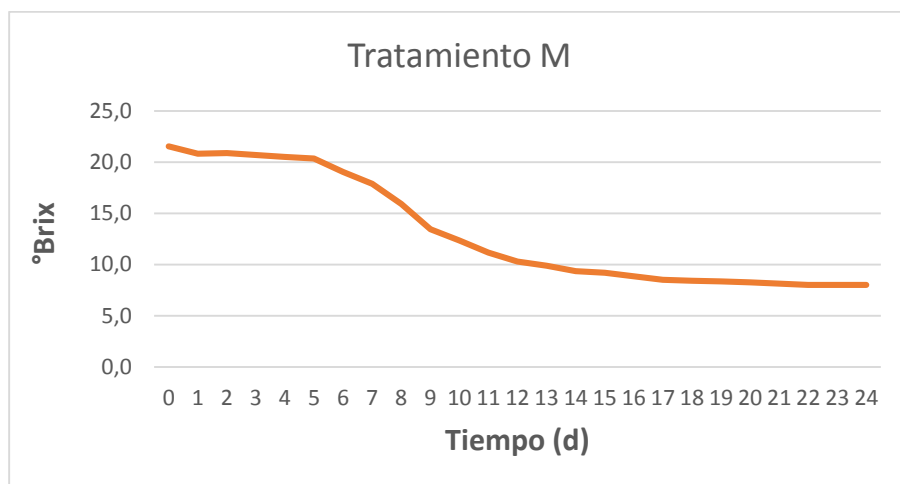


Figura 3. Sólidos solubles con respecto al tiempo

5.1.1.2. Potencial de Hidrógeno (pH)

En la figura 4 se observa el comportamiento del pH con respecto al tiempo entre los dos tratamientos.

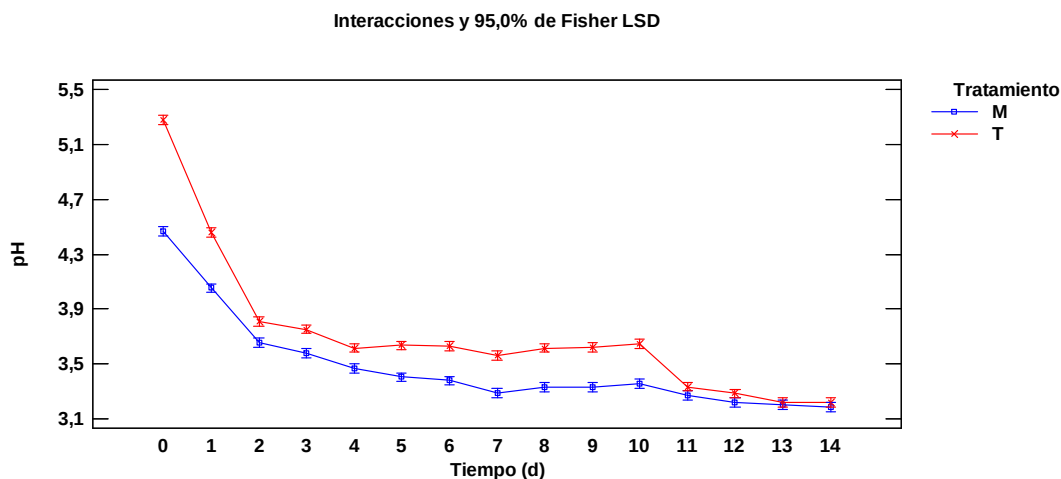


Figura 4. Interacción del potencial de Hidrógeno entre tratamientos

En la figura 4 se contempla la misma tendencia de descenso en cada uno de los tratamientos, sin embargo estos presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) según la prueba de múltiples rangos para pH por tratamiento con una diferencia de -0.233767 como se observa en la tabla 19 (Anexo B). El tratamiento T presenta un descenso acelerado pasando de 5.2 a 3.2 en el tiempo de evaluación mostrando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) apreciadas en la tabla 14 (Anexo B), de forma similar sucede con el tratamiento M

en el que se da una variación de 4.4 a 2.9 mostrando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) reflejadas en la tabla 16 (Anexo B).

El pH inicial de la mezcla para los tratamientos T y M antes de la fermentación puede catalogarse como ácido, puesto que se ubicó entre 5.28 y 4.47, respectivamente.

La tendencia descendente del pH durante el proceso de fermentación, se debe a un aumento de la acidez de la masa, que coincide con la producción de ácidos a partir de los azúcares y del rompimiento de las pectinas presentes en el mucílago de café, según Correa *et al.*, citado por Córdoba & Guerrero (2016).

El tratamiento M, al ser chaptalizado con miel obtuvo un pH más bajo, ya que ésta se encontraba con un valor de 3.9, razón por la cual su descenso fue leve y constante hasta alcanzar un valor final de 2.9 durante los 24 días, como se observa en la figura 5.

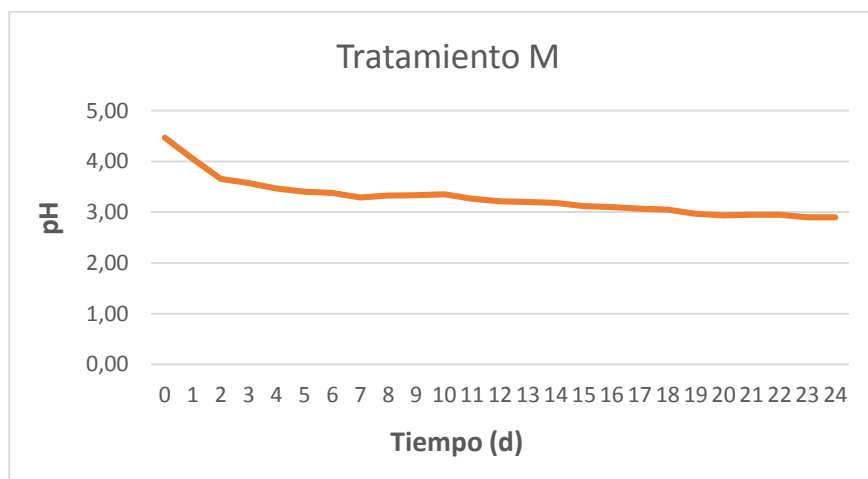


Figura 5. Potencial de Hidrógeno con respecto al tiempo

5.1.1.3. Acidez Titulable

En la figura 6 se observa el comportamiento de la acidez (g/L) con respecto al tiempo entre los dos tratamientos.

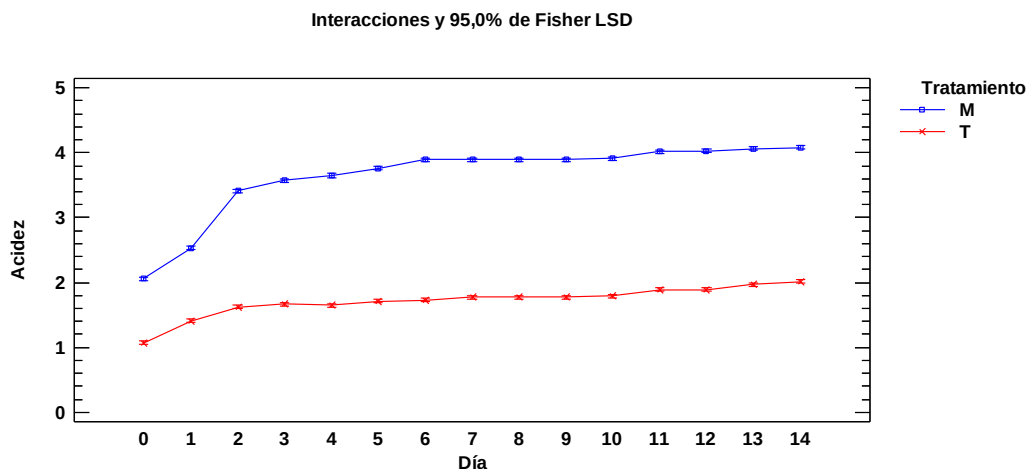


Figura 6. Interacción de la acidez entre tratamientos

En el tratamiento T se presenta un ascenso lento y constante como se puede observar en la figura 6; este inicia con un valor de 1.0 y un valor final de 2.0 indicando que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) como se observa en la tabla 14 (Anexo B), el tratamiento M presenta un aumento más pronunciado con valores que van desde 2.0 para el inicio de la evaluación hasta 4.5 para el final presentándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) como se puede detallar en la tabla 16 (Anexo B). Los tratamientos están marcados por una diferencia de 1.93185, lo cual indica que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) según la prueba de múltiples rangos para acidez por tratamiento (tabla 20 – Anexo B).

La acidez titulable en la bebida fermentada de café cereza se determinó en función del ácido clorogénico o cafeoilquínico (CQA) que es el más abundante en el café (Puerta, 2012).

La tendencia ascendente observada en la figura 6, tiene una relación con el pH según (Peñuela, 2010) quien afirma que una masa de café en fermentación presenta el mismo comportamiento en la disminución de pH, por tanto aumento de la acidez, independiente de la cantidad de café que se encuentre dentro del tanque.

Entre el día 0 y 2 se presentó un aumento pronunciado de la acidez en los dos tratamientos puesto que la velocidad de acidificación del mucilago durante la fermentación es rápida las primeras 22 horas, luego se presentó un aumento pausado como se observa en los días siguientes lo cual se atribuye al consumo del sustrato y a la reducción de las bacterias, debido a las mismas condiciones ácidas (Puerta, 2012).

En la figura 7 se observa como la acidez continúa ascendiendo después del día 14 en el tratamiento M hasta el final del proceso con una concentración de 4.5 g/L debido a la relación inversamente proporcional existente entre pH y acidez.

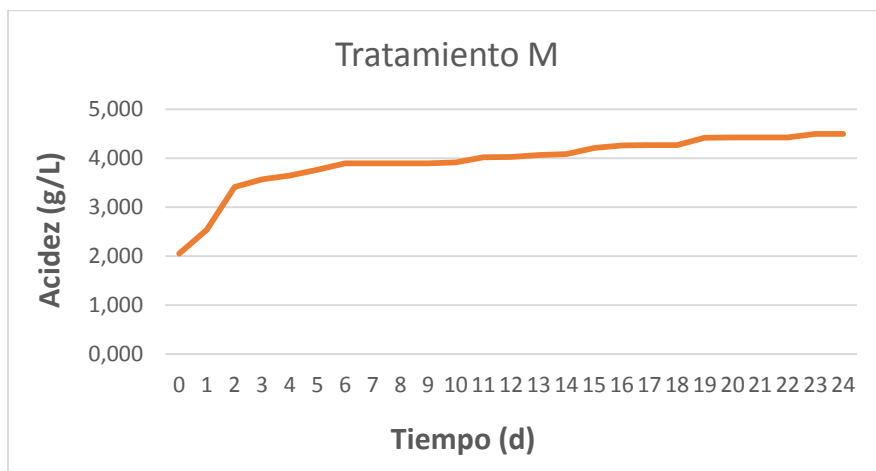


Figura 7. Acidez (g/L) con respecto al tiempo

5.1.1.4. Viscosidad (cP)

En la figura 8 se observa el comportamiento de la viscosidad con respecto al tiempo entre los dos tratamientos.

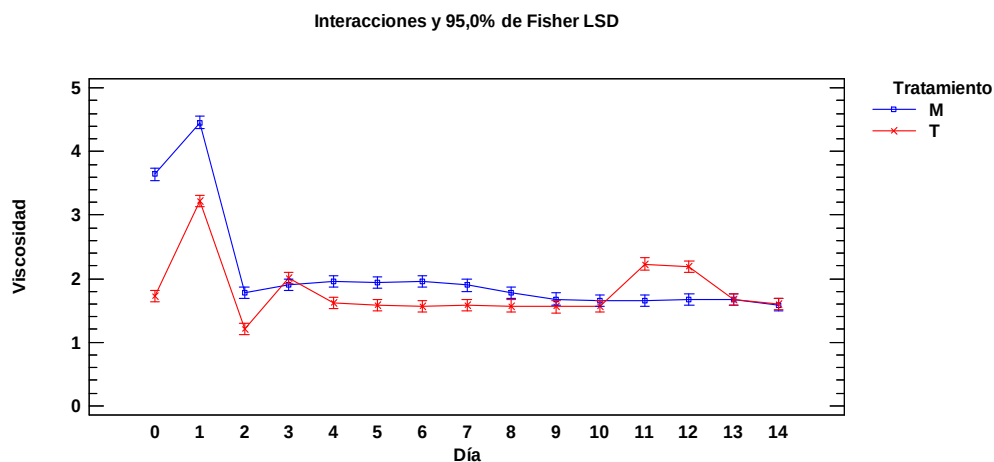


Figura 8. Interacción de la viscosidad entre tratamientos

Los tratamientos se asemejan en su comportamiento como se puede detallar en la figura 8, sin embargo, estos presentan una diferencia de 0.289 como lo indica la tabla 21 (Anexo B) en la prueba de múltiples rangos para viscosidad por tratamiento.

El tratamiento T presenta altibajos durante el proceso con un valor inicial de 1.7, un valor máximo de 3.2 y un valor final de 1.6 generando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) como se puede observar en la tabla 14 (Anexo B), el tratamiento M manifestó un comportamiento más estable, con un valor inicial de 3.6 y final de 1.5 con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) como se muestra en la tabla 16 (Anexo B).

En las primeras 24 horas se destaca el incremento de este parámetro en ambos tratamientos; esto se presenta dado que la viscosidad aumenta de forma lineal con la concentración de azúcar o de etanol como lo afirma Nurgel *et al.*, citado por Siret *et al.*, (2008). A partir de este momento se presentó un descenso que se puede atribuir a la degradación de las pectinas como lo menciona Belda (2016). El día 10 se aplicó gelatina sin sabor en el tratamiento T con el fin de clarificarlo, lo cual incrementó la viscosidad al siguiente día, debido a un fenómeno conocido como sobreencolado, que se presenta cuando el clarificante permanece en el vino y no flocula ni sedimenta las partículas sólidas presentes (Zamorano, 2010), siendo este el caso de la gelatina sin sabor, la cual clarifica mal a temperaturas mayores a 25 °C (Aleixandre, 2010). A partir de este momento la bebida adquirió mal aspecto, dando como resultado una mezcla turbia y maloliente lo cual puede relacionarse con la producción de etanol que inhibe el crecimiento de microorganismos indeseables que afectan las características sensoriales de la pulpa de café con agua, por lo que se suspendió el tratamiento y el seguimiento de sus respectivos parámetros continuando con la evaluación del tratamiento M, representado en la figura 9 donde se puede detallar un descenso poco pronunciado hasta alcanzar un equilibrio en la etapa final debido a la estabilización de los sólidos solubles. Teniendo en cuenta la experiencia con el tratamiento testigo (T), se omitió la aplicación de la gelatina sin sabor como clarificante, procediendo únicamente a filtrar con liencillo y papel filtro al final del proceso para continuar con el embotellado y posterior almacenamiento.

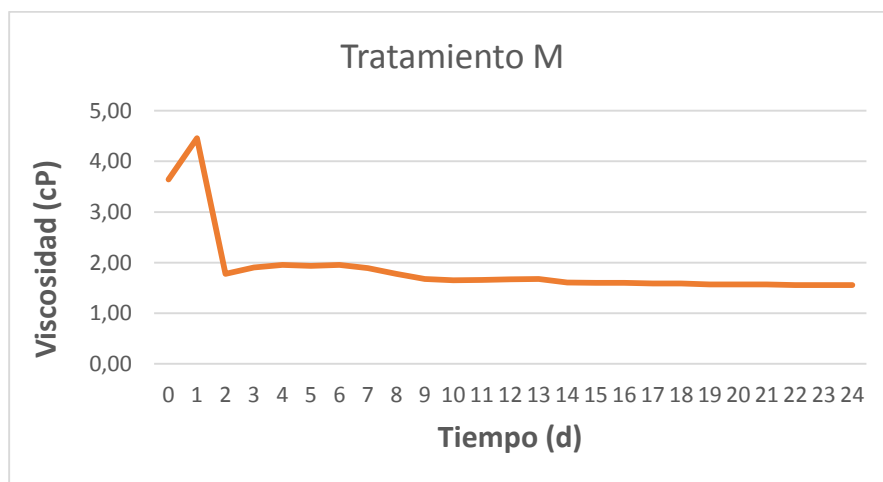


Figura 9. Viscosidad con respecto al tiempo

5.1.1.5. Color – Coordenadas CIELab

- **Croma**

En la figura 10 se observa el comportamiento del croma con respecto al tiempo entre los dos tratamientos.

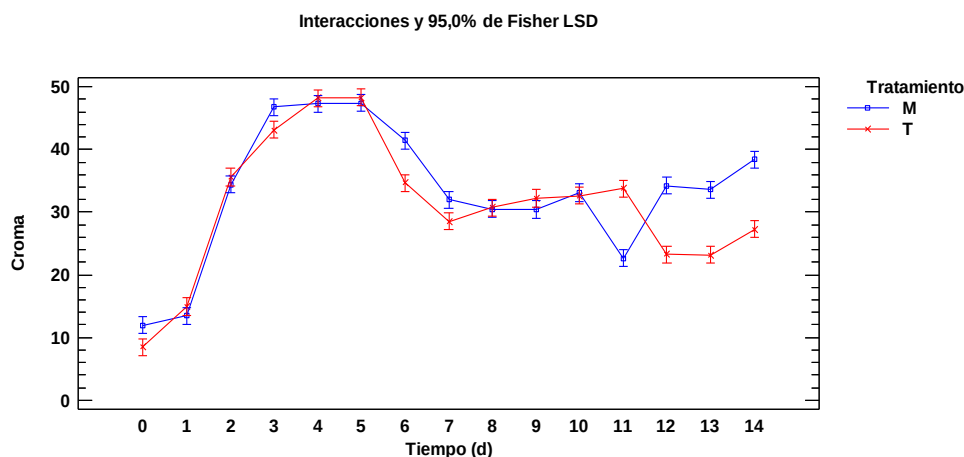


Figura 10. Interacción de Croma entre tratamientos

Se presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) mediante la prueba de múltiples rangos para croma con una diferencia de 2.18592 (tabla 22 - Anexo B). Tanto el tratamiento T como el M, presentaron comportamientos muy variables generando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) como se puede observar en las tablas 15 y 17 (Anexo B) respectivamente.

El croma C^* toma el valor 0 para estímulos acromáticos y normalmente no pasa de 150, aunque puede superar valores de 1000 para estímulos monocromáticos (Retting K & Hen K, 2014). En la figura 10 se observa un comportamiento similar en los dos tratamientos presentándose una variación notable desde el día 11 hasta el día 14, lo cual se puede atribuir a la turbiedad que mostró el tratamiento T cuando presentó sobreencolado. Los tratamientos revelan estímulos cromáticos.

Se observan variaciones entre los dos tratamientos en el día 0 debido a la adición de miel en el tratamiento M, lo cual generó contrastes en el color con respecto al tratamiento T. Posterior a esto se evidencian también desemejanzas en los días 3, 6, 7 y los comprendidos entre 11 y 14 mencionados anteriormente.

En la figura 11 se muestra el comportamiento del croma en el tratamiento M durante toda la etapa de fermentación presentando caídas y elevaciones a lo largo del proceso, puesto que factores como el pH, la temperatura, el nivel de oxígeno, la

presencia de etanol o acetaldehído, de ácido glioxílico y vinil-fenoles, entre otros, afectan la estabilidad y coloración presente en el mismo (Pascualetti, *et al.*)

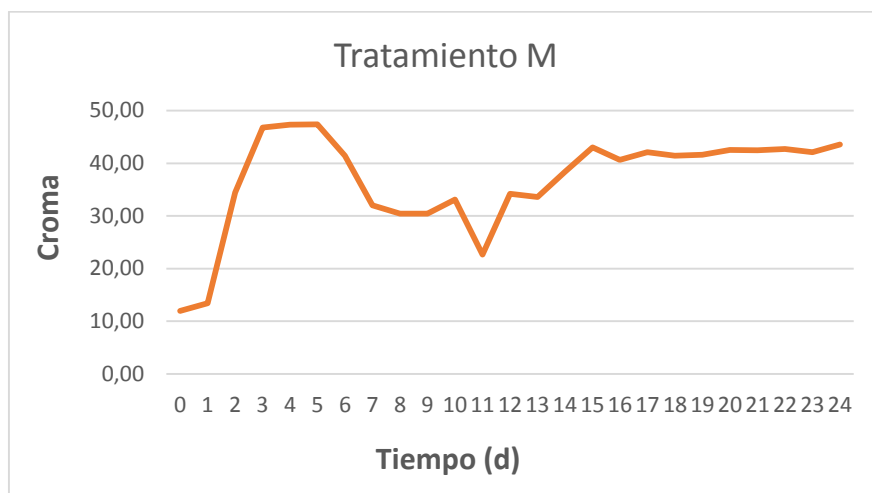


Figura 11. Croma con respecto al tiempo

- **Tono**

En la figura 12 se observa el comportamiento del tono con respecto al tiempo entre los dos tratamientos.

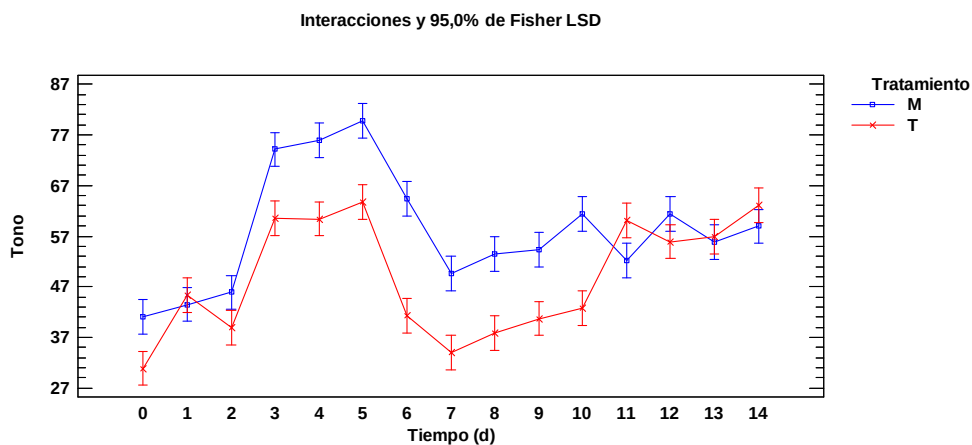


Figura 12. Interacción de Tono entre tratamientos

Se presentan altos y bajos con tendencia ascendente como se muestra en la figura 12, obteniendo así una diferencia de 9.31233 indicando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) como se observa en la tabla 23 (Anexo B) en la prueba de múltiples rangos para tono por tratamiento. También se obtienen

diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en el tratamiento T y M debido a las variaciones a lo largo del proceso como se puede observar en las tablas 15 y 17 del Anexo B, respectivamente.

El tono, H^* , varía entre 0 y 360° y para los estímulos acromáticos ($a^* = b^* = 0$) es una magnitud indefinida (Retting K & Hen K, 2014). Teniendo en cuenta lo mencionado en el capítulo 6 del *Método oficial de determinación del color del vino* se puede afirmar que al final del proceso se obtuvo una tonalidad naranja en los dos tratamientos puesto que los valores se encuentran entre 50° y 60° .

A partir del día 14 en el tratamiento M representado en la figura 13 se mostró una variación pasando de 58.9° a 73.7° dando como resultado una tonalidad más clara que la mencionada anteriormente.

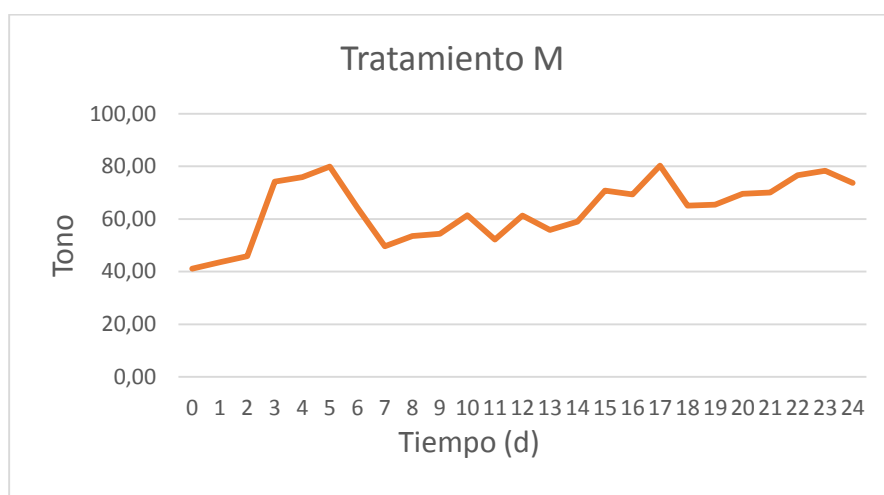


Figura 13. Tono con respecto al tiempo

- **Deltha E^* (ΔE)**

En la figura 14 se observa el comportamiento de Deltha E^* con respecto al tiempo entre los dos tratamientos.

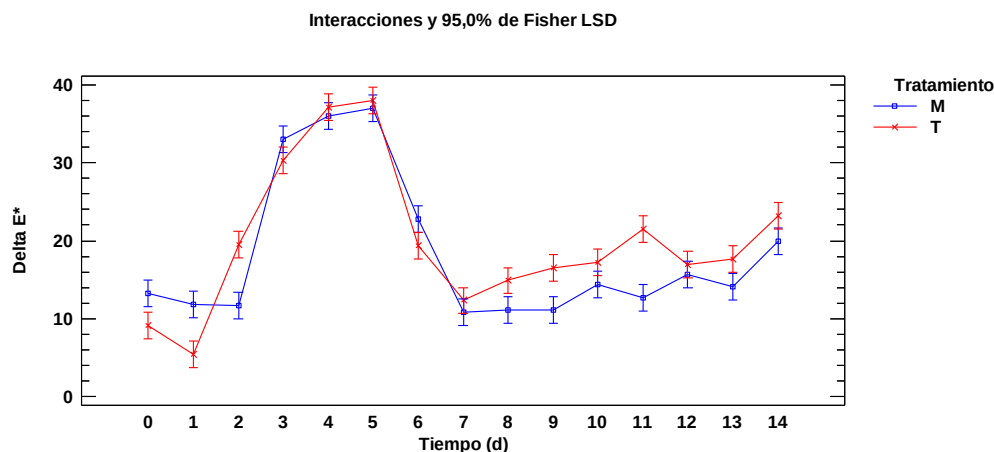


Figura 14. Interacción delta E* entre tratamientos

Teniendo en cuenta la prueba de múltiples rangos para Delta E* por tratamiento (Tabla 24 – Anexo B) se asegura que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre el tratamiento T y M.

Tanto T como M presentan ascensos y descensos alcanzando su máximo valor entre los días 4 y 5 descendiendo nuevamente para tomar un comportamiento ascendente y leve; se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) como se puede observar en las tablas 15 y 17 (Anexo B) para los tratamientos T y M respectivamente.

La diferencia de color es definida como la comparación numérica de una muestra con el estándar. Indica las diferencias en coordenadas absolutas de color y se conoce como Delta (Δ). Debido a que no existe una bebida fermentada de café cereza, se puede tomar como estándar el producto de (Muñoz Y., 2018) donde se tomó como referencia el resultado Delta E* final obtenido en dicho trabajo. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede observar como a través del tiempo el color presenta entre los tratamientos variaciones durante la etapa inicial y los días 8, 9 y 11; además se presentaron similitudes desde el día 3 hasta el 7 y finalizó con semejanzas entre ellos mostrando valores más altos con respecto al día inicial.

Por otra parte, el tratamiento M presentó su valor más alto el día 5, luego un acelerado descenso hasta el día 8 y a partir de ese momento una variación hasta presentar una tendencia al equilibrio en la etapa final (figura 15).

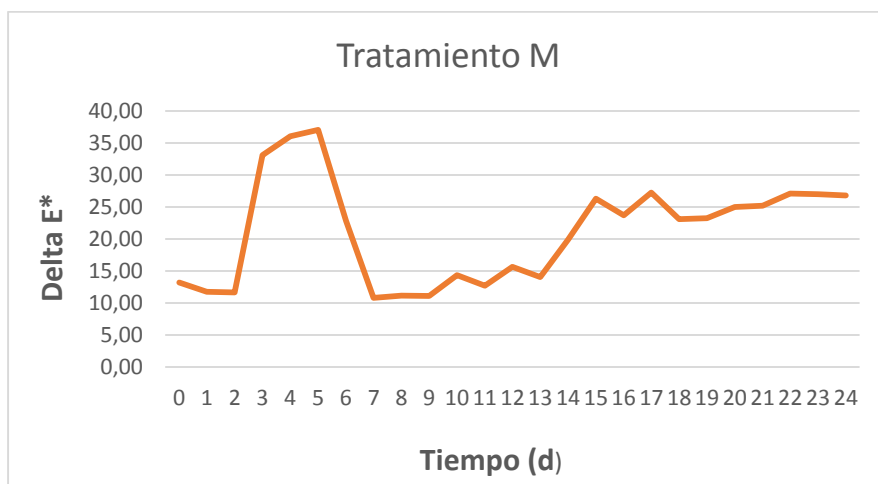
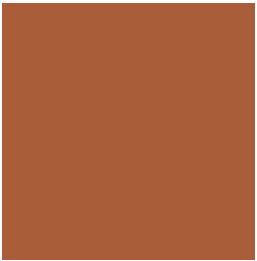


Figura 15. Delta E* con respecto al tiempo

A continuación se observa el resultado final del color en los dos tratamientos, calculado a partir de las coordenadas CIELAB, empleando la calculadora de color CIELAB online <http://www.workwithcolor.com/color-convert-01.htm?cp=4D353A&ch=348-18-25&cb=4D353A>.

Tabla 2. Resultado final del color en cada tratamiento

	
Tratamiento T	Tratamiento M

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos en los parámetros fisicoquímicos.

Tabla 3. Comportamiento de la razón-F y valor-P de los parámetros evaluados con respecto a los tratamientos y el tiempo (d).

Parámetro		Tratamiento (B)	Tiempo (A)	A*B
Sólidos solubles		141424.06***	1388.62***	1060.71***
pH		746.65***	700.46***	34.92***
Acidez (g/L)		73949.46***	869.67***	182.30***
Viscosidad (Cp)		144.69***	163.83***	44.83***
Color	L	203.27***	168.71***	21.09***
	a	7.38***	326.44***	43.92***
	b	83.76***	123.49***	8.75***
	Croma	39.16***	242.10***	19.45***
	Tono	112.26***	39.12***	7.44***
	ΔE	12.86 ^{ns}	112.00***	6.26***

ns: no significativo >0.05 *p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001

Puesto que los valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre los parámetros evaluados con un 95.0% de nivel de confianza, por lo anterior, los factores TRATAMIENTO y TIEMPO influyen significativamente en los parámetros evaluados durante el proceso de elaboración de la bebida fermentada de café cereza como se observa en la tabla 3.

Los sólidos solubles, pH, acidez, coordenada de color L* y tono son influenciados por el factor TRATAMIENTO ya que el valor de la Razón-F es mayor en este factor, mientras que la viscosidad, coordenadas a*, b* y croma son influenciadas por el factor TIEMPO dado que el valor de la Razón-F es mayor en este factor.

Debido a que todos los valores-P son menores que 0.05 (excepto ΔE en el factor tratamiento), estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre los parámetros evaluados con un 95.0% de nivel de confianza. ΔE no presenta diferencias significativas en el factor TRATAMIENTO, sin embargo el factor TIEMPO influye significativamente en dicho parámetro.

5.1.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

En la figura 16 se observa el crecimiento de Levaduras representadas en Log_{10} UFC/ml con respecto al tiempo.

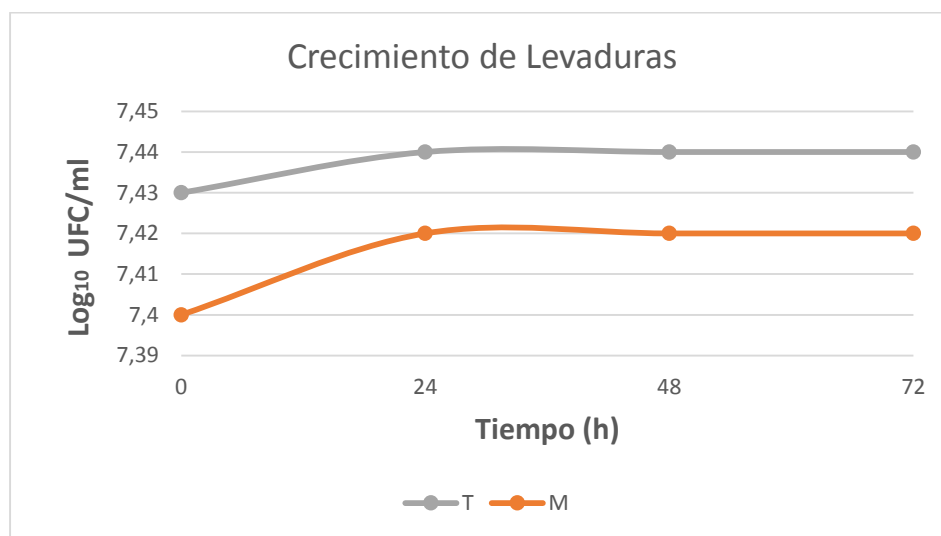


Figura 16. Crecimiento de Levaduras representadas en Log UFC/ml con respecto al tiempo

Se evaluó la actividad metabólica de las levaduras durante las primeras 72 horas, obteniendo el comportamiento expresado en Log_{10} UFC/mL a través del tiempo como se ilustra en la figura 16.

El proceso de fermentación se desarrolló con una población de levaduras del orden de 10^7 UFC/ml, la cual se mantiene constante a lo largo del proceso. Con esta cantidad realizan los cambios fisicoquímicos que se han descrito en 5.1.1.

En la Figura 17 se ilustran las medias del crecimiento de las levaduras en Log_{10} UFC/ml en función de los tratamientos evaluados para un intervalo de tiempo de 72 horas.

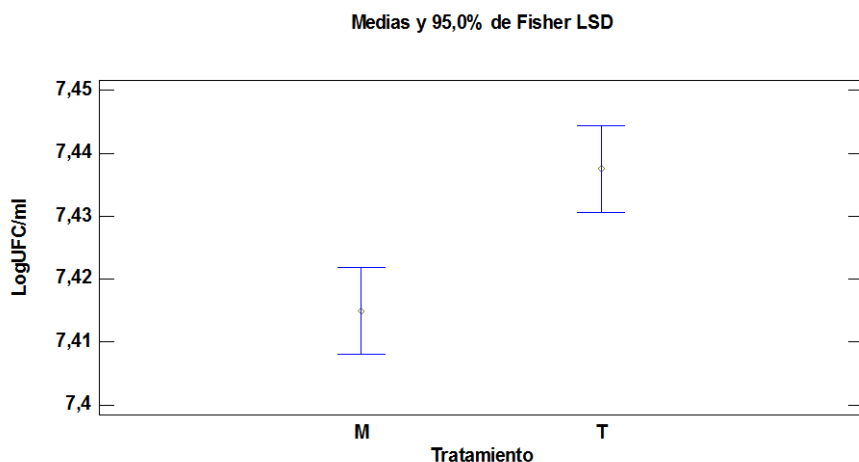


Figura 17. Medias de crecimiento de levaduras para los tratamientos. Método Fisher LSD con nivel de confianza del 95%.

Los tratamientos presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) lo cual se ratifica mediante la prueba de Fisher LSD con un nivel de confianza del 95.0 %

El pH ácido de la miel se debe a la presencia de ácidos orgánicos y representa un importante factor antimicrobiano, además, se han identificado otras sustancias en la miel con propiedades antimicrobianas; diversos estudios han encontrado que la principal actividad se debe a la presencia de peróxido de hidrógeno producido por la enzima glucosa-oxidasa (Estrada, *et al.*, 2005). Esto impide que los microorganismos puedan fermentar en la fase inicial, razón por la cual la actividad microbiana fue menor en el tratamiento M.

Cabe resaltar que al final del proceso de fermentación del tratamiento M (día 24) se realizó un nuevo análisis encontrando ausencia total, tanto de levaduras como de bacterias ácido lácticas, lo cual se puede atribuir a que la producción de etanol afecta el crecimiento de las levaduras (Boulton, 2002) y bacterias ácido lácticas.

5.1.2.1. Caracterización morfológica en placa y tinción Gram de las Bacterias Acido Lácticas (BAL) y Levaduras.

En las tablas 4 y 5 se presenta la caracterización morfológica de las levaduras y BAL, obtenidas dentro de las primeras horas de fermentación en los dos tratamientos, se realizó una vista macroscópica y microscópica. Se identificaron microorganismos Gram positivos con características correspondientes a bacilos y cocos.

En la Figura 18 se muestra la codificación utilizada para la caracterización de las colonias analizadas: Levaduras y BAL.



Figura 18. Codificación para la caracterización de las colonias.
Fuente: Autor

Tabla 4. Caracterización morfológica en placa y tinción Gram de las Levaduras. Medio de cultivo Agar YGC.

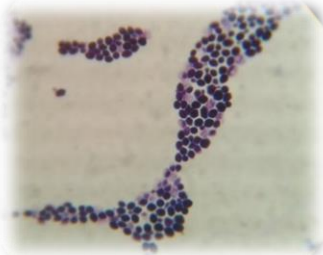
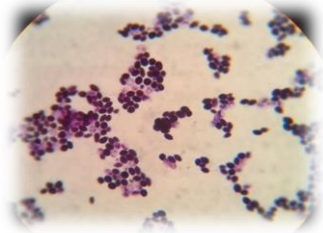
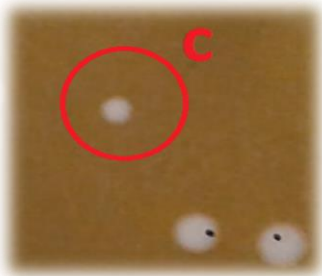
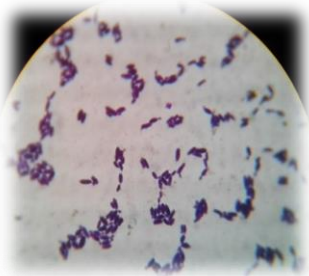
Caracterización	Descripción	Colonia Y Tinción Gram
Macroscópica	M₁ A YGC -4 Color: Blanco Textura: Cremosa Superficie: Convexa Forma: Circular Borde: Redondeado Diámetro: 3 mm	
Microscópica	M₁ A YGC -4 Tipo de células: Gram positivas. Forma: Cocos agrupados en cadenas	
Macroscópica	T₂ B YGC -4 Color: Blanco Textura: Cremosa Superficie: Convexa Forma: Circular Borde: Redondeado Diámetro: 0,5 mm	
Microscópica	T₂ B YGC -4 Tipo de células: Gram positivas. Forma: Cocos agrupados en cadenas.	

Tabla 5. Caracterización morfológica en placa y tinción Gram de las BAL. Medio cultivo Agar MRS

Caracterización	Descripción	Colonia & Tinción Gram
Macroscópica	M₂ C MRS -4 Color: Blanco mate Textura: Cremosa Superficie: Plana Forma: Circular Borde: Redondeado, transparente Diámetro: 2 mm	
Microscópica	M₂ C MRS -4 Tipo de células: Gram positivas. Forma: Bacilos alargados, no presentan ningún tipo de agrupación.	
Macroscópica	T₁ D MRS -4 Color: Blanco brillante Textura: cerosa Superficie: Acuminada Forma: Circular Borde: Redondeado Diámetro: 1 mm	
Microscópica	T₁ D MRS -4 Tipo de células: Gram positivas. Forma: Bacilos agrupados en cadenas.	
Macroscópica	M₂ E MRS -4 Color: Blanco. Bordes transparentes, punto blanco en el centro. Textura: Lechosa Superficie: Plana Forma: Circular Borde: Redondeado Diámetro: 1 mm	

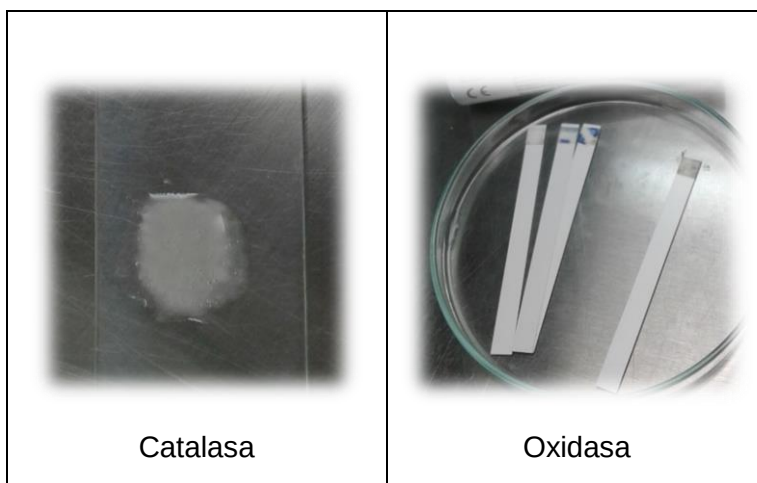
Microscópica	M₂ E MRS -4 Tipo de células: Gram positivas. Forma: Bacilos cortos ovoides, no presentan ningún tipo de agrupación.	
--------------	---	---

5.1.2.2. Pruebas Bioquímicas

- **Prueba De Catalasa y Oxidasa**

En la tabla 6 se observa el desprendimiento de burbujas para la prueba de catalasa y tiras con el reactivo de Kovacs, unas moradas y otras blancas en la prueba de oxidasa.

Tabla 6. Prueba de Catalasa y Oxidasa



La prueba de catalasa presentó resultado negativo para levaduras y positivo para BAL, lo que indica que la enzima catalasa está presente y estas poseen citocromos (Fernández *et al.*, 2010).

La prueba de oxidasa arrojó un resultado negativo para las levaduras y positivo para las BAL, lo cual se atribuye a que la presencia de oxidasa va ligada a la producción de catalasa, ya que ésta degrada el peróxido de hidrógeno que se produce como consecuencia de la reducción del oxígeno y cuya acumulación es tóxica (Fernández *et al.*, 2010).

5.1.2.3. Determinación del grado de Alcohol

Se destilaron dos sub tratamientos de 250 ml del tratamiento M (M_1 y M_2), obteniendo un volumen de 22.4 ml de alcohol en cada una, lo que equivale a $8.96 \approx 9.0$ °GL (grados Gay Lussac) como se observa en la tabla 7, los cuales se determinaron utilizando la ecuación de Gay Lussac. Este resultado tuvo lugar debido a la transformación de los azúcares en alcohol.

Según la NTC 708 para vinos de frutas el rango mínimo es de 6, sin establecer un valor máximo. De esta forma, el producto obtenido en el tratamiento M se encuentra dentro de lo estipulado en la norma mencionada.

Como se aprecia en la tabla 7, no existen diferencias entre los sub tratamientos.

Tabla 7. Volumen obtenido en la destilación y grados alcohol de los tratamientos.

Tratamiento	Volumen muestra (ml)	Volumen alcohol destilado (ml)	Grados de alcohol
M_1	250	22.4	$8.96 \approx 9$
M_2	250	22.4	$8.96 \approx 9$

En la tabla 8 se muestran los valores obtenidos de la densidad de la bebida fermentada de café cereza, calculado por el método del picnómetro.

Tabla 8. Densidad de la bebida fermentada de café cereza

Tratamiento	Peso picnómetro vacío (g)	Peso picnómetro lleno (g)	Peso de la muestra (g)	Volumen picnómetro (cm^3)	Densidad de la muestra (g/cm^3)
M_1	8.971	14.452	5.481	5.563	0.985
M_2	8.971	14.451	5.480	5.563	0.985

No existen diferencias en la densidad del alcohol entre las sub muestras. La densidad de vinos recién fermentados suele ser inferior a 1.000, pero los que tienen un grado glucométrico más elevado presentan un peso específico que a veces supera éste valor (Medina M., 2010).

5.1.2.4. Caracterización final de la bebida

En la tabla 9 se observan los valores finales obtenidos para cada parámetro con los cuales se dio por finalizado el proceso de fermentación y evaluación después de 24 días. Pasado un tiempo de almacenamiento en botella de 365 días, se tomó nuevamente registro de los parámetros a evaluar para observar su comportamiento y variación.

Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos finales de las bebidas obtenidas de los tratamientos.

		Final de la evaluación		Después de un año	
Parámetro		Tratamiento M ₁	Tratamiento M ₂	Tratamiento M ₁	Tratamiento M ₂
°Brix		8.0	8.0	8.3	8.5
pH		2.90	2.90	3.55	3.54
Acidez (g/L)		4.49	4.49	3.47	3.42
Viscosidad (Cp)		1.58	1.59	1.63	1.60
Color	L	49.01	49.60	62.02	56.63
	a	27.51	25.34	33.49	30.14
	b	35.22	35.13	43.99	45.48
Log UFC/ml (BAL)		0	0	3	3

La fermentación maloláctica es una segunda fermentación que, a no ser que se impida, la sufren los vinos jóvenes cuando ha terminado o está a punto de terminar la fermentación alcohólica (Delfini, 1983; Bravo, 1995. Citado por Mesas & Alegre, 1999)

Enológicamente tiene importantes consecuencias para el vino ya que le va a dar estabilidad, le va a proporcionar un afinamiento del gusto debido a que el ácido málico, más agresivo, da paso al ácido láctico que es más suave; se va a producir una pérdida de acidez debida a que un diácido se convierte en un monoácido. Esta pérdida de acidez conlleva cambios importantes en las propiedades organolépticas del vino, tanto en el color como en el sabor y el aroma (Mesas & Alegre, 1999).

Cuando las condiciones son idóneas para el desarrollo de las bacterias tiene lugar otra fase, que se presenta al finalizar la fermentación alcohólica donde las levaduras mueren y cuando la población bacteriana alcanza valores de 10^6 bacterias/mL inician la fermentación maloláctica, que culmina en general con el agotamiento del ácido málico presente en el vino. Finalizada dicha fermentación la población bacteriana vuelve a decrecer para situarse en valores residuales de 10^2 bacterias/mL. No obstante, bacterias lácticas del vino son resistentes al etanol, de

hecho se desarrollan y sobreviven en el vino, sin embargo a medida que aumenta el grado alcohólico se dificulta su crecimiento y con ello la fermentación maloláctica (Mesas & Alegre, 1999).

Lo anterior permite comprender la razón por la que después de un año de almacenamiento en botella, se encontraron BAL en la bebida del orden de 10^3 UFC/ml; se evidencia disminución en la acidez, aumento en el pH y variaciones en todos los parámetros evaluados.

5.1.3. ANÁLISIS SENSORIAL

Una vez embotellado el producto final, tanto para M₁ como el M₂ se almacenaron durante 365 días situando las botellas en un lugar oscuro, seco y fresco logrando durante este tiempo la maduración de la bebida, desarrollando aromas y sabores especiales en ella.

Se realizó una prueba de aceptación (Anexo C.) a un grupo de 30 caficultores del sur de la región evaluando los atributos mostrados en la tabla 10.

Tabla 10. Atributos evaluados para la bebida fermentada de pulpa de café.

		TRATAMIENTO	
		M ₁	M ₂
ATRIBUTO	Color	8.03 ± 1.18 ^a	8.30 ± 1.11 ^a
	Limpidez	8.13 ± 1.00 ^a	8.33 ± 1.12 ^a
	Aroma	8.60 ± 1.52 ^a	8.40 ± 1.16 ^a
	Sabor	7.86 ± 1.56 ^a	7.80 ± 1.34 ^a
	Acidez	6.80 ± 1.47 ^a	6.73 ± 1.36 ^a
	Alcohol	6.66 ± 1.60 ^a	6.93 ± 1.63 ^a
	Cuerpo	7.23 ± 1.69 ^a	7.53 ± 1.33 ^a
	Regusto	7.13 ± 1.45 ^a	7.16 ± 1.80 ^a
	Impresión General	8.00 ± 1.59 ^a	8.40 ± 1.27 ^a

D.E.: Desviación Estándar; a. Letras diferentes en la misma fila indican cambios estadísticamente significativos entre sí ($P < 0,05$); $\bar{x} \pm S$.

La tabla 10 muestra las medias y la desviaciones estándar correspondientes a la calificación dada por 30 jueces no expertos a cada atributo evaluado para las

bebidas de M₁ y M₂. Tanto en la tabla 10 como en la figura 19 se puede observar que los atributos evaluados no difieren significativamente entre muestras, debido a que las condiciones en las cuales se elaboraron fueron semejantes desde el comienzo de la evaluación. En general se obtuvo una calificación alta por parte de los catadores, indicando valores iguales o superiores a 6 para cada atributo. El atributo con mayor valoración fue el aroma, lo cual se puede asignar al olor característico del café en su proceso de beneficio, por otra parte, los atributos con menor valoración fueron la acidez y el alcohol, debido a que el pH y su alto contenido de alcohol causan en el consumidor una sensación de astringencia muy fuerte (según observaciones recibidas) lo cual puede llegar a ser desagradable.

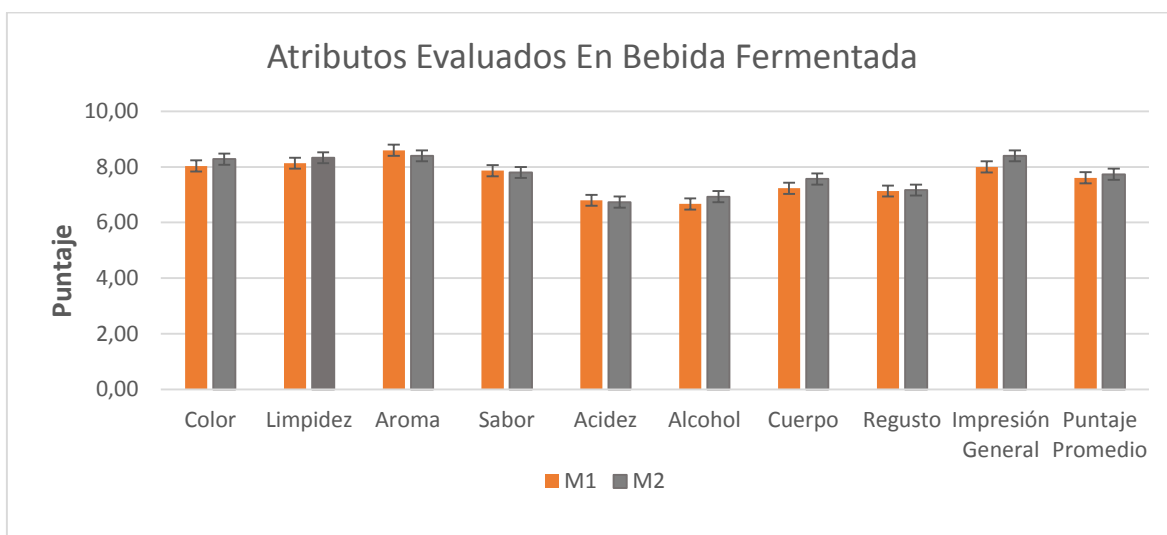


Figura 19. Comportamiento de los atributos evaluados en la bebida fermentada para cada tratamiento

5.2. ANALISIS FISICO Y EVALUACION SENSORIAL EN TAZA DE CAFÉ SEGÚN SCAA (Specialty Coffee Association of America).

El café verde de calidad se expresa en grados según la Norma SCAA. Para ello debe someterse a dos tipos de análisis: el físico y el sensorial.

5.2.1. Análisis Físico

Se realizó un análisis físico a la almendra obtenida del proceso de despulpado de café cereza, con el fin de determinar su calidad según la calificación SCAA. Se tomó una muestra representativa de 250 g de café pergamino y se evaluó de acuerdo a los defectos físicos encontrados, el factor de rendimiento y los respectivos porcentajes de merma, pasilla y broca, los cuales se detallan en las tablas 11 y 12.

Tabla 11. Valores correspondientes a los defectos físicos encontrados en 250 g de muestra de café pergamino seco.

	Tratamiento T	Tratamiento M
Muestra (g)	250	250
Almendra Total (g)	202	198
Almendra Sana (g)	190	184
Almendra con broca (g)	1.7	2.0
Almendra con defectos (g)	9.2	8.7

Tabla 12. Valores correspondientes al factor de rendimiento y porcentajes de merma, pasilla y broca en 250 g de muestra de café pergamino seco.

	Tratamiento T	Tratamiento M
Factor de Rendimiento	92.10	95.10
%Merma	16.80	20.00
%Pasilla	4.5	4.39
%Broca	0.84	1.01

El factor de rendimiento es la cantidad de café pergamino seco necesario para obtener un saco de 70 kg de café excelso. La línea base de comercialización en Colombia es de 92.8 kg de c.p.s., de los cuales 18.7 kg corresponden al cisco y 4.1 kg a los subproductos (Montilla Pérez, *et al*; 2008).

El factor de rendimiento oficial es 92.8 kg. En la muestra T se obtuvo un valor menor y en la muestra M se obtuvo un valor mayor al factor de rendimiento oficial. Lo cual

le implicaría al productor una bonificación para el caso de la muestra T y un castigo en la muestra M. El porcentaje de merma (16.80% y 20%) es aceptable ya que cumple con el porcentaje máximo admisible (20%), se obtuvo un porcentaje de pasilla válido, pues se encuentra por debajo del porcentaje admisible (5%) y el porcentaje de broca es bueno ya que permanece bajo el límite admisible (2%), como lo afirma (Beltran, 2016).

5.2.2. Análisis Sensorial

El análisis sensorial se realizó a través de la prueba de catación para descubrir las bondades y defectos organolépticos de una determinada muestra de café.

En la figura 20 se observan los resultados obtenidos de los jueces expertos para los atributos evaluados en la cata de café.

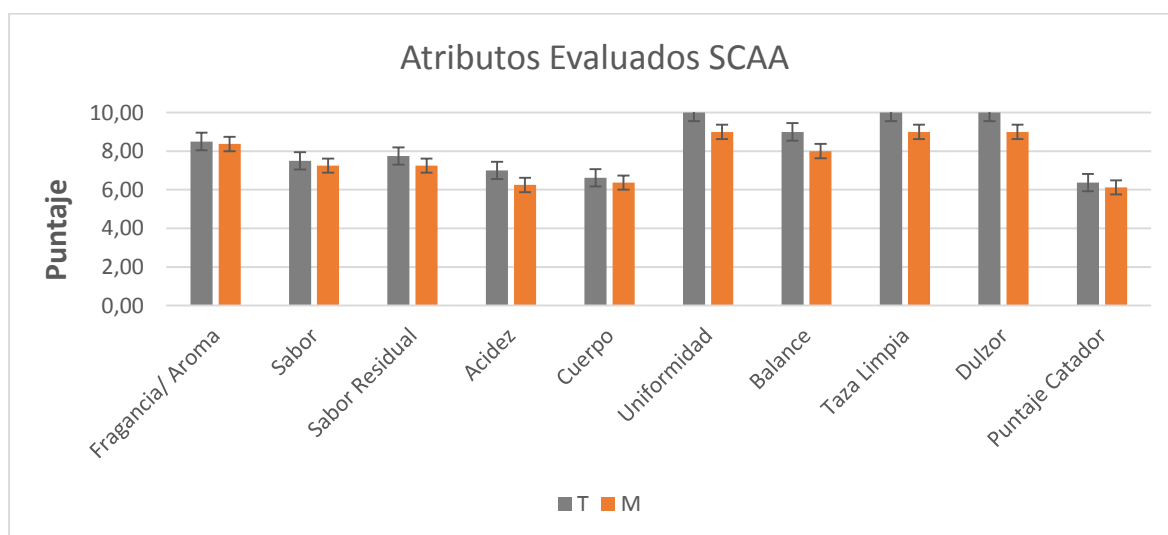


Figura 20. Atributos evaluados en la cata de café según la SCAA.

El tratamiento T obtuvo un puntaje total de 82.75, siendo este más alto con respecto al tratamiento M, el cual obtuvo un puntaje de 76.63. Esta diferencia está relacionada con la adición de miel, pues ésta le atribuye ciertas particularidades que modifican las características, intensidades y frecuencias de los sabores especiales y de los compuestos químicos y volátiles presentes en el café.

Los atributos con mayor puntaje fueron uniformidad, taza limpia y dulzor para T y M, con valores de 10.0 y 9.0 puntos respectivamente, considerados como extraordinarios. Por otra parte, los atributos que recibieron menor calificación fueron acidez, cuerpo y puntaje del catador, con valores que oscilan entre 6.25 y 7.0 puntos estimada como una calificación buena, los atributos restantes, aroma, sabor, sabor

residual y balance obtuvieron calificaciones que varían entre 7.25 y 9.0 puntos clasificando entre muy bueno y extraordinario según la calificación establecida por la SCAA.

Teniendo en cuenta la clasificación de la SCAA representada en la tabla 13 se puede denominar el café obtenido del tratamiento T como *Premio*, y el del tratamiento M como *Calidad Usual Buena*.

Tabla 13. Puntaje en taza y clasificación según SCAA

Puntaje Total	Descripción especialidad	Clasificación
95-100	Ejemplar o Único	Especialidad súper premio
90-94	Extraordinario	Premio a la especialidad
85-89	Excelente	Especialidad
80-84	Muy bueno	Premio
75-79	Bueno	Calidad usual buena
70-74	Pasable	Calidad media
60-70		Grado de cambio
50-60		Comercial
40-50		Abajo del grado
<40		Fuera del grado

Fuente: (Marín, 2013)

5.3. ANALISIS SENSORIAL EN SNACK A BASE DE PULPA DE CAFÉ

Se elaboró una mezcla de cobertura de chocolate, la cual se rellenó con pulpa de café previamente secada en la estufa. Se evaluaron los parámetros relacionados en la figura 21 entre un grupo de 30 catadores no expertos.

El color, forma y aroma presentaron calificaciones iguales entre tratamientos, presentando valores entre 6.0 y 6.9 lo cual es indicador de neutralidad, es decir, ni gusta ni disgusta según la escala de calificación del formato de evaluación (Anexo C).

Se observa una diferencia marcada entre los atributos sabor y textura, obteniendo mayor calificación la muestra M, ya que al provenir de un tratamiento al cual se adicionó miel, influye aportando un sabor más dulce y una textura más blanda generando más aceptación que la muestra T, sin embargo la calificación obtenida en estos dos atributos entre 4.27 y 5.80 indican un grado de insatisfacción por parte de los catadores obteniendo de esta manera un puntaje total de 5.8 para T y 6.1

para M, logrando obtener neutralidad en el snack elaborado puesto que a los evaluadores ni les gusta ni les disgusta según la clasificación del formato empleado.

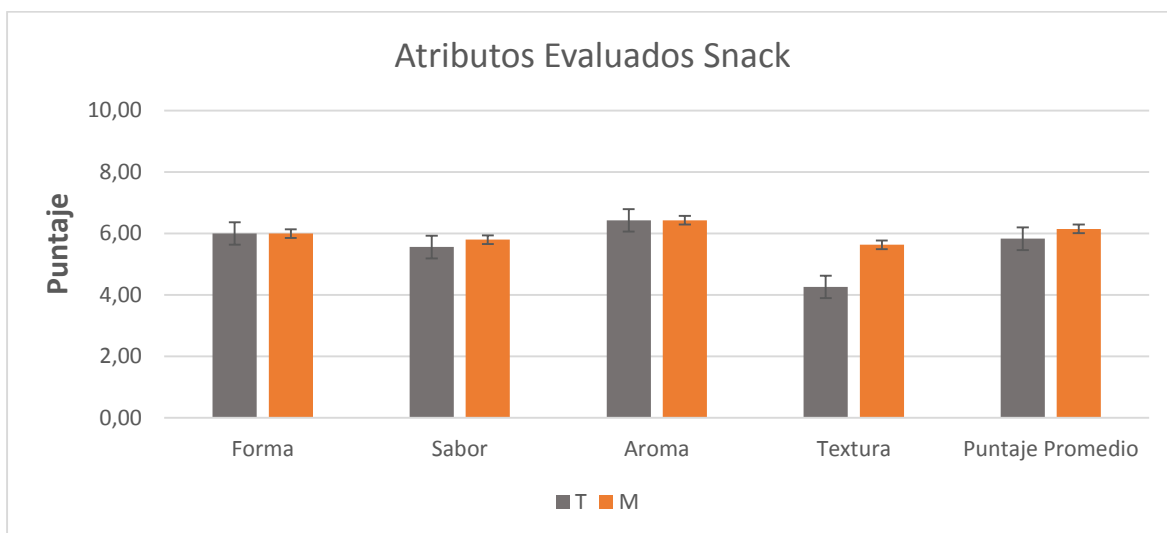


Figura 21. Atributos evaluados en Snack.

6. CONCLUSIONES

- La bebida fermentada presentó valores finales de 8.00 ± 0.00 °Brix, pH de 2.90 ± 0.00 , acidez g/L de ácido clorogénico de $4,50 \pm 0,00$ y viscosidad de 1.56 ± 0.0 . En general se obtuvo una calificación alta por parte de los catadores, indicando valores iguales o superiores a 6 para cada atributo. Sin embargo, para clasificar la bebida como vino de frutas, se deben tener en cuenta los requisitos específicos que estipula la norma técnica colombiana 708 (NTC 708), de los cuales solo se evaluó el contenido de alcohol que debe contener un mínimo de 6 grados sin un valor máximo establecido y el pH con un mínimo de 2.8 y un máximo de 4.0, los cuales se encuentran dentro de los rangos establecidos.
- Las temperaturas mayores a 25 °C influyen el proceso de clarificación con gelatina sin sabor generándose sobreencolado en la bebida alterando de esta forma todas las variables y composición de esta.
- La elaboración del snack con pulpa de café no consiguió una buena aceptación por parte del grupo de evaluadores, lo cual se atribuye a la poca transformación realizada en este, ya que la pulpa solo fue sometida a secado, luego cubierta con chocolate y de esta forma fue consumida generando molestias en el consumidor por su textura y sabor no agradables al paladar.
- La bebida obtenida de los granos de café procesados presentó una calificación de 82.75 para el tratamiento T y 76.63 para el tratamiento M, con atributos, sabores y aromas especiales; es de resaltar que estos resultados se obtuvieron a pequeña escala en condiciones de laboratorio y es necesario trabajarlo en condiciones de campo.
- Se socializó este estudio con comunidades cafeteras del sur del Huila, dando a conocer los resultados obtenidos, lo cual tuvo una buena acogida puesto que son prácticas que se pueden poner en marcha fácilmente y están al alcance de la comunidad. También se recibieron comentarios y sugerencias que se tendrán en cuenta para futuras investigaciones.
- El caficultor tendrá la opción de transformar los subproductos que se generan durante el proceso de beneficio del café aprovechando todo el fruto, obteniendo de esta forma tres productos: bebida fermentada, café en taza y snack.

7. RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar el mismo procedimiento empleando diferentes edulcorantes como azúcar refinada, azúcar morena, panela, jugo de caña, estevia, entre otros, variando sus concentraciones para evaluar el comportamiento del proceso fermentativo de la bebida y también las características finales de los otros dos productos.
- En este estudio, se trabajó con una proporción de agua – cereza 60:40. Se recomienda evaluar este proceso a diferentes proporciones y repeticiones con el fin de determinar su influencia en la fermentación, tiempo estimado y comportamiento en los parámetros.
- Teniendo en cuenta que la elaboración de estos productos va dirigida especialmente a caficultores, se podría implementar este proceso con levadura de pan o con la levadura nativa presente en el fruto, ya que para esta población puede ser difícil la adquisición de una levadura especial para vinos como la que se trabajó en este proyecto.
- En vista de que la gelatina sin sabor como clarificante actúa mejor en temperaturas inferiores a 25 °C, se recomienda tener en cuenta las condiciones ambientales del lugar geográfico donde se elaborará este procedimiento, puesto que puede repetirse el inconveniente presentado con el tratamiento T, o también realizar una adecuada filtración para evitar emplear este tipo de sustancias y facilitar la elaboración del producto.
- Debido a la baja aceptación por parte de los evaluadores que obtuvo el snack a base de pulpa cubierto con chocolate, es conveniente elaborar otro producto como harina, galletas, pan, infusiones, entre otros.
- Es importante aprovechar al máximo la totalidad del fruto transformándolo en diversos productos aptos para el consumo y de fácil elaboración.

8. REFERENCIAS

- Acosta, R. C. (2012). Evaluación de la fermentación alcohólica para la producción de hidromiel.
- Aleixandre, J. L. (2010). Manual de vinos y bebidas. Universidad Politécnica de Valencia.
- Belda, I. A. (2016). Estudio filo-funcional de levaduras de interés enológico para su aplicación industrial. Madrid.
- Beltran , J. (14 de junio de 2016). Análisis físico del café. Obtenido de Análisis físico del café: <http://mcjabe.blogspot.com/2016/06/analisis-fisico-del-cafe.html>
- Boulton, R. (2002). Teoría y práctica de la elaboración del vino. Zaragoza - España: Acribia.
- Carretero Casado, F. (2006). Innovación tecnológica en la industria de bebidas. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Cenicafé. (2011). Composición química de una taza de café. Avances Técnicos Cenicafé, 4.
- Córdoba, N. M., & Guerrero, J. E. (2016). Caracterización de los procesos tradicionales de fermentación de café en el departamento de Nariño. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 79.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2016). Boletín Técnico. Cuentas Departamentales - Colombia Producto Interno Bruto (PIB). Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/departamentales/B_2005/Bol_dpt_al_2015preliminar.pdf
- Echávarri, J. F. (s.f.). La medida práctica del color.
- (s.f.). Entendiendo el espacio de color CIE L*A*B*. Konica Minolta. Recuperado de <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>
- (s.f.). Entendiendo El Espacio de Color CIE L*C*h*. Konica Minolta. Recuperado de <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2015/08/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lch/>
- Estrada , H., Gamboa, M., Chaves, C., & Arias, M. (2005). Evaluación de la actividad antimicrobiana de la miel de abeja contra *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes* y *Aspergillus niger*. Evaluación de su carga mi.

- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (s.f.). Huila, eje del nuevo mapa cafetero colombiano.
- Fernández Olmos, A., García, C., Sáez Nieto, J., & Valdezate Ramos, S. (2010). Metodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología.
- Fleischman, H. (2001). Efecto del uso de cuatro clarificantes sobre la composición fenólica de un vino cultivar Carmenere. Universidad de Chile.
- García Hylary, Q. (2014). Curva del crecimiento.
- García, V. (2004). Introducción a la microbiología. Costa Rica: Universidad estatal a distancia .
- Gómez, A. E., & Beltrán, L. E. (2017). Implementación del procedimiento para llevar a cabo la práctica de fermentación y destilación en la planta de biocombustibles del laboratorio de ingeniería ambiental y sanitaria de la Universidad de La Salle.
- González Regueiro , V., Rodeiro Maudiz, C., Sanmartín Fero, C., & Vila Plana , S. (2014). Introducción al análisis sensorial. Estudio hedónico del pan en el IES Mugardos.
- León, J. (2000). Café Árábigo. Botánica de los cultivos tropicales. Agroamérica.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Parker, J. (2004). Brock Biología de los Microorganismos. Pearson Prentice Hall.
- Marín Ciriaco, G. (2013). Control de Calidad del Café. Lima: Desco.
- Medina M., G. (2010). Análisis fisicoquímico de alimentos. Bebidas alcohólicas.
- Mesas, J., & Alegre, M. (1999). El papel de los microorganismos en la elaboración del vino. Ciencia y tecnología alimentaria, 179-180.
- Método oficial de determinación del color del vino. (s.f.). En U. d. Rioja.
- Montilla Pérez, J., Arcila Pulgarín, J., Aristizábal Loaiza, M., Montoya Restrepo, E., Puerta Quintero, G., Oliveros Tascón, C., & Cadena Gómez , G. (2008). Propiedades Físicas y Factores de Conversión del Café en el Proceso de Beneficio. Avances Técnicos Cenicafé.
- Montilla, P. (2006). Caracterización de algunas propiedades físicas y factores de conversión del café. Manizales: Universidad de Caldas.
- Nielsen, J., Villadsen , J., & Lidén, G. (2003). Bioreaction engineering principles. New York: Plenum Publishers.
- Pascualetti, G., Romano, R., García, L., & Manzano, H. (s.f.). Diferenciación varietal por medio del espacio CIELab simplificado.

- Peñuela Martínez , A., Sanz Uribe, J., & Pabón Usaquén, J. (2012). Método para identificar el momento final de la fermentación de mucílago de café. *Cenicafé*, 121.
- Peñuela, A. E. (2010). Estudio de la remoción del mucílago de café a través de la fermentación natural.
- Prescott, L., Harley, J., & Klein, D. (2004). *Microbiología*. Navarra: Mc Graw Hill.
- Puerta Quintero, G. I. (2012). Composición química de una taza de café. *Cenicafé*.
- Puerta Quintero, G. I. (2015). Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad.
- Quintero, G. I. (2012). Composición química de una taza de café. *Cenicafé*.
- Retting K, M., & Hen K, A. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agrosur*.
- Rodríguez , V. (2009). Estudio de un biosistema integrado para el postratamiento de las aguas residuales del café utilizando macrófitas acuáticas. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Rodríguez , V., Zambrano, F., & Ramírez, G. (2013). Manejo y disposición de los subproductos y de las aguas residuales del beneficio del café. *Manual del Cafetero Colombiano*.
- Rodríguez Valencia, N., Sanz Uribe, J. R., Oliveros Tacón, C., & Rampirez Gómez, C. A. (2015). Prácticas y estrategias para el ahorro, uso eficiente del agua y el control de la contaminación hídrica en el proceso de beneficio húmedo del café. *Beneficio del café en Colombia*.
- Rodríguez, N. (2007). Producción de bioetanol a partir de la pulpa y el mucílago del café: Informe anual de actividades 2006-2007. *Disciplina de calidad y manejo ambiental*.
- SAGARPA. (2004). Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad selecta en café verde.
- Siret, R., Madieta, E., Symonau, R., & Jourjon, F. (2008). Mediciones reológicas de la textura y de la viscosidad de los vinos. *Correlación con el análisis sensorial*.
- Suza Sánchez, L. (2016). Estudio de clarificación y afinamiento de un vino de crianza en barrica. *Universidad de La Rioja*.
- Temis Perez, A., López Malo, A., & Sosa Morales, E. (2011). Producción de café (*Coffea arabica* L.): cultivo, beneficio, plagas y enfermedades.
- Ulloa, J., Mondragón Cortés, P., Rodríguez Rodríguez, R., Reséndiz Vásquez , J., & Rosas Ulloa, P. (2010). La miel de abejas y su importancia. *Fuente*.

- Vásquez Riascos, A. M. (2015). Estimación de las coordenadas CIEL*a*b* en concentrados de tomate utilizando imágenes digitales. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Zamorano, M. A. (2010). Caracterización de gelatinas de uso enológico presentes en el mercado mediante análisis químicos y electroforeticos. Santiago de Chile.

ANEXOS

ANEXO A

MEDIOS DE CULTIVO EMPLEADOS

Medios De Cultivo Líquido

Los medios líquidos fueron distribuidos en tubos de ensayo, debidamente esterilizados a temperatura de 121 °C durante un tiempo de 30 minutos en autoclave y finalmente almacenados a temperatura a 4 °C después de estabilizar su temperatura junto con la temperatura ambiente.

➤ Agua de peptona (Merck KGaA, 64271 Darmstadt Germany)

Se disuelve 25.5 g en un litro de agua desmineralizada

pH, 7±0.2 a 25 °C

Composición para un litro de agua destilada

Peptona de caseína	10.0 g
Cloruro sódico	5.0 g
Dihidrógenofosfato potásico	1.5 g
Hidrogenofosfato disódico dodecahidrato	9.0 g

➤ Caldo MRS (OXOID)

Se disuelve 52 g en un litro de agua destilada

pH, 6.2±0.2 a 25 °C

Composición para un litro de agua destilada

Peptona	10.0
Polvo 'Lab-Lemco'	8.0
Extracto de levadura	4.0
Glucosa	20.0
Monooleato de sorbitán	1 ml

Hidrógeno-fosfato dipotásico	2.0
Acetato de sodio 3H 2 O	5.0
Citrato triamónico	2.0
Sulfato de magnesio 7H 2 O	0.2
Manganeso 4H sulfato de 2 O	0.05

Medios De Cultivo Sólido

Se disuelve la cantidad indicada en un litro de agua demineralizada se lleva 15 minutos a la autoclave a temperatura de 121 °C, se estabiliza su temperatura a 50 °C y luego se vierte en placas de Petri estériles.

➤ Agar MRS (Conda)

Se disuelve 62 g en un litro de agua demineralizada

pH, 6.2±0.2 a 25 °C

Composición para un litro de agua destilada.

Peptona	10.0
Polvo 'Lab-Lemco'	8.0
Extracto de levadura	4.0
Glucosa	20.0
Monooleato de sorbitán	1 ml
Hidrógeno-fosfato dipotásico	2.0
Acetato de sodio 3H 2 O	5.0
Citrato triamónico	2.0
Sulfato de magnesio 7H 2 O	0.2
Manganeso 4H sulfato de 2 O	0.05
Agar	10

➤ Agar YGC (Conda KGaA, 64271 Darmstadt Germany)

Se disuelve 40.0 g en un litro de agua desmineralizada

pH, 6,6±0.2 a 25 °C

Composición para un litro de agua destilada

Extracto de levadura	5.0
D(+)-Glucosa	20.0
Cloranfenicol	0.1 g
Agar-Agar	14.9 g

ANEXO B

ANOVA SIMPLE EN TRATAMIENTOS

Tabla 14. Valores promedio y desviaciones estándar de los parámetros fisicoquímicos cuantificados en el tratamiento T.

Tiempo (d)	Sólidos Solubles (°Brix)	Potencial de Hidrógeno (pH)	Acidez (g/L)	Viscosidad (Cp)
0	3,35 ± 0,05 ^{efg}	5,28 ± 0,03 ^g	1,07 ± 0,02 ^a	1,73 ± 0,08 ^b
1	3,93 ± 0,08 ^h	4,45 ± 0,09 ^f	1,41 ± 0,03 ^b	3,22 ± 0,52 ^d
2	3,73 ± 0,08 ^{gh}	3,80 ± 0,09 ^e	1,62 ± 0,02 ^c	1,20 ± 0,02 ^a
3	3,70 ± 0,11 ^{gh}	3,75 ± 0,06 ^e	1,67 ± 0,04 ^{cd}	2,01 ± 0,46 ^c
4	3,58 ± 0,13 ^{fg}	3,61 ± 0,13 ^{cd}	1,65 ± 0,05 ^c	1,61 ± 0,01 ^b
5	3,48 ± 0,20 ^{efg}	3,63 ± 0,04 ^{cd}	1,71 ± 0,03 ^{de}	1,59 ± 0,01 ^b
6	3,20 ± 0,62 ^{cde}	3,63 ± 0,03 ^{cd}	1,73 ± 0,03 ^{ef}	1,57 ± 0,01 ^b
7	3,08 ± 0,53 ^{bcd}	3,56 ± 0,03 ^c	1,77 ± 0,00 ^{fg}	1,58 ± 0,01 ^b
8	2,98 ± 0,46 ^{abc}	3,61 ± 0,05 ^{cd}	1,77 ± 0,00 ^{fg}	1,57 ± 0,02 ^b
9	2,68 ± 0,31 ^a	3,61 ± 0,05 ^{cd}	1,77 ± 0,00 ^{fg}	1,56 ± 0,02 ^b
10	2,85 ± 0,27 ^{ab}	3,64 ± 0,03 ^d	1,79 ± 0,02 ^g	1,57 ± 0,01 ^b
11	3,00 ± 0,22 ^{abc}	3,33 ± 0,08 ^b	1,89 ± 0,02 ^h	2,23 ± 0,09 ^c
12	3,00 ± 0,22 ^{abc}	3,28 ± 0,04 ^{ab}	1,89 ± 0,02 ^h	2,19 ± 0,09 ^c
13	2,90 ± 0,11 ^{abc}	3,21 ± 0,07 ^a	1,97 ± 0,08 ⁱ	1,67 ± 0,01 ^b
14	2,87 ± 0,12 ^{abc}	3,21 ± 0,07 ^b	2,01 ± 0,02 ⁱ	1,60 ± 0,01 ^b

D.E.: Desviación Estándar; a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k. Letras diferentes en la misma columna indican cambios estadísticamente significativos entre sí ($P < 0,05$); $\bar{x} \pm S$.

Tabla 15. Valores promedio y desviaciones estándar de las coordenadas CIE L*A*B* y los parámetros calculados a partir de estas en el tratamiento T

Tiempo (d)	Parámetros experimentales			Parámetros calculados		
	L*	a*	b*	C (croma)	H (tono)	ΔE
0	28,11 $\pm$ 0,88 ^a	7,42 $\pm$ 0,77 ^a	4,01 $\pm$ 0,68 ^a	8,44 $\pm$ 0,92 ^a	30,90 $\pm$ 3,94 ^a	5,44 $\pm$ 1,01 ^a
1	33,78 $\pm$ 1,87 ^b	11,69 $\pm$ 0,74 ^b	9,28 $\pm$ 1,42 ^b	14,93 $\pm$ 1,46 ^b	45,31 $\pm$ 4,13 ^d	19,45 $\pm$ 2,49 ^{cd}
2	35,69 $\pm$ 1,52 ^{bce}	29,40 $\pm$ 0,23 ^h	19,98 $\pm$ 3,08	35,60 $\pm$ 1,90 ^h	38,90 $\pm$ 5,74 ^{bc}	30,31 $\pm$ 5,04 ^d
3	43,07 $\pm$ 3,60 ^{fg}	29,58 $\pm$ 0,44 ^h	31,29 $\pm$ 4,32 ^h	43,12 $\pm$ 3,43 ⁱ	60,52 $\pm$ 7,49 ^{efg}	37,21 $\pm$ 0,96 ^d
4	48,52 $\pm$ 0,32 ⁱ	33,20 $\pm$ 1,50 ⁱ	34,97 $\pm$ 0,54 ^h	48,23 $\pm$ 1,43 ^j	60,41 $\pm$ 1,80 ^{efg}	38,08 $\pm$ 2,31 ^d
5	49,69 $\pm$ 2,92 ⁱ	32,36 $\pm$ 2,13 ⁱ	35,76 $\pm$ 2,44 ^h	48,30 $\pm$ 0,38 ^j	63,74 $\pm$ 8,52 ^g	19,31 $\pm$ 0,90 ^{bc}
6	37,66 $\pm$ 1,82 ^e	28,11 $\pm$ 0,69 ^h	20,24 $\pm$ 1,08 ^f	34,65 $\pm$ 0,12 ^{gh}	41,31 $\pm$ 3,20 ^{cd}	12,30 $\pm$ 4,17 ^a
7	34,90 $\pm$ 1,54 ^{bc}	24,35 $\pm$ 1,77 ^{ef}	14,61 $\pm$ 4,18 ^c	28,49 $\pm$ 3,65 ^{de}	33,96 $\pm$ 7,37 ^{ab}	14,87 $\pm$ 1,84 ^{ab}
8	35,99 $\pm$ 1,43 ^{bce}	25,61 $\pm$ 0,07 ^{fg}	16,90 $\pm$ 2,08 ^{cde}	30,71 $\pm$ 1,20 ^{ef}	37,81 $\pm$ 4,56 ^{bc}	16,55 $\pm$ 0,12 ^{ab}
9	36,47 $\pm$ 0,57 ^{ce}	26,26 $\pm$ 0,33 ^g	18,66 $\pm$ 0,17 ^{def}	32,21 $\pm$ 0,21 ^{fg}	40,72 $\pm$ 0,82 ^{cd}	17,19 $\pm$ 0,27 ^{ab}
10	36,74 $\pm$ 0,85 ^{ce}	26,17 $\pm$ 0,37 ^g	19,54 $\pm$ 0,29 ^{ef}	32,66 $\pm$ 0,12 ^{fg}	42,80 $\pm$ 1,24 ^{cd}	21,45 $\pm$ 1,54 ^{bc}
11	41,39 $\pm$ 0,87 ^f	23,32 $\pm$ 0,43 ^e	24,45 $\pm$ 1,21 ^g	33,79 $\pm$ 1,17 ^{gh}	60,04 $\pm$ 1,85 ^{efg}	16,92 $\pm$ 0,75 ^{ab}
12	45,12 $\pm$ 0,15 ^{gh}	16,62 $\pm$ 1,19 ^c	16,23 $\pm$ 1,31 ^{cd}	23,23 $\pm$ 1,77 ^c	55,92 $\pm$ 0,70 ^e	17,65 $\pm$ 0,27 ^{ab}
13	45,95 $\pm$ 0,33 ^h	16,42 $\pm$ 0,75 ^c	16,31 $\pm$ 1,05 ^{cd}	23,15 $\pm$ 1,28 ^c	56,89 $\pm$ 1,05 ^{ef}	18,47 $\pm$ 1,01 ^a
14	49,79 $\pm$ 0,45 ⁱ	18,31 $\pm$ 1,42 ^d	20,18 $\pm$ 1,92 ^f	27,25 $\pm$ 2,38 ^d	63,05 $\pm$ 1,11 ^{fg}	23,15 $\pm$ 0,84 ^b

D.E.: Desviación Estándar; a, b, c, d, e, f. Letras diferentes en la misma columna indican cambios estadísticamente significativos entre sí (P<0,05); $\bar{x} \pm S$.

Tabla 16. Valores promedio y desviaciones estándar de los parámetros fisicoquímicos cuantificados en el tratamiento M.

Tiempo (d)	°Brix	pH	Acidez g/L	Viscosidad (Cp)
0	21,53 ± 0,19 ^u	4,46 ± 0,02 ^o	2,06 ± 0,00 ^a	3,64 ± 0,08 ⁿ
1	20,82 ± 0,15 st	4,05 ± 0,04 ⁿ	2,53 ± 0,04 ^b	4,46 ± 0,08 ⁱ
2	20,88 ± 0,08 ^t	3,65 ± 0,01 ^m	3,41 ± 0,02 ^c	1,78 ± 0,03 ^d
3	20,70 ± 0,00 ^s	3,57 ± 0,02 ^l	3,57 ± 0,02 ^d	1,91 ± 0,01 ^{ef}
4	20,50 ± 0,17 ^r	3,46 ± 0,01 ^k	3,65 ± 0,00 ^d	1,95 ± 0,02 ^g
5	20,33 ± 0,08 ^q	3,40 ± 0,01 ^j	3,76 ± 0,15 ^e	1,94 ± 0,02 ^{fg}
6	19,05 ± 0,23 ^p	3,37 ± 0,00 ^{ij}	3,90 ± 0,00 ^f	1,96 ± 0,03 ^g
7	17,87 ± 0,12 ^o	3,28 ± 0,01 ^{gh}	3,90 ± 0,00 ^f	1,90 ± 0,02 ^e
8	15,92 ± 0,15 ⁿ	3,33 ± 0,01 ^{hi}	3,90 ± 0,00 ^f	1,78 ± 0,02 ^d
9	13,43 ± 0,05 ^m	3,33 ± 0,01 ^{hi}	3,90 ± 0,00 ^f	1,68 ± 0,01 ^c
10	12,35 ± 0,19 ^l	3,35 ± 0,00 ^{ij}	3,92 ± 0,02 ^f	1,68 ± 0,02 ^c
11	11,17 ± 0,26 ^k	3,26 ± 0,05 ^{fg}	4,02 ± 0,02 ^g	1,67 ± 0,01 ^c
12	10,30 ± 0,11 ^j	3,21 ± 0,07 ^{ef}	4,03 ± 0,02 ^g	1,66 ± 0,01 ^c
13	9,90 ± 0,18 ⁱ	3,20 ± 0,08 ^e	4,07 ± 0,03 ^g	1,65 ± 0,01 ^c
14	9,35 ± 0,16 ^h	3,18 ± 0,07 ^e	4,08 ± 0,03 ^g	1,61 ± 0,03 ^{ab}
15	9,20 ± 0,06 ^g	3,11 ± 0,13 ^d	4,21 ± 0,17 ^h	1,60 ± 0,01 ^a
16	8,87 ± 0,05 ^f	3,10 ± 0,08 ^{cd}	4,26 ± 0,11 ^h	1,60 ± 0,01 ^a
17	8,50 ± 0,06 ^e	3,06 ± 0,08 ^{cd}	4,27 ± 0,10 ^h	1,59 ± 0,01 ^b
18	8,42 ± 0,08 ^{de}	3,05 ± 0,05 ^c	4,27 ± 0,10 ^h	1,59 ± 0,02 ^a
19	8,35 ± 0,05 ^{cd}	2,96 ± 0,05 ^b	4,42 ± 0,07 ⁱ	1,57 ± 0,02 ^a
20	8,25 ± 0,05 ^{bc}	2,93 ± 0,05 ^{ab}	4,42 ± 0,08 ⁱ	1,57 ± 0,01 ^a
21	8,15 ± 0,05 ^b	2,95 ± 0,05 ^{ab}	4,42 ± 0,08 ⁱ	1,57 ± 0,01 ^a
22	8,00 ± 0,00 ^a	2,95 ± 0,00 ^{ab}	4,42 ± 0,08 ⁱ	1,56 ± 0,01 ^{ab}
23	8,00 ± 0,00 ^a	2,90 ± 0,00 ^a	4,50 ± 0,00 ⁱ	1,56 ± 0,00 ^{ab}
24	8,00 ± 0,00 ^a	2,90 ± 0,00 ^a	4,50 ± 0,00 ⁱ	1,56 ± 0,01 ^{ab}

D.E.: Desviación Estándar; a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r. Letras diferentes en la misma columna indican cambios estadísticamente significativos entre sí (P<0,05); $\bar{x} \pm S$.

Tabla 17. Valores promedio y desviaciones estándar de las coordenadas CIELab y los parámetros calculados a partir de estas en el tratamiento M

Tiempo (d)	Parámetros Experimentales			Parámetros calculados		
	L*	a*	b*	C (croma)	H (tono)	ΔE
0	32,33 ± 0,18 ^a	9,72 ± 0,62 ^a	6,97 ± 0,53 ^a	11,96 ± 0,81 ^a	41,09 ± 0,76 ^a	13,20±0,78 ^{abc}
1	33,70 ± 0,54 ^a	10,71 ± 1,04 ^a	8,10 ± 0,38 ^a	13,43 ± 1,06 ^a	43,49 ± 2,17 ^{ab}	11,75±1,08 ^{ab}
2	38,54 ± 0,48 ^b	26,86 ± 0,27 ^{ij}	21,52 ± 1,21 ^{cd}	34,42 ± 0,97 ^e	45,89 ± 2,11 ^{abc}	11,64±1,28 ^{ab}
3	54,67 ± 0,26 ^a	28,63 ± 0,33 ^a	37,04 ± 0,08 ^{jk}	46,82 ± 0,27 ⁱ	74,12 ± 0,70 ^{ijk}	33,07±0,05 ^d
4	58,44 ± 0,09 ^a	28,50 ± 0,68 ^{ab}	37,75 ± 0,10 ^k	47,30 ± 0,48 ⁱ	75,94 ± 1,62 ^{ijk}	36,01±0,14 ^{de}
5	59,36 ± 1,21 ^a	27,70 ± 2,16 ^{abc}	38,41 ± 0,20 ^k	47,38 ± 1,10 ⁱ	79,83 ± 6,62 ^k	37,02±0,62 ^d
6	45,60 ± 2,08 ^{fg}	27,57 ± 1,37 ^{abc}	30,82 ± 2,46 ^f	41,42 ± 0,93 ^{gh}	64,36 ± 8,31 ^{gh}	22,84±2,72 ^{bc}
7	39,62 ± 1,60 ^{bc}	24,14 ± 1,00 ^{de}	20,99 ± 3,06 ^c	32,02 ± 2,75 ^{cd}	49,67 ± 5,21 ^{bcd}	10,77±3,57 ^a
8	40,93 ± 1,49 ^{cde}	22,19 ± 0,89 ^c	20,80 ± 2,93 ^c	30,44 ± 2,64 ^c	53,53 ± 5,42 ^{de}	11,13±3,25 ^{ab}
9	40,69 ± 1,23 ^{cd}	22,05 ± 0,43 ^c	20,95 ± 1,85 ^c	30,43 ± 1,59 ^c	54,38 ± 3,76 ^{de}	11,07±2,23 ^{ab}
10	41,74 ± 1,72 ^{de}	22,58 ± 0,14 ^c	24,17 ± 2,76 ^{de}	33,12 ± 1,92 ^{de}	61,37 ± 7,36 ^{fg}	14,35±3,23 ^{ab}
11	45,33 ± 0,13 ^f	16,76 ± 0,86 ^b	15,26 ± 0,81 ^b	22,66 ± 1,18 ^b	52,17 ± 0,18 ^{cde}	12,68±0,25 ^{abc}
12	42,78 ± 2,13 ^e	23,28 ± 0,50 ^{cd}	24,98 ± 4,05 ^{ef}	34,21 ± 3,29 ^{de}	61,34 ± 8,66 ^{fg}	15,65±4,57 ^b
13	42,05 ± 1,79 ^{de}	23,98 ± 0,63 ^{de}	23,43 ± 3,24 ^{cde}	33,56 ± 2,71 ^{de}	55,85 ± 6,27 ^{def}	14,05±3,74 ^{abc}
14	45,56 ± 2,43 ^{fg}	26,68 ± 1,44 ^{hij}	27,56 ± 4,38 ^f	38,40 ± 4,15 ^f	58,94 ± 6,24 ^{efg}	19,89±5,17 ^b
15	48,40 ± 0,12 ^{hij}	27,10 ± 1,20 ^{ij}	33,43 ± 0,57 ^{ghi}	43,05 ± 0,33 ^h	70,83 ± 4,33 ^{hij}	26,29±0,28 ^{cde}
16	47,30 ± 3,59 ^{ghi}	25,93 ± 0,83 ^{ghi}	31,24 ± 3,58 ^{gh}	40,67 ± 2,22 ^{fg}	69,27 ± 10,12 ^{hi}	23,71±4,74 ^{bcd}
17	49,62 ± 0,15 ^j	24,48 ± 0,76 ^{def}	34,26 ± 0,50 ^{ij}	42,11 ± 0,65 ^{gh}	80,23 ± 2,60 ^k	27,22±0,47 ^c
18	45,92 ± 0,74 ^{fg}	27,36 ± 0,32 ^{ab}	31,08 ± 0,30 ^g	41,41 ± 0,06 ^{gh}	65,10 ± 1,36 ^{gh}	23,09±0,55 ^{bcd}
19	45,83 ± 0,51 ^{fg}	27,44 ± 0,30 ^{abc}	31,32 ± 0,36 ^{gh}	41,64 ± 0,38 ^{gh}	65,41 ± 0,88 ^{gh}	23,26±0,30 ^{bc}
20	46,96 ± 1,23 ^{fgh}	27,05 ± 0,63 ^{ij}	32,82 ± 0,94 ^{ghi}	42,54 ± 0,34 ^{gh}	69,59 ± 3,70 ^{hi}	25,00±1,30 ^{bcde}
21	47,28 ± 1,17 ^{fghi}	26,92 ± 0,59 ^{ij}	32,86 ± 0,66 ^{ghi}	42,49 ± 0,14 ^{gh}	69,99 ± 2,94 ^{hij}	25,18±1,04 ^{bcde}
22	49,16 ± 0,66 ^{ij}	25,58 ± 0,57 ^{fgh}	34,21 ± 0,10 ⁱ	42,71 ± 0,42 ^{gh}	76,65 ± 1,49 ^{jk}	27,06±0,20 ^c
23	49,54 ± 1,34 ^j	24,86 ± 1,09 ^{efg}	33,94 ± 0,28 ^{hi}	42,07 ± 0,45 ^{gh}	78,37 ± 4,02 ^k	26,98±0,86 ^{cd}

24	48,08 ± 0,68 ^{hij}	26,73 ± 0,49 ^{hij}	34,37 ± 0,28 ^{ij}	43,54 ± 0,21 ^h	73,70 ± 1,82 ^{ijk}	26,80±0,49 ^{cd}
----	-----------------------------	-----------------------------	----------------------------	---------------------------	-----------------------------	--------------------------

D.E.: Desviación Estándar; a, b, c, d, e, f. Letras diferentes en la misma columna indican cambios estadísticamente significativos entre sí (P<0,05); $\bar{x} \pm S$.

Pruebas De Múltiples Rangos Para Cada Parámetro Por Tratamiento

Tabla 18. Pruebas de Múltiple Rangos para °Brix por Tratamiento.

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T	90	3,19333	0,0116003	X
M	90	16,2733	0,0116003	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
M - T	*	13,08	0,0324155

* indica una diferencia significativa.

Tabla 19. Pruebas de Múltiple Rangos para pH por Tratamiento.

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
M	90	3,47768	0,00604936	X
T	90	3,71144	0,00604936	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
M - T	*	-0,233767	0,0169041

* indica una diferencia significativa.

Tabla 20. Pruebas de Múltiple Rangos para Acidez por Tratamiento.

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T	60	1,71385	0,00502332	X
M	60	3,6457	0,00502332	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i> <i>a</i>	<i>+/- Límites</i>
M - T	*	1,93185	0,0141135

* indica una diferencia significativa.

Tabla 21. Pruebas de Múltiple Rangos para Viscosidad por Tratamiento.

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T	60	1,79267	0,0169888	X
M	60	2,08167	0,0169888	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i> <i>a</i>	<i>+/- Límites</i>
M - T	*	0,289	0,0477316

* indica una diferencia significativa.

Tabla 22. Pruebas de Múltiple Rangos para Cromo por Tratamiento.

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T	60	30,9848	0,247014	X
M	60	33,1707	0,247014	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i> <i>a</i>	<i>+/- Límites</i>
M - T	*	2,18592	0,694007

* indica una diferencia significativa.

Tabla 23. Pruebas de Múltiple Rangos para Tono por Tratamiento.

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T	60	48,8175	0,621483	X
M	60	58,1298	0,621483	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i> <i>a</i>	<i>+/- Límites</i>
M - T	*	9,31233	1,74611

* indica una diferencia significativa.

Tabla 24. Pruebas de Múltiple Rangos para E por Tratamiento.

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
M	60	25,4142	0,290436	X
T	60	25,9215	0,290436	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
M - T		-0,507333	0,816005

* indica una diferencia significativa.

ANEXO C

FORMATOS DE ANÁLISIS SENSORIAL EMPLEADOS EN LA EVALUACIÓN DE BEBIDA FERMENTADA, CAFÉ EN TAZA Y SNACK

Formulario De Evaluación Sensorial De Factores De Calidad Para Bebida A Base De Café Cereza

Frente a usted hay 2 muestras distintas de una bebida fermentada a base de café cereza, escriba en el recuadro de cada atributo el valor que considere apropiado.

Nota: Enjuagar la boca con agua antes de probar cada muestra.

Escala de Calificación	
9 – 10	Me gusta mucho
7 – 8	Me gusta
5 – 6	Ni me gusta ni me disgusta
3 – 4	Me disgusta
1 – 2	Me disgusta mucho

	Código Muestra	Código Muestra	Observación
ATRIBUTO			
Color			
Limpidez			
Aroma			
Sabor			
Acidez			
Alcohol			
Cuerpo			
Regusto			
Impresión General			



La Asociación de Cafés Especiales de América - Formulario de Catación

Nombre: _____

Fecha: _____ Mesa: _____ Sesión: _____

Clasificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra #	Nivel de Tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
M1		Total: _____	Total: _____	Total: _____	Total: _____	Total: _____	Total: _____	Total: _____	Suma: _____
		D seco: _____	D seco: _____	D seco: _____	D seco: _____	D seco: _____	D seco: _____	D seco: _____	
		Cualidades: _____	Cualidades: _____	Cualidades: _____	Cualidades: _____	Cualidades: _____	Cualidades: _____	Cualidades: _____	
		Residual: _____	Residual: _____	Residual: _____	Residual: _____	Residual: _____	Residual: _____	Residual: _____	
Notas: _____									
Puntaje Final: _____									

Muestra #	Nivel de Tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
M2		Total: _____	Total: _____	Total: _____	Total: _____	Total: _____	Total: _____	Total: _____	Suma: _____
		D seco: _____	D seco: _____	D seco: _____	D seco: _____	D seco: _____	D seco: _____	D seco: _____	
		Cualidades: _____	Cualidades: _____	Cualidades: _____	Cualidades: _____	Cualidades: _____	Cualidades: _____	Cualidades: _____	
		Residual: _____	Residual: _____	Residual: _____	Residual: _____	Residual: _____	Residual: _____	Residual: _____	
Notas: _____									
Puntaje Final: _____									

Muestra #	Nivel de Tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
M3		Total: _____	Total: _____	Total: _____	Total: _____	Total: _____	Total: _____	Total: _____	Suma: _____
		D seco: _____	D seco: _____	D seco: _____	D seco: _____	D seco: _____	D seco: _____	D seco: _____	
		Cualidades: _____	Cualidades: _____	Cualidades: _____	Cualidades: _____	Cualidades: _____	Cualidades: _____	Cualidades: _____	
		Residual: _____	Residual: _____	Residual: _____	Residual: _____	Residual: _____	Residual: _____	Residual: _____	
Notas: _____									
Puntaje Final: _____									

Formulario De Evaluación Sensorial De Factores De Calidad Para Snack A Base De Pulpa De Café Cereza

Frente a usted hay 2 muestras distintas de una bebida fermentada a base de café cereza, escriba en el recuadro de cada atributo el valor que considere apropiado.

Nota: Enjuagar la boca con agua antes de probar cada muestra.

Escala de Calificación	
9 – 10	Me gusta mucho
7 – 8	Me gusta
5 – 6	Ni me gusta ni me disgusta
3 – 4	Me disgusta
1 – 2	Me disgusta mucho

	Código Muestra	Código Muestra	Observación
ATRIBUTO			
Forma			
Sabor			
Aroma			
Textura			

ANEXO D

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

Recolección de materia prima



Selección del fruto y extracción del zumo



Fermentación



Separación de fases



Análisis físico de los granos de café y análisis sensorial de la bebida obtenida a partir de los mismos



Elaboración de snack y análisis sensorial





Filtración y embotellamiento de la bebida fermentada





Destilación de la bebida fermentada



Análisis sensorial de la bebida fermentada y socialización del proyecto con comunidades cafeteras del sur del Huila.

