



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL BENEFICIO DEL
CAFÉ EN LA GRANJA EXPERIMENTAL SANTA INÉS

CARDONA AGUIRRE LINDA YULIETH
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

Evaluación de nuevas tecnologías para el beneficio del café en la
granja experimental Santa Inés

CARDONA AGUIRRE LINDA YULIETH
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

Evaluación de nuevas tecnologías para el beneficio del café en la granja experimental
Santa Inés

CARDONA AGUIRRE LINDA YULIETH
INGENIERA AGRÓNOMA

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 27 DE ABRIL DE 2021

MACHALA
2021

Tesis Cardona

INFORME DE ORIGINALIDAD

0%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Apagado

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, CARDONA AGUIRRE LINDA YULIETH, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Evaluación de nuevas tecnologías para el beneficio del café en la granja experimental Santa Inés, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

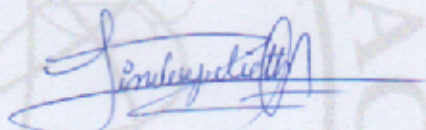
La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 27 de abril de 2021



CARDONA AGUIRRE LINDA YULIETH
0962636437

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres Luis Hernando Cardona Jiménez y Blanca Dolly Aguirre Salazar, quienes me formaron con buenos principios y educación, haciendo de mí una persona de bien, por ser las personas que me motivan día a día a seguir adelante y llegar a ser profesional, por ser el pilar de mi vida, mi mayor fuente de inspiración y su apoyo incondicional en cada una de las etapas de mi vida.

A mis hermanos por su amor y estar presentes en cada uno de los momentos más difíciles de mi vida, por permitirme culminar mi estudio universitario y por ser mi apoyo, mi sustento y compartir conmigo buenos y malos momentos.

Cardona Aguirre Linda Yulieth

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por permitir este gran logro en mi vida, a mis padres por su crianza, ejemplo y valores inculcados, por el apoyo y creer siempre en mí, nunca darme por vencida en los momentos difíciles y luchar por mis sueños.

A mis hermanos por su gran apoyo sentimental y económico durante la carrera, y estar siempre presentes en cada situación que necesité, en especial mi hermano Diego Andrés Cardona Aguirre por estar siempre pendiente de mí y apoyarme en cada una de las actividades realizadas.

Al docente Ing. Agr. José Nicasio Quevedo Guerrero quien además de ser mi tutor de tesis, me ha sabido brindar su amistad incondicional y darme consejos positivos en determinados momentos.

A mis especialistas del tribunal Ing. Julio Chabla Carrillo, PhD y al Ing. Alexander Moreno por la colaboración en mi trabajo de investigación, guiarme e impartir sus conocimientos.

A los compañeros Jonathan Zhiminaicela y Nayelhi Valarezo por su ayuda dentro de mi trabajo, guiarme y responder a cada una de las inquietudes presentadas.

A mis amigos por ser parte de mi vida universitaria, y en especial a Carlos Quezada, Steeven Aguilar, Gabriela Ajila, Michael Zhapan y Kevin Lima quienes me ayudaron en el proceso para la realización de mi trabajo de investigación.

A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por los conocimientos impartidos en cada una de las asignaturas y la amistad brindada, a las autoridades por hacer de la Facultad una de las mejores y al personal administrativo por las debidas comunicaciones y respuestas a las inquietudes de los procesos académicos.

Gracias a todos

Cardona Aguirre Linda Yulieth

EVALUACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL BENEFICIO DEL CAFÉ EN LA GRANJA EXPERIMENTAL SANTA INÉS

Autor

Cardona Aguirre Linda Yulieth

Tutor

Ing. Mgs. José Quevedo Guerrero

RESUMEN

El café, es un uno de los principales productos de alto valor económico para muchas familias y muy apetecido a nivel mundial por su agradable sabor y aroma, las especies de mayor importancia son la *Coffea arabica* y *Coffea canephora*, las cuales participan un 65 % y 33 % de la producción mundial respectivamente. La producción de café en el Ecuador se encuentra distribuido en las 4 regiones, Costa, Sierra, Oriente y Amazonia. El beneficio del café es el proceso que se realiza al fruto en cereza de manera correcta hasta obtener el café pergamino, el mismo que se desarrolla por vía seca o húmedo; la fermentación es uno de los procesos fundamentales en el beneficio del café, el cual consiste en la degradación de azúcares, lípidos, ácidos y proteínas por parte de las levaduras y bacterias que convierten estos compuestos en cetonas, alcoholes, ácidos naturales y ésteres que mejoran las características organolépticas de la bebida como el aroma, sabor, olor y acidez, estas a su vez están estrechamente relacionadas con la altitud y el suelo donde provienen, los mismos que serán determinantes en el dulzor, balance, sabores y aromas, es importante realizar adecuadamente el proceso de café desde la etapa de cosecha, beneficio, lavado y secado, a fin de evitar los granos defectuosos que provocan sabores no agradables a la bebida. La investigación tiene como objetivo: Evaluar los diferentes métodos de fermentación anaeróbica y torrefacción usados para el beneficio del café en la provincia de El Oro. Se desarrolló en la Granja experimental Santa Inés, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en la av. Panamericana, 5 Km ½, vía a Pasaje. Se evaluaron tres tratamientos de fermentación anaeróbica, T1 (Fermentación anaeróbica con café en cereza + agua), T2 (Fermentación anaeróbica con café despulpado + cacao + agua), T3 (Fermentación anaeróbica con café despulpado + agua) realizado con café San Salvador- Caturra rojo, proveniente del cantón

Zaruma, como parte de la metodología se cosecharon los frutos maduros, se realizó el despulpado, fermentación, lavado, secado, trillado, tostado y molido, se procedió a tomar características organolépticas y finalmente actividad antioxidante y contenido de fenoles. Para determinar el mejor tratamiento y tiempo de tostado se evaluaron las siguientes variables: color, textura y persistencia de la crema, color, brillo y densidad de la bebida, fragancia, aroma de tostado, de destilación y retronasales, sabor dulce, salado, ácido y amargo, cuerpo, astringencia, complejidad, equilibrio y pos gusto en los diferentes tratamientos aplicados, actividad antioxidante y contenido de fenoles. Con los datos obtenidos de la investigación de los atributos sensoriales de los diferentes métodos de fermentación y tiempo de tostado, se realizó un ANOVA factorial univariado para cada una de las variables evaluadas en el software IBM SPSS STATICS 25, donde se efectuó pruebas de efectos intersujetos y un diagrama de medias marginales a fin de determinar si existen diferencias significativas entre el tiempo de tostado y el método de fermentación, siendo el tiempo de tostado quien tuvo influencias en la mayoría de atributos sensoriales, actividad antioxidante y cantidad de fenoles. Se determinó que el tiempo de tostado tiene efecto significativo (p -valor $< 0,05$) en los atributos sensoriales del café; color, textura y persistencia de la crema, brillo, dulzor, acidez, cuerpo, astringencia, equilibrio, posgusto, cantidad de fenoles y actividad antioxidante, por otra parte los tratamientos de fermentación anaeróbica no son significativos para los atributos sensoriales, actividad antioxidante y cantidad de fenoles, sin embargo el tratamiento de fermentación con el tiempo de tostado tiene nivel de significancia (p -valor $< 0,05$) para color de crema, densidad de la bebida, cantidad de fenoles y actividad antioxidante presentes, siendo el tratamiento T2 (fermentación anaeróbica + cacao + agua) con tiempo de tostado 15 minutos quien tuvo los mejores resultados. El tostado a 5 minutos influyó en las variables; actividad antioxidante T1 (354,14 mg TE/g PS) y aromas de tostado en T1; el tostado a 10 minutos influye en aumento de textura en T1, aromas retronasales en T1 y T2, acidez en T1 y T2; por último el tiempo de tostado de 15 minutos se obtuvieron mejores resultados en el color de crema en T1 y T2, persistencia de crema en el T1, color de la bebida en T1, brillo en los tres tratamientos, densidad en T2, aromas de fragancia en T1 y T2, aromas de destilación en T2, dulzor en T3, acidez en T1 y T2, cuerpo en T1, astringencia en T1, complejidad en T3, equilibrio T3, posgusto en tres tratamientos, contenido de fenoles en T2 (2,77 mg GAE/g PS) y actividad antioxidante (351,19 mg TE/g PS). Finalmente, en los aromas de fragancia se encontró cítricos, frutos rojos y canela,

aromas de tostado; terpenos y los aromas retronasales; canela, frutos rojos y cítricos, muy marcados. Se demuestra que las características organolépticas del café son mayormente influenciadas por el tiempo de tostado donde resaltan aromas y sabores, sin embargo, para fenoles son adecuados tiempos bajos y en la actividad antioxidante varía entre bajo y alto.

Palabras clave: Beneficio, características organolépticas, actividad antioxidante, contenido de fenoles.

EVALUATION OF NEW TECHNOLOGIES FOR COFFEE PROCESSING AT THE SANTA INÉS EXPERIMENTAL FARM

Author

Cardona Aguirre Linda Yulieth

Tutor

Ing. Mgs. José Quevedo Guerrero

ABSTRACT

Coffee is one of the main products of high economic value for many families and is highly valued worldwide for its pleasant flavor and aroma. The most important species are *Coffea arabica* and *Coffea canephora*, which account for 65% and 33% of world production respectively. Coffee production in Ecuador is distributed in the 4 regions of the country: Coast, Highlands, East and Amazon. The coffee processing is the process that is carried out on the cherry fruit in a correct manner until the parchment coffee is obtained, which can be dry or humid; Fermentation is one of the fundamental processes in the coffee processing, which consists of the degradation of sugars, lipids, acids and proteins by yeasts and bacteria that convert these compounds into ketones, alcohols, natural acids and esters that improve the organoleptic characteristics of the beverage such as aroma, flavor, smell and acidity, These in turn are closely related to the altitude and the soil where they come from, the same that will be determinant in the sweetness, balance, flavors and aromas, it is important to properly perform the coffee process from the stage of harvesting, processing, washing and drying, in order to avoid defective grains that cause unpleasant flavors to the beverage. The objective of this research is to evaluate the different methods of anaerobic fermentation and roasting used for coffee processing in the province of El Oro. It was carried out at the Santa Inés Experimental Farm, belonging to the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Machala, located on Panamerican Avenue, 5 Km ½, on the road to Pasaje. Three treatments of anaerobic fermentation were evaluated, T1 (anaerobic fermentation with cherry coffee + water), T2 (anaerobic fermentation with pulped coffee + cocoa + water), T3 (anaerobic fermentation with pulped coffee + water) carried out with San Salvador- Red Caturra coffee from the Zaruma canton, as part of the methodology, ripe fruits were harvested, pulped, fermented, washed, dried, threshed, roasted and ground, and organoleptic characteristics were taken and finally antioxidant activity and phenol content were determined. To determine the best

treatment and roasting time, the following variables were evaluated: color, texture and persistence of the cream, color, brightness and density of the beverage, fragrance, roasting, distillation and retronasal aromas, sweet, salty, sour and bitter taste, body, astringency, complexity, balance and aftertaste in the different treatments applied, antioxidant activity and phenol content. With the data obtained from the investigation of the sensory attributes of the different fermentation methods and roasting time, a univariate factorial ANOVA was performed for each of the variables evaluated in the IBM SPSS STATISTICS 25 software, where intersubject effect tests and a marginal mean diagram were carried out to determine if there are significant differences between the roasting time and the fermentation method, with the roasting time having an influence on the majority of sensory attributes, antioxidant activity and quantity of phenols. It was determined that roasting time has a significant effect (p -value < 0.05) on the sensory attributes of coffee; color, texture and persistence of the cream, brightness, sweetness, acidity, body, astringency, balance, aftertaste, amount of phenols and antioxidant activity, on the other hand the anaerobic fermentation treatments are not significant for the sensory attributes, antioxidant activity and amount of phenols, however, the fermentation treatment with roasting time has a significance level (p -value < 0.05) for cream color, beverage density, amount of phenols and antioxidant activity present, with the T2 treatment (anaerobic fermentation + cocoa + water) with roasting time of 15 minutes having the best results. The 5-minute roasting influenced the variables; antioxidant activity T1 (354.14 mg TE/g PS) and roasting aromas in T1; the 10-minute roasting influenced the increase in texture in T1, retronasal aromas in T1 and T2, acidity in T1 and T2; Finally, the 15-minute roasting time obtained better results in cream color in T1 and T2, cream persistence in T1, beverage color in T1, brightness in the three treatments, density in T2, and fragrance aromas in T1 and T2, distillation aromas in T2, sweetness in T3, acidity in T1 and T2, body in T1, astringency in T1, complexity in T3, balance T3, aftertaste in three treatments, phenol content in T2 (2.77 mg GAE/g PS) and antioxidant activity (351.19 mg TE/g PS). Finally, in the fragrance aromas, citrus, red fruits and cinnamon, roasted aromas; terpenes and retronasal aromas; cinnamon, red fruits and citrus, were very marked. It is demonstrated that the organoleptic characteristics of coffee are mainly influenced by the roasting time where aromas and flavors stand out, however, for phenols low times are adequate and in the antioxidant activity it varies between low and high.

Key words: Beneficiation, organoleptic characteristics, antioxidant activity, phenol content.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo General	3
1.2. Objetivos Específicos.....	3
CAPÍTULO II	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Origen y distribución del café	4
2.2. Principales exportadores e importadores de café en el mundo	5
2.3. Provincias productoras de café en Ecuador	5
2.4. Taxonomía.....	5
2.5. Condiciones ambientales.....	6
2.5.1. Temperatura	6
2.5.2. Altura.....	6
2.5.3. Vientos	6
2.5.4. Lluvia	7
2.5.5. Humedad	7
2.6. Descripción morfológica del café	7
2.6.1. Raíz	7

2.6.2. Tallo	7
2.6.3. Hojas	7
2.6.4. Flores.....	8
2.6.5. Fruto	8
2.6.6. Semilla.....	8
2.7. Importancia del café en Ecuador y el mundo	9
2.8. Cosecha del café.....	9
2.9. Beneficio del café.....	10
2.10. Métodos de beneficio del café.....	10
2.10.1. Beneficio por vía seca	10
2.10.2. Beneficio por vía húmeda	11
2.11. Diferencias entre los métodos de beneficio de café	12
2.12. Importancia del beneficio del café	12
2.13. Procesos durante el beneficio del café	13
2.13.1. Despulpado.....	13
2.13.2. Fermentación.....	13
2.13.3. Lavado	15
2.13.4. Secado	15
2.13.5. Trillado.....	16

2.13.6. Tostado.....	16
2.13.7. Molido.....	18
2.14. Atributos sensoriales.....	18
2.14.1. Visual.....	18
2.14.2. Olfativa.....	18
2.14.3. Gustativa.....	18
2.15. Fenoles.....	19
2.16. Antioxidantes.....	20
CAPÍTULO III.....	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1. Localización del experimento.....	22
3.2. Ubicación geográfica.....	22
3.3. Descripción del sitio.....	22
3.4. Materiales de campo.....	22
3.5. Materiales de laboratorio.....	23
3.5.1. Reactivos.....	23
3.5.2. Equipos.....	23
3.6. Material vegetal.....	24
3.7. Variables evaluadas.....	24

3.8. Tratamientos.....	24
Tabla 1.....	24
3.9. Metodología	24
3.9.1. Cosecha del café.....	24
3.9.2. Beneficio del café.....	25
3.10. Evaluación de calidad sensorial, actividad antioxidante y contenido de fenoles	29
3.10.1. Calidad sensorial	29
3.10.2. Color de la crema	29
3.10.3. Textura de la crema.....	30
3.10.4. Persistencia de la crema	30
3.10.5. Color de la bebida	30
3.10.6. Brillo de la bebida	31
3.10.7. Densidad de la bebida	31
3.10.8. Aromas	31
3.10.9. Sabor	32
3.10.10. Cuerpo	33
3.10.11. Astringencia	34
3.10.12. Complejidad	34
3.10.13. Equilibrio.....	34

3.10.14. Posgusto	34
3.11. Análisis antioxidantes	35
3.11.1. Extracción de las muestras	35
3.11.2. Determinación de actividad antioxidante	35
3.11.3. Determinación de contenido de fenoles	36
3.11.4. Análisis de datos	36
CAPÍTULO IV	37
4. RESULTADO Y DISCUSIÓN	37
4.1. Color de crema	37
Tabla 2.....	37
4.2. Textura de la crema.....	38
4.3. Persistencia.....	39
4.4. Color de la bebida	41
4.5. Brillo	42
4.6. Densidad.....	43
4.7. Aromas de Fragancia.....	44
4.8. Aromas de Tostado	45
4.9. Aromas de destilación.....	46
4.10. Aromas retronasales	47

4.11. Sabor dulce.....	48
4.12. Sabor salado	50
4.13. Sabor ácido.....	50
4.14. Sabor amargo	52
4.15. Cuerpo.....	53
4.16. Astringencia	55
4.17. Complejidad	56
4.18. Equilibrio.....	57
4.19. Posgusto	58
4.20. Actividad antioxidante	59
4.21. Contenido de fenoles.....	61
CAPÍTULO V.....	64
5. CONCLUSIONES.....	64
6. RECOMENDACIONES.....	65
7. BIBLIOGRAFÍA.....	66
8. ANEXOS.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes del fruto del café	8
Figura 2. Cosecha de Café	25
Figura 3. Boyado y despulpado de café	25
Figura 4. Diseño de tratamientos	26
Figura 5. Lavado del café.....	26
Figura 6. Secado del café	27
Figura 7. Toma de humedad de las muestras de café.....	27
Figura 8. Trillado de café.....	28
Figura 9. Tostado de café en distintos tiempos	28
Figura 10. Molido de café.....	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Métodos de fermentación anaeróbica	24
Tabla 2. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre el color de crema.	37
Tabla 3. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre la textura de la crema.	38
Tabla 4. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre la persistencia.	40
Tabla 5. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre el Brillo.....	42
Tabla 6. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre la Densidad.....	43
Tabla 7. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre el Sabor dulce.....	49
Tabla 8. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre el sabor ácido.....	50
Tabla 9. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre el sabor amargo.	52
Tabla 10. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre el Cuerpo	53
Tabla 11. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre la Astringencia.....	55

Tabla 12. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre complejidad.	56
Tabla 13. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre el Equilibrio.....	57
Tabla 14. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre el Posgusto.....	58
Tabla 15. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre Actividad antioxidante.....	60
Tabla 16. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre Cantidad de fenoles.....	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Color de la crema presente en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.	38
Gráfico 2. Textura de la crema presente en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.	39
Gráfico 3. Persistencia presente en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.	40
Gráfico 4. Color de la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.....	41
Gráfico 5. Brillo de la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.....	42
Gráfico 6. Densidad de la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.....	44
Gráfico 7. Aromas de fragancia presentes en las almendras.....	44
Gráfico 8. Aromas de tostado presentes en las almendras.....	46
Gráfico 9. Aromas de destilación presentes en taza.....	47
Gráfico 10. Aromas retronasales presentes en la taza.....	48
Gráfico 11. Sabor dulce presente en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.	49
Gráfico 12. Sabor salado en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.....	50

Gráfico 13. Sabor ácido en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.....	51
Gráfico 14. Sabor amargo en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.....	53
Gráfico 15. Cuerpo presente en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.	54
Gráfico 16. Astringencia presente en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.	55
Gráfico 17. Complejidad en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.....	56
Gráfico 18. Equilibrio de la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.....	58
Gráfico 19. Pos gusto de la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.....	59
Gráfico 20. Actividad antioxidante de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.....	61
Gráfico 21. Contenido de fenoles de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.....	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Atributos de café	76
Anexo 2. Aromas de fragancia.	76
Anexo 3. Aromas de tostado.....	76
Anexo 4. Aromas de destilación.....	77
Anexo 5. Aromas retronasales	77
Anexo 6. Datos sensoriales.....	79
Anexo 7. Peso de muestras	80
Anexo 8. Aromas de fragancia	80
Anexo 9. Preparación de muestras.....	81
Anexo 10. Evaluación de aromas y sabores	81
Anexo 11. Evaluación de atributos físicos.	81
Anexo 12. Proceso de extracción acuosa de café	82
Anexo 13. Extracciones y aforación.....	82
Anexo 14. Toma de datos actividad antioxidante y contenido de fenoles.....	83
Anexo 15. Tabla de CATAST utilizada en la toma de datos.....	83

CAPÍTULO I

1.INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea spp.*), es un arbusto perteneciente a la familia de las rubiáceas, uno de los principales productos de alto valor económico para muchas familias y muy apetecido a nivel mundial por su agradable sabor y olor, donde las especies de mayor importancia son la *Coffea arabica* (arábigo) y *Coffea canephora* (robusta), las cuales participan un 65 % y 33 % de la producción mundial (Villacis & Aguilar, 2016).

Es caracterizado por poseer innumerables propiedades entre las que se destacan la actividad antioxidante y fenólica, quienes evitan en gran manera la aparición de enfermedades como melanoma maligno, cáncer, diabetes, Parkinson, Alzheimer, problemas cardíacos y respiratorias, entre otros, sin sobrepasar el límite de consumo (Garrido, 2015).

La producción de café en el Ecuador de 1961 (53,500 t) - 2019 (8,141 t), ha disminuido considerablemente un 85%, la producción registrada en el 2019 fue de 8,141 t (FAO, 2021) y según Ponce, Orellana, & Acuña (2016) se encuentra distribuido en las 4 regiones del Ecuador; Costa, Sierra, Oriente y Amazonía, donde el 33,4 % de los propietarios poseen superficies menores a 5 ha y el 32.8 % tienen superficies superiores a 20 ha, sin embargo los que se dedican a cultivar y producir mayormente este rubro son los pequeños productores para sustento de sus familias.

Este rubro ha perdido valor productivo por diferentes causas como; reducción del área cultivada, disminución de precios en el mercado, mal manejo de las plantaciones por incremento de los costos de producción e inadecuado proceso de beneficio del grano, afectando la calidad de la bebida (Ponce, Orellana, & Acuña, 2016).

El mejoramiento de la calidad del grano se logra mediante buenas prácticas de pos cosecha como beneficio, secado y almacenamiento, que permiten obtener cafés especiales y diferenciados (Escamilla, Ruiz, Zamarripa , & González , 2015).

El beneficio del café es el proceso que se realiza al fruto en cereza de manera correcta hasta obtener el café pergamino (Puerta, 2000), el mismo que se efectúa por vía seca o húmedo, el

realizado por vía seca se deshidrata la cáscara y mucílago del fruto al ser expuestas al sol y posteriormente el despulpado. Por otra parte el beneficio por vía húmeda incluye el despulpado, fermentación, lavado y secado, teniendo en cuenta la debida selección de los granos (Duicela, Andrade, Farfán, & Velásquez, 2018).

El beneficio por vía seca es muy utilizado en los países africanos, caracterizados por su cuerpo y amargor, mientras que el realizado por vía húmeda es muy utilizado en América por ser cafés más suaves, con sabores acaramelados y frutales (Puerta, 2000).

El beneficio por vía húmeda permite obtener notas sensoriales a chocolate, caramelo, nuez y frutal, proporcionando calidad a la bebida final (Escamilla, Ruiz, Zamarripa , & González , 2015). Dentro de este proceso se menciona la forma aeróbica (presencia de oxígeno) o anaeróbica (sin presencia de oxígeno).

Filete, y otros (2020) indican que la fermentación es uno de los procesos fundamentales en el beneficio del café, el cual consiste en la degradación de azúcares, lípidos, ácidos y proteínas por parte de las levaduras y bacterias que convierten estos compuestos en cetonas, alcoholes, ácidos naturales y ésteres que mejoran las características organolépticas de la bebida como el aroma, sabor, olor y acidez.

Además, argumentan que la fermentación anaeróbica por vía húmeda da a la bebida características organolépticas diferenciales, la misma que se puede realizar de distintas maneras como la adición de levaduras y bacterias que permitan la degradación total del mucílago. Sin embargo, también puede realizarse con café en cereza o despulpado que permitan proporcionar aromas sensoriales al café por efecto de la degradación de los compuestos de la cereza.

Márquez, Quispe, Molleapaza, Cabrera, & Peña (2020) mencionan que las características sensoriales del café están estrechamente relacionadas con la altitud y el suelo, los mismos que serán determinantes en el dulzor, balance, sabores y aromas.

El café es un rubro importante dentro de la economía ecuatoriana, permitiendo generar divisas al país, fuentes de empleo e ingresos para muchos hogares que dependen de este rubro, además

para quienes integran la cadena productiva de la misma. Del café producido en el país el 90 % es destinado a otros países, sin embargo no satisface las demandas totales (Pozo, 2014).

Dado lo anterior es importante el mejoramiento de la calidad del café mediante el beneficio, que permita generar ingresos y cubrir los costos de producción, atribuyendo que un café con características organolépticas y sensoriales altas satisfacen las necesidades de los usuarios y son estos quienes lo catalogan como café de calidad o también llamado café diferenciado (Puerta, 2000).

En función a lo expuesto anteriormente en el presente trabajo se plantean los siguientes objetivos:

1.1.Objetivo General

- Evaluar los diferentes métodos de fermentación anaeróbica y torrefacción usados para el beneficio del café en la provincia de El Oro.

1.2.Objetivos Específicos

- Determinar el mejor método de fermentación anaeróbica de café utilizado en la provincia de El Oro.
- Evaluar los métodos de fermentación y su efecto en la calidad sensorial, antioxidante y fenólica.
- Evaluar los tiempos de torrefacción y su efecto en la calidad sensorial, antioxidante y fenólica.
- Evaluar la interacción existente entre el tipo de fermentación y tiempo de tostado.

CAPÍTULO II

2.REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.Origen y distribución del café

El origen del café surgió en la actual Etiopía (África) en estado silvestre y en el siglo XIII lo utilizaban en gran manera como producto estimulante debido a que estaban prohibidas las bebidas alcohólicas. Posteriormente en el siglo XV el arbusto se extendió por Persia, Egipto y Turquía y en el siglo XVII llegó a Europa donde hubo una gran demanda de la bebida por el efecto que esta generaba, al tomarla se perdía el sueño, las personas de Yemen fueron las primeras en cultivar este arbusto (Gotteland & de Pablo V, 2007).

La llegada a Brasil se dio en 1727 favoreciendo la economía de este país, siendo el café el principal producto de exportación a otros países, de todos los estados del país el destacado por su alta producción fue São Paulo (Leandro, Divino, & de Carvalho, 2015).

Consecutivamente se distribuyó por los demás países como Colombia, México, Venezuela y Centro América. La introducción del café a Ecuador se dio en 1830 en Jipijapa perteneciente a la provincia de Manabí, con la variedad Típica de la especie *Coffea arábica*, convirtiéndose en uno de los principales productos de exportación como de consumo interno al igual que el banano y cacao (INIAP, 1993).

A partir del año 1963 una vez establecida la variedad en el país, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) empezó a ingresar nuevas variedades con propósito comercial y resistente a la roya, donde se hicieron pruebas de adaptabilidad específicamente en la estación experimental Pichilingue (Quevedo). En 1951 se introdujo la especie *Canephora*, desde allí las demás variedades como Caturra rojo, Bourbon, Villalobos, Etíopes, S 795, Híbrido Timor 4387, Híbrido Timor 4390, Geisha T-2722 provenientes de Costa Rica y las variedades Catimor, Sarchimor, Catuaí, Mundo Novo, Híbrido Catimor, entre otros provenientes de Brasil, Portugal y Costa Rica (Amores, y otros, 2004).

2.2.Principales exportadores e importadores de café en el mundo

Brasil es el principal exportador de café a nivel mundial el cual ocupó el 26,7 % de las exportaciones de café robusta en los años de 1980-2009, seguidos Vietnam con un 16,2%, Indonesia (8,3%), Colombia (7,5%) y Alemania (4,9%) (Quintero & Rosales, 2014).

Según la FAO (2021), en el 2019 Brasil exportó 2, 230,872 toneladas de café teniendo un aumento significativo en comparación con los años anteriores.

Los países importadores de grandes volúmenes de café son EEUU con un 20,8%, Alemania (17,4%), Italia (7,6%), Japón (6,8%) y Bélgica (5,2%) (Quintero & Rosales, 2014).

2.3.Provincias productoras de café en Ecuador

Los principales productores de café arábigo en el país son las provincias: Manabí, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo, El Oro, Loja, Zamora Chinchipe, Morona Santiago y Napo (Amores, y otros, 2004).

La producción de café a nivel nacional era alta entre los años 1961-2001 se mantenía en constante crecimiento (53,500 – 164,790 t/ha/año), pero en los últimos años ha disminuido drásticamente, siendo así que en el último reporte del 2019 la producción fue de 8,141 t (FAO, 2021).

2.4.Taxonomía

Según Alvarado & Rojas (1994), el café es perteneciente al género *Coffea*, en las cuales existen 100 especies de las que son mayormente mencionadas y cultivadas las especies *Coffea arabica* L, *Coffea canephora* Pierre ex – Froehner y *Coffea liberica* Bull ex – Hiern, su clasificación es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Magnoliatae

Subclase: Asteridae

Orden: Rubiales

Familia: Rubiaceae

Género: Coffea

Especie: Arabica, Canephora, Liberica

2.5. Condiciones ambientales

Según Figueroa, Pérez & Godínez (2015), para el adecuado crecimiento y desarrollo del café se necesita conocer las condiciones ambientales del mismo entre las que se destacan:

2.5.1. Temperatura

Debe oscilar entre los 17-26 °C, temperaturas inferiores puede provocar quema de brotes y temperaturas superiores, desgaste y deshidratación de la planta.

2.5.2. Altura

La altura adecuada para el cultivo del café es de 900-1600 msnm, en este rango de altura se obtienen cafés de buena calidad y frutos más grandes.

Peña, García, Negreira, & Gaspa (2014), mencionan que la variedad arábica es sensible a la humedad, temperatura, insectos plaga y enfermedades, además su producción es reducida, se da en alturas de 800 msnm en adelante, los cafés de mayor altura son sobresalientes en los aromas y sabores entre los que se destacan dulzor, acidez, suavidad, sabores a chocolate y frutales a diferencia del robusta quien se puede producir a partir de los 300 msnm, es resistente a distintas plagas y su producciones son altas, sin embargo no tiene calidad en taza.

2.5.3. Vientos

No deben sobrepasar los 30 km/h debido que puede causar estropeo en las distintas partes de la planta como hojas, frutos, yemas.

2.5.4.Lluvia

El promedio de lluvia anual es de 1000-3000 mm, teniendo en cuenta que un déficit ocasiona desequilibrio y disminución en la fotosíntesis de la planta y un exceso puede causar podredumbre en sus raíces e incluso la proliferación de hongos.

2.5.5.Humedad

La humedad relativa debe oscilar entre 65-90 % a fin de evitar la proliferación de hongos por causa de las lluvias.

2.6. Descripción morfológica del café

Según Figueroa, Pérez, & Godínez (2015) es un arbusto que puede alcanzar una altura de 10 metros, sin embargo, en plantaciones establecidas su altura máxima es de 3 metros, posee las siguientes características:

2.6.1.Raíz

El 60 % de sus raíces se encuentran en los primeros 30 cm del suelo, llegando alcanzar el metro de profundidad.

2.6.2.Tallo

Posee yemas donde se originan las ramas plagiotrópicas primarias y de estas se forman las secundarias que presentan 2-4 inflorescencias. El tallo principal es conocido como brote ortotrópico que aumenta su número dependiendo la edad de la planta.

2.6.3.Hojas

Son alternas y opuestas de coloración verde intenso en el haz y claro en el envés, sus bordes son en forma de ondas, ovaladas y con terminación en punta.

2.6.4.Flores

Están ubicadas en las axilas de las ramas plagiotrópicas, su color es blanco y pentámera (5 pétalos, 5 estambres).

2.6.5.Fruto

Es una drupa conformada por dos semillas o cotiledones, su coloración es verde y una vez alcanzado su madurez se tornan de color amarillo o rojo dependiendo la variedad.

Está conformada por 4 partes, el pericarpio (capa roja o amarilla externa), mesocarpio (mucílago), endocarpio (pergamino) y espermodermo (parte g grisácea que recubre la almendra) (Figura 1).

2.6.6.Semilla

Son planas convexas y oblongas, compuestas por el endocarpio y endosperma.

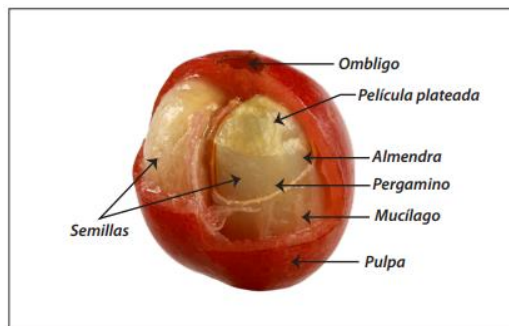


Figura 1. Partes del fruto del café

Fuente: Ramos , Sanz , & Oliveros (2010)

2.6.6.1.Café Caturra rojo- San salvador (*Coffea arabica L.*)

Su origen es brasileño y se cultiva en altitudes de 600-1300 msnm, es productivo y alcanza hasta 45 qq pergamino/ha. Su altura máxima es de 1,80 m, denominada planta baja, su tallo

principal es grueso, las ramas plagiotrópicas (primarias) son cortas y las secundarias son abundantes. Sus hojas son de color verde intenso, ásperas, onduladas, consistentes, anchas, lanceoladas y posee buen área foliar. Es una planta precoz y se obtiene de ella tazas de buen sabor y aroma, es tolerante a sequía y vientos, requiere de buen manejo agronómico (Anacafé, 2019).

2.7.Importancia del café en Ecuador y el mundo

El café es uno de los principales rubros de la economía de muchos países y el producto que ocupa el segundo lugar posterior al petróleo crudo, su demanda está en aumento debido que América cuenta con diferentes pisos altitudinales que hacen de su café un producto diferenciado de muy buena calidad por su agradable sabor y olor (Enríquez, Retes, & Vásquez, 2020).

Sin embargo, según el mismo autor menciona que se debería implementar el uso de la biotecnología en la innovación de variedades resistentes a las plagas del cafeto y de esta manera ayudar a los pequeños productores quienes representan el 70 % de los productores de este rubro y mejorar la calidad de vida de los mismos.

Es el caso del cantón Espíndola de la provincia de Loja, la cual se encuentra a 1720 msnm con una temperatura de 19,9 °C y cuenta con las condiciones edafoclimáticas óptimas para producción, donde el 67,3 % de personas que dependen de este rubro son afectados por los bajos rendimientos de sus plantaciones porque no cuentan con asesoramiento técnico e insumos para combatir la roya que afecta sus producciones (Jiménez & Massa, 2015).

2.8.Cosecha del café

Es la primera etapa para iniciar el proceso de beneficio, consiste en la inspección y recolección de cerezas sanas y en estado óptimo de madurez, sin presencia de insectos plaga o enfermedades, se realiza de manera manual evitando el daño de yemas y frutos verdes, los mismos que deben almacenarse en sacos completamente limpios, donde las cerezas no hagan contacto con las impurezas y suciedad del suelo. El estado de madurez de las cerezas se caracteriza por la pigmentación roja o amarilla, textura suave y facilidad de desprendimiento (Fernández, 2017).

Según el mismo autor manifiesta que las cerezas en estado verde/inmadura producen amargor y las cerezas pasadas de maduración pueden provocar la aparición y proliferación de hongos y dan sabores a fermento, afectando directamente la calidad de la bebida final.

2.9. Beneficio del café

El beneficio del café es el proceso posterior a la cosecha realizado al café en cereza para obtener café en pergamino (Autores, 2017), donde se realiza las pruebas de calidad de grano (boyado) al depositar las cerezas en una tina con agua y extraer las cerezas e impurezas que flotan siendo indicadores que son vanas y no son adecuadas para el beneficio (Fernández, 2017).

El tipo de beneficio y el debido proceso que se realice determinan la calidad de taza final, se debe tener en cuenta el estado de las cerezas libres de insectos plaga o cualquier otro defecto, realizar el despulpado separando cada una de las partes de la cereza en las tinas o materiales a utilizar debidamente limpios, controlar el tiempo de fermentación, realizar el triple lavado en caso de ser por vía húmeda, óptimo secado, transporte y almacenamiento (Puerta, 2001).

Según el mismo autor manifiesta que un café de calidad se caracteriza por poseer buen aroma, acidez natural, amargor óptimo y cuerpo, estos atributos indican que el beneficio se realizó correctamente.

2.10. Métodos de beneficio del café

Existen algunos métodos de beneficio del café que se seleccionarán de acuerdo a las preferencias del caficultor o las exigencias del mercado, dentro de las cuales se mencionan:

2.10.1. Beneficio por vía seca

Este beneficio se caracteriza por deshidratar las cerezas de manera natural o artificial sin previo despulpado, hasta alcanzar un máximo de 10-13 % de humedad para posterior pilado y almacenamiento de las almendras, éste debe ser realizado en sacos de yute y ubicarlos en lugares frescos y libres de cualquier contaminante químico o que afecte la calidad del grano (Fernández, 2017).

2.10.2. Beneficio por vía húmeda

Es el proceso realizado posterior al acopio del café en cereza, donde se realiza la prueba de calidad de grano en tanques con agua, eliminando las impurezas presentes y frutos que no cumplen con los requisitos para el beneficio (Aguilar, Houbron, Rustrian, & Reyes, 2014), además el proceso de despulpado, fermentado y lavado (Duicela, Andrade, Farfán, & Velásquez, 2018)

Existen algunos tipos de beneficio por vía húmeda entre los que se destacan:

2.10.2.1. Beneficio Húmedo Convencional (Café Lavado)

En este proceso se utiliza agua en cada uno de los procedimientos realizados como el despulpado, fermentación y lavado. Por este método de beneficio se obtienen tazas más suaves de buena calidad al eliminar de la corteza los residuos del mucílago proveniente de la fermentación (Rodríguez, Sanz, Oliveros, & Ramírez, 2015).

2.10.2.2. Beneficio ecológico

Se define como ecológico por ser amigable con el medio ambiente y utilizar poca cantidad de agua, este método no utiliza agua en despulpado, transporte y fermentación, solo en el lavado de las almendras se utiliza una cantidad inferior a 5 litros por cada kilogramo de café, realizando un total de 4 lavados, se obtienen tazas muy agradables y suaves (Rodríguez, Sanz, Oliveros, & Ramírez, 2015).

Duicela, Andrade, Farfán, & Velásquez (2018) de acuerdo a datos de COFENAC (2010), mencionan que las características del beneficio húmedo enzimático y semi-húmedo son los siguientes:

2.10.2.3. Beneficio Húmedo Enzimático (Café Lavado)

En este método se utiliza enzimas pectolíticas (Granozime 100), 5 ml/50 kg de café en cereza, quienes permiten que el proceso de fermentación de café despulpado se realice de manera rápida.

2.10.2.4. Beneficio Semi-Húmedo (Café Semi Lavado)

En este método se hace todo el proceso de despulpado, fermentación, sin realizar el lavado, se realiza el secado directamente con el mucílago.

2.11.Diferencias entre los métodos de beneficio de café

El tipo de fermentación, lavado y posterior secado del café permite una buena calidad de taza, hace la bebida más suave y con cualidades organolépticas altas. El beneficio por vía húmeda brinda la obtención de cafés suaves y de aroma, uniformes, con cuerpo, limpios con sabores frutales y florales. Por otra parte el beneficio por vía seca manifiesta sabores a chocolate y frutales en ocasiones, sin embargo pueden presentar sabores defectuosos a tierra, fermento, con poca acidez, amargor y sin cuerpo (Martín & Pulido, 2018).

Duicela, Andrade, Farfán & Velásquez (2018) de acuerdo a un estudio realizado a fin de determinar el método más idóneo para el beneficio del café, con cuatro métodos de fermentación para beneficio del café (Vía húmedo convencional, vía húmedo enzimático, semi-húmedo y por vía seca) en 3 clones de la variedad robusta NP-2024, NP-3013, NP-3056 y un genotipo local en las provincia de Orellana y Sucumbíos, mencionan que los resultados de características organolépticas obtenidos fueron similares de acuerdo a los atributos que rige las normas SCAA, donde el más sobresaliente fue el NP-3056 con un puntaje máximo de 81,92 puntos mediante el beneficio húmedo enzimático.

2.12.Importancia del beneficio del café

El beneficio del café es uno de los procedimientos más influyentes en la obtención de tazas de calidad, donde los procedimientos de fermentación, lavado y secado, permiten suavidad y manifestación de nuevos aromas y sabores en la bebida, además evita tazas defectuosas (Alves, y otros, 2020).

Es el factor posterior a la cosecha, su correcto proceso se manifiesta en el sabor y aroma de taza (Rodrigues, Petrim, Reis, Cunha, & Almeida, 2017).

Según Duicela, Farfán, & García (2016) indican que la altitud y variedad genotípica de cafés no influyen en la calidad organoléptica y sensorial del café, el resultado de los cafés especiales van

de la mano con el método del beneficio en húmedo dado, proceso que va desde cosecha (selección de grano completamente maduro), fermentación, lavado, secado y tueste.

2.13. Procesos durante el beneficio del café

2.13.1. Despulpado

Consiste en extraer la corteza que recubre el grano del café, se puede realizar manualmente o con máquina despulpadora (Federación Nacional de Cafeteros & Cenicafé, 2004).

2.13.2. Fermentación

Son aquellos procesos que realizan las levaduras y bacterias para degradar los lípidos, proteínas, grasas y azúcares contenidos en el mucílago de las almendras del café en ácido láctico, butírico y etanol (Puerta, 2010).

Este proceso se puede realizar de dos maneras aeróbico (presencia de oxígeno) o anaeróbico (sin oxígeno), dependiendo de gustos, el mayormente utilizado es el aeróbico en las fincas cafetaleras, estas pueden ser fermentaciones naturales, con enzimas, mecánicas o en seco (Federación Nacional de Cafeteros & Cenicafé, 2004).

La temperatura dentro del proceso de fermentación genera cambios en el aroma y sabor de la bebida final, temperaturas superiores a 26°C y tiempos de fermentación mayor a 42 horas, influyen en los atributos sensoriales y presentan sabores agrios, fermento y madera (Puerta & Echeverry, 2015).

2.13.2.1. Fermentación aeróbica

Este tipo de fermentación también es denominado sistema abierto, actúan bacterias de tipo *Lactobacillus spp.* y *Streptococcus spp.*, y levaduras *Saccharomyces cerevisiae* (Puerta & Echeverry, 2015).

2.13.2.1.1 Fermentación natural

Este proceso consiste en dejar las almendras de café en el tanque que lo receipta luego del despulpado en un lapso de 12-18 horas con una cantidad de agua reducida, donde el mucílago es desprendido lentamente del grano de manera natural (Federación Nacional de Cafeteros & Cenicafé, 2004).

Cárdenas & Pardo (2014) de acuerdo a la Asociación Nacional de Café (ANACAFÉ) mencionan que las características de la fermentación mecánica, con enzimas y en seco son las siguientes:

2.13.2.1.2 Fermentación mecánica

En este proceso se utilizan máquinas especiales para extraer el mucílago de la almendra.

2.13.2.1.3 Fermentación con enzimas

Es la utilización de enzimas que aceleran el proceso de fermentación como: Irgazin 100, Ultrazym-100, Benefax y Cofepec.

2.13.2.1.4 Fermentación en seco

Es semejante a la fermentación natural, sin embargo, en esta no se adiciona agua en el tanque para el proceso de fermentación.

2.13.2.2.Fermentación anaeróbica

También denominado sistema de fermentación cerrado, donde prevalecen levaduras y bacterias de la familia Enterobacteriaceae en la degradación de los compuestos (Puerta & Echeverry, 2015).

Samaniego (2019) menciona que en el proceso de fermentación las levaduras y bacterias poseen enzimas que actúan en la degradación de los azúcares provenientes del mucílago que producen algunos compuestos como ácido láctico, acético, CO₂ y energía (ATP), que permite la aparición de aromas y sabores agradables.

Además, el mismo autor indica que las levaduras son microorganismos aeróbicos facultativos, que tienen la capacidad de sobrevivir en ambientes abiertos y cerrados, además metabolizar los azúcares y evitar la aparición de hongos que pueden afectar la calidad de la bebida.

2.13.2.2.1 Fermentación con café despulpado

Es el proceso realizado con las almendras del café despulpadas, adicionadas al tanque de fermentación, el mismo que le pueden agregar agua, levadura y bacterias para inducir la degradación de compuestos, que permiten obtención de taza de mayor calidad con sabores y aromas diferenciados (Filete, y otros, 2020).

2.13.2.2.2 Fermentación con café en cereza

También denominado café Honey, es el proceso de fermentación con cerezas sin despulpar, donde el mucílago está en contacto directo con la almendra (Gomez, 2019).

2.13.3.Lavado

Se realiza posterior a la fermentación, puede hacerse de manera manual o mecánica, en la mayoría de fincas cafetaleras lo realizan de manera manual, donde se agrega agua completamente limpia en repetidas ocasiones al tanque, con la finalidad de eliminar el mucilago de las almendras (Federación Nacional de Cafeteros & Cenicafé, 2004)

2.13.4.Secado

Cárdenas & Pardo (2014) indican según datos de CENICAFÉ que el secado consiste en disminuir el contenido de humedad de las almendras de café para su almacenamiento, donde existen dos formas de secado: el natural y el mecánico.

2.13.4.1.Secado natural

Es la exposición del café pergamino al sol natural, el tiempo de secado depende de las condiciones climáticas de la zona, en días soleados el tiempo de secado puede variar de 7-15 días. Este procedimiento lo realizan en distintas maneras:

- **Pisos de cemento:** el café pergamino es expuesto directamente al sol para su secado, el mismo que se debe estar moviendo para uniformidad.
- **Silos:** son cajones de madera ubicados sobre una estructura de hierro movable en los que se deposita el pergamino.
- **Secador parabólico:** es una estructura diseñada con cemento y techo de plástico.
- **Secador solar tipo invernadero:** es una estructura metálica diseñada con plástico que recubre todo el área donde van ubicadas camas de madera con malla, permite obtener porcentaje de humedad del 11% con 44 horas de sol, muy eficiente y sin exponer las semillas de café a las altas temperaturas e importante para pequeños productores (Quintanar & Roa , 2017).

2.13.4.2.Secador mecánico

Cárdenas & Pardo (2014) mencionan de acuerdo a datos de CENICAFÉ que los secadores mecánicos son máquinas que permiten realizar el secado de manera rápida, sin embargo tiene sus desventajas, debido que existe la posibilidad que la calidad del grano se vea afectada por las altas temperaturas que maneja el equipo para lograr extraer la humedad.

2.13.5.Trillado

Este procedimiento consiste en eliminar la parte pergamino del café (capa amarilla) y seleccionar las almendras que poseen mejores características físicas como buen color, tamaño y peso, para evitar defectos en la taza (Suarez, 2012).

2.13.6.Tostado

Es aquel proceso responsable de las modificaciones físicas, químicas y organolépticas en las almendras, donde la temperatura, tiempo de tostado y cantidad de almendras juega un papel fundamental para la calidad de taza final, sobresaliendo los principales atributos como aroma, sabor, uniformidad, acidez y cuerpo (Araúz, Abarca, Porras, & Vargas , 2019).

Puerta & Echeverry (2015) también mencionan que el sabor y aroma del café son influenciados por el tiempo, temperatura y método de fermentación, siendo estas variables predominantes al

momento de darle beneficio al café. Las características de tazas más suaves son las procesadas bajo fermentación en húmedo debido que predominan los sabores a caramelo y chocolate, seguido las fermentaciones sólidas donde predominan sabores a chocolate, frutas, cítricos, en las fermentaciones abiertas predominan chocolate, dulce y frutal, en las cerradas sus notas son frutales, vainilla, avellana, dulce, terroso y floral.

Los cafés especializados se caracterizan por poseer un puntaje de 7-9 y sabores a frutales, cítricos, caramelo, vainilla, tostado, avellana, almendras, clavos de olor entre otros, los de calidad media puntajes de 4-6, se caracterizan por poseer sabores acidez bajo, astringencia, banano y fique, los de mala calidad tienen puntajes de 1-3, son de rechazo con sabores a tierra, vinagre, fenoles, ahumado, podredumbre, pulpa, grasa, áspero, cebolla, húmedo, madera, cereal y amargor.

2.13.6.1. Tipos de tostado

De acuerdo a Varios Autores (2019) menciona que los tipos de tueste para las almendras de café y posterior preparación de bebida son los siguientes:

2.13.6.1.1 Tueste Ligero

Posee altas concentraciones de acidez, aroma y sabor, al no estar al punto máximo de tostado, este tipo de café es utilizado en preparación de bebidas de filtro.

2.13.6.1.2 Tueste Medio

Sus notas son muy características desprenden aromas y sabores a caramelo, chocolate frutos secos y maduros, son más intensas debido que los azúcares de la almendra se expresan en temperaturas moderadas, lo preparan como café expreso y filtrados, es el más apetecido.

2.13.6.1.3 Tueste Oscuro

Son cafés más fuertes, con una alta concentración de amargor por el tiempo de tostado, no son tan agradables, son considerados de baja calidad. El tiempo de tostado indican los atributos organolépticos que se desean obtener, a mayor tiempo se disminuyen los aromas y sabores característicos de las almendras.

2.13.7.Molido

Es la etapa final del beneficio del café el cual consiste en triturar las almendras de café en pequeñas partículas a fin que éstas sean solubles al momento de preparar la bebida y desprender todos los sabores y aromas que contiene (Varios Autores, 2019).

2.14.Atributos sensoriales

Son aquellas características organolépticas evaluadas mediante los sentidos de vista, gusto, olfato y tacto. Los sentidos son los responsables de receptor y dar respuesta de los atributos (forma, tamaño, color, textura) aromas y sabores (Manfugás, 2020).

Es el procedimiento donde se mide, interpreta y analiza las cualidades de los productos al momento de ser captadas por los sentidos (UPAEP, 2014).

Las fases evaluadas que determinan las características de la bebida son las siguientes:

2.14.1.Visual

Da descripciones de las apariencias, forma, tamaño, deterioro físico, densidad y color de lo que se observa (UPAEP, 2014), en esta fase se evalúa las características de taza, color, textura y persistencia de la crema, color, brillo y densidad de la bebida (CATAST).

2.14.2.Olfativa

Determina el aroma sobresaliente de fragancia, tostado, destilación y retronasal de la bebida (CATAST). Es muy sensible a las sustancias aromáticas volátiles, una vez se distribuyen por el aire son captados por el olfato (UPAEP, 2014).

2.14.3.Gustativa

Está relacionado directamente con las papilas del gusto (UPAEP, 2014), es la confirmación de los aromas que se percibió en la parte olfativa, descripción de nuevos sabores, además del análisis de los sabores dulce, salado, amargo, ácido, cuerpo, astringencia, complejidad, equilibrio y pos gusto presentes en la bebida (CATAST).

2.15.Fenoles

Es uno de los metabolitos secundarios más abundantes que producen las plantas, llamados así porque no actúan en los procesos de fotosíntesis, respiración, absorción de nutrientes, síntesis de proteínas, lípidos o carbohidratos. Algunas plantas no lo poseen y son sintetizados en pequeñas cantidades, contribuyen en la actividad biológica en los humanos y otras plantas, tienen actividad antioxidante, anticáncer, antimicrobiana antiinflamatoria, entre otros (Martín D. , 2018).

Existen algunos grupos entre los que se destacan ácidos fenólicos, estilbenos, alcoholes fenólicos, lignanos y flavonoides (Quiñones, Miguel, & Aleixandre, 2012), estos últimos actúan como capturadores de los radicales libres (Martín D. , 2018).

Cada uno de los subproductos del café; pergamino, pulpa y cáscara de cereza, contiene fenoles, sin embargo el mayor contenido de esta sustancia se haya en la almendra, posterior a ella la pulpa, pergamino y cáscara, en estado seco sin tueste (Fonseca, Calderon, & Rivera, 2014).

Dentro del grupo de fenoles también se encuentran los taninos quien representa el 95% de fenoles totales del fruto, la especie *Coffea arabica* L. contiene del 1,8 – 8,56 % (Cuesta & Correa, 2018).

Los productos que contienen fenoles son caracterizados por su calidad, estabilidad y sabor del producto, las estructuras que presentan los compuestos fenólicos son innumerables e incluso algunas no se han identificado, la cantidad depende del órgano a evaluar o el nivel de maduración del mismo (Creus, 2004).

Ormaza, Díaz, & Rojano (2018) mencionan que la fermentación permite la obtención de mayor contenido de fenoles, debido a la acumulación de metabolitos secundarios dentro del grano, al estar en una temperatura controlada y donde actúan enzimas y levaduras degradadoras de azúcares.

2.16. Antioxidantes

Son moléculas que captan y neutralizan la formación de radicales libres en el organismo a fin de evitar la oxidación de las células que provocan envejecimiento y aparición/desarrollo de diferentes enfermedades. Los radicales libres son moléculas de oxígeno muy inestables libres dentro del organismo que necesitan de otras moléculas para su estabilización y de esta manera provocan la oxidación, son liberados cuando el organismo produce energía y por factores externos (contaminantes y radiaciones) (Bernal , 2020).

Avello & Suwalsky (2006) también mencionan que los radicales libres son producidos por el consumo excesivo de grasas trans, cigarrillos e inhalación de productos químicos, quienes necesitan de un electrón adicional para su estabilización, sustrayéndolas de otras moléculas del organismo.

Por otra parte, Pérez, Chávez, Medina, & Gámez (2012) indican que el café posee alta actividad antioxidante entre los que se destacan el ácido clorogénico, cafeína y melanoidinas, la cantidad viene determinada por su estado natural y cambios en el proceso de beneficio, secado y torrefacción. El tostado influye en la degradación de actividad antioxidante especialmente del ácido clorogénico, sin embargo, ocurre un aumento a las reacciones de las melanoidinas quienes están contenidas en 25 g/100 g de muestra, están presentes en mayor cantidad en café tostado.

Uno de los factores que hace variar la cantidad de actividad antioxidante en el café es el grado de tostado y la variedad, donde los cafés catalogados como especiales son los que poseen mayor capacidad antioxidante por ser cafés de buena calidad (Fonseca, Calderon, & Rivera, 2014).

En el estudio realizado por Puertas, Villegas, & Alberto (2013) determinaron que los residuos obtenidos del café tostado y filtrado contiene buena actividad antioxidante, se obtuvieron altos contenidos de extracción de las muestras del 56,14 % -22,38% mediante utilización de metanol acidulado, etanol: agua, agua acidulada.

El tratamiento utilizado con etanol: agua obtuvo mejor capacidad antioxidante en relación a los demás, sin embargo, en el estudio realizado con café pergamino tostado y agua hirviendo, se

obtuvo una mayor cantidad de actividad antioxidante por ser más concentrada y mayor contenido de compuestos solubles.

Ormaza, Díaz, & Rojano (2018) señalan que el café presenta alta capacidad antioxidante y debe ser utilizado con fines medicinales. Para la investigación realizaron fermentaciones en barriles de roble y los análisis de actividad antioxidante mediante agua destilada, trolox a una temperatura de 37°C y pH de 7,4, fluoresceína, PBS, fosfato ácido de sodio y AAPH, el equipo lo calibraron a 515 nm para la toma de lecturas.

CAPÍTULO III

3.MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.Localización del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en la Granja experimental Santa Inés, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en la av. Panamericana, 5 Km ½, vía a pasaje, provincia de El Oro-Ecuador.

3.2.Ubicación geográfica

El desarrollo del experimento se realizó en las siguientes coordenadas UTM (Universal Transverse Mecator) zona 17 sur:

Latitud: 3°17'32"

Longitud: 79°54'49"

Altitud: 6 msnm

3.3.Descripción del sitio

De acuerdo a las zonas de vida de Holdridge y mapa ecológico del Ecuador, el lugar donde se realizó la investigación es caracterizado como bosque muy seco-tropical (bms-T), con una temperatura media de 25 °C, humedad relativa del 84% y precipitación de 699 mm anual.

3.4.Materiales de campo

- Tanques de 50 litros herméticos
- Cernidor
- Agua
- Mallas plásticas
- Fundas plásticas
- Bandejas
- Tostador

3.5.Materiales de laboratorio

- Fundas de papel
- Papel higiénico
- Papel aluminio
- Marcador
- Tubos eppendorf
- Tubos graduados
- Tubos de ensayo de 5 ml
- Tubos únicos para las lecturas en espectrofotómetro
- Puntas para micropipetas
- Pipeta de 1 ml
- Pera para pipeta

3.5.1.Reactivos

- Agua destilada
- DPPH
- Reactivo de Folin
- Carbonato de Sodio

3.5.2.Equipos

- Hornilla eléctrica
- Estufa
- Trituradora
- Balanza analítica
- Gramera
- Centrífuga
- Micro pipetas
- Espectrofotómetro
- Horno

➤ Freezer

3.6. Material vegetal

El café utilizado fue la variedad San Salvador (*Coffea arabica* L.), también denominada Caturra rojo proveniente del cantón Zaruma, perteneciente a la provincia de El Oro-Ecuador y Cacao Nacional obtenido de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH.

3.7. Variables evaluadas

Para determinar el mejor tratamiento de fermentación y/o tiempo de tostado se evaluaron las siguientes variables: color, textura y persistencia de la crema, color, brillo y densidad de la bebida, fragancia, aroma de tostado, de destilación y retronasales, sabor dulce, salado, ácido y amargo, cuerpo, astringencia, complejidad, equilibrio y pos gusto, actividad antioxidante y contenido de fenoles.

3.8. Tratamientos

Para la realización del trabajo experimental se diseñaron 3 tratamientos detallados en la tabla 1

Tabla 1. Métodos de fermentación anaeróbica

Tratamientos	Tipo de fermentación
1	Fermentación anaeróbica con café en cereza + agua
2	Fermentación anaeróbica con café despulpado + cacao + agua
3	Fermentación anaeróbica con café despulpado + agua

3.9. Metodología

3.9.1. Cosecha del café

Se realizó la recolección de frutos de café en estado de madurez óptima, teniendo en cuenta las características adecuadas de las cerezas para el beneficio como coloración homogénea, sanas,

textura suave y limpia en una finca cafetalera ubicada en el cantón Zaruma de la provincia de El Oro, las mismas que se trasladaron a la ciudad de Machala para realizar el diseño experimental.



Figura 2. Cosecha de Café

Fuente: Autor

3.9.2. Beneficio del café

3.9.2.1. *Despulpado*

Se realizó el lavado a las cerezas para la eliminación de impurezas y el llamado boyado que consiste en dejar por unos minutos las cerezas en agua para determinar las cerezas vanas y descartarlas. Posterior a ello se realizó el despulpado de forma manual para evitar el daño de las almendras.



Figura 3. Boyado y despulpado de café

Fuente: Autor

3.9.2.2. Fermentación

Se diseñó 3 tratamientos para la fermentación anaeróbica (sin presencia de oxígeno) en tanques de 50 litros totalmente herméticos, los mismos que se dejaron por un lapso de 60 horas a una temperatura controlada de 21 °C.

El tratamiento 1 consistió en 37 libras de café en cereza y agua aforada, el tratamiento 2 en la incorporación de 19 libras de café despulpado, 10 % de cacao nacional (1.9 libras) y agua aforada y el tratamiento 3 fue de 19 libras de café despulpado y agua aforada.



Figura 4. Diseño de tratamientos

Fuente: Autor

3.9.2.3. Lavado

Una vez transcurrido el tiempo de fermentación se extrajo la pulpa al tratamiento 1 y se procedió al secado con el contenido de mucílago presente. Por consiguiente, a los tratamientos 2 y 3 se realizó el triple lavado con agua limpia, eliminado el mucílago de las almendras.



Figura 5. Lavado del café

Fuente: Autor

3.9.2.4. Secado

Se ubicó todas las almendras en mallas de secado bajo sombra sin presencia directa del sol, las mismas que se dejaron en un tiempo de 12 días, donde se les tomó la humedad con medidor portátil especial.



Figura 6. Secado del café

Fuente: Autor

El porcentaje de humedad para el almacenamiento se dejó en un rango de 7.4-8.4%.



Figura 7. Toma de humedad de las muestras de café

Fuente: Autor

3.9.2.5. Trillado

Consistió en extraer la parte endocarpica (pergamino) sin causar daño a la almendra, mediante acción de fuerza de manera manual.



Figura 8. Trillado de café

Fuente: Autor

3.9.2.6. Tostado

Se realizó en un tostador a fuego alto en diferentes tiempos 5, 10 y 15 minutos, donde el cambio de color y aromas desprendidos de las almendras fueron evidentes.



Figura 9. Tostado de café en distintos tiempos

Fuente: Autor

3.9.2.7. Molido

Se realizó en molino eléctrico, donde se trituró en repetidas ocasiones hasta obtener partículas pequeñas.



Figura 10. Molido de café

Fuente: Autor

3.10. Evaluación de calidad sensorial, actividad antioxidante y contenido de fenoles

Para cada uno de los tratamientos en sus distintos tiempos de torrefacción (5, 10, 15 minutos) se tomaron 3 muestras, teniendo un total de 27 muestras.

3.10.1. Calidad sensorial

Se agregó 8 gramos de muestra de café a 130 ml de agua a 100 °C, donde se evaluaron diferentes atributos como: color, textura y persistencia de la crema, color, brillo y densidad de la bebida, aromas de fragancia, tostado, destilación y retronasales, sabor dulce, salado, amargo y ácido, cuerpo, astringencia, complejidad, equilibrio y pos gusto presentes en la bebida basados en la tabla de cata de café de CATAST, en una escala de puntuación de 1-5 (Intensidad baja-Intensidad alta).

3.10.2. Color de la crema

Según CATAST menciona que el color de la crema son expresiones de la correcta elaboración de la bebida, además de la calidad del producto, color marrón claro con rayas en medio indican elaboración correcta, color claro muestran preparación floja, color marrón oscuro expresan

extracciones fuertes y la presencia de capa blanquecina en el centro de la crema marrón, son manifestaciones que la temperatura de preparación no fue la adecuada.

Cuando el café está muy tostado la bebida es más oscura y amarga. La evaluación realizó de manera visual de acuerdo a la intensidad de color donde: (0-1) Beige claro, (1-2) Beige, (2-3) Marrón claro, (3-4) Marrón, (4-5) Marrón oscuro.

3.10.3.Textura de la crema

Es la presencia del espesor de la crema en la bebida, un café con espesor y pocas burbujas indican buena preparación de taza, espesor heterogéneo manifiesta extracción fuerte, la presencia de burbujas en la bebida denota que el café no ha sido bien molido, o en ocasiones puede deberse a las altas temperaturas del agua o presión al elaborarlo. Se evaluó de manera visual de acuerdo a la escala: (0-1) Ligera, (1-2) Poco densa, (2-3) Densa, (3-4) Espesa, (4-5) Compacta (CATAST).

3.10.4.Persistencia de la crema

Indica la durabilidad de la crema en taza con fino espesor, el tiempo óptimo que muestra una buena bebida está entre 3-4 minutos, fuerte entre 1-2 minutos y muy floja inferiores a 1 minuto, se evaluó de manera visual de acuerdo a la escala: (0-1) Sin, (1-2) Poca, (2-3) Persistente, (3-4) Muy resistente, (4-5) No desaparece (CATAST).

3.10.5.Color de la bebida

Indica las propiedades de la bebida al consumidor, a fin de asociar el color con el sabor del mismo (Manfugás, 2020). De acuerdo a CATAST este viene dado por el tiempo de tostado a la cual fue sometido, la calificación se realizó de manera visual de acuerdo a la numeración: (0-1) Marrón Claro, (1-2) Marrón poco oscuro, (2-3) Marrón Oscuro, (3-4) Muy Oscuro, (4-5) Negro.

3.10.6.Brillo de la bebida

Según CATAST este atributo va depender del grado o tiempo de tueste, la calificación se realizó de manera visual de acuerdo a la numeración: (0-1) Sin Brillo, (1-2) Mate, (2-3) Poco Brillante, (3-4) Brillante, (4-5) Muy brillante.

3.10.7.Densidad de la bebida

Está relacionada con las partículas del café, cuando son pequeñas permiten la solubilidad rápida y se aprecia la densidad. Se calificó este atributo de manera visual de acuerdo a la numeración: (0-1) Nítida, (1-2) Turbia, (2-3) Poco Densa, (3-4) Densa, (4-5) Muy Densa (CATAST).

3.10.8.Aromas

Se desarrolla mediante los receptores de olfato captados por la nariz cuando las sustancias volátiles se esparcen por el aire, gracias a las células y el sistema nervioso que los envía al cerebro y reconoce los olores desprendidos (Manfugás, 2020).

3.10.8.1.1 Aromas de Fragancia

Es la primera cualidad que se evalúa una vez molido el café, se percibe los olores que desprende del mismo (Duicela, Andrade, Farfán, & Velásquez, 2018).

CATAST menciona que estos aromas son influenciados por la variedad del café, piso altitudinal y mayormente del tipo de beneficio realizado. Este atributo se determinó mediante el reconocimiento de las fragancias del café molido en seco, al identificar los aromas florales, frutos maduros, frutos rojos, cítricos, minerales, vegetales, herbáceas o madera. Se calificó de acuerdo a la numeración: (0-1) Casi Inapreciable, (1-2) Suave, (2-3) Fuerte, (3-4) Intenso, (4-5) Muy Intenso.

3.10.8.2.Aromas de Tostado

Según CATAST, son aquellas sustancias volátiles desprendidas de la almendra al someterse a temperatura. Este atributo se evaluó a través del reconocimiento de aromas del café una vez tostado, como olores a cereal, pan tostado, caramelo, chocolate, cacao, regaliz, mantequilla,

lácteos, vainilla o frutos secos. Se calificó de acuerdo a la numeración: (0-1) Casi Inapreciable, (1-2) Suave, (2-3) Fuerte, (3-4) Intenso, (4-5) Muy Intenso.

3.10.8.3.Aromas de destilación

Se evalúa en estado líquido, con la adición del agua hirviendo, donde se perciben aromas por los compuestos químicos dentro de la almendra como; aldehídos, cetonas y ésteres (Duicela, Andrade, Farfán, & Velásquez, 2018).

Este atributo se determinó de acuerdo al método de CATAST donde se tomaron en cuenta los aromas de terpenos (mango, orégano, cítricos), especies (nuez, moscada, pimienta) o carbones (tabaco, humo, brea). Se calificó de acuerdo a la numeración: (0-1) Casi Inapreciable, (1-2) Suave, (2-3) Fuerte, (3-4) Intenso, (4-5) Muy Intenso.

3.10.8.4.Aromas retronasales

Son los aromas encontrados al momento de la absorción de la bebida. Este atributo se calificó de acuerdo a la numeración: (0-1) Casi Inapreciable, (1-2) Suave, (2-3) Fuerte, (3-4) Intenso, (4-5) Muy Intenso (CATAST).

3.10.9.Sabor

Son sustancias químicas que producen sensaciones en el paladar, laringe, faringe y garganta, pero con más intensidad en la lengua una vez que ha sido absorbido (Manfugás, 2020). Está conformado por 4 sabores: dulce, salado, ácido y amargo presentes en la bebida dependiendo la concentración de café. Este atributo se calificó mediante el gusto de acuerdo a la numeración: (0-1) Inapreciable, (1-2) Suave, (2-3) Fuerte, (3-4) Intenso, (4-5) Muy Intenso (CATAST).

3.10.9.1.Sabor dulce

Es detectado en la punta de la lengua, en esta se ubica unas células especiales que leen los sabores dulces azúcares, sustancias orgánicas (Manfugás, 2020), es dada por la caramelización de las almendras, este tiene aromas a chocolate, caramelo o fruta. Se calificó de acuerdo a la

numeración: (0-1) Inapreciable, (1-2) Suave, (2-3) Fuerte, (3-4) Intenso, (4-5) Muy Intenso (CATAST).

3.10.9.2.Sabor ácido

Este sabor se encuentra en los bordes de la lengua, donde intervienen hidrogeniones de sustancias ácidas (Manfugás, 2020), es encontrado por la formación de ácido cítrico, tartárico, clorogénico o málico, atributo muy importante en los cafés, con características de buena calidad, el mismo que es dado por el piso altitudinal, beneficio, secado y tostado. Se calificó de acuerdo a la numeración: (0-1) Inapreciable, (1-2) Suave, (2-3) Fuerte, (3-4) Intenso, (4-5) Muy Intenso (CATAST).

3.10.9.3.Sabor salado

Se encuentra en los bordes de la lengua, donde intervienen sales ionizadas (Manfugás, 2020), no es común encontrarse en las bebidas pero puede ser dada en alguna ocasión. Se calificó mediante la numeración: (0-1) Inapreciable, (1-2) Suave, (3-3) Fuerte, (3-4) Intenso, (4-5) Muy Intenso (CATAST).

3.10.9.4.Sabor amargo

Es encontrado en la base de la lengua donde actúan sustancias que presentan nitrógeno y alcaloides en su molécula (Manfugás, 2020). El amargor no es reconocido al instante de ser absorbido la bebida, este se manifiesta posterior. Está relacionado por el contenido de cafeína y nivel de tostado, es característico de cafés de menor calidad, baja altura o mal beneficio (Peña, García, Negreira, & Gaspar, 2014). Se calificó de acuerdo a la numeración: (0-1) Inapreciable, (1-2) Suave, (2-3) Fuerte, (3-4) Intenso, (4-5) Muy Intenso (CATAST).

3.10.10.Cuerpo

Es la sensación intensa del café en la boca una vez que ha sido absorbido y el gusto provocado en la misma aun en cantidades pequeñas de sorbo. Este atributo se calificó de acuerdo a la

numeración: (0-1) Muy Poco, (1-2) Poco, (2-3) Con Cuerpo, (3-4) Bastante, (4-5) Mucho (CATAST).

3.10.11.Astringencia

Es la sensación producida por un mal café, en la parte gustativa se siente sequedad, donde la saliva no logra desaparecer la sensación producida Se calificó mediante el gusto de acuerdo a la numeración: (0-1) Inapreciable, (1-2) Suave, (2-3) Fuerte, (3-4) Intenso, (4-5) Muy Intenso (CATAST).

3.10.12.Complejidad

Se da cuando en la bebida se encuentran un sin número de sabores y no se logra descifrar. Se calificó mediante el gusto de acuerdo a la numeración: (0-1) Muy Poco Complejo, (1-2) Poco, (2-3) Complejo, (3-4) Bastante, (4-5) Muy Complejo (CATAST).

3.10.13.Equilibrio

Es la complementación de todos los atributos gusto, regusto, sal/acidez, amargo/dulce (Duicela, Andrade, Farfán, & Velásquez, 2018), la homogeneidad de los aromas y gustos encontrados en la bebida. Se evaluó de acuerdo a la numeración: (0-1) Muy Poco, (1-2) Poco, (2-3) Equilibrado, (3-4) Bastante, (4-5) Muy Equilibrado (CATAST).

3.10.14.Posgusto

Es la permanencia del sabor en el paladar producto de los aceites del café posterior al absorber la bebida (Peña, García, Negreira, & Gaspar, 2014). Este atributo se calificó mediante el gusto de acuerdo a la numeración: (0-1) Casi Inapreciable, (1-2) Suave, (2-3) Fuerte, (3-4) Intenso, (4-5) Muy Intenso (CATAST).

3.11.Análisis antioxidantes

3.11.1.Extracción de las muestras

Se utilizaron 3 muestras por cada tiempo de tostado de cada tratamiento, teniendo un total de 9 muestras por tratamiento, en las cuales se pesaron 0,1 gramo por muestra, se adicionó 1ml de agua destilada hirviendo 100 °C y se procedió a pesar la muestra de nuevo y su contraparte con tubo eppendorf. Posterior a ello se llevó a la centrífuga por 15 minutos a 10000 revoluciones/minuto y se extrajo la solución acuosa, se tomó la cantidad de volumen extraído y se aforó a 5 ml con agua destilada.

3.11.2.Determinación de actividad antioxidante

El método utilizado fue el descrito por Brand-Williams, Cuvelier, & Berset (1995) quien se basa en la reducción de absorbancia del radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) que disminuye con la presencia de antioxidantes de la muestra a una longitud de onda de 515 nm y medido en mg equivalentes a trolox (mg TE). La capacidad antioxidante se puede visualizar en la decoloración que produce los extractos acuosos de las muestras a la solución elaborada con metanol y DPPH (Mesa, y otros, 2015).

En base a lo expuesto se preparó una solución con 40 mg de DPPH aforados a 100 ml de metanol al 99%, el mismo que fue regulado con metanol hasta obtener una absorbancia cercana a 0,800.

Para la toma de las lecturas se adicionó 125 µL de la muestra acuosa a 2375 µL de DPPH ajustado en un rango de 0.765-0.785, donde se realizaron por triplicado para cada tratamiento y para la estabilización del equipo se utilizó un blanco con metanol absoluto.

La cuantificación del DPPH reducido se dio en base a la fórmula:

$\% \text{ DPPH reducido} = ((A_0 - A_m) / A_0) * 100$, donde A_0 es la regulación del DPPH con metanol cercanos a la absorbancia 0,800 y A_m es la absorbancia de la muestra.

3.11.3.Determinación de contenido de fenoles

La determinación de fenoles se hicieron en base a lo expuesto por Ordoñez , Bernal, Vidal , & Moreno (2019) donde presentan una recta de calibrado para ahorro de reactivos en una relación 1:10, para cuantificación de cantidad de fenoles en muestras, medido en mg de ácido gálico / ml de metanol para distintas concentraciones: 0.01 mg GAE/ml, 0.02 mg/ml, 0.05 mg/ml, 0.1 mg/ml y 0.2 mg/ml, de acuerdo a esta recta se realizó los respectivos análisis y se expresó los resultados en mg GAE/g PS.

La preparación del reactivo Folin Ciocalteu se realizó en 1:10, donde se depositó en un balón aforado 10 ml del reactivo y 90 ml de agua destilada. Posteriormente se tomó 10 μ L de muestra acuosa, se adicionó 1000 μ L de reactivo Folin Ciocalteu, se agitó por 1 minuto y se dejó reposar en la oscuridad 4 minutos, pasado este tiempo se agregó 1000 μ L de Na_2CO_3 al 7% y 400 μ L de agua destilada, se agitó y se dejó por 90 minutos en la oscuridad.

De la misma manera se realizó la preparación del blanco con 10 μ L de agua, 1000 μ L de reactivo Folin Ciocalteu, 1000 μ L de carbonato de sodio y 400 μ L de agua destilada para regular y estabilizar las lecturas. Este procedimiento se realizó a los 3 tratamientos con el mismo tiempo de reposo.

Posteriormente se reguló el espectrofotómetro a una absorbancia de 760 nm y se tomaron las lecturas por triplicado.

3.11.4.Análisis de datos

Se realizó un ANOVA factorial univariado para cada una de las variables evaluadas en el software IBM SPSS STATICS 25, donde se efectuó pruebas de efectos intersujetos y un diagrama de medias marginales a fin de determinar si existen diferencias significativas entre el tiempo de tostado y el método de fermentación.

CAPÍTULO IV

4.RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1.Color de crema

En la Tabla 2 se visualiza el nivel de significancia que existe en el tiempo de tostado (0,00) y Tratamiento-tiempo de tostado (0,008), el cual causa efecto en el color de la crema de la bebida.

Tabla 2. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre el color de crema.

Fuentes de variación	Sig.
Tratamiento	.233
TT	.000
Tratamiento*TT	.008

De acuerdo a los datos obtenidos en el anexo 6, se puede observar en el gráfico 1 la interacción existente entre el tiempo de tostado de 10 y 15 minutos y los tratamientos. Por otra parte, los mejores resultados de color de crema son obtenidos en un tiempo de 15 minutos en T1 y T2, en un intervalo de 4-5 (coloración negra) y en un tiempo de 10 minutos en T2. En menor tiempo de torrefacción el color de la crema disminuye.

Estas características presentadas se deben a las reacciones producidas entre azúcares y aminoácidos por efecto del tiempo y temperatura que influye directamente en la pigmentación del grano y permiten la manifestación del color, olor y sabor (Pimentel, Mellhem, de Carvalho Filho, de Araújo Calado, & Farah, 2020), el grado de tostado es el indicador de la tonalidad de la almendra (Pimentel, Mellhem, de Carvalho Filho, de Araújo Calado, & Farah, 2020)

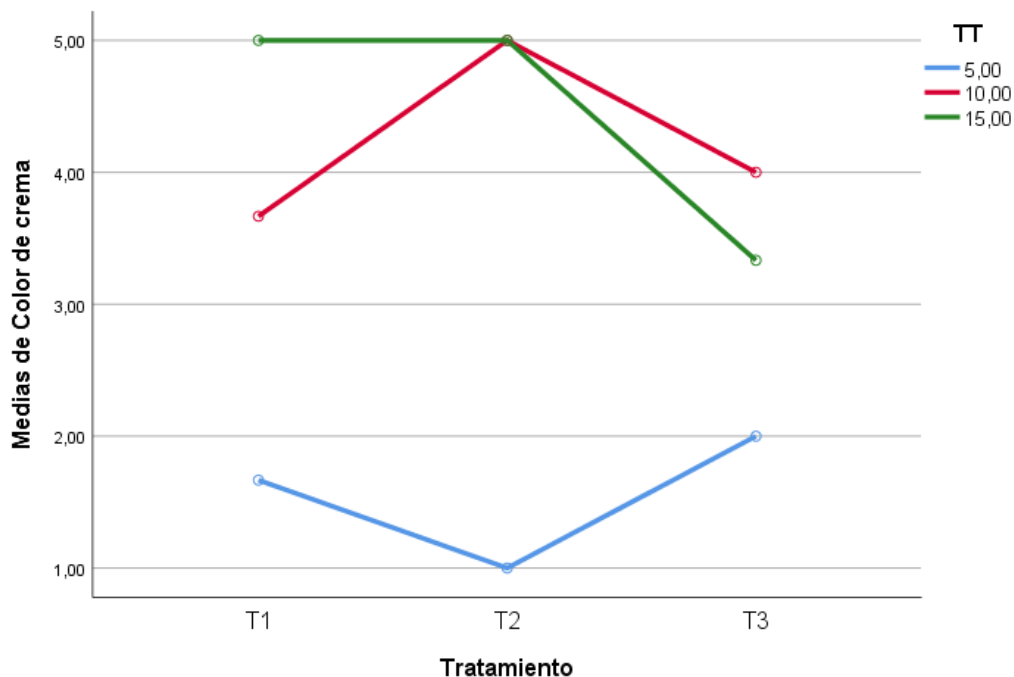


Gráfico 1. Color de la crema presente en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.

4.2. Textura de la crema

En la Tabla 3 se puede apreciar el nivel de significancia que existe en el tiempo de tostado (0,00) el cual causa efecto en la textura de la crema de la bebida.

Tabla 3. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre la textura de la crema.

Fuentes de variación	Sig.
Tratamiento	.615
TT	.000
Tratamiento*TT	.079

En el gráfico 2 se observa la interacción existente entre los tiempos de tostado de 10 y 15 minutos y tratamientos de fermentación. La textura de la crema estuvo presente en todos los

tratamientos en tiempos de tostado de 10 y 15 minutos, sin embargo, el tratamiento con mayor intensidad fue el T1 con tiempo de 10 minutos, seguido el T2 y T3 con tiempo de 15 minutos de tostado en rango de 3-4 (textura espesa). En tiempo de tostado de 5 minutos no se presenta mucho la textura de crema. La crema es un indicador importante en el sabor y olor de la bebida, es la capa presente en la superficie de la bebida, se debe a la cantidad de café depositado en taza (Salamanca, 2015).

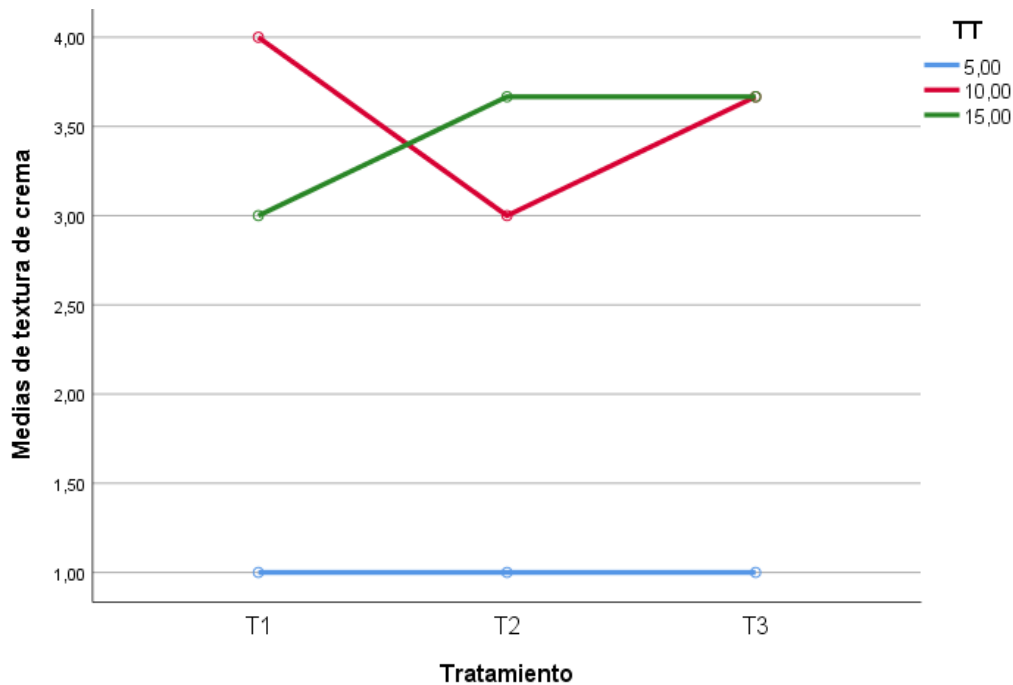


Gráfico 2. Textura de la crema presente en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.

4.3.Persistencia

En la Tabla 4 se observa el nivel de significancia que existe en el tiempo de tostado (0,00), el cual causa efecto en la persistencia de la bebida.

Tabla 4. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre la persistencia.

Fuentes de variación	Sig.
Tratamiento	,006
TT	,000
Tratamiento*TT	,138

En el gráfico 3 se puede apreciar la interacción entre los tiempos de tostado de 10 y 15 minutos y los tratamientos de fermentación. En tiempo de 15 minutos se obtiene mucha persistencia en el T1, seguido el tratamiento T3. En tiempo de 10 minutos el tratamiento T1 y T3 presentan igual persistencia (Muy persistente), mientras que en tiempo de 5 minutos la persistencia es muy baja.

Según Salamanca (2015), esto se debe al grado de caramelización de la almendra y tamaño mínimo de las partículas para dilución.

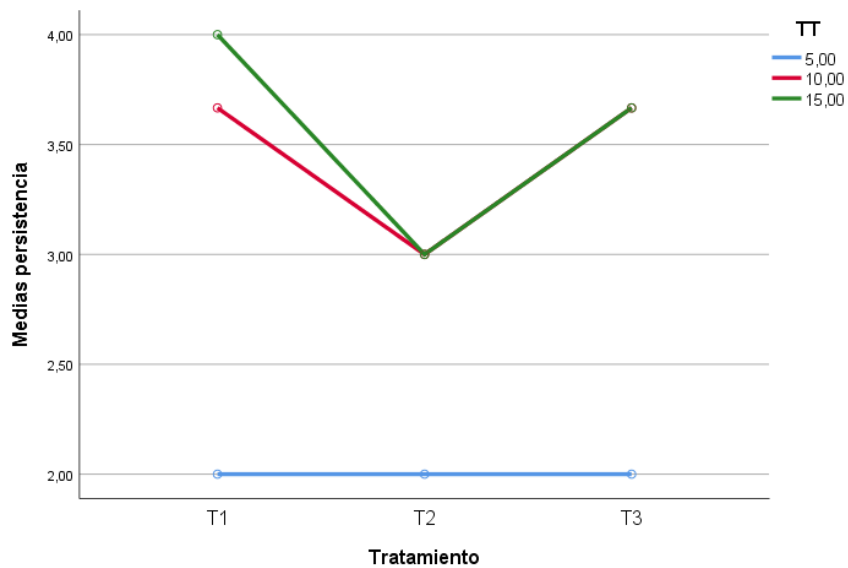


Gráfico 3. Persistencia presente en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.

4.4. Color de la bebida

En el gráfico 4 se observa la interacción entre los tiempos de tostado de 10 y 15 minutos y los tratamientos de fermentación. El color de la bebida (Marrón oscuro), es más sobresaliente en el T1 y T2 en tiempos de tostado de 15 minutos. En tiempo de 10 minutos el T2 presentó los mismos valores de color de bebida y en tiempos de tostado inferiores el color disminuye.

Pérez, Chávez, Medina, & Gámez (2012) manifiestan que en el proceso de torrefacción se generan cambios físicos y químicos, donde la pigmentación verde del grano cambia a marrón, estos vienen dados por la reducción de proteínas, azúcares, aminoácidos, ácido clorogénico, agua, sacarosa y la formación de melanoidinas. Además de la caramelización de los carbohidratos de la almendra propulsores de compuestos de coloración de la almendra y sabor de la bebida (Cepeda, 2018).

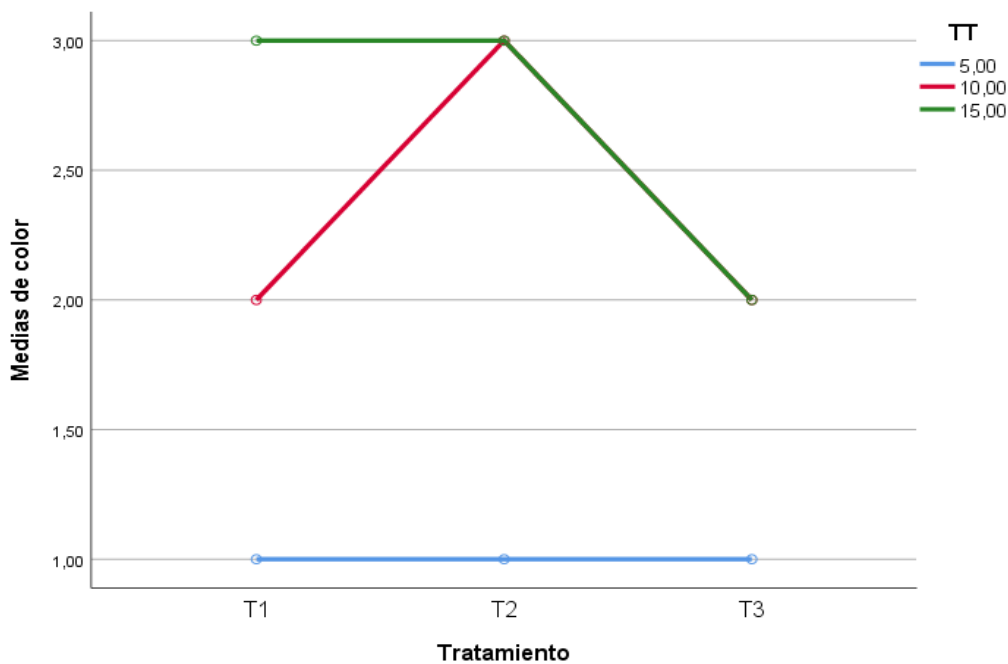


Gráfico 4. Color de la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.

4.5.Brillo

En la Tabla 5 se presenta el nivel de significancia en el tiempo de tostado (0,000) el cual causa efecto en el brillo de la bebida.

Tabla 5.ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre el Brillo.

Fuentes de variación	Sig.
Tratamiento	,144
TT	,000
Tratamiento*TT	,623

En el gráfico 5 se puede observar que no hay interacción en los tiempos de tostado y tratamientos de fermentación. En tiempo de tostado de 15 minutos se presentan los valores máximos de brillo (Muy brillante) en todos los tratamientos (T1, T2 y T3). Tiempo de 5 minutos de torrefacción presenta bajo brillo en la bebida.

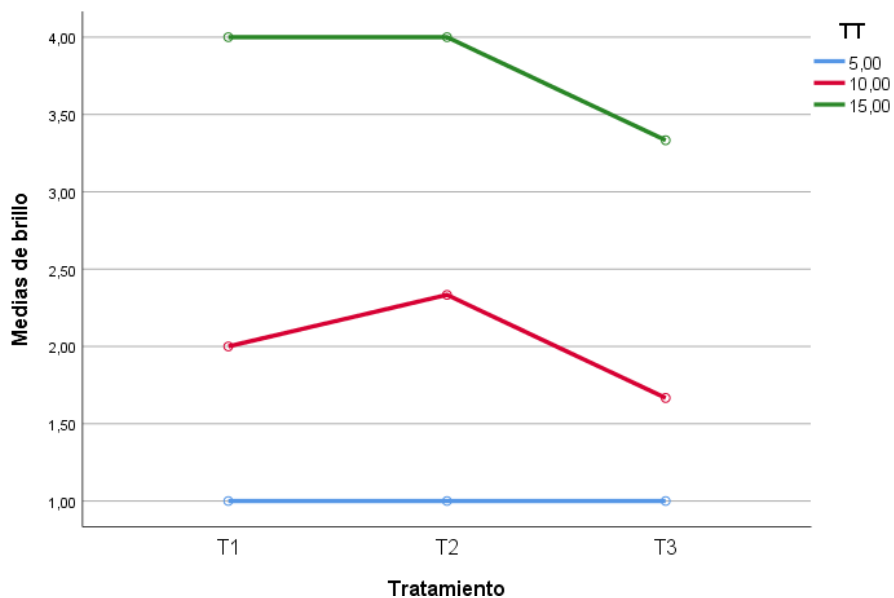


Gráfico 5. Brillo de la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.

4.6.Densidad

En la Tabla 6 se visualiza el nivel de significancia en el tratamiento (0,000) y tratamiento-Tiempo de tostado (0,000), el mismo indica que causa efecto en la densidad de la bebida.

Tabla 6. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre la Densidad.

Fuentes de variación	Sig.
Tratamiento	,000
TT	,202
Tratamiento*TT	,000

En el gráfico 6 se presenta la interacción existente entre los tiempos de tostados (5,10 y 15 minutos) y los tratamientos de fermentación. En un tiempo de 15 minutos se presenta mayor densidad de la bebida (Densa) en el T2 en relación a los demás tratamientos y tiempos de tostado.

Salamanca (2015), manifiesta que la densidad es influenciada por la presión del líquido agregado a la bebida y no de la temperatura.

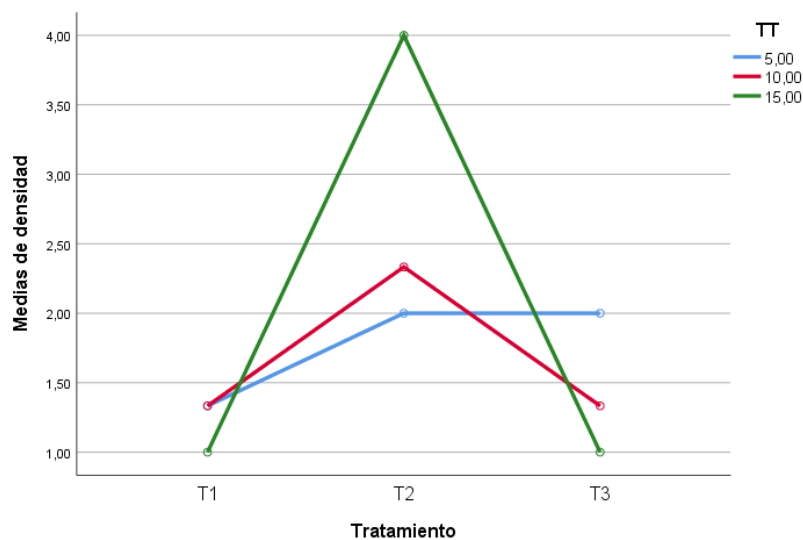


Gráfico 6. Densidad de la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación

4.7.Aromas de Fragancia

En el gráfico 7 se puede apreciar que el aroma a cítricos, frutos rojos y canela fueron muy sobresalientes en la mayoría de tratamientos, alcanzando valores de 3-4 en puntuación (Intenso). El aroma a cítrico característico de cafés de calidad estuvo presente con mayor intensidad en T2 y T1 en tiempo de 15 minutos, con puntuación de 3-4 (Intenso), esto se debe al desarrollo de sustancias volátiles dentro del grano al estar sometido a un ambiente anaeróbico que incrementa los niveles de acidez y sabor en la bebida (Ormaza, Díaz, & Rojano, 2018).

El aroma a manzanilla se manifestó en varios tratamientos con distintos tiempos de tostado, donde el más sobresaliente fue el T3, en un tiempo de 5 minutos con intensidad de 3-4 (Intenso). El té también estuvo presente en varios tratamientos, el T2 obtuvo mayor intensidad en un tiempo de 5 minutos.

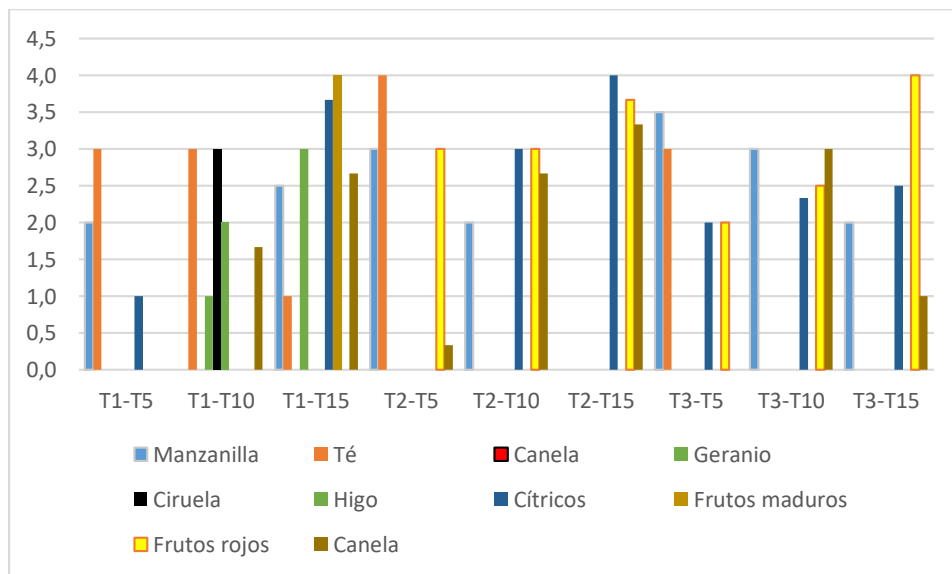


Gráfico 7. Aromas de fragancia presentes en las almendras

4.8.Aromas de Tostado

En el gráfico 8 se puede observar que los mayores aromas se presentan en el T1 en tiempo de tostado de 5 minutos, donde predominó el aroma de frutos secos y pan tostado en un intervalo de 3-4 puntos (Intenso). El aroma a chocolate estuvo presente en la mayoría de tratamientos T1 (15 minutos), T2 (10 minutos), T2 (15 minutos), T1 (10 minutos), T3 (15 minutos), siendo el T2 en tiempo de 15 minutos el más representativo con un intervalo de 3-4 puntos (Intenso).

Según menciona Rodrigues de Oliveira, Horta de Oliveira, Silva , & Carreño (2019) en base a los resultados obtenidos de fermentación por vía húmeda con y sin adición de levaduras y pH de 4,5 y 5, estos aromas se deben al correcto proceso de beneficio mediante fermentación controlada, el cual permite la obtención de nuevos atributos a la bebida y evita la sobre fermentación y provocación de aromas y sabores defectuoso al grano.

El aroma a caramelo estuvo presente varios tratamientos, donde el más destacado fue el T2 en tiempo de 10 minutos con una calificación de 2-3 puntos de intensidad (Fuerte), Moreira, y otros (2019) manifiestan que este aroma fue encontrado en la fermentación de café con adición de levadura *Saccharomyces cerevisiae* sp, con café de altitud de 950 metros con puntuación de 90,14 en relación a altitudes inferiores, donde a 750 metros se obtuvo 78,52 puntos, lo que permite aseverar que la altura es propulsor de aromas y sabores en la almendra y la adición de levaduras permiten inhibir microorganismos no benéficos, acelerar la fermentación y mejorar la calidad organoléptica, dando atributos especiales de aromas a frutas y caramelo.

La presencia de aromas y sabores en la bebida dependen del contenido de levaduras y bacterias presentes en la fermentación del grano, quienes transforman los azúcares y otras sustancias en energía y ácidos (acético, butírico, láctico) que hacen de la bebida final más fina y de aroma (Pereira, y otros, 2019), lo cual concuerda con Samaniego (2019) quien manifiesta que la calidad sensorial es influenciada por el método de beneficio, tiempo de fermentación y la adición de levaduras, de acuerdo a los resultados obtenidos de calidad sensorial del café Geisha (92.22 puntos) sometido a fermentación anaeróbica, un tiempo de 60 horas, adición de CO₂ y levaduras *Saccharomyces cerevisiae*.

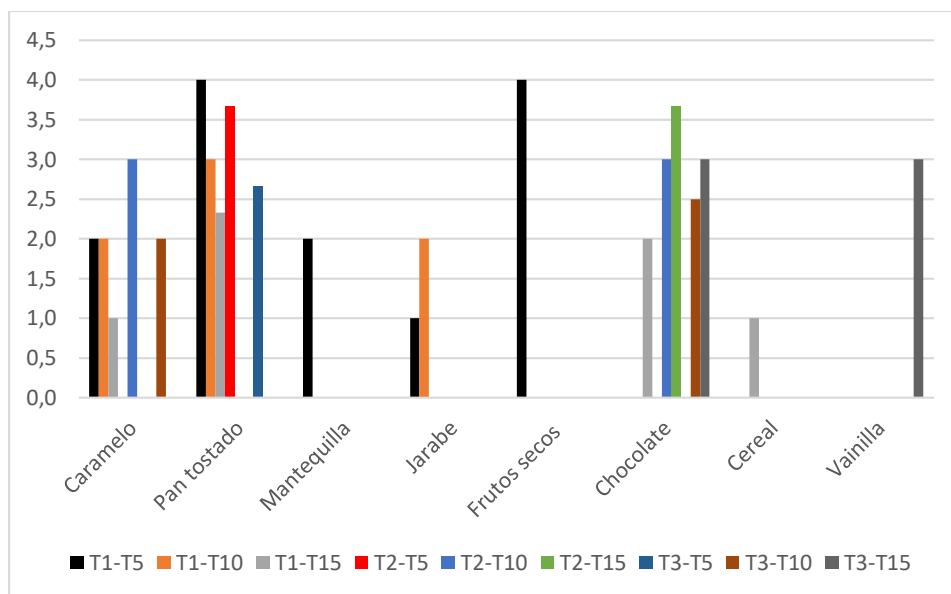


Gráfico 8. Aromas de tostado presentes en las almendras

4.9. Aromas de destilación

En el gráfico 9 se puede visualizar que el aroma de destilación mayor es a terpenos (acidez de cítricos) en el T2, en tiempo de tostado de 15 minutos, con una intensidad de 2-3 (fuerte), atributo característico de los aromas cítricos naturales que hace de la bebida de mayor calidad.

Puerta & Echeverry (2015) mencionan que las notas complejas como chocolate, frutales y cítricos son presentes en las fermentaciones sólidas, sin embargo, el aroma a cítrico se encontró en el presente trabajo de fermentación anaeróbica vía húmeda, y de acuerdo a los autores este atributo representa una calificación de 7-9 sobre 10 puntos y es denominado como cafés de calidad especial y superior.

Los atributos sensoriales son influenciados por la altitud del cafeto y manejo de sombra, a mayor altura la temperatura es menor y ayuda en la maduración de la cereza y llenado de la misma (Suárez, Rodríguez, & Duran, 2015).

Además Rosero, Sánchez, & Narváez (2015) indican que el beneficio del café es sencillo, por lo tanto para obtener la acidez natural de la bebida se debe seleccionar adecuadamente las

almendras y evitar grano negro y vinagre que afecta este atributo y por consiguiente la calidad de la bebida final.

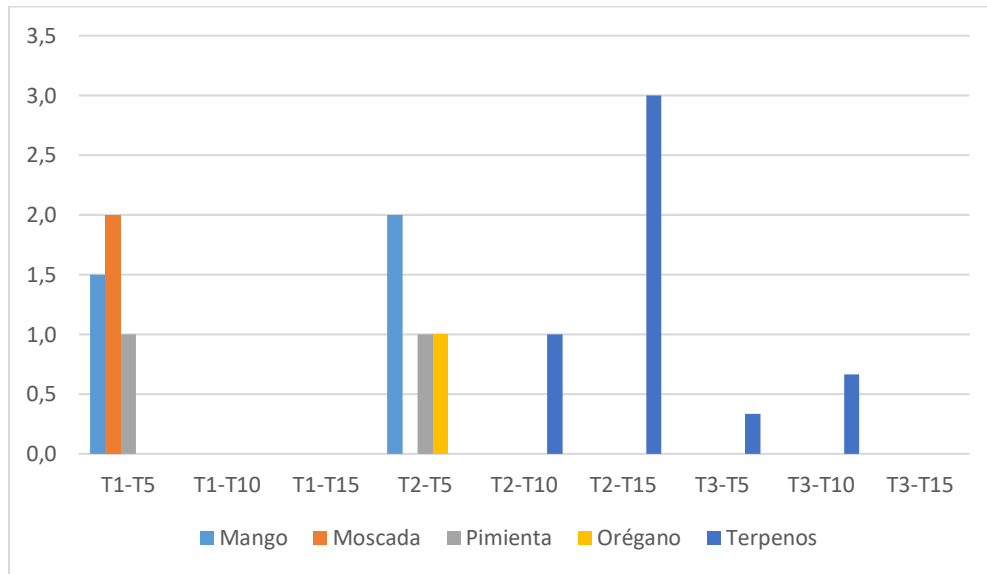


Gráfico 9. Aromas de destilación presentes en taza

4.10. Aromas retronasales

En el gráfico 10 se puede apreciar que los aromas retronasales que mayor se presentan en los tratamientos son: canela, frutos rojos y cítricos. El aroma a canela se manifiesta mayor en el T2 en tiempo de 10 minutos con 3-4 de puntuación (Intenso), los frutos rojos se presenta en el T2 y T1, en tiempo de 10 minutos y T1 tiempo de 15 minutos en una intensidad de 2-3 (Fuerte). El aroma cítrico se presentó mayormente en el T2 tiempo de 10 minutos, T1 en tiempo de 15 minutos en una intensidad de 2-3 (Fuerte) por la formación de alcoholes durante el tostado, el aroma a chocolate y caramelo tuvo mayor manifestación en el tratamiento T2 tiempo de 15 minutos, dado a la formación de Furanos (Cepeda, 2018).

Se asemejan a la investigación realizada por Alves , y otros (2020) donde determinaron el efecto de fermentación anaeróbica por maceración semi carbónica y fermentación anaeróbica con inoculación de levaduras, adicionando en ambos experimentos frutos enteros y despulpados de la variedad *canephora* (café robusta), donde predominaron atributos a frutales, dulces y caramelo en

el tratamiento de fermentación anaeróbica con café despulpado y maceración semi carbónica de 20 días obteniendo un puntaje superior a 80 puntos, pudiéndose catalogar como como café especial.

Sin embargo, mencionan que en los métodos de fermentación no hubo diferencias significativas, por lo tanto, el beneficio por fermentación o vía seca pueden producir bebidas de calidad.

Además de los resultados obtenidos por Puerta & Echeverry (2015), quienes determinaron el efecto de la temperatura en la calidad sensorial del café a diferentes métodos y tiempo de fermentación solida y sumergida en ambientes abiertos y cerrados a temperaturas de 15- 20 °C y 18-26 °C, donde pudieron encontrar sabores a frutales, cítricos, caramelo, vainilla, tostado, avellana, almendras y clavos de olor en la bebida, a temperatura de 15°C.

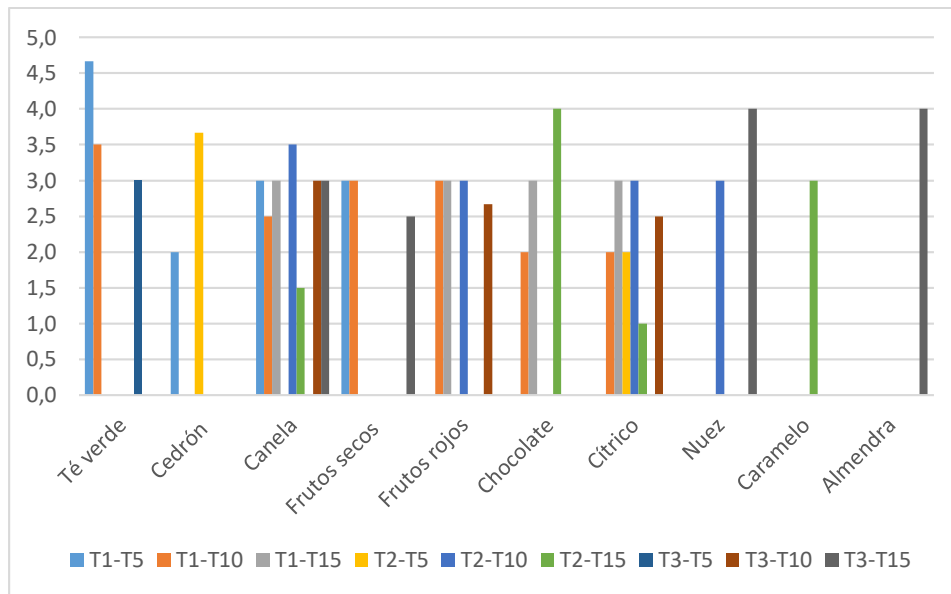


Gráfico 10. Aromas retronasales presentes en la taza

4.11.Sabor dulce

En la Tabla 7 se visualiza el nivel de significancia que existe en el tiempo de tostado (0,00), el cual causa efecto en el dulzor de la bebida.

Tabla 7. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre el Sabor dulce.

Fuentes de variación	Sig.
Tratamiento	,102
TT	,000
Tratamiento*TT	,138

En el gráfico 11 se puede apreciar que existe interacción entre el tiempo de tostado de 5 y 10 minutos y los tratamientos evaluados. El dulzor estuvo presente en todos los tratamientos, sin embargo el más destacado es el T3 en una intensidad de 3-4 (Intenso), seguido el T2 con intensidad de 2-3 (Fuerte) en tiempo de torrefacción de 15 minutos, este atributo depende de la variedad del café, grado de maduración de la cereza, beneficio dado (fermentación), secado, almacenamiento, tueste y elaboración de la bebida (Cepeda, 2018).

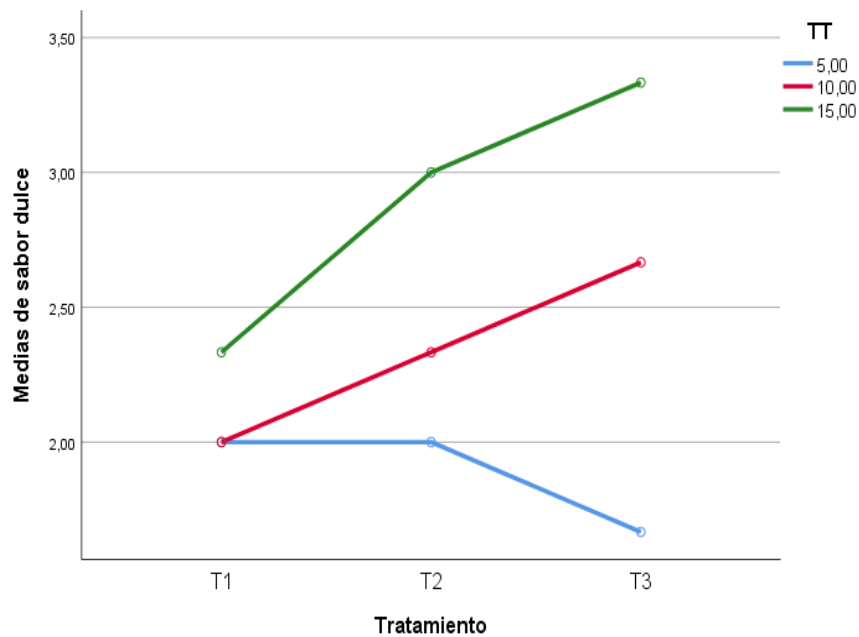


Gráfico 11. Sabor dulce presente en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.

4.12.Sabor salado

En el gráfico 12 se aprecia que no hay presencia del sabor salado en ninguno de los tratamientos y tiempos de tostado.

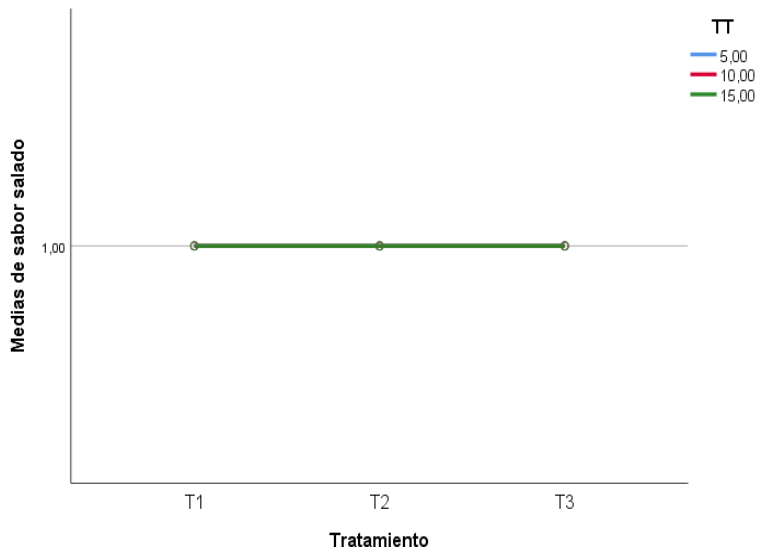


Gráfico 12. Sabor salado en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.

4.13.Sabor ácido

En la Tabla 8 se observa el nivel de significancia que existe en el tiempo de tostado (0,00) el cual causa efecto en la acidez de la bebida.

Tabla 8. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre el sabor ácido.

Fuentes de variación	Sig.
Tratamiento	,334
TT	,000
Tratamiento*TT	,166

En el gráfico 13 se aprecia la interacción existente entre tiempos de tostado de 10 y 15 minutos y los tratamientos de fermentación. El sabor ácido se presentó con más intensidad en el T2 y T1

en tiempo de 15 minutos, con intensidad de 4-5 puntos (Muy intenso), el cual es dado por la formación de ácido Químico (Cepeda, 2018). Los grados Brix de las cerezas y la humedad relativa (HR) de la fermentación están relacionados con la calidad de taza final, cuando los ° Brix de las cerezas son altos, las características organolépticas son más altas y cuando la HR es alta la calidad de taza disminuye (León, Palacio, & Sierra, 2019).

En un estudio realizado por Rodrigues de Oliveira, Horta de Oliveira, Silva , & Carreño (2019) con fermentación vía húmeda con y sin adición de enzimas en pH de 4,5 y 5, determinaron que las características sensoriales y químicas mejoran, ambos métodos muestran resultados similares, mediante la calificación de los atributos en aroma, cuerpo, acidez, astringencia, dulzor, sabores característicos en una escala de 0-9, mediante fermentación de café arábigo (catuai rojo) previamente despulpado con el proceso de fermentación aumentó los sabores y aromas.

En la fermentación sin levadura se obtuvieron valores de acidez 7,08-7,58, debido que presentaron algunos defectos y con adición de enzimas acidez de 7-7,50 valores similares, lo cual es semejante a los resultados de la presente investigación en la escala de 4-5, con acidez alta.

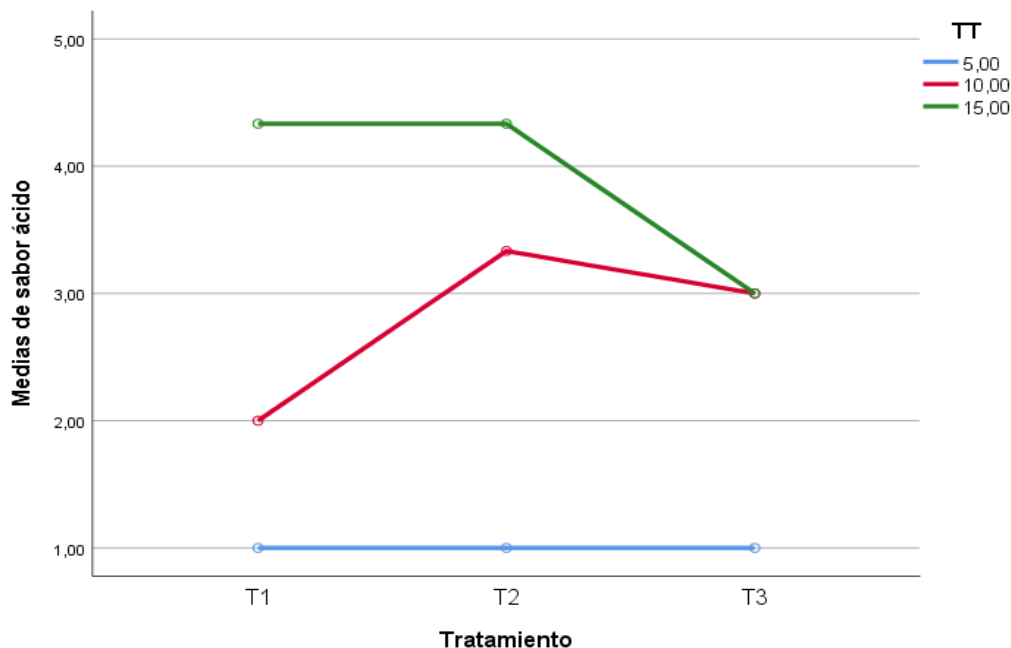


Gráfico 13. Sabor ácido en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.

4.14.Sabor amargo

En la Tabla 9 se visualiza que no existe nivel de significancia en el tratamiento evaluado y tiempo de tostado, por lo tanto, no hay efecto sobre el sabor amargo de la bebida.

Tabla 9.ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre el sabor amargo.

Fuentes de variación	Sig.
Tratamiento	,387
TT	,387
Tratamiento*TT	,433

En el gráfico 14 se puede observar la interacción de los tiempos de tostado de 10 y 15 minutos con los tratamientos de fermentación. Se presenta bajo amargor en taza en los tratamientos, sin embargo en el T3 se obtiene amargor fuerte en un tiempo de 15 minutos, la misma que es dada por la manifestación del ácido clorogénico y/o formación de piridinas durante el tueste. (Cepeda, 2018).

Varios Autores (2019) mencionan que el amargor también es dado por mayor tiempo de tostado y son considerados de baja calidad cuando es excesivo, los aromas y sabor se manifiestan de acuerdo el tiempo de tostado.

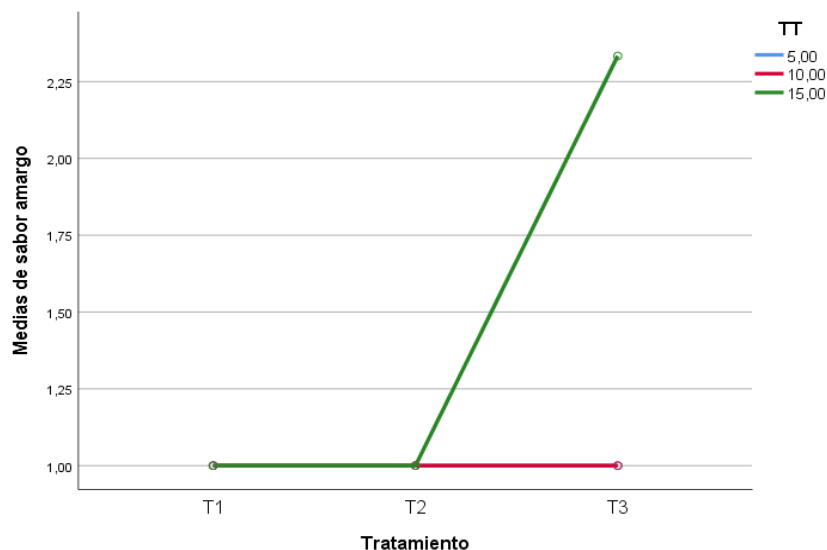


Gráfico 14. Sabor amargo en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.

4.15.Cuerpo

En la Tabla 10 se observa el nivel de significancia que existe en el tiempo de tostado (0,00) el cual causa efecto en el cuerpo de la bebida.

Tabla 10. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre el Cuerpo

Fuentes de variación	Sig.
Tratamiento	,387
TT	,000
Tratamiento*TT	,368

En el gráfico 15 se puede apreciar la interacción entre los tiempos de tostado 10 y 15 minutos y los tratamientos de fermentación, el cuerpo es presentado en todos los tratamientos, sin embargo, quien presentó mayor intensidad fue el T1 en un tiempo de tostado de 15 minutos, con puntaje de 4-5 (Mucho), seguido el T2 en tiempo de 15 minutos de tostado con intensidad 3-4 (Bastante).

En un estudio realizado por Pereira, y otros (2019) del perfil sensorial del café conilón sometido a 6 diferentes tratamientos con 4 tiempos de fermentación, 24, 48 72 y 96 horas, obtuvieron buen puntaje global de los atributos encontrados en el grano en el tratamiento (café desmucilado + fermentado con agua + lavado) a las 48 horas (79,07 puntos) y 72 horas (81,19 puntos) lo cual indica que el tiempo de fermentación es un factor clave para aumentar las características organolépticas de la bebida.

Lo cual es confirmado por Alves , y otros (2020) quienes mencionan que la utilización de almendras enteras o despulpadas en la fermentación no influyen en el puntaje de la bebida ni los atributos sensoriales, recomiendan estudios sobre tiempo de fermentación intensa que permiten la formación de aromas y sabores.

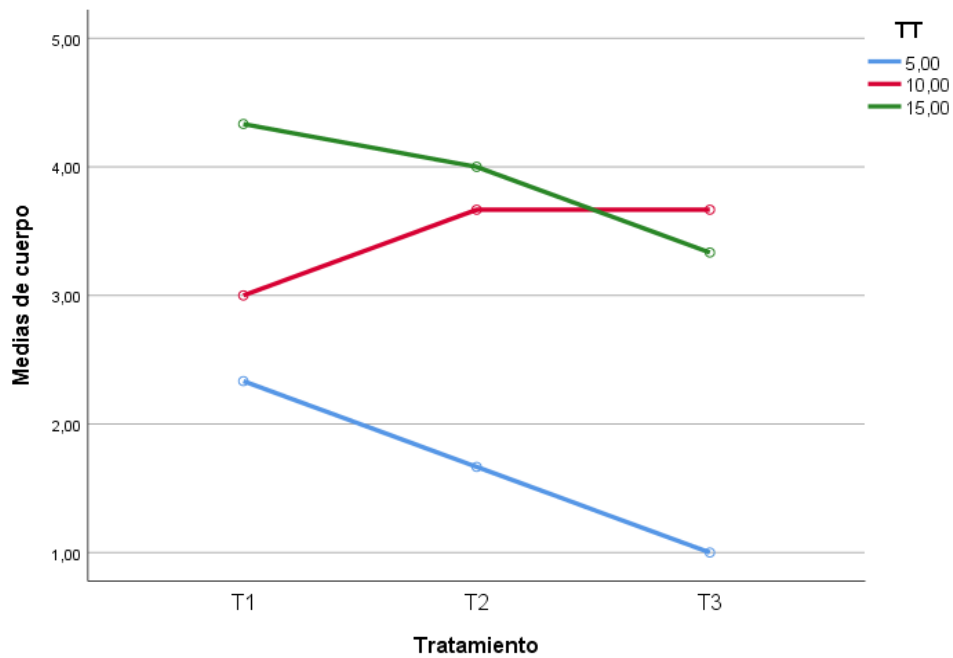


Gráfico 15. Cuerpo presente en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.

4.16.Astringencia

En la Tabla 11 se visualiza el nivel de significancia que existe en el tiempo de tostado (0,000) el cual causa efecto en la astringencia de la bebida.

Tabla 11.ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre la Astringencia.

Fuentes de variación	Sig.
Tratamiento	,164
TT	,000
Tratamiento*TT	,138
Total corregida	

En el gráfico 16 se puede apreciar que no existe interacción del tiempo de tostado y los tratamientos de fermentación, en un tiempo de tostado de 15 minutos la intensidad de astringencia es mayor en el T1 en relación al T2 y T3, este defecto se puede deber a la influencia de la cáscara sobre la almendra durante la fermentación. Además, se manifiesta que a mayor tiempo de torrefacción los niveles de astringencia incrementan.

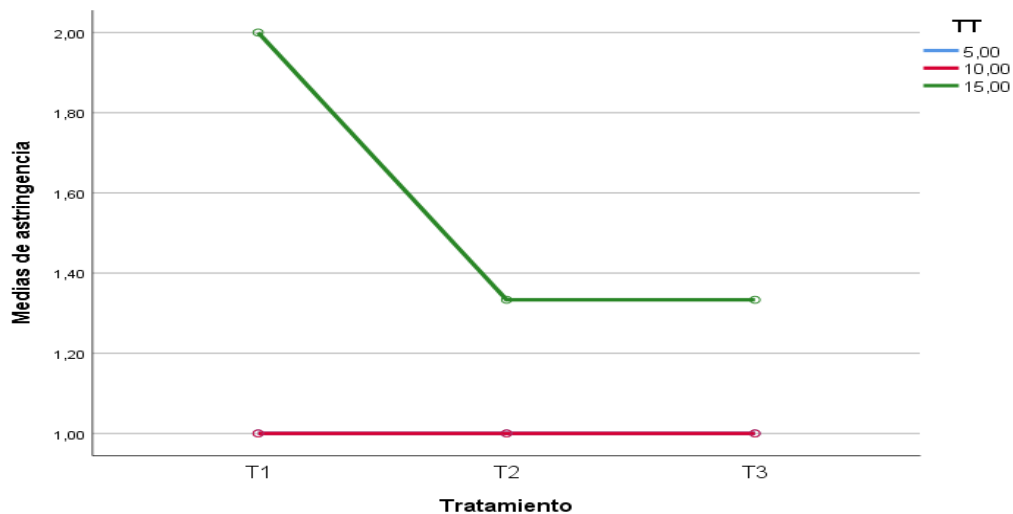


Gráfico 16. Astringencia presente en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.

4.17.Complejidad

En la Tabla 12 se observa que no hay nivel de significancia, tanto en el tiempo de tostado como tratamiento.

Tabla 12.ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre complejidad.

Fuentes de variación	Sig.
Tratamiento	,185
TT	,027
Tratamiento*TT	,433

En el gráfico 17 se observa la interacción de los tiempos de tostado y los tratamientos de fermentación, en tiempo de tostado de 15 minutos, el T3 presentó mayor complejidad, en relación a los demás tratamientos.

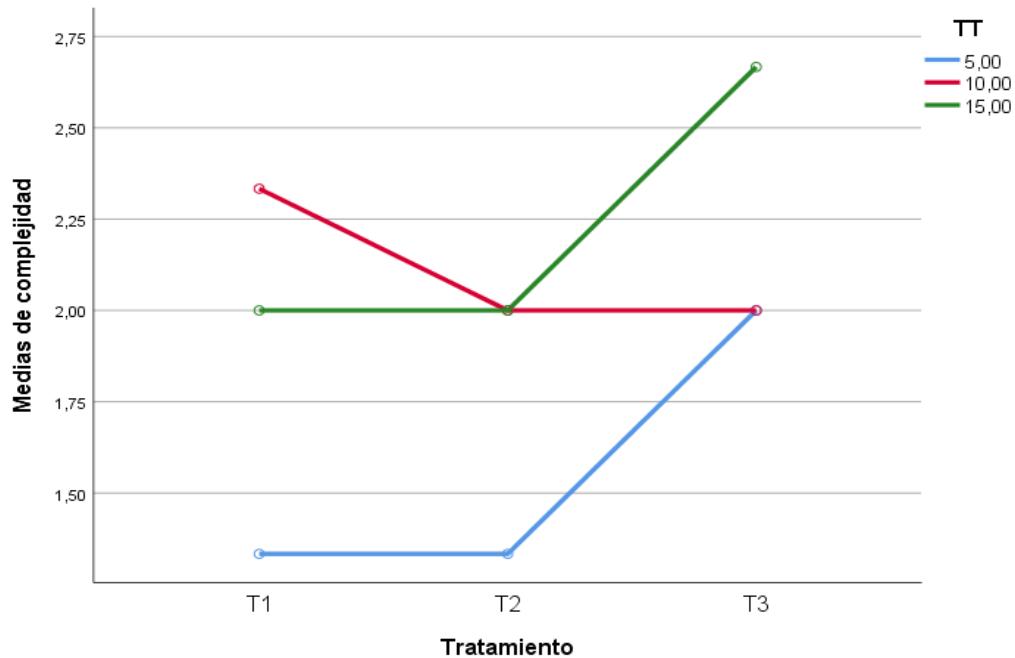


Gráfico 17. Complejidad en la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.

4.18. Equilibrio

En la tabla 13 se visualiza el nivel de significancia que existe en el tiempo de tostado (0,00) el cual causa efecto en el equilibrio de la bebida.

Tabla 13. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre el Equilibrio.

Fuentes de variación	Sig.
Tratamiento	,154
TT	,000
Tratamiento*TT	,394

En el gráfico 18 se aprecia que hay interacción entre los tiempos de tostado 5 y 10 minutos y los tratamientos de fermentación, en tiempo de 15 minutos se presenta mayor equilibrio en el T3, seguido el T2 y T1, en relación con los demás tratamientos con tiempos de tostado de 5 y 10 minutos.

El equilibrio es dado al conjunto de atributos que sobresalen; sabor de bebida, sabor residual o pos gusto, acidez y cuerpo, al disminuir alguno afecta el equilibrio total (Grupo Alcano, 2019).

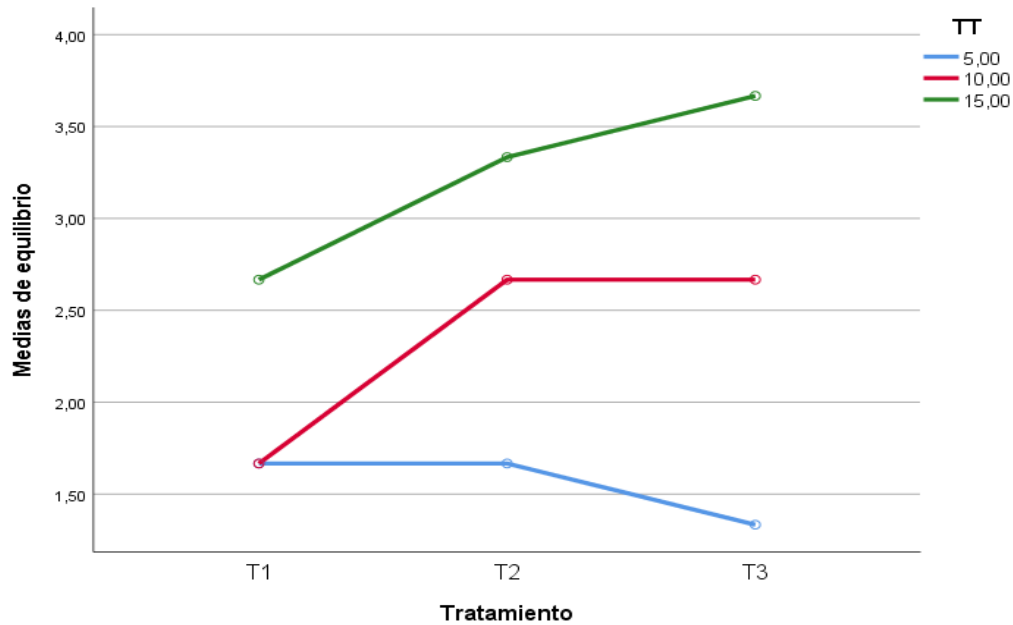


Gráfico 18. Equilibrio de la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.

4.19. Posgusto

En la tabla 14 se visualiza el nivel de significancia que existe en el tiempo de tostado (0,00) el cual causa efecto en el pos gusto de la bebida.

Tabla 14. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre el Posgusto.

Fuentes de variación	Sig.
Tratamiento	,615
TT	,000
Tratamiento*TT	,262

En el gráfico 19 se observa que no hay interacción de los tiempo de tostado y tratamientos de fermentación, en tiempo de tostado de 15 minutos se presenta los más altos valores de pos gusto en los tratamientos T1, T2 y T3 (muy intenso), se debe a la permanencia del sabor en el paladar

por los compuestos presentes en la bebida después de haber sido ingerido, lo cual hace referencia a café de calidad (Grupo Alcanno, 2019).

Por otra parte Puerta, y otros (2016) indican que la calidad de café se debe al correcto proceso desde la etapa de cosecha, beneficio, lavado y secado del café.

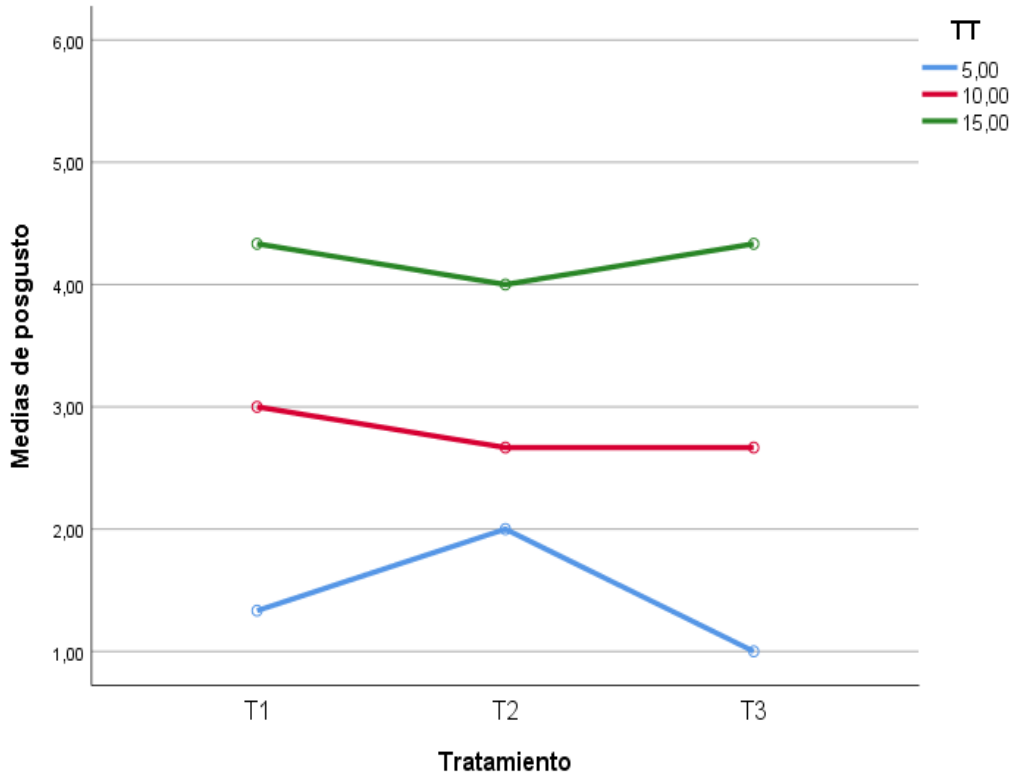


Gráfico 19. Pos gusto de la bebida de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.

4.20. Actividad antioxidante

En la Tabla 15 se visualiza el nivel de significancia que existe en el tiempo de tostado (0,00) y Tratamiento-tiempo de tostado (0,000), el cual causa efecto en la actividad antioxidante.

Tabla 15. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre Actividad antioxidante.

Fuentes de variación	Sig.
Tratamiento	,080
TT	,000
Tratamiento*TT	,000

En el gráfico 20 se aprecia que hay interacción entre los tiempos de tostado y los tratamientos evaluados, donde la mayor actividad antioxidante se presentó en el T1, en un tiempo de 5 minutos de tostado con valor de 354,14 mg TE/g PS, seguido el T2, con 351,19 mg TE/g PS y T3 con 339,32 mg TE/g PS en tiempo de 15 minutos.

En tiempo de 5 minutos la actividad es mayor, sin embargo, en la investigación se logra ver que el T2 y T3 obtuvieron valores superiores a los demás tiempos de tostado con 339,32 mg TE/g PS y 351,19 mg TE/g PS respectivamente.

Serna, Torres, Martínez , & Hernández (2018) indican que el tiempo y temperatura de tostado intervienen en la actividad antioxidante, debido a un estudio realizado de extracción en pulpa de café donde obtuvieron mayor actividad antioxidante (506,66 mg TE/g PS), a una temperatura de 90°C y un tiempo de 4,5 minutos en relación a otros tiempos utilizados de 7 y 8 minutos. Las altas temperaturas rompen las paredes celulares e intensifican los componentes del material evaluado.

A mayor tiempo de tostado disminuye la actividad antioxidante de los granos. Sin embargo se puede dar el caso que se intensifiquen los compuestos fenólicos en almendras con tono más oscuro por otros compuestos de melanoidinas (Elidai, Trejo, Vargas, & Pascual, 2015), lo cual es confirmado por Cepeda (2018) quien manifiesta que la actividad antioxidante al estar estrechamente relacionada con la cantidad de fenoles, se reducen durante el proceso de torrefacción, sin embargo la acción de las melanoidinas permite la presencia de antioxidantes.

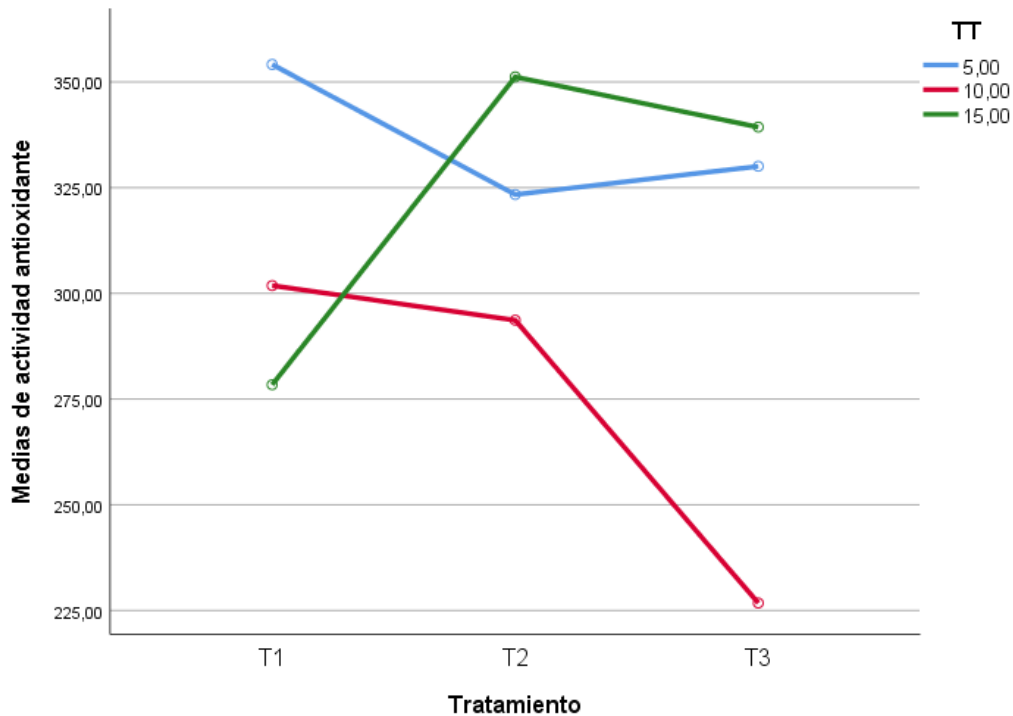


Gráfico 20. Actividad antioxidante de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.

4.21. Contenido de fenoles

En la Tabla 16 se visualiza el nivel de significancia que existe en el Tiempo de tostado (0,00) y Tratamiento-tiempo de tostado (0,001), el cual causa efecto en el contenido de fenoles.

Tabla 16. ANOVA factorial para establecer la significancia de los tratamientos y tiempo de tostado sobre Cantidad de fenoles

Fuentes de variación	Sig.
Tratamiento	,042
TT	,000
Tratamiento*TT	,001

En el gráfico 21 se presenta la interacción entre los tiempos de tostado y los tratamientos de fermentación evaluados. El mayor contenido de fenoles se obtuvo en el T2 con valor de 2,77 mg GAE/g PS, seguido el T3 con 2,19 mg GAE/g PS en tiempo de 15 minutos de tostado.

Sin embargo Díaz, Ormaza, & Rojano (2018), mencionan que el tiempo y temperatura de tostado de las almendras influyen significativamente en el contenido de fenoles, tueste en tiempos bajos o medios incrementa el contenido de fenoles, mientras que a mayor tiempo disminuyen considerablemente su contenido.

Los fenoles están directamente relacionados con la actividad antioxidante al disminuir los fenoles disminuyen la capacidad de captura de radicales libres (Elidai, Trejo, Vargas, & Pascual, 2015). El alto contenido de fenoles mediante este tipo de fermentación se debe al efecto de la adición de cacao y el tiempo de tostado. El contenido de fenoles en cacao está en función de la variedad, proceso de secado y tostado, algunos pueden aumentar o disminuir por las proteínas, alcaloides y polisacáridos, son precursores de la calidad organoléptica de la bebida y permiten la formación de aromas y sabores (Pallares , Estupiñán , Perea , & López , 2016).

Sin embargo, el mismo autor manifiesta que la cantidad fenólica en el cacao disminuye significativamente con mayor tiempo de fermentación debido que las células propulsoras del color, olor y sabor son liberadas con los demás procesos de degradación de azúcares, lípidos y ácidos.

No obstante la fermentación actúa de alguna u otra forma en la determinación de calidad, sabor y aroma, calidad sensorial dependiendo además de la variedad del café y el lugar de procedencia (Ortiz, y otros, 2019).

Ormaza, Díaz, & Rojano (2018) de acuerdo a los resultados obtenidos de la cantidad fenólica de café en tratamiento fermentado (2427,82 mg de ácido gálico/100 g de muestra) y sin fermentar (2038,60 mg de ácido gálico/100 g de muestra) encontraron que el contenido de fenoles es mayor en las muestras fermentadas en un aumento de 19,1% en relación al no fermentado.

Este análisis lo realizaron mediante el método colorimétrico de Follin-Ciocalteu, siguiendo una curva de calibrado, a una longitud de onda de 760 nm y expresando los resultados en mg de Ácido Gálico por cada 100 gramos de muestra.

Serna, Torres, Martínez , & Hernández (2018), mediante resultados obtenidos de compuestos fenólicos en pulpa de café indican que el tipo de solvente utilizado en la extracción influye en la obtención de compuestos fenólicos, siendo el agua el más idóneo por su solubilidad, polaridad y afinidad.

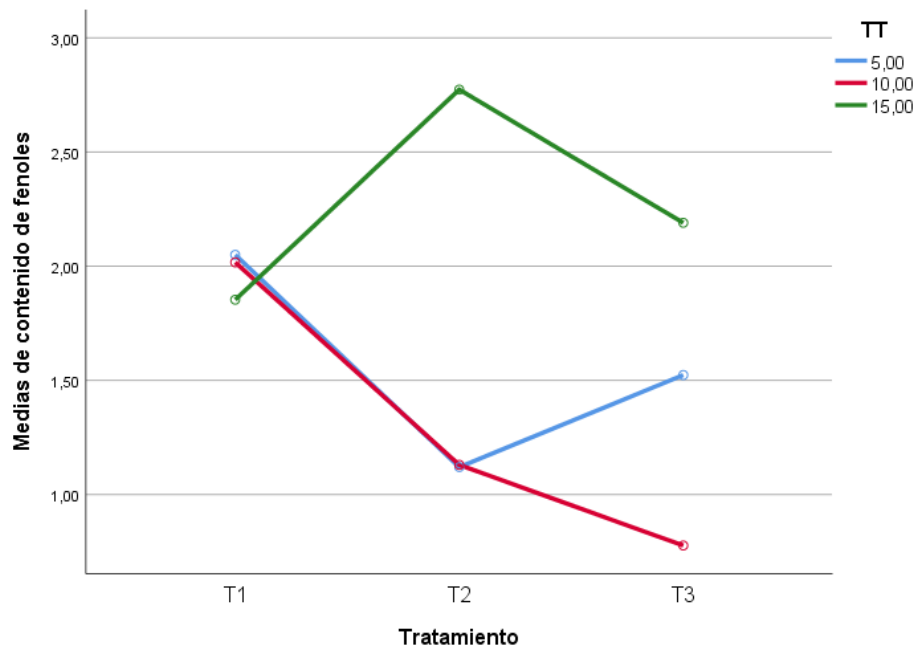


Gráfico 21. Contenido de fenoles de acuerdo a la interacción existente del tiempo de tostado y tratamientos evaluados durante la fermentación.

CAPÍTULO V

5.CONCLUSIONES

- Se determinó que el tiempo de tostado influye en la mayoría de atributos sensoriales, actividad antioxidante y cantidad de fenoles, tiene efecto significativo (p -valor $< 0,05$) en los atributos de color, textura y persistencia de crema, brillo, dulzor, acidez, cuerpo, astringencia, equilibrio, posgusto, cantidad de fenoles y actividad antioxidante.
- En el análisis los tratamientos de fermentación anaeróbica no son significativos para los atributos sensoriales, actividad antioxidante y cantidad de fenoles.
- El tratamiento de fermentación con el tiempo de tostado tiene nivel de significancia (p -valor $< 0,05$) para color de crema, densidad de la bebida, cantidad de fenoles y actividad antioxidante presentes, siendo el tratamiento T2 con tiempo de tostado 15 minutos quien tuvo los mejores resultados.
- Existe interacción entre los tiempos de tostado y tratamientos de fermentación anaeróbica, los mismos que se presentan en 5 y 10, 10 y 15, 5,10 y 15 minutos.
- El color de la bebida, sabor salado, complejidad y amargor no es afectado por el tratamiento de fermentación y/o el tiempo de tostado.
- El tueste a tiempo de 10 y 15 minutos permite la manifestación de aromas y sabores en la bebida.

6.RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones de los efectos de la fermentación en la manifestación de atributos organolépticos en las almendras y el tiempo más idóneo de fermentación que cause efecto significativo sobre los aromas y sabores de la bebida.
- Utilizar el café como fuente antioxidante para mejorar la salud en base a sus propiedades que presenta.
- Tener en cuenta los resultados obtenidos en la presente investigación de las variables que tuvieron efecto significativo sobre los atributos sensoriales, actividad antioxidante y contenido de fenoles para el desarrollo de nuevas investigaciones dentro del campus agronómico.
- Transmitir esta tecnología a los pequeños productores para que mejoren el nivel socioeconómico, dando valor agregado a sus cosechas mediante el beneficio del café.

7.BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, N., Houbron, E., Rustrian, E., & Reyes, L. (2014). Papel amate de pulpa de café (*Coffea arabica*) (Residuo de beneficio húmedo). *Ra Ximhai*, 10(3), 103-117. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46131111008.pdf>
- Alvarado, M., & Rojas, G. (1994). *El cultivo y beneficiado del café*. San José, Costa Rica.
- Alves , E., de Souza, C., Rocha, R., Pereira, L., de Lima, P., & Lourenço, J. (2020). Efeito da fermentação na qualidade das bebidas dos robustos amazônicos. *Ifes Ciencia*, 6(3), 159-170. doi:10.36524/ric.v6i3.875
- Amores, F., Duicela, L., Corral, R., Guerrero, H., Vasco, A., Motato, N., . . . Guedes, R. (2004). *Variedades mejoradas de café arábigo una contribución para el desarrollo de la caficultura en el Ecuador*. (I. E. Pichilingue, Ed.) Quevedo, Los Rios, Ecuador.
- Anacafé. (2019). *Guía de variedades de café Guatemala*. Obtenido de <https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%A9nDa-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>
- Araúz, L., Abarca, Y., Porrás, M., & Vargas , G. (2019). Efecto de la temperatura en la rapidez del tostado de café. *Tecnología en marcha*, 32(2), 20-27. doi:<https://doi.org/10.18845/tm.v32i7.4255>
- Autores, V. (2017). *Juan Valdéz. La estrategia detrás de la marca*. (P. R. Colombia, Ed.)
- Avello, M., & Suwalsky, M. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea (Concepción)*, 494(2), 161-172. doi:[dx.doi.org/10.4067/S0718-04622006000200010](https://doi.org/10.4067/S0718-04622006000200010)
- Bernal , A. (2020). *Radicales libres y Antioxidantes*. (I. Published, Ed.)

- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. doi:[https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Cárdenas, J., & Pardo, J. (2014). *Caracterización de las etapas de fermentación y secado del café la primavera*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá. Obtenido de <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/02/CARACTERIZACION-DE-LAS-ETAPAS-DE-FERMENTACION-Y-SECADO-DEL-CAFE-LA-PRIMAVERA-1.pdf>
- CATAST. (s.f.). *Guía de Tast*. Obtenido de <http://www.catast.com/Documentos/Guiesdetast/Guiatastcafecat.pdf>
- Cepeda, R. (2018). El café con aroma a nuestra cultura. La química de la bebida nacional. *PPDQ Boletín*(57). Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/234805025.pdf>
- Creus, E. (2004). Compuestos fenólicos. *Offarm*, 23(6), 80-84. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35101196/Compuestos_fenolicos.pdf?1413165630=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAMBITO_FARMACEUTICO.pdf&Expires=1612135340&Signature=fZodqObsIDAwUC5RSnQ-HkuXjBBt9kCRP5uihns71Skjq2kCmftoj85k5oMIVKxkS2LN
- Cuesta, D., & Correa, F. (2018). Obtención de fenoles a partir de granos verdes de café. *Revista ION*, 31(1), 31-35. doi:<https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018005>
- Díaz, F., Ormaza, A., & Rojano, B. (2018). Efecto de la Tostión del Café (*Coffea arabica* L. var. Castillo) sobre el Perfil de Taza, Contenido de Compuestos Antioxidantes y la Actividad Antioxidante. *Información tecnológica*, 29(4), 31-42. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000400031>
- Duicela, L., Andrade, J., Farfán, D., & Velásquez, S. (2018). Calidad organoléptica, métodos de beneficio y cultivares de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) en la

- amazonía del Ecuador. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(2), 240-253. Recuperado el 24 de febrero de 2021, de https://www.redalyc.org/pdf/813/Resumenes/Resumen_81357541011_1.pdf
- Duicela, L., Farfán, D., & García, E. (2016). Calidad organoléptica del café (*Coffea arabica* L.) en las zonas centro y sur de la provincia de Manabí. *Revista española de estudios agrosociales y pesqueros*(244), 15-34. Recuperado el 23 de febrero de 2021, de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_REEAP/Pdf_REEAP_r244_15_34.pdf
- Elidai, L., Trejo, M. A., Vargas, M. G., & Pascual, S. (2015). Contenido de fenoles, cafeína y capacidad antioxidante de granos de café verdes y tostados de diferentes estados de México. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 16(2), 293-298. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/813/81343176021.pdf>
- Enríquez, J., Retes, R., & Vásquez, E. (2020). Importancia, genética y evolución del café en Honduras y el mundo. *Innovare: Revista de ciencia y tecnología*, 9(3), 149-155. doi:<https://doi.org/10.5377/innovare.v9i3.10649>
- Escamilla, E., Ruiz, O., Zamarripa, A., & González, V. (2015). Calidad en variedades de café orgánico en tres regiones de México. *Revista de Geografía Agrícola*(55), 45-55. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/757/75749286004.pdf>
- FAO, O. d. (2021). *FAOSTAT*. Recuperado el 23 de febrero de 2021, de <http://www.fao.org/faostat/es/#compare>
- Federación Nacional de Cafeteros, & Cenicafé. (2004). *Cartilla 20 Beneficio del café I: Despulpado, Remoción del mucílago y Lavado*. Obtenido de https://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla_20_beneficio_del_cafe.pdf
- Fernández, F. (2017). *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo del cultivo de café*. Orellana, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4788/7/iniapecaga008.pdf>

- Figueroa, E., Pérez, F., & Godínez, L. (2015). *La producción y el consumo del café*. (E. Spain, Ed.) México. Obtenido de https://www.ecorfan.org/spain/libros/LIBRO_CAFE.pdf
- Filete, C., de Sousa, L., Guarçoni, R., Junior, D., Marcate, J., Moreli, A., . . . Pereira, L. (2020). Fermentação anaeróbica no café arábica e o seu impacto no perfil sensorial. *Revista Eletrônica Classroom in Focus*, 6(3), 112-123. doi:<https://doi.org/10.36524/ric.v6i3.859>
- Fonseca, L., Calderon, L., & Rivera, M. (2014). Capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales en café y subproductos del café producido y comercializado en Norte de Santander (Colombia). *Vitae*, 21(3), 228-236. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169833713008.pdf>
- Garrido, C. (25 de enero de 2015). *ABC*. Recuperado el 11 de marzo de 2021, de https://secardiologia.es/images/comunicacion/CLIPPINGS/ABC_25-01-15.pdf
- Gomez, S. (17 de junio de 2019). *quecafe.info*. Obtenido de <https://quecafe.info/fermentacion-del-cafe-calidad-en-taza/>
- Gotteland, M., & de Pablo V, S. (2007). Algunas verdades sobre el café. *Revista Chilena de nutrición*, 34(2), 105-115. doi:10.4067/S0717-75182007000200002
- Grupo Alcanno. (2019). *Cartilla educativa la experiencia sensorial del café. Conceptos básicos sobre el análisis de calidad y tuestión del café*. Obtenido de <https://www.ucc.edu.co/sitios/catalogo/SiteAssets/Lists/saladeprensa/poranyomes/cartilla,%20la%20experiencia%20sensorial%20del%20cafe.pdf>
- INIAP, I. N. (1993). *Manual del cultivo de café*. Quevedo, Los Rios, Ecuador.
- Jiménez, A., & Massa, P. (2015). Producción de café y variables climáticas: El caso de Espíndola, Ecuador. *Economía*, 40(40), 117-137. Recuperado el 23 de febrero de 2021, de http://iies.faces.ula.ve/Revista/Articulos/Revista_40/Pdf/Rev40JimenezT.pdf

- Leandro, H., Divino, F., & de Carvalho, N. (2015). El origen del café en Brasil: La semilla que vino para quedarse. *Revista Pensar Gastronomía*, 1(2). Obtenido de https://historiapt.info/pars_docs/refs/4/3221/3221.pdf
- León, A., Palacio, J., & Sierra, J. (2019). Gestión y plan de trazabilidad para el control de variables de calidad durante el beneficio de cafés especiales. *Gestión*, 40(32). Obtenido de <http://www.revistaespacios.com/a19v40n32/a19v40n32p01.pdf>
- Manfugás, J. (2020). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Editorial Universitaria (Cuba).
- Márquez, F., Quispe, P., Molleapaza, N., Cabrera, S., & Peña, J. (2020). Relación entre las características del suelo y altitud con la calidad sensorial de café cultivado bajo sistemas agroforestales en Cusco, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 529-536. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.04.08>
- Martín, D. (2018). Los Compuestos Fenólicos, Un Acercamiento A Su Biosíntesis, Síntesis Y Actividad Biológica. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 9(1), 81-104. doi:<https://doi.org/10.22490/21456453.1968>
- Martín, V., & Pulido, C. (2018). *Elaboración de vinos, otras bebidas alcohólicas, aguas, cafés e infusiones*. (I. Editorial, Ed.)
- Mesa, A., Zapata, S., Arana, L., Zapata, I., Monsalve, Z., & Rojano, B. (2015). Actividad antioxidante de extractos de diferente polaridad de *Ageratum conyzoides* L. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 14(1), 1-10. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/856/85632845001.pdf>
- Moreira, T., de Sousa, L., Marcate, J., Junior, D., Pereira, L., Debona, D., . . . Guarçoni, R. (2019). *Concentração de leveduras e reflexos no perfil sensorial do café arábica*. Obtenido de http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/12503/392-2755-1-PB_X-SPCB-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Ordoñez , F., Bernal, M., Vidal , N., & Moreno, A. (2019). Efectos antioxidantes de Moringa oleifera LAM en vitroplantas de banano clon Williams enraizadas en sistemas de inmersión temporal RITA. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 57-63. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/317/334>
- Ormaza, A., Díaz, F., & Rojano, B. (2018). Efecto del Añejamiento del Café (Coffea arabica L. var. Castillo) sobre la Composición de Fenoles Totales, Flavonoides, Ácido Clorogénico y la Actividad Antioxidante. *Información tecnológica*, 29(3), 187-196. doi:dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000300187
- Ortiz, J., Chungara, M., Ibieta, G., Alejo, I., Tejeda, L., Peralta, C., . . . Peñarrieta, M. (2019). Determinación de teobromina, catequina, capacidad antioxidante total y contenido fenólico total en muestras representativas de cacao Amazónico Boliviano y su comparación antes y después del proceso de fermentación. *Revista Boliviana de Química*, 36(1), 40-50. doi:10.34098/2078-3949.36.1.4
- Pallares , A., Estupiñán , M., Perea , J., & López , L. (2016). Impacto de la fermentación y secado sobre el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante del clon de cacao CCN-51. *Revista Ion* , 29(2), 7-21. doi:DOI:10.18273/revion.v29n2-2016001
- Peña, L., García, B., Negreira, M., & Gaspar, J. (2014). *Amor por el café: el libro del café y su gastronomía*. ITE Ambiental SC.
- Pereira, L., Moreli, A., Júnior, D., de Sousa, L., Marcate, J., de Oliveira, G., . . . Guarçoni, R. (2019). Construção de um perfil sensorial para o café conilon fermentado. *Revista de ciencia Ifes*, 5 (2), 242-252. doi:10.36524/ricv5i2.461
- Pérez, L., Chávez, K., Medina, L., & Gámez , N. (2012). Phenolic Characterization, Melanoidins, and Antioxidant Activity of Some Commercial Coffees from Coffea arabica and Coffea canephora. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 56(4), 430-435. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/475/47525153012.pdf>

- Pimentel, U., Mellhem, L., de Carvalho Filho, J., de Araújo Calado, V., & Farah, A. (2020). Modelagem das condições operacionais de torrefação e análise dos seus efeitos sobre a cor do café. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, 6(11), 85195-85204. doi:10.34117/bjdv6n11-076
- Ponce, L., Orellana, K., & Acuña, I. (2016). Diagnóstico y propuesta de un sistema de innovación tecnológica cafetalera en Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 4(2), 120-129. Obtenido de <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/138/pdf>
- Pozo, M. (2014). *Análisis de los factores que inciden en la producción de café en el Ecuador 2000 – 2011*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE ECONOMÍA, Quito. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6848/7.36.001425.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Puerta, G. (junio de 2000). Beneficie correctamente su café y conserve la calidad de la bebida. *Cenicafé*. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0276.pdf>
- Puerta, G. (2001). *Cómo garantizar la buena calidad de la bebida del café y evitar los defectos*. (Cenicafé, Ed.) Chinchiná, Caldas, Colombia. Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/562/1/avt0284.pdf>
- Puerta, G. (2010). *Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café*. Chinchiná, Colombia: CENICAFÉ. Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/345/1/avt0402.pdf>
- Puerta, G., & Echeverry, J. (2015). *Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad*. Manizales: Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFÉ). Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0454.pdf>
- Puerta, G., González, F., Correa, A., Álvarez, I., Ardila, J., Girón, O., . . . Montoya, D. (2016). Diagnóstico de la calidad del café según altitud suelos y beneficio en varias regiones de

- Colombia. *Cenicafé*, 67(2), 15-51. Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/727/1/arc067%2802%2915-51.pdf>
- Puertas, M., Villegas, P., & Alberto, C. (2013). Borra de café colombiano (*Coffea arabica*) como fuente potencial de sustancias con capacidad antirradicales libres in vitro. *Revista cubana de plantas medicinales*, 18(3). Recuperado el 01 de febrero de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962013000300013
- Quintanar, J., & Roa, R. (2017). Evaluación térmica y financiera del proceso de secado de grano de café en un secador solar activo tipo invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(2), 321-331. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v8i2.53>
- Quintero, M., & Rosales, M. (2014). El mercado mundial del café: tendencias recientes, estructura y estrategias de competitividad. *Revista Visión Gerencial*(2), 291-307. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545897005.pdf>
- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición hospitalaria*, 27(1), 76-89. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10261/101372>
- Ramos, P., Sanz, J., & Oliveros, C. (2010). Identificación y clasificación de frutos de café en tiempo real, a través de la medición de color. *Cenicafé*, 61(4), 315-326. Recuperado el 2021 de marzo de 16, de <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc061%2804%29315-326.pdf>
- Rodrigues de Oliveira, A., Horta de Oliveira, G., Silva, B., & Carreño, D. (2019). *Efeito da fermentação induzida por enzimas sobre as propriedades químicas e sensoriais do café*. X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Obtenido de http://tot.dti.ufv.br/bitstream/handle/123456789/12502/395-2876-1-PB_X-SPCB-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodrigues, G., Petrim, I., Reis, A., Cunha, L., & Almeida, G. (2017). *Utilização de diferentes processos de fermentação controlada e seus efeitos sobre a qualidade da bebida de café*.

Obtenido de http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9366/298_43-CBPC-2017.pdf?sequence=1

Rodríguez, N., Sanz, J., Oliveros, C., & Ramírez, C. (2015). Beneficio del café en Colombia, Prácticas y estrategias para el ahorro, uso eficiente del agua y control de la contaminación hídrica en el proceso de beneficio húmedo del café . *Cenicafé*. Obtenido de https://www.cenicafe.org/es/publications/Final_libro_Beneficio_isbn.pdf

Rosero, P., Sánchez, S., & Narváez, I. (2015). Caracterización física de café especial (*Coffea Arabica*) en el municipio de Chachagüí (Nariño, Colombia). *Revista Lasallista de Investigación*, 12(1), 90-98. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/695/69542290010.pdf>

Salamanca, C. (2015). *Métodos estadísticos para evaluar la calidad de café*. Universitat de Girona. Obtenido de <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/04/tcasr1de1.pdf>

Samaniego, S. (2019). *Evaluación de maceración carbónica y adición de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) durante el lavado de café Geisha (*Coffea arabica*)*. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6507/1/AGI-2019-T054.pdf>

Serna, J., Torres, L., Martínez, K., & Hernández, M. (2018). Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos. *Revista Ion*, 31(1), 37-42. doi:<http://dx.doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018006>

Suárez, J., Rodríguez, E., & Duran, E. (2015). Efecto de las condiciones de cultivo, las características químicas del suelo y el manejo de grano en los atributos sensoriales de café (*Coffea arabica* L.) en taza. *Acta agronómica*, 64(4), 342-348. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v64n4.44641>

Suarez, J. (2012). *Aprovechamiento de los residuos sólidos provenientes del beneficio del café, en el Municipio de Betania Antioquia: Usos y Aplicaciones*. Caldas. Obtenido de <http://infocafes.com/portal/wp->

content/uploads/2017/06/APROVECHAMIENTO_RESIDUOS_SOLIDOS_BENEFICIO
_CAFE.pdf

UPAEP. (2014). *Análisis sensorial*. México. Obtenido de
https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial_final.pdf

Varios Autores. (2019). *Todo sobre el café*. Mare Terra Coffee Foundation.

Villacis, P., & Aguilar, T. (2016). *Comportamiento agronómico de cinco variedades de café (Coffea arábica L.), sometido a diferentes aplicaciones foliares de biol*. Santo Domingo de los Tsáchilas.

8.ANEXOS

Atributos	Intensidad				
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5
Color de crema	Marrón Claro	Marrón poco oscuro	Marrón Oscuro	Muy Oscuro	Negro.
Textura de la crema	Ligera	Poco densa	Densa	Espesa	Compacta
Persistencia de la crema	Sin	Poca	Persistente	Muy persistente	No desaparece
Color bebida	Marrón claro	Marrón poco oscuro	Marrón oscuro	Muy oscuro	Negro
Brillo	Sin Brillo	Mate	Poco Brillante	Brillante	Muy brillante
Densidad	Nítida	Turbia	Poco Densa	Densa	Muy Densa

Anexo 1. Atributos de café

Atributos	Intensidad				
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5
Manzanilla	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Té	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Geranio	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Ciruela	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Higo	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Cítricos	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Frutos maduros	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Frutos rojos	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Canela	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso

Anexo 2. Aromas de fragancia.

Atributos	Intensidad				
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5
Caramelo	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Pan tostado	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Mantequilla	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Jarabe	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Frutos secos	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Chocolate	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Cereal	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Vainilla	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso

Anexo 3. Aromas de tostado

Atributos	Intensidad				
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5
Mango	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Moscada	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Pimienta	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Orégano	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Terpenos	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso

Anexo 4. Aromas de destilación

Atributos	Intensidad				
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5
Té verde	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Cedrón	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Canela	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Frutos secos	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Chocolate	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Cítrico	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Nuez	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Caramelo	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Almendra	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Sabor dulce	Inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Sabor salado	Inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Sabor ácido	Inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Sabor amargo	Inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Cuerpo	Muy poco	Poco	Con cuerpo	Bastante	Mucho
Astringencia	Inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
Complejidad	Muy poco complejo	Poco	Complejo	Bastante	Muy complejo
Equilibrio	Muy poco	Poco	Equilibrado	Bastante	Muy equilibrado
Pos gusto	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso

Anexo 5. Aromas retronasales

Tratamiento 1 (Fermentación anaeróbica de café en cereza+ agua)						Tratamiento 2 (Fermentación anaeróbica de café despulpado+ cacao+ agua)						Tratamiento 3 (Fermentación anaeróbica de café despulpado+ agua)					
5 minutos de tostado		10 minutos de tostado		15 minutos de tostado		5 minutos de tostado		10 minutos de tostado		15 minutos de tostado		5 minutos de tostado		10 minutos de tostado		15 minutos de tostado	
Grados Brix	16,50	Grados Brix	16,50	Grados Brix	16,50	Grados Brix	16,50	Grados Brix	16,50	Grados Brix	16,50	Grados Brix	16,50	Grados Brix	16,50	Grados Brix	16,50
Humedad	8,4	Humedad	8,4	Humedad	8,4	Humedad	7,4	Humedad	7,4	Humedad	7,4	Humedad	7,4	Humedad	7,4	Humedad	7,4
Color de crema	1,7	Color de crema	3,7	Color de crema	5,0	Color de crema	1,0	Color de crema	5,0	Color de crema	5,0	Color de crema	2,0	Color de crema	4,0	Color de crema	3,3
Textura de la crema	1,0	Textura de la crema	4,0	Textura de la crema	3,0	Textura de la crema	1,0	Textura de la crema	3,0	Textura de la crema	3,7	Textura de la crema	1,0	Textura de la crema	3,7	Textura de la crema	3,7
Persistencia de la crema	2,0	Persistencia de la crema	3,7	Persistencia de la crema	4,0	Persistencia de la crema	2,0	Persistencia de la crema	3,0	Persistencia de la crema	3,0	Persistencia de la crema	2,0	Persistencia de la crema	3,7	Persistencia de la crema	3,7
Color		Color	2,0	Color	3,0	Color	1,0	Color	3,0	Color	3,0	Color	1,0	Color	2,0	Color	2,0
Brillo	1,0	Brillo	2,0	Brillo	4,0	Brillo	1,0	Brillo	2,3	Brillo	4,0	Brillo	1,0	Brillo	1,7	Brillo	3,3
Densidad	1,0	Densidad	1,3	Densidad	1,0	Densidad	2,0	Densidad	2,3	Densidad	4,0	Densidad	2,0	Densidad	1,3	Densidad	1,0

Aromas de fragancia		Aromas de fragancia		Aromas de fragancia		Aromas de fragancia		Aromas de fragancia		Aromas de fragancia		Aromas de fragancia		Aromas de fragancia			
Manzanilla	2,0	Manzanilla	0,0	Manzanilla	2,5	Manzanilla	3,0	Manzanilla	2,0	Manzanilla	0,0	Manzanilla	3,5	Manzanilla	3,0	Manzanilla	2,0
Tè	3,0	Tè	3,0	Tè	1,0	Tè	4,0	Tè	0,0	Tè	0,0	Tè	3,0	Tè	0,0	Tè	0,0
Geranio	0,0	Geranio	0,0	Geranio	0,0	Geranio	0,0	Geranio	0,0	Geranio	0,0	Geranio	0,0	Geranio	0,0	Geranio	0,0
Ciruela	0,0	Ciruela	1,0	Ciruela	3,0	Ciruela	0,0	Ciruela	0,0	Ciruela	0,0	Ciruela	0,0	Ciruela	0,0	Ciruela	0,0
Higo	0,0	Higo	3,0	Higo	0,0	Higo	0,0	Higo	0,0	Higo	0,0	Higo	0,0	Higo	0,0	Higo	0,0
Cítricos	0,0	Cítricos	2,0	Cítricos	0,0	Cítricos	0,0	Cítricos	0,0	Cítricos	0,0	Cítricos	0,0	Cítricos	0,0	Cítricos	0,0
Frutos maduros	1,0	Frutos maduros	0,0	Frutos maduros	3,7	Frutos maduros	0,0	Frutos maduros	3,0	Frutos maduros	4,0	Frutos maduros	2,0	Frutos maduros	2,3	Frutos maduros	2,5
Frutos rojos	0,0	Frutos rojos	0,0	Frutos rojos	4,0	Frutos rojos	0,0	Frutos rojos	0,0	Frutos rojos	0,0	Frutos rojos	0,0	Frutos rojos	0,0	Frutos rojos	0,0
Canela	0,0	Canela	0,0	Canela	0,0	Canela	3,0	Canela	3,0	Canela	3,7	Canela	2,0	Canela	2,5	Canela	4,0

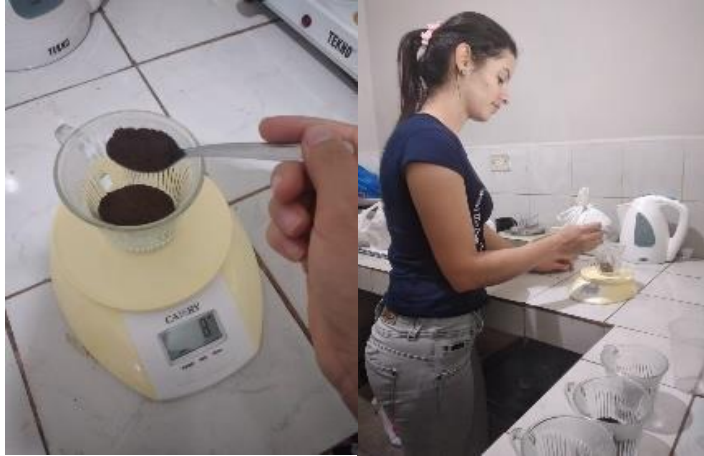
Aromas de tostado		Aromas de tostado		Aromas de tostado		Aromas de tostado		Aromas de tostado		Aromas de tostado		Aromas de tostado		Aromas de tostado			
Carame lo	2,0	Carame lo	2,0	Carame lo	1,0	Carame lo	0,0	Carame lo	3,0	Carame lo	0,0	Carame lo	0,0	Carame lo	2,0	Carame lo	0,0
Pan tostado	4,0	Pan tostado	3,0	Pan tostado	2,3	Pan tostado	3,7	Pan tostado	0,0	Pan tostado	0,0	Pan tostado	2,7	Pan tostado	0,0	Pan tostado	0,0
Mantequilla	2,0	Mantequilla	0,0	Mantequilla	0,0	Mantequilla	0,0	Mantequilla	0,0	Mantequilla	0,0	Mantequilla	0,0	Mantequilla	0,0	Mantequilla	0,0
Jarabe	1,0	Jarabe	2,0	Jarabe	0,0	Jarabe	0,0	Jarabe	0,0	Jarabe	0,0	Jarabe	0,0	Jarabe	0,0	Jarabe	0,0
Frutos secos	4,0	Frutos secos	0,0	Frutos secos	0,0	Frutos secos	0,0	Frutos secos	0,0	Frutos secos	0,0	Frutos secos	0,0	Frutos secos	0,0	Frutos secos	0,0
Chocolate	0,0	Chocolate	0,0	Chocolate	2,0	Chocolate	0,0	Chocolate	3,0	Chocolate	3,7	Chocolate	0,0	Chocolate	2,5	Chocolate	3,0
Cereal	0,0	Cereal	0,0	Cereal	1,0	Cereal	0,0	Cereal	0,0	Cereal	0,0	Cereal	0,0	Cereal	0,0	Cereal	0,0
Vainilla	0,0	Vainilla		Vainilla	0,0	Vainilla	0,0	Vainilla	0,0	Vainilla	0,0	Vainilla	0,0	Vainilla	0,0	Vainilla	3,0

Aromas de destilación	Aromas de destilación	Aromas de destilación	Aromas de destilación	Aromas de destilación	Aromas de destilación	Aromas de destilación	Aromas de destilación	Aromas de destilación	Aromas de destilación	Aromas de destilación	Aromas de destilación	Aromas de destilación	Aromas de destilación	Aromas de destilación	
Mango	1,5	Mango	0,0	Mango	0,0	Mango	2,0	Mango	0,0	Mango	0,0	Mango	0,0	Mango	0,0
Moscada	2,0	Moscada	0,0	Moscada	0,0	Moscada	0,0	Moscada	0,0	Moscada	0,0	Moscada	0,0	Moscada	0,0
Pimiento	1,0	Pimiento	0,0	Pimiento	0,0	Pimiento	1,0	Pimiento	0,0	Pimiento	0,0	Pimiento	0,0	Pimiento	0,0
Orégano	0,0	Orégano	0,0	Orégano	0,0	Orégano	1,0	Orégano	0,0	Orégano	0,0	Orégano	0,0	Orégano	0,0
Terpenos	0,0	Terpenos	0,0	Terpenos	0,0	Terpenos	0,0	Terpenos	1,0	Terpenos	3,0	Terpenos	0,3	Terpenos	0,0

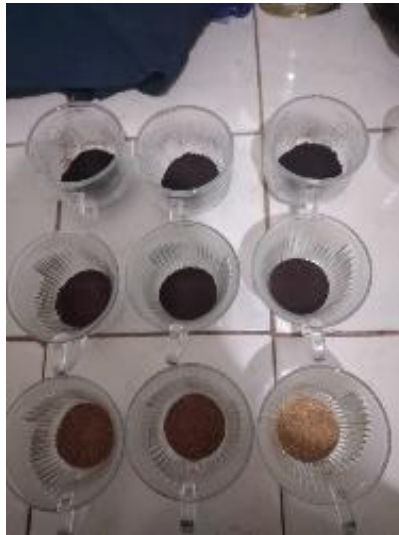
Aromas retronasales	Aromas retronasales	Aromas retronasales	Aromas retronasales	Aromas retronasales	Aromas retronasales	Aromas retronasales	Aromas retronasales	Aromas retronasales	Aromas retronasales	Aromas retronasales	Aromas retronasales	Aromas retronasales	Aromas retronasales
Té verde	4,7	Té verde	3,5	Té verde	0,0	Té verde	0,0	Té verde	0,0	Té verde	3,0	Té verde	0,0
Cedrón	2,0	Cedrón	0,0	Cedrón	0,0	Cedrón	3,7	Cedrón	0,0	Cedrón	0,0	Cedrón	0,0
Canela	3,0	Canela	2,5	Canela	3,0	Canela	0,0	Canela	3,5	Canela	1,5	Canela	0,0
Frutos secos	3,0	Frutos secos	3,0	Frutos secos	0,0	Frutos secos	0,0	Frutos secos	0,0	Frutos secos	0,0	Frutos secos	0,0
Chocolate	0,0	Chocolate	3,0	Chocolate	3,0	Chocolate	0,0	Chocolate	3,0	Chocolate	0,0	Chocolate	2,7
Cítrico	0,0	Cítrico	2,0	Cítrico	3,0	Cítrico	0,0	Cítrico	0,0	Cítrico	4,0	Cítrico	0,0
Nuez	0,0	Nuez	2,0	Nuez	3,0	Nuez	2,0	Nuez	3,0	Nuez	1,0	Nuez	0,0
Caramelo	0,0	Caramelo	0,0	Caramelo	0,0	Caramelo	0,0	Caramelo	3,0	Caramelo	0,0	Caramelo	0,0
Almendra	0,0	Almendra	0,0	Almendra	0,0	Almendra	0,0	Almendra	0,0	Almendra	3,0	Almendra	0,0
Sabor dulce	2,0	Sabor dulce	2,0	Sabor dulce	2,3	Sabor dulce	2,0	Sabor dulce	2,3	Sabor dulce	3,0	Sabor dulce	1,7

Sabor salado	1,0	Sabor salado	1,0	Sabor salado	1,0	Sabor salado	1,0	Sabor salado	1,0	Sabor salado	1,0	Sabor salado	1,0
Sabor ácido	1,0	Sabor ácido	2,0	Sabor ácido	4,3	Sabor ácido	1,0	Sabor ácido	3,3	Sabor ácido	4,3	Sabor ácido	1,0
Sabor amargo	1,0	Sabor amargo	1,0	Sabor amargo	1,0	Sabor amargo	1,0	Sabor amargo	1,0	Sabor amargo	1,0	Sabor amargo	1,0
Cuerpo	2,3	Cuerpo	3,0	Cuerpo	4,3	Cuerpo	1,7	Cuerpo	3,7	Cuerpo	4,0	Cuerpo	1,0
Astringencia	1,0	Astringencia	1,0	Astringencia	2,0	Astringencia	1,0	Astringencia	1,0	Astringencia	1,3	Astringencia	1,0
Complejidad	1,3	Complejidad	2,3	Complejidad	2,0	Complejidad	1,3	Complejidad	2,0	Complejidad	2,0	Complejidad	2,0
Equilibrio	1,7	Equilibrio	1,7	Equilibrio	2,7	Equilibrio	1,7	Equilibrio	2,7	Equilibrio	3,3	Equilibrio	1,3
Posgusto	1,3	Posgusto	3,0	Posgusto	4,3	Posgusto	2,0	Posgusto	2,7	Posgusto	4,0	Posgusto	1,0

Anexo 6. Datos sensoriales



Anexo 7. Peso de muestras



Anexo 8. Aromas de fragancia



Anexo 9. Preparación de muestras



Anexo 10. Evaluación de aromas y sabores



Anexo 11. Evaluación de atributos físicos.



Anexo 12. Proceso de extracción acuosa de café



Anexo 13.Extracciones y aforación.



Anexo 14. Toma de datos actividad antioxidante y contenido de fenoles.

LA CATATA DE CAFÉ. HOJA DE PERFIL

Catador (nombre y apellidos): _____
 Código de usuario Catast: _____ Código cata (para catas online): _____ Fecha: _____
 Nombre comercial: _____ Procedencia del café: _____
 Origen (indique las variedades de café y su porcentaje): _____
 Forma del café (indique si es grano verde o tostado, molido o en monodosis): _____
 Método de preparación (indique el tipo de cafetera utilizada): _____

Atributos del café	Fase	Intensidad de 1 (r. bajo) a 5 (r. alta)				
		1	2	3	4	5
Color de la crema* (ligero, claro, beige, marrón claro, marrón, marrón oscuro)	visual		<input checked="" type="checkbox"/>			
Textura de la crema* (ligera, poco densa, densa, espesa, compacta)	visual	<input checked="" type="checkbox"/>				
Persistencia de la crema* (b. poca, persistente, muy persistente, no desaparece)	visual		<input checked="" type="checkbox"/>			
Color (marrón claro, marrón poco oscuro, marrón oscuro, muy oscuro, negro)	visual		<input checked="" type="checkbox"/>			
Brillo (sin brillo, mate, poco brillante, brillante, muy brillante)	visual		<input checked="" type="checkbox"/>			
Densidad (mútula, turbia, poco densa, densa, muy densa)	visual		<input checked="" type="checkbox"/>			

Aromas de la fragancia (casi inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso) especificar el principal aroma encontrado e intensidad

Aroma: limón, vainilla olfativa

Aroma: café olfativa

Aromas del tostado (casi inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso) especificar el principal aroma encontrado y su intensidad

Aroma: café olfativa

Aroma: café olfativa

Aromas de la destilación (casi inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso) especificar el principal aroma encontrado e intensidad

Aroma: café olfativa

Aroma: café olfativa

Aromas retronasales (casi inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso) especificar los aromas encontrados y su intensidad

Aroma: café boca

Aroma: café boca

Sabor dulce (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso) boca

Sabor salado (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso) boca

Sabor ácido (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso) boca

Sabor amargo (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso) boca

Cuerpo (muy poco, poco, con cuerpo, bastante, mucho) boca

Astringencia (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso) boca

Complejidad (muy poco, poco, complejo, bastante, muy complejo) boca

Equilibrio (muy poco, poco, equilibrado, bastante, muy equilibrado) boca

Postgusto (picante, astringente, etc.) (casi inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso) especificar el postgusto encontrado y su intensidad

Atributo: café boca

Atributo: café boca

Observaciones (indicar si se ha encontrado algún defecto u otras consideraciones): _____

Valoración global (puntuar de 1 a 10): _____

CATAST

Método de preparación: indique si la cafetera es cefze, de filtro, italiana, cona, de palanca, de émbolo o exprés

Color de la crema:

- Beige claro
- Beige
- Marrón claro
- Marrón
- Marrón oscuro

Color de la infusión:

- Marrón claro
- Marrón poco oscuro
- Marrón oscuro
- Muy oscuro
- Negro

Aromas de la fragancia:

- Florales: geranio, manzanilla, té...
- Fruta más o menos madura: banana, higo, ciruela, manzana, pera, melocotón, albaricoque...
- Cítricos: limón, pomelo...
- Minerales: tierra, roca, caliza...
- Vegetales
- Herbáceas
- Madera (madera seca, lápiz, roble...)

Aromas del proceso de tostado:

- Elementos poco tostados: cereales, pan
- Elementos tostados: pan tostado
- Elementos más tostados: caramelo, chocolate, tofee, cacao
- Elementos quemados: regaliz
- Otros: jarabe, mantequilla, lácteos, vainilla, frutos secos (nueces, avellanas, almendras, ...)

Aromas de la destilación:

- Terpenos: trementina (mango), achicoria, orégano...
- Especies: nuez moscada, pimienta...
- Carbones: humo, brea, tabaco...

Anexo 15. Tabla de CATAST utilizada en la toma de datos.