



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Agronomía

Influencia de la aplicación de dos tipos de levaduras y el tiempo de fermentación en la calidad organoléptica de *Coffea arabica* var. Sidra de la finca Agroloja.

**Trabajo de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniero Agrónomo**

AUTOR:

Santiago Miguel Alvarez Barco

DIRECTOR:

Ing. Freddy Eliazar Tinoco Tinoco Mg. Sc

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 28 de febrero de 2023

Ing. Freddy Eliazar Tinoco Tinoco, M.Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Influencia de la aplicación de dos tipos de levaduras y el tiempo de fermentación en la calidad organoléptica de *Coffea arabica* var. Sidra de la finca Agroloja**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agrónomo**, de autoría del estudiante **Santiago Miguel Alvarez Barco**, con **cédula de identidad Nro. 1150249231**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, apruebo y autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:
FREDDY ELIAZAR
TINOCO TINOCO

Ing. Freddy Eliazar Tinoco Tinoco, M.Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Santiago Miguel Alvarez Barco** declaro ser el autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de identidad: 1150249231.

Fecha: 07/06/2023.

Correo electrónico: santiago.alvarez@unl.edu.ec

Teléfono celular: 0993400169.

Carta de autorización por parte del autor, para la consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Santiago Miguel Alvarez Barco**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Influencia de la aplicación de dos tipos de levaduras y el tiempo de fermentación en la calidad organoléptica de *Coffea arabica* var. Sidra de la finca Agroloja**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero Agrónomo**, autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la publicación intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los siete días del mes de junio del dos mil veinte y tres.

Firma: 

Autor: Santiago Miguel Alvarez Barco.

Cédula: 1150249231.

Dirección: Av. Villonaco y Vía San Francisco, Parroquia Sucre, Barrio Obrapía, Cantón Loja - Loja.

Correo electrónico: santiago.alvarez@unl.edu.ec.

Teléfono celular: 0993400169.

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de Trabajo de Integración Curricular: Ing. Freddy Eliazar Tinoco Tinoco Mg.Sc.

Dedicatoria

A mis padres, Bolívar Santiago y Mixi Elizabeth, quienes son mi ejemplo de humildad, moralidad, ética y perseverancia quienes, a través de sus consejos, apoyo y guía, me han ayudado a llegar hasta esta meta que es una de las que me he planteado conseguir. Todo el logro y reconocimiento es para ustedes amados padres.

A mis hermanos Mathius y Génesis que han sido mi motivación y apoyo en muchas etapas cruciales durante mi formación académica. Aquí tienen su ejemplo, sean mejor que mí.

A mi abuelita Alexy Marcolina Valenzuela Moreira quién me inculcó bondad, respeto, tolerancia, serenidad, esperanza y mucho espíritu de lucha, además de ser mi protección y cuidado para toda la vida, este logro también es para ti abuelita.

Santiago Miguel Alvarez Barco.

Agradecimiento

A mis padres y hermanos, por todo el soporte económico y emocional que permitieron dar paso a mi formación académica días tras día.

Un agradecimiento especial para mi director de Trabajo de Integración Curricular y amigo Ing. Freddy Eliazar Tinoco Tinoco, quién supo estar presto a cualquier duda e incertidumbre durante la formulación, planificación y redacción del presente trabajo investigativo además de su consejo, guía y transmisión de conocimiento que ayudó a mi formación profesional.

A la Universidad Nacional de Loja por brindarme todos los recursos y espacios que fueron indispensables para llevar a cabo mi formación como profesional de Agronomía.

A los docentes de la carrera de Agronomía, en especial al Ing. Jhonny Fernando Granja Travez que considero un amigo y mentor, ya que han ayudado de sobremanera a mi formación académica y a resolver cualquier interrogante e incógnita que surgiera durante mi proceso formativo.

A mi familia y amigos, quienes confiaron en mí y estuvieron prestos para apoyarme incondicionalmente y conseguir lograr este objetivo, así como también a quienes no dudaron en extender su mano cuando más lo necesitaba.

Santiago Miguel Alvarez Barco.

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas:	x
Índice de figuras:	xi
Índice de anexos:	xii
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción	4
3.1. Objetivos	5
3.1.1. <i>Objetivo General</i>	5
3.1.2. <i>Objetivos Específicos</i>	5
4. Marco teórico	6
4.1. Generalidades del Café.....	6
4.1.1. <i>Fenología</i>	6
4.1.2. <i>Morfología del grano</i>	6
4.1.3. <i>Condiciones óptimas para su desarrollo</i>	7
4.1.4. <i>Condiciones óptimas del grano para tratamientos poscosecha</i>	7
4.1.5. <i>Composición química proximal del café</i>	7
4.1.6. <i>Propiedades benéficas del café</i>	8
4.1.7. <i>Especies y variedades de café</i>	8
4.2. Proceso de Beneficiado	9
4.2.1. <i>Tipos de beneficios</i>	9
4.3. Fermentación	10
4.3.1. <i>Biotecnología de la fermentación</i>	10

4.3.1.1	Temperatura.....	10
4.3.1.2	Tiempo.....	11
4.3.2.	<i>Aplicación de la fermentación en café</i>	11
4.3.3.	<i>Levaduras en la fermentación</i>	11
4.3.3.1	Tipos de levaduras.....	11
4.3.3.2	Saccharomyces cerevisiae.....	11
	a) <i>Levadura S – 04</i>	12
	b) <i>Levadura WB – 06</i>	12
4.4.	Evaluación de Taza.....	13
4.4.1.	<i>Fragancia/aroma</i>	13
4.4.2.	<i>Sabor</i>	13
4.4.3.	<i>Sabor residual (postgusto)</i>	13
4.4.4.	<i>Acidez</i>	13
4.4.5.	<i>Cuerpo</i>	13
4.4.6.	<i>Uniformidad</i>	13
4.4.7.	<i>Equilibrio (o balance)</i>	14
4.4.8.	<i>Dulzura</i>	14
4.4.9.	<i>Taza limpia</i>	14
4.4.10.	<i>Impresión global o puntaje del catador</i>	14
5.	Metodología.....	15
5.1.	Localización del Estudio.....	15
5.2.	Alcance y Tipo de Investigación.....	15
5.3.	Diseño Experimental.....	16
5.3.1.	<i>Esquema de Campo</i>	16
5.4.	Metodología General (para el cumplimiento del primer y segundo objetivo).....	16
5.4.1.	<i>Cosecha</i>	17
5.4.2.	<i>Clasificación hidráulica y selección de cerezas</i>	17
5.4.3.	<i>Procedimiento del productor para el tratamiento testigo</i>	18
5.4.3.1	Fermentación.....	18
5.4.3.2	Despulpado.....	18
5.4.3.3	Lavado.....	18
5.4.3.4	Oreado y oxidación.....	18
5.4.4.	<i>Procedimiento del investigador para los tratamientos del experimento</i>	19

5.4.4.1	Despulpado.....	19
5.4.4.2	Aplicación de los tratamientos sobre las unidades experimentales de Coffea arabica var. Sidra.....	19
5.4.5.	<i>Secado del café</i>	20
5.4.6.	<i>Tostado y pruebas de catación</i>	20
5.4.7.	<i>Modelo matemático y Análisis estadístico</i>	22
6.	Resultados	23
6.1.	pH.....	23
6.2.	Grados Brix.....	24
6.3.	Calidad de Café en Taza (pruebas de catación).....	25
6.4.	Notas Especiales del Café.....	26
7.	Discusión	28
7.1.	pH.....	28
7.2.	Grados Brix.....	29
7.3.	Calidad de Café en Taza (pruebas de catación).....	30
7.4.	Notas Especiales del Café.....	32
8.	Conclusiones	34
9.	Recomendaciones	35
10.	Bibliografía	36
11.	Anexos	43

Índice de tablas:

Tabla 1. Promedios de la composición química del grano de café almendra, según la especie, porcentaje en base seca.	8
Tabla 2. Codificación para los tratamientos durante el proceso de catación a ciegas.	21
Tabla 3. pH al terminar la fermentación - Medias ajustadas y errores estándares para CEPAS* DIAS (Modelos lineales generales y mixtos).	23
Tabla 4. Test de Tukey para la variable CEPAS.	25
Tabla 5. Test de Tukey para la variable DIAS.	25
Tabla 6. Test de Tukey para los tratamientos en cuanto al puntaje de catación.	26
Tabla 7. Test de Tukey para la variable CEPAS respecto al puntaje de catación.	26
Tabla 8. Perfil organoléptico de los tratamientos evaluados por medio de catación.	26

Índice de figuras:

Figura 1. Imagen representativa de la localización de la finca “Agroloja”. Adaptado de [sector “Santa Ana” – parroquia Malacatos].....	15
Figura 2. Esquema de campo del diseño experimental.	16
Figura 3. Imagen representativa de cómo se ven las cerezas de café en estado de madurez óptimo.	17
Figura 4. Gráfico de barras que representa la disminución del nivel de pH después del proceso fermentativo.	23
Figura 5. Gráfico de barras que representa la disminución del grado de dulzura (°Bx) en cada variable de estudio, después del proceso fermentativo.....	24
Figura 6. Promedio de calificaciones del análisis sensorial del café bajo diferentes procesos de fermentación.	25

Índice de anexos:

Anexo 1. Certificado de informe de estructura, coherencia y pertinencia.	43
Anexo 2. Designación de director Trabajo de Integración Curricular.	45
Anexo 3. Formulario de catación tipo SCAA para el catador 1.	46
Anexo 4. Formulario de catación tipo SCAA para el catador 2.	47
Anexo 5. Formulario de catación tipo SCAA para el catador 3.	48
Anexo 6. Datos registrados del Formulario de catación tipo SCAA para el catador 1.....	49
Anexo 7. Datos registrados del Formulario de catación tipo SCAA para el catador 2.....	49
Anexo 8. Datos registrados del Formulario de catación tipo SCAA para el catador 3.....	50
Anexo 9. Análisis de varianza sobre la influencia de los tratamientos en el nivel de pH al terminar la fermentación.	50
Anexo 10. Análisis de varianza sobre la influencia de los tratamientos en el valor de °Bx al terminar la fermentación.	50
Anexo 11. Test de Tukey para la variable CEPAS respecto a los grados Brix al terminar la fermentación.	51
Anexo 12. Test de Tukey para la variable DIAS (tiempo de fermentación) respecto a los grados Brix al terminar la fermentación.	51
Anexo 13. Análisis de varianza sobre la influencia de los Tratamientos respecto al puntaje promedio de catación.	51
Anexo 14. Análisis de varianza sobre la influencia de las variables de los tratamientos respecto al puntaje promedio de catación.	52
Anexo 15. Test de Tukey para la variable CEPAS respecto al puntaje promedio de catación.	52
Anexo 16. Test de Tukey para los Tratamientos respecto al puntaje promedio de catación.....	52
Anexo 17. Datos registrados de la variable pH antes y después del tiempo de fermentación aplicado.	53
Anexo 18. Datos registrados de la variable °Bx antes y después del tiempo de fermentación aplicado.	53
Anexo 19. Gráfico radial de las puntuaciones medias obtenidas en el análisis sensorial del café del tratamiento 1 (T1).....	54
Anexo 20. Gráfico radial de las puntuaciones medias obtenidas en el análisis sensorial del café del tratamiento 2 (T2).....	55
Anexo 21. Gráfico radial de las puntuaciones medias obtenidas en el análisis sensorial del café del tratamiento 3 (T3).....	55
Anexo 22. Gráfico radial de las puntuaciones medias obtenidas en el análisis sensorial del café del tratamiento 4 (T4).....	56

Anexo 23. Gráfico radial de las puntuaciones medias obtenidas en el análisis sensorial del café del tratamiento 5 (T5).....	56
Anexo 24. Certificado para el resumen del trabajo de investigación escrito en inglés o Abstract.	57

1. Título

Influencia de la aplicación de dos tipos de levaduras y el tiempo de fermentación en la calidad organoléptica de *Coffea arabica* var. Sidra de la finca Agroloja.

2. Resumen

En este trabajo investigativo se evaluó la influencia de la aplicación de dos tipos de levaduras y el tiempo de fermentación sobre la calidad organoléptica de *Coffea arabica* var. Sidra de la finca Agroloja, por lo que se desarrolló un diseño experimental compuesto de cinco tratamientos con cinco repeticiones para cada uno, las cuales estaban dispuestas de una muestra representativa de 1,1 Kg de *C. arabica* var. Sidra en las que se valoró las cepas de *Saccharomyces cerevisiae* S-04 y WB-06, así como también un tiempo de fermentación límite de cuatro y seis días con un proceso de beneficiado húmedo y un tiempo de secado óptimo, para proceder finalmente con las pruebas de catación que fueron realizadas siguiendo los estándares de la SCAA tanto para trillado, selección de defectos, molido, tostado y catación por parte de profesionales experimentados. Los resultados obtenidos demuestran que tanto la variable pH como grados Brix tienden a disminuir con el paso de los días de fermentación, mientras que el mayor puntaje de catación y las notas especiales encontradas, describen que el tratamiento con la cepa S-04 es el más efectivo, ya que obtuvo los mejores puntajes independientemente del tiempo de fermentación, sin embargo, el tratamiento cuatro tuvo mejor calificación en los atributos de fragancia/aroma, acidez y cuerpo a diferencia del tratamiento dos el cual presenta mejor nota para los atributos sabor, postgusto y balance, aunque las diferencias numéricas entre las características organolépticas de los tratamientos dos y cuatro son mínimas, frente a los demás tratamientos son muy relevantes, principalmente por el puntaje final obtenido. Por lo tanto, Los tratamientos usados tienen influencia sobre los procesos fermentativos y la calidad final de taza, especialmente en lo que compete a generar descriptores y notas especiales en la catación.

Palabras clave: Café, levadura, fermentación, pH, grados Brix, calidad de taza.

2.1. Abstract

This research aimed to evaluate the application influence of two types of yeast and the fermentation time on the organoleptic quality of *Coffea arabica* var. Sidra from Agroloja farm, for that, an experimental design was developed through five treatments with five replicates for each one, which were composed of a representative sample of 1,1 kg of *C. arabica* var. Sidra in which the *Saccharomyces cerevisiae* S-04 and WB- 06 strains were evaluated, as well as a fermentation time limit of four and six days with a wet milling process and an optimal drying time, to finally work with tasting tests that were carried out following the SCAA standards for threshing, selection of defects, grinding, roasting and tasting by skilled professionals. Obtained results show that both the pH and Brix degrees tend to decrease with the passage of days of fermentation, while the highest tasting score and the special notes found, describe that the treatment with the S-04 strain is the most effective, since it got the best scores regardless of fermentation time, however, treatment four had better attributes in fragrance/smell, acidity and body, unlike treatment two, which presented better attributes in flavor, aftertaste and balance, although the numerical differences between the organoleptic characteristics of second and fourth treatments are minimal, compared to the other treatments, they are very relevant, mainly because of the final score obtained. Therefore, treatments used have an influence on the fermentation processes and the final cup quality, especially regarding generating descriptors and special notes in cupping.

Keywords: Coffee, yeast, fermentation, pH, Brix degrees, cup quality.

3. Introducción

El café es la bebida más consumida en el mundo después del agua (L. Duicela Guambi et al., 2021). Hoy en día el mercado de café ha evolucionado siendo el de especialidad (características organolépticas únicas) el que mayor demanda presenta. En los últimos diez años, su consumo a nivel mundial ha mostrado un aumento del 1,9 % durante el periodo 2 020 – 2 021, dado que produjo alrededor de 10,03 millones de toneladas, respecto a las 9,84 millones de toneladas producidas durante el periodo 2 019 – 2 020 (López Pantoja et al., 2015 y Mariyam et al., 2022).

En las provincias de Ecuador que producen café, este cultivo tiene gran importancia en los órdenes: económico, social, ambiental, institucional y de salud humana. A nivel económico constituye una fuente de divisas e ingresos para todos los actores de la cadena productiva de café. En lo ambiental, al cultivarse principalmente en sistemas agroforestales, contribuye a la conservación de la flora y fauna nativas; Institucionalmente, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) impulsó el proyecto de reactivación de la caficultura, el cual benefició a las estructuras organizativas de los productores nacionales. Finalmente, en lo referente a salud humana, su consumo muestra correlación inversa con el riesgo de diabetes tipo dos, daño hepático y enfermedades neurodegenerativas como el Parkinson (Ponce Vaca et al., 2018).

A pesar de su importancia, la caficultura ecuatoriana se encuentra en crisis. Actualmente, enfrenta una baja producción nacional, con promedios anuales de 36 060 toneladas (Duicela-Gambi et al., 2021; Mariyam et al., 2022). Las causas principales, se atribuyen a: Prevalencia de cafetales viejos, reducción del área cultivada, escasos incentivos para la producción, limitada asistencia técnica y condiciones climáticas adversas (Ponce Vaca et al., 2018).

Frente a esta realidad, varios caficultores de la provincia de Loja se han planteado el no lidiar con la producción de café en función del rendimiento, si no en base a la calidad del producto, puesto que la demanda de consumidores de café de alta calidad ha generado un gran interés entre los productores para atender este mercado (Freitas et al., 2020). Dicha calidad se encuentra en dependencia de factores como el clima, tipo de suelo, manejo del cultivo, métodos de producción y de procesamiento (Mariyam et al., 2022; G. Puerta Quintero, 1999).

Sin embargo, la fermentación de tipo controlada es una etapa fundamental para potenciar las características sensoriales y otras cualidades del café, que no es posible por medio de una fermentación natural, o al menos no de la misma calidad (Mariyam et al., 2022). Con esta premisa, se ha planteado el uso y aplicación de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*

(cepas S-04 y WB-06), con el fin de lograr una respuesta similar a la obtenida por el creciente mercado de producción de bebidas fermentadas, como el vino, la cerveza, la sidra y otras bebidas alcohólicas. Con este trabajo se determina que el uso de cepas de levadura *S. cerevisiae* genera cambios en las propiedades o características organolépticas, las cuales se consideran como factores relevantes en la calidad final, y están directamente relacionados con el tiempo de duración de la etapa fermentativa (Córdoba Castro & Guerrero Fajardo, 2016; López Pantoja et al., 2015; Parapouli et al., 2020; Suárez Machín et al., 2016).

La presente investigación se encuentra relacionada a las secciones siguientes:

- **Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS)**
“INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA” (9.2 – 9.3 - 9.5 – 9 B.1).
- **Línea de investigación Universitaria (L.I: 11 UNL)**
Sistemas Agropecuarios Sostenibles para la Soberanía Alimentaria.
- **Vinculación al programa de Investigación de la Universidad Nacional de Loja**
Programa de Investigación para la Sostenibilidad de la Caficultura de la Zona Sur del Ecuador.
- **Sub línea de investigación de la carrera de Agronomía**
Gestión de Sistemas Productivos, Comercialización, Emprendimientos y Cadena de valor Agroalimentaria.

Además, se propone cumplir con los objetivos mostrados a continuación:

3.1. Objetivos

3.1.1. Objetivo General

Evaluar la influencia del tiempo de fermentación con dos tipos de levaduras en la calidad organoléptica de *Coffea arabica* var. Sidra de la finca AGROLOJA.

3.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar la influencia que tiene la aplicación de levaduras durante la fermentación de *Coffea arabica* var. Sidra, sobre su calidad organoléptica.
- Evaluar la influencia que tiene el tiempo de fermentación, sobre la calidad organoléptica de *Coffea arabica* var. Sidra.

4. Marco teórico

4.1. Generalidades del Café

4.1.1. Fenología

El cafeto es un arbusto perenne, cuyo ciclo de vida en condiciones comerciales alcanza hasta 20 a 25 años dependiendo de las condiciones o sistema de cultivo mientras que, a libre crecimiento, la planta comienza a producir frutos en rama a partir de un año, y consigue su máxima productividad entre los seis y ocho años.

Durante su ciclo de vida, la planta destina una parte de esta a la formación de estructuras no reproductivas como raíces, ramas, nudos y hojas (desarrollo vegetativo). La fase durante la cual ocurre la formación y desarrollo de estructuras de reproducción como las flores y los frutos se denomina desarrollo reproductivo. En el caso de la floración, se mencionan algunas sub – etapas de la fenología del café, entre las que se indican: Pre - antesis, diferenciado, indiferenciado, latencia y antesis "floración". Después de varios años de actividad, la planta envejece y entra en un proceso de deterioro (senescencia) (Arcila et al., 2007; Ramírez Builes, 2014).

4.1.2. Morfología del grano

Las características genéticas de la planta de café se expresan en dependencia de los ambientes en que se desarrollen y el manejo de años anteriores (Blanco et al., 2003).

A continuación, algunas observaciones hechas por Salazar G et al. (1994), en cuanto al grano de café:

El fruto, desde etapas tempranas, presenta en su estructura los siguientes tejidos: un pericarpio o corteza que encierra un ovario generalmente bilocular y en cada lóculo se encuentra un tegumento rodeando el saco embrionario. Al desarrollarse la semilla el tegumento queda reducido a una capa de células esclerenquimatosas transparentes, que recubren el endosperma y que se denomina “película plateada”. En el saco embrionario se desarrollará la semilla de café formada en su mayor parte, por el endosperma y que posee un embrión muy pequeño en el extremo.

4.1.3. Condiciones óptimas para su desarrollo

La productividad del cafetal, definida como kilogramos de café pergamino seco (kg cps), depende de la cantidad de efectos positivos que se produzcan en este cultivo, y están determinados por la genética de la planta o variedad y por su interacción con el ambiente (suelo y clima), así como por las prácticas de cultivo (Arcila et al., 2007).

4.1.4. Condiciones óptimas del grano para tratamientos poscosecha.

Se recomienda la cosecha de café con más del 80 % de frutos maduros, seguidamente efectuar una clasificación de la cereza con agua limpia no recirculada (1,6 L de agua por cada kg de café en cereza), descartar flotes y frutos dañados, posteriormente conducir la cereza clasificada a la despulpadora que opere sin agua, luego pasar los granos en baba por doble tipo de zaranda, con el fin de obtener café libre de pulpas y guayabas (G. I. Puerta Quintero & Echeverry Molina, 2015).

Otros autores mencionan que después de la cosecha, los frutos del café se procesan para permitir que ocurra una fermentación espontánea o autóctona, esto proporciona una interesante ruta para el desarrollo de sabores y aromas. Se puede presentar como un proceso seco o húmedo y, a veces en proceso semiseco.

Después de la cosecha, los frutos del café pueden lavarse o no, antes de esparcirse en capas delgadas de cinco a ocho centímetros de espesor sobre patios de cemento, donde permanecen expuestos al sol hasta alcanzar un contenido de humedad del 11 % al 12 %. La fermentación de la pulpa y el mucílago contenido dentro de la fruta ocurre durante este período que puede durar hasta 20 días, que también corresponde al período de secado de la fruta (Evangelista et al., 2014; López Pantoja et al., 2015).

4.1.5. Composición química proximal del café

Coffea arabica posee menos contenido de polisacáridos, cafeína, ácidos clorogénicos, cenizas y ácidos grasos libres respecto a *Coffea canephora* (Robusta). Sin embargo, en la especie *C. arabica* el contenido de lípidos y sacarosa es mayor en relación con el contenido por *C. canephora*, tal y como se muestra en la Tabla 1 (G. I. Puerta Quintero, 2011).

Tabla 1. Promedios de la composición química del grano de café almendra, según la especie, porcentaje en base seca.

Componente químico	<i>Coffea arabica</i> (%)	<i>Coffea canephora</i> (%)
Polisacáridos	50,8	56,40
Sacarosa	8,00	4,00
Azúcares reductores	0,10	0,40
Proteínas	9,80	9,50
Aminoácidos	0,50	0,80
Cafeína	1,20	2,20
Trigonelina	1,00	0,70
Lípidos	16,20	10,00
Ácidos alifáticos	1,10	1,20
Ácidos clorogénicos	6,90	10,40
Minerales	4,20	4,40
Compuestos aromáticos	Trazas	Trazas

Obtenido de G. I. Puerta Quintero (2011).
<https://www.cenicafe.org/es/publications/avt04142.pdf>.

4.1.6. *Propiedades benéficas del café*

El café es una bebida muy rica en beneficios, propiedades protectoras, preventivas, curativas y medicinales cuando se consume sin azúcar y de forma natural. El principal beneficio, es el ser un estimulante debido a la cafeína que contiene, también se conocen sus propiedades diuréticas, laxantes y cicatrizantes cuando se aplica tópicamente sobre heridas cutáneas. Además, es abundante en compuestos fenólicos y melanoidinas, de efectos favorables para la salud bucal y general de la población (Mesa Rodríguez et al., 2017).

Los niveles de consumo de café están asociados con un menor riesgo de muerte específicamente por enfermedades digestivas y circulatorias. Los hombres tomadores de tres o más tazas de café al día tienen una mortalidad general 12 % inferior a la de aquellos que no beben. Las mujeres tuvieron una mortalidad 7 % menor (Bonilla Medina, 2017).

4.1.7. *Especies y variedades de café*

De las más de 70 especies conocidas de café solo *Coffea arabica* (conocido como café arábica) y *C. canephora* (conocido como café robusta) son de gran importancia económica para la producción de bebidas. La especie “Robusta”, representa aproximadamente el 39 % de la producción, mientras que la especie “Arábica”, representa el 61 % de las 9 500 toneladas métricas vendidas a nivel mundial en 2 017. Otras especies de café de cierto interés económico son *C. liberica* (café liberiano) y *C. racemosa*, se cultivan a

pequeña escala y por tanto su interés comercial es insignificante en comparación con las otras dos (Lachenmeier et al., 2020; MISHRA et al., 2022).

A partir de la especie arábica se han producido cultivares e híbridos, cuyo criterio fundamental ha sido la adaptación a los diferentes ecosistemas, incremento de la productividad y mejoramiento de la calidad de taza. Las principales variedades arábicas cultivadas en Ecuador son: typica, bourbón, caturra, pacas, catuaí, catimor, salchimor y cavimor, y se pueden diferenciar en dos grandes grupos, según si son de porte alto o bajo (Christiansen, 2004).

Dentro de estas variedades se ha identificado la variedad sidra, la cual presenta un porte alto con un grano de características ovoides y ligeras rayas transversales.

4.2. Proceso de Beneficiado

El sabor y aromas particulares de la bebida de café son el resultado de alrededor de mil sustancias químicas que se originan en la semilla de café. Algunas de estas sustancias han determinado diversos compuestos como furanos, pirroles, pirazinas, cetonas, aldehídos, alcoholes, ácidos, piridinas, tiazoles, ésteres, diterpenos, alcaloides, colorantes, aminoácidos, entre otros. Finalmente, el proceso de beneficio define la calidad del café, debido a que su objetivo principal es mejorar la calidad a través de la exaltación de atributos. No obstante, también en este proceso puede deteriorarse la calidad del producto por descuidos que conducen a la formación de defectos físicos y en taza (Peñuela Martínez & Sanz Uribe, 2021; G. Puerta Quintero, 1999).

4.2.1. Tipos de beneficios

El beneficio del café consiste en transformar café cereza en café pergamino seco (cps). En el proceso se separan las partes del fruto y se baja la humedad del grano para conservarlo.

En el procesamiento del grano de café verde, las dos principales técnicas son: el procesamiento seco (natural) y el beneficio húmedo (lavado), la diferencia entre los dos es la operación de despulpado, así como el proceso de fermentación y lavado. El procesamiento en seco produce un café “fuerte” con un perfil de aroma más afrutado (López Pantoja et al., 2015).

Sin embargo, otros autores mencionan que, con el beneficio húmedo, se obtienen los cafés suaves lavados con un sabor tostado sulfuroso. Este proceso comprende tres etapas básicas; el despulpado, la eliminación de mucílago y el secado, con las cuales se resaltan los atributos del café colombiano y se obtienen

la acidez, cuerpo medio/alto y aroma pronunciado que lo caracteriza (López Pantoja et al., 2015; Peñuela Martínez & Sanz Uribe, 2021).

Existe un tercer proceso que también es ampliamente usado en la actualidad, este es el proceso de beneficio semi – húmedo, el cual, involucra el despulpado y secado del “café con todo y mucílago”. El café pergamino seco “con miel” luego del trillado da como producto “café semilavado” (Duicela Guambi et al., 2018).

4.3. Fermentación

4.3.1. Biotecnología de la fermentación

Desde los orígenes de la fabricación de cerveza con procesos de fermentación, hace cinco mil años, hasta las modernas técnicas de edición genética, la biotecnología ha estado presente en la historia de la humanidad, tanto en elementos de la vida cotidiana como en innovadoras fórmulas de alto impacto social, con repercusiones evidentes en temas de salud.

Aunque no sabían que el microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* era el responsable de transformar los azúcares de las plantas a través de una ruta bioquímica llamada fermentación, fue obvio para ellos que en sus vasijas había un proceso de transformación que generaba un producto nuevo (Barrera Figueroa & Peña Castro, 2019).

4.3.1.1 Temperatura. La temperatura del ambiente donde se desarrolla la fermentación controlada del café diferencia la proporción y tipo de aromas y sabores de la bebida, así como, las cantidades de sustancias volátiles del café tostado y del mucílago fermentado. Para prueba de ello, en las degradaciones de mucílago hechas mediante la refrigeración entre 4 °C y 8 °C se retrasa la velocidad de las fermentaciones alcohólicas y lácticas; por otro lado, a las 20 h de fermentación con temperatura promedio de 23 °C, el mucílago de café presenta una acidez 3,5 veces mayor que la inicial, mientras que en el mucílago refrigerado por el mismo tiempo esta acidez solo aumenta un 20 % con respecto al mucílago fresco (G. I. Puerta Quintero & Echeverry Molina, 2015).

4.3.1.2 Tiempo. A medida que pasa el tiempo de fermentación, dentro de un rango límite, se favorece a que los granos de café inmersos en el sustrato sólido o sumergido, absorban los compuestos resultantes de la fermentación del mucílago. De esta manera, según el tiempo, la temperatura y el sistema de fermentación se modifican las características, intensidades y frecuencias de los sabores especiales y de los compuestos químicos y volátiles presentes en el café (G. I. Puerta Quintero & Echeverry Molina, 2015).

La fermentación afecta a la calidad de la bebida entre las 50 h y 60 h además de la disminución de concentración de pH y °Bx en función del tiempo (Sánchez de la Cruz & Olivares Muñoz, 2019).

4.3.2. Aplicación de la fermentación en café

La relación entre la fermentación y el aroma del café es compleja. El perfil del aroma se ve fácilmente afectado por este proceso en el cual se descompone el mucílago que cubre el pergamino del café. A su vez, puede realizarse con la ayuda de microorganismos (levaduras), que facilitan el lavado y disminuyen el tiempo de fermentación. Otras vías no convencionales en las que se emplea la fermentación para la modulación del aroma incluyen el bioprosesamiento digestivo y la fermentación de extractos de café y granos de café verde (Lee et al., 2015; Peñuela Martínez & Sanz Uribe, 2021).

4.3.3. Levaduras en la fermentación

Dado que la fermentación es un proceso biológico que consolida las propiedades de un producto, es importante tomar en cuenta los factores más influyentes de este proceso, como lo son: presencia de levaduras, tiempo y temperatura (Sánchez de la Cruz & Olivares Muñoz, 2019).

4.3.3.1 Tipos de levaduras. Las levaduras fermentadoras del mucílago que se encuentran presentes en la fermentación son *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida albicans*, *C. tropicalis*, *C. krusei*, *C. lipolytica*, *C. parasilopsis* y *C. pintolopesii*, las cuales producen etanol y CO₂ (Sánchez de la Cruz & Olivares Muñoz, 2019).

4.3.3.2 *Saccharomyces cerevisiae*. Es una levadura que constituye el grupo de microorganismos más íntimamente asociado al progreso y

bienestar de la humanidad; su nombre deriva del vocablo Saccharo (azúcar), myces (hongo) y cerevisiae (cerveza). Es una levadura heterótrofa, que obtiene la energía a partir de la glucosa y tiene una elevada capacidad fermentativa. Puede aislarse con facilidad en plantas y tierra, así como del tracto gastrointestinal y genital humano (Suárez Machín et al., 2016).

S. cerevisiae participa en la producción de muchas bebidas fermentadas, como el vino, la cerveza y la sidra; bebidas destiladas, como el ron, el vodka, el whisky, el brandy y el sake; además de bebidas alcohólicas de todo el mundo elaboradas a partir de frutas, miel y té (Parapouli et al., 2020).

a) *Levadura S – 04*

Esta cepa ALE¹ inglesa, es seleccionada por su rápida capacidad fermentativa y por formar un sedimento compacto al final de la fermentación, ayudando a mejorar la claridad de la cerveza. Recomendada para la producción de un amplio rango de ales adaptadas para acondicionamiento en barriles y fermentación en tanques cilíndrico – cónicos. (Division of S.I. Lesaffre, 2018b).

b) *Levadura WB – 06*

La levadura Safbrew WB-06 es una *Saccharomyces cerevisiae* var. diastaticus caracterizada por una atenuación alta. Esta cepa de levadura típica se recomienda para fermentaciones de cerveza de trigo y produce sutiles notas de sabor a éster y fenol (POF⁺ 2) como las notas de clavo típicas de las cervezas de trigo. Permite elaborar cerveza con un alto perfil de potabilidad y presenta una muy buena capacidad de suspensión durante la fermentación (Division of S.I. Lesaffre, 2018a).

ALE¹: Las cervezas de tipo ale, fermentan con levaduras de superficie a altas temperaturas (entre 18 °C y 24 °C). Son cervezas más complejas desde el punto de vista aromático, ya que durante la fermentación se producen más compuestos aromáticos (AMBAR, 2017).

POF⁺ 2: Phenolic off flavor positive. Estos fenoles son compuestos característicos de algunos estilos especiales como las cervezas belgas y las de trigo alemanas. (Oddone, 2021).

4.4. Evaluación de Taza

La producción de café de calidad requiere un compromiso continuo de monitoreo y seguimiento de los factores que influyen en ella, estos van desde el cultivo hasta tener el café disponible para el análisis sensorial o la llamada prueba de taza, que es donde se manifiestan todos sus atributos o quedan en evidencia defectos que pudieron tener origen en alguna parte de las etapas, desde la producción, beneficio y almacenamiento del grano (Pabón Usaquén & Osorio Pérez, 2019).

A continuación, se mencionan los atributos para la calidad final de taza:

4.4.1. *Fragancia/aroma*

Los aspectos aromáticos incluyen la fragancia (definida como el olor del café de la muestra molida cuando todavía está seca), y el aroma (olor del café mezclado con agua caliente) (Pabón Usaquén & Osorio Pérez, 2019).

4.4.2. *Sabor*

El sabor representa la característica principal de café, es una impresión combinada del sabor y el aroma (Pabón Usaquén & Osorio Pérez, 2019).

4.4.3. *Sabor residual (postgusto)*

Se define como la duración de las cualidades positivas del sabor que se perciben en la parte posterior del paladar (Pabón Usaquén & Osorio Pérez, 2019).

4.4.4. *Acidez*

Se describe como aquella sensación en la lengua que hace salivar. A menudo se describe como “brillante” cuando es favorable o “agria” cuando es desfavorable (Pabón Usaquén & Osorio Pérez, 2019).

4.4.5. *Cuerpo*

La calidad del cuerpo se basa en la sensación de pesadez del líquido en la boca, especialmente cómo se percibe entre la lengua y el paladar superior de la boca (Pabón Usaquén & Osorio Pérez, 2019).

4.4.6. *Uniformidad*

Es la no variación del gusto entre una taza y otra, pues cualquier variación indica inconsistencia en la taza (Duicela Guambi et al., 2017).

4.4.7. *Equilibrio (o balance)*

Es el resultado del complemento o contraste de los diferentes aspectos del sabor del café como son acidez, sabor residual y cuerpo de la muestra (Pabón Usaquén & Osorio Pérez, 2019).

4.4.8. *Dulzura*

Es la sensación del sabor dulce percibido por la presencia de ciertos carbohidratos, principalmente fructosa (Duicela Guambi et al., 2017).

4.4.9. *Taza limpia*

Es la ausencia de contaminación con olores o sabores extraños (Duicela Guambi et al., 2017).

4.4.10. *Impresión global o puntaje del catador*

Juicio que integra y resume todas las características sensoriales evaluadas en la bebida de café (Osorio, 2021).

5. Metodología

5.1. Localización del Estudio

La investigación se desarrolló en la finca “Agroloja”, la cual se encuentra ubicada en el sector Santa Ana de la parroquia Malacatos del cantón Loja (Figura 1).



Figura 1. Imagen representativa de la localización de la finca “Agroloja”. Adaptado de [sector “Santa Ana” – parroquia Malacatos], Google, s.f.,

Altitud: 1 448 m s.n.m

Latitud: 4° 13' 45,73" S

Longitud: 79° 16' 24,94" W

La finca “Agroloja” presenta un suelo franco – arcilloso, con presencia abundante de roca. El clima predominante en el sector es subtropical – seco, con una temperatura promedio de 20,6 °C y una precipitación anual de 647 mm, los meses de mayor precipitación corresponden a marzo y abril, con valores máximos que llegan a 112,6 mm, mientras que los de menor precipitación son junio y agosto (Chalán Lozano, 2019). En cuanto a las zonas de vida propuestas por Holdridge, la finca se ubica en: Monte seco Montano Bajo (bs-MB) y Monte seco Pre Montano (bs-PM).

5.2. Alcance y Tipo de Investigación

La investigación realizada fue de tipo experimental con alcance explicativo - causal, puesto que se efectuó un diseño completamente al azar (DCA), en el que se estableció la relación entre los tratamientos poscosecha que incluyen el tiempo de fermentación y tipos de levadura, con el fin de conocer la dependencia que existe

entre las mismas. Además, los resultados obtenidos se analizaron desde el punto de vista estadístico, lo que recalca el carácter cuantitativo de la presente investigación.

5.3. Diseño Experimental

Para el tratamiento de las variables medidas antes y después en la fermentación se realizó un diseño de tipo DCA con estructura factorial para cada tratamiento teniendo en cuenta los procesos del productor, mientras que para los puntajes de catación se utilizó un DCA en el cual se incluye un testigo que es el procedimiento de fermentación del productor.

5.3.1. Esquema de Campo

Los tratamientos se encuentran compuestos por cinco repeticiones de 1,1 kg de *Coffea arabica* var. sidra y la adición de 0,55 g de *Saccharomyces cerevisiae* de las cepas S-04 ó WB-06 y 550 ml de agua, mismos que han sido sometidos a un tiempo de fermentación de entre cuatro y seis días, bajo las condiciones ambientales normales de la finca Agroloja. En la Figura 2 se puede visualizar el esquema de campo de los tratamientos aplicados a *Coffea arabica* var. sidra, durante el proceso investigativo.

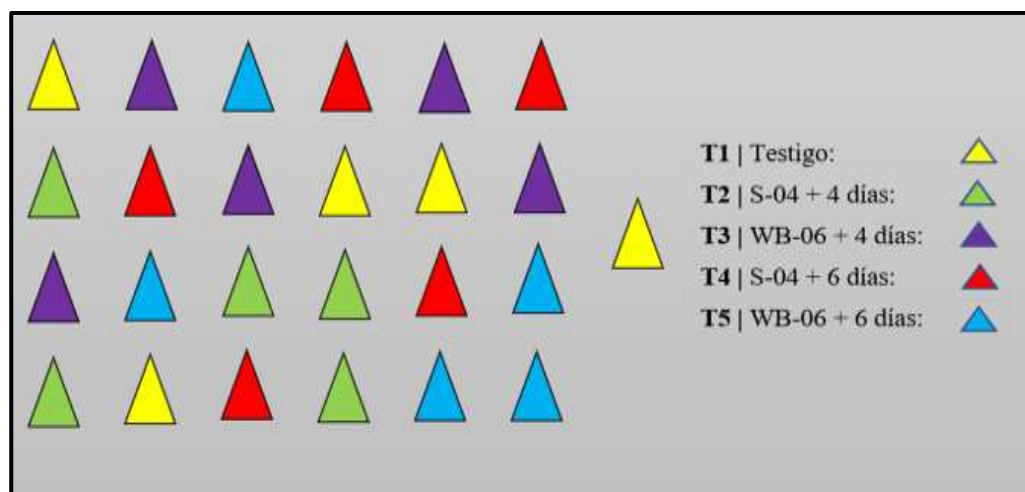


Figura 2. Esquema de campo del diseño experimental.

5.4. Metodología General (para el cumplimiento del primer y segundo objetivo)

La plantación de café de la variedad sidra se encontraba ya establecida en las instalaciones de la finca, los cafetales tenían una edad de cuatro años y se establecían sobre un suelo franco-arcilloso. El cultivo estaba adecuado bajo un sistema de riego por goteo y la densidad de plantas que ocupaban la parcela era de 3 500 plantas/ha, bajo un manejo químico moderado sin sombra.

5.4.1. Cosecha

Las cerezas se recolectaron de una muestra representativa de 45 plantas, con el fin de obtener una muestra homogénea, la cual se cosechó de forma manual con el método selectivo, en baldes plásticos de 20 litros equivalentes a 30 libras. El estado de maduración en el que se recolectó la cereza es el que se conoce como “maduro óptimo” como se puede apreciar en la Figura 3. La cereza de café debe estar completamente roja en los 360 ° de su estructura, además de ser seleccionadas aquellas de tonalidad más oscura y sin desprender el pedúnculo de la rama, esto permite el rebrote del fruto.



Figura 3. Imagen representativa de cómo se ven las cerezas de café en estado de madurez óptimo. Adaptado de Cerezas maduras de la variedad pacas [Fotografía], por Perfect Daily Grind versión en español (2016). <https://goo.su/8Ysz5DW>

5.4.2. Clasificación hidráulica y selección de cerezas

Se realizó una clasificación hidráulica conocida localmente como boyado, en la que se colocó toda la cosecha en recipientes con agua que doblaba el contenido de café vertido, posteriormente, se retiraron los frutos que flotan, ya que frutos de inferior calidad como secos, brocados y vanos, presentan menor densidad que el agua. Este proceso se llevó a cabo con la finalidad de establecer una muestra óptima para el proceso de beneficio, igual a lo mencionado por Peñuela Martínez & Sanz Uribe (2021).

Posteriormente, se vertieron las cerezas que no flotaron sobre marquesinas con la finalidad de que escurriera el agua y poder separar aquellas cerezas cosechadas de forma errónea, como: las sobremaduras, verdes y las cerezas pintonas, es decir, frutos que no cumplieron con el requisito de madurez óptimo de la cereza, sin embargo no flotan por su densidad respecto al agua. Finalmente se quedó solo con las que corresponden a un fruto maduro adecuado para el proceso de despulpado. Además de ser evaluado de forma visual, se

realizó una lectura de grados Brix donde el indicador del estado de maduración fue el contenido de azúcar arriba de los 18 °Bx.

5.4.3. Procedimiento del productor para el tratamiento testigo

El proceso de beneficio utilizado por el productor es el de tipo húmedo y sus principales etapas fueron: Fermentación, despulpado, remoción de mucílago (lavado), oreado y oxidación (secado). A continuación, se detallará en cada apartado de los numerales, la metodología seguida a partir de Cuya Curo (2013), Peñuela Martínez & Sanz Uribe (2021) y la que no se encuentra citada hará referencia al proceso ya establecido por el productor.

5.4.3.1 Fermentación. Una vez realizada la cosecha, el primer proceso fue llenar un tanque con agua mineralizada, proporcionalmente de mayor tamaño a la cantidad de cereza recolectada. En él, se sometieron a condiciones controladas de temperatura y bajo sombra a las cerezas de café en fundas plásticas, a fermentación anaerobia durante 48 h hasta llegar a un pH de 3,7. Inmediatamente después se interrumpió el proceso de fermentación.

5.4.3.2 Despulpado. El despulpado debe efectuarse, a más tardar, seis horas después de la recolección. Sin embargo, en este caso, la cereza pasó por un proceso de fermentación previo y finalmente se colocó a las cerezas en la despulpadora. La cantidad de café resultante en este proceso se destinó a las repeticiones para el tratamiento testigo (Cuya Curo, 2013).

5.4.3.3 Lavado. A continuación, se lavó el mucílago en tanques plásticos o gavetas, mediante proceso manual. En esta etapa es importante retirar la mayor cantidad de mucílago degradado y otros residuos, de modo que el café quede limpio y sin restos que puedan ocasionar sabores indeseables y defectos en la calidad en el café (Peñuela Martínez & Sanz Uribe, 2021).

5.4.3.4 Oreado y oxidación. A continuación, se explica en palabras del productor lo desarrollado en campo: Se colocó a oreado el café procedente del lavado, el cual es un proceso físico de deshidratación ambiental (eliminar humedad), sin el uso de métodos mecánicos. Finalmente se trasladó a oxidación en montículos grandes durante 48 h, donde se realizó un movimiento total del café alrededor de cinco veces al día, con el fin de remover y homogenizar todo el contenido.

5.4.4. Procedimiento del investigador para los tratamientos del experimento

5.4.4.1 Despulpado. El despulpado consiste en separar la pulpa del fruto con ayuda de una máquina sencilla llamada despulpadora, la cual cumple con el principio de compresión y cizallamiento. Esta etapa debe hacerse sin adición de agua, puesto que el fruto de café contiene la suficiente para pasar por la máquina.

El pesaje total del café con pulpa luego del proceso de clasificación hidráulica y selección de cerezas fue de 36,2 kg, una vez que se pasó a este por la despulpadora quedó un total de 14,5 kg de café despulpado, el cual fue distribuido en relación a 12 de las 15 unidades experimentales totales, es decir 1,1 kg por biorreactor.

Nota: El café destinado para el tratamiento testigo fue distribuido en base al procedimiento y criterio del productor, por tanto, las tres unidades experimentales que hacen las veces de repeticiones del T1, son obviadas para este apartado.

5.4.4.2 Aplicación de los tratamientos sobre las unidades experimentales de *Coffea arabica* var. Sidra. Antes de la adición de la levadura, se procedió a hidratarla. Para ello se tomaron en cuenta las recomendaciones hechas por Peñuela Martínez & Sanz Uribe (2021):

- a) Disolver en un recipiente con agua limpia, a razón de 1 mL de agua por cada miligramo de (mg) de levadura, lo que corresponde a un equivalente de 550 mL de agua para 0,55 g de levadura o la relación 1:2 agua: café.
- b) Utilizar la cantidad de levadura recomendada, de acuerdo con la cantidad de café despulpado. En este caso las levaduras a utilizar son las cepas S-04 y WB-06 de *S. cerevisiae*, la cantidad corresponde a una proporción de 0,55 g de levadura por cada 1,1 kg de café, en este caso la levadura fue medida a través de una báscula digital “Leuchtturm 0,1 - 500 g”.

Del café despulpado, se colocó 1,1 kg en cada una de las 12 fundas plásticas (17x25cm) que funcionaron como biorreactores para la fermentación, mismos que fueron previamente etiquetados según los tratamientos. Una vez colocada la proporción calculada de levadura y

agua sobre el café, se efectuó una medición de pH y lectura de grados Brix de una muestra al azar de cinco biorreactores con la ayuda de un potenciómetro y refractómetro respectivamente, mismas que arrojaron valores promedio de pH de 5,63 y 5,0 para °Bx. Seguidamente se acondicionó cada biorreactor con una manguera de 0,55 m de longitud, conectada a una botella de plástico con agua hasta la mitad del recipiente, que funcionó como trampa para evitar el ingreso de oxígeno al biorreactor y permitir la salida de CO₂. Para este experimento se utilizaron tres botellas plásticas conectadas a cuatro mangueras cada una, dando un total de 12 trampas de agua para cada unidad experimental. Por último, se trasladaron los biorreactores hasta un lugar a temperatura ambiente y adecuado para evitar el ingreso de luz con ayuda de fundas plásticas de color negro de 52x60 cm, que cubrieron los tratamientos hasta la finalización de la etapa fermentativa de acuerdo al diseño programado.

5.4.5. Secado del café

Previamente se realizó un lavado rápido del café fermentado y posteriormente se trasladó al área de secado para ser colocado en marquesinas sobre mesas de malla metálica, donde se realizaron por lo menos de tres a cuatro movimientos al día, con el fin de que se dé un desprendimiento de humedad en el grano de manera paulatina. Este proceso se efectuó hasta llegar a un 12 % de humedad y finalmente se recolectó y almacenó en fundas tipo GrainPro en las condiciones adecuadas.

5.4.6. Tostado y pruebas de catación

Para esta valoración se realizaron las pruebas de catación con base en los métodos estándares para este tipo de análisis sensorial “NORMAS Y ESTÁNDARES DE CATACIÓN PARA LA REGIÓN DE CENTROAMÉRICA” (Contract No.: PCE-I-00-99-00003-00, T.O. 816), estos estándares proveen las técnicas a desarrollarse con respecto manejo de un laboratorio de catación y los pasos más importantes del proceso a ejecutarse.

El café debió ser triturado para un tamaño de partículas de malla número 14 Además, la especificación de defectos fue primordial en esta evaluación, refiriéndose a la descripción de los granos defectuosos y materias

extrínsecas presentes, tales como palos, piedras y otros. La tabla de clasificaciones de la SCAA (por sus siglas en inglés, Specialty Coffee Association) describe los defectos en el grano como defectos primarios y categoría 1 y defectos secundarios o categoría 2 (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, 2005).

Las evaluaciones sensoriales de cada tratamiento se analizaron por parte de dos catadores certificados y un catador invitado con amplia experiencia en el proceso de catación de café, cabe señalar que se trató de una catación a ciegas con la cual se buscó lograr mayor objetividad por parte de los expertos, la codificación utilizada se menciona a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2. Codificación para los tratamientos durante el proceso de catación a ciegas.

Codificación para los tratamientos	
Tratamiento 1	TSC ¹
Tratamiento 2	CAA ²
Tratamiento 3	CBA ³
Tratamiento 4	CAB ⁴
Tratamiento 5	CBB ⁵

¹TSC: Tratamiento Sin Cepa (Testigo).

²CAA: Cepa A (*S. cerevisiae* S-04); Fermentación A (4 días).

³CBA: Cepa B (*S. cerevisiae* WB-06); Fermentación A (4 días).

⁴CAB: Cepa A (*S. cerevisiae* S-04); Fermentación B (6 días).

⁵CBB: Cepa B (*S. cerevisiae* WB-06); Fermentación B (6 días).

Los catadores evaluaron las características organolépticas tales como: fragancia/aroma, sabor, postgusto, acidez, cuerpo, balance, uniformidad, dulzura taza limpia, impresión global, defectos y puntaje final. Además, utilizaron una escala de evaluación para las características organolépticas de 1 a 10, donde: 1 es el valor mínimo y 10 el máximo posible; basándose en el formato y/o protocolo de la Asociación de Cafés Especiales por sus siglas en inglés SCA. Los catadores indicaron su nota sobre cada una de las características mencionadas y la nota final fue utilizada para realizar el análisis estadístico, esto mediante un promedio de las calificaciones dadas por los catadores (Martinez, 2021).

Para el análisis sensorial o calidad de taza se procedió a realizar el proceso de tueste, para ello se tomó una muestra significativa de café verde por muestra, y se empleó una tostadora “SWALDO – modelo: 1282.5.k.l”. El tiempo de tostado fue entre ocho a diez minutos a una temperatura de 220 °C, transcurridos estos minutos los catadores determinaron la fragancia del café. Posteriormente, el café tostado fue molido en modalidad de molido medio.

Terminado el molido del café se prepararon cuatro tazas por muestra (tratamiento), agregando 12 g de café molido por cada taza y a su vez adicionando 100 ml de agua purificada a 95 °C de temperatura. Seguidamente cada catador empezó a determinar el aroma (Jumbo Benítez, 2022).

Después de la determinación del aroma, se agregó 100 ml más de agua caliente a cada una de las tazas esperando un lapso de tres a cuatro minutos para quitar con un par de cucharas la espuma que se forma en la superficie de la bebida. Luego de dos minutos se inició la determinación del sabor, acidez, cuerpo, uniformidad, taza limpia y puntaje de catador que corresponde a la suma de todos los atributos evaluados en el formulario de catación de la SCA (escala de 1 a 100), en ese orden para cada una de las muestras (Martinez, 2021).

5.4.7. Modelo matemático y Análisis estadístico

Para este estudio se establece el siguiente modelo:

$$\gamma = \mu + \tau + \varepsilon$$

γ = variable de respuesta

μ = media general

τ = tratamiento

ε = error

En cuanto al análisis estadístico, Se llevó a cabo un ANAVA ya que se trataba de estadística paramétrica, en todas las variables estudiadas se realizó el análisis de supuestos tanto de normalidad como de homogeneidad, y a su vez, en aquellas variables y subvariables en las que se encontraron diferencias significativas, se efectuaron contrastes ortogonales. Para ello se utilizó el software estadístico InfoStat.

6. Resultados

6.1. pH

El nivel de pH de los biorreactores para cada tratamiento, mostró una tendencia a disminuir a valores similares, sin embargo, el tratamiento cuatro (cepa de *S. cerevisiae* S-04 y seis días de fermentación) fue el que presentó una mayor reducción en el nivel de pH para sus repeticiones, tal y como se observa en la Figura 4, donde el T4 fue menor que los tratamientos T2; T3 y T5, obteniendo valores de pH > 3,67.

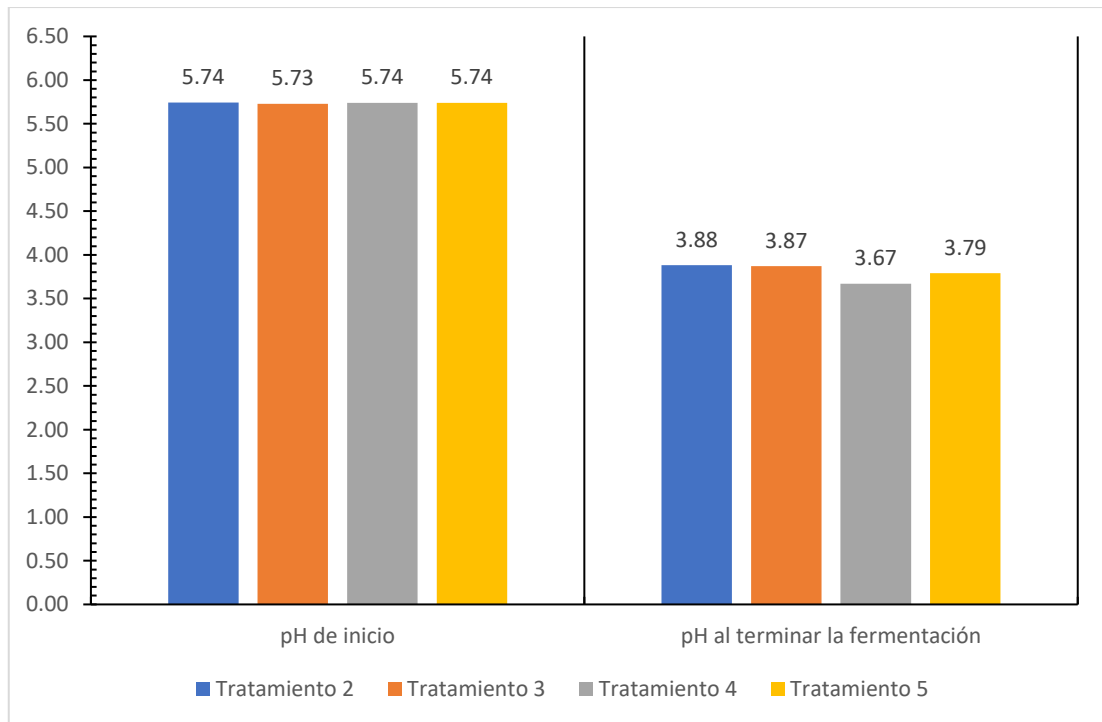


Figura 4. Gráfico de barras que representa la disminución del nivel de pH después del proceso fermentativo.

Los resultados del ANAVA realizado para esta variable, mostraron que se podía aceptar la hipótesis alternativa dada la diferencia significativa entre los tratamientos, justificada por el p-valor ($< 0,05$), además se realizó el análisis de supuestos donde existió distribución normal de los errores y no se encontró varianzas homogéneas para el test de Levene, por lo que se recurrió a un modelado para validar o rechazar la hipótesis de este apartado. Finalmente, se encontró interacción entre las variables CEPAS y DIAS, por lo que se evaluó el mejor tratamiento resultado de estas interacciones, tal como se evidencia en la Tabla 3.

Tabla 3. pH al terminar la fermentación - Medias ajustadas y errores estándares para CEPAS*DIAS (Modelos lineales generales y mixtos).

CEPAS	DÍAS	MEDIAS	E.E
S - 04	4 DÍAS	3,88	0,01 A
WB - 06	4 DÍAS	3,87	0,01 A

CEPAS	DÍAS	MEDIAS	E.E
WB - 06	6 DÍAS	3,79	0,01 A
S - 04	6 DÍAS	3,67	0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). El T4 presentó la mayor disminución de valores de pH según las medias obtenidas, a diferencia de los demás tratamientos.

6.2. Grados Brix

Aunque sin diferencias estadísticamente significativas, los grados Brix obtenidos al finalizar el proceso fermentativo para cada tratamiento, presentaron una disminución considerable en el grado de dulzura. Los tratamientos revelaron valores de entre los 2,2 °Bx a los 3,2 °Bx, lo que sugiere una posible sobre fermentación que afectó directamente a esta variable de estudio, como se puede apreciar en la Figura 5. Los tratamientos 2 y 3, se diferenciaron de los tratamientos 4 y 5 al haber obtenido un grado de dulzura superior, por lo que se infiere una importante influencia por parte de la variable tiempo de fermentación.

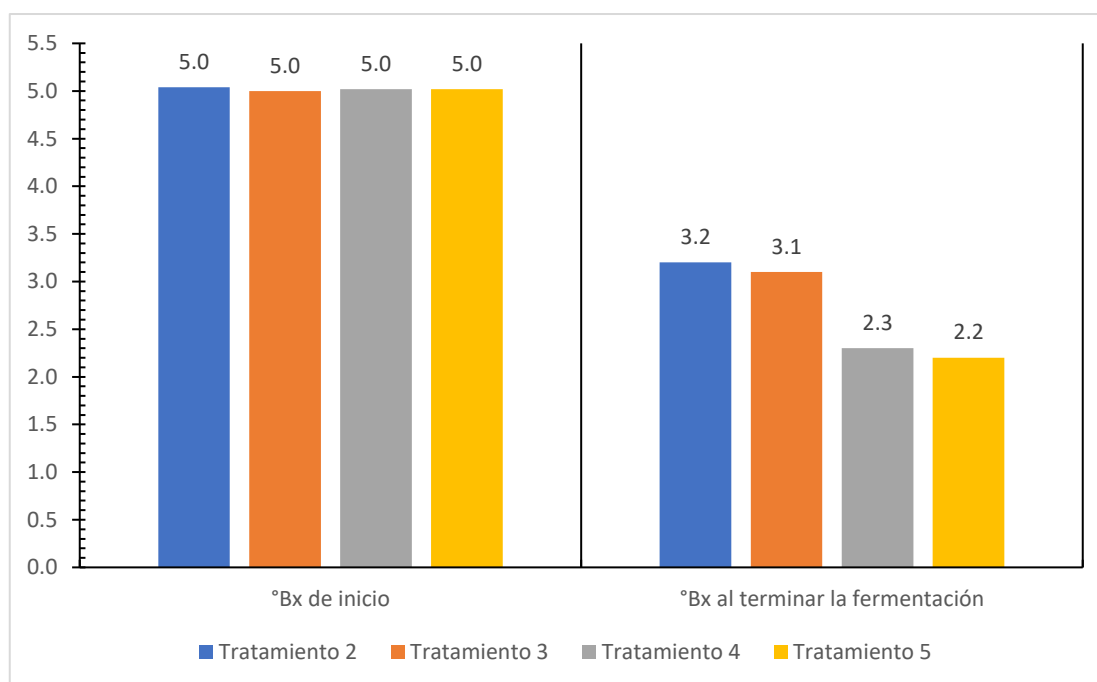


Figura 5. Gráfico de barras que representa la disminución del grado de dulzura (°Bx) en cada variable de estudio, después del proceso fermentativo.

Los resultados del ANAVA realizado para esta variable, demostraron que era acertado aceptar la hipótesis alternativa dada la diferencia significativa entre los tratamientos justificado por el p-valor ($< 0,05$), además se realizó el análisis de supuestos donde existió distribución normal de los errores y varianzas homogéneas. Finalmente, al no encontrar diferencia significativa para las interacciones entre las variables CEPAS y DIAS, se recurrió a evaluar de forma individual cada una de ellas por medio de un test de Tukey, tal como se evidencia en las Tablas 4 y 5.

Tabla 4. Test de Tukey para la variable CEPAS.

CEPAS	MEDIAS	n	E.E
WB - 06	2,64	10	0,03 A
S - 04	2,78	10	0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). La cepa WB-06 redujo en mayor cantidad el grado de dulzura del mucílago de café respecto a la cepa S-04.

Tabla 5. Test de Tukey para la variable DIAS.

DÍAS	MEDIAS	n	E.E
6 DÍAS	2,26	10	0,03 A
4 DÍAS	3,16	10	0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). A los 6 días de fermentación, se redujo en mayor cantidad los °Bx del mucílago de café respecto a los 4 días de fermentación, por lo que lo obtenido se justifica con los datos preliminares de manera estadística.

6.3. Calidad de Café en Taza (pruebas de catación)

El promedio de calificaciones del análisis sensorial del café, demostró la similitud para los tratamientos T2 y T4, dado que estos presentaron un mismo puntaje (86,42) que a su vez fue el más alto entre todos los tratamientos, mientras que el tratamiento testigo (T1) presentó el puntaje más bajo con un valor de 82,50. Por consiguiente, se demostró una reacción positiva sobre la calidad de taza de café por efecto de los tratamientos y una favorable influencia del proceso. Además, es importante tomar en cuenta que, en los tratamientos 2 y 4 se encontraban compuestos de una misma cepa de levadura de *Saccharomyces cerevisiae*, la cepa S-04, por tanto, se podría inferir una influencia de esta cepa sobre el proceso fermentativo y la calidad final de taza tal como se aprecia en la Figura 6.

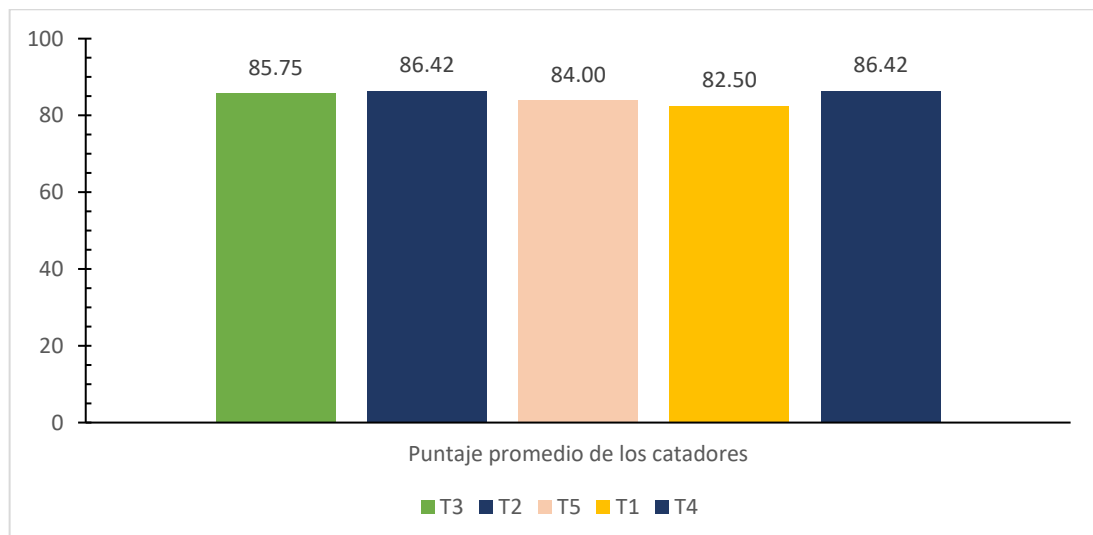


Figura 6. Promedio de calificaciones del análisis sensorial del café bajo diferentes procesos de fermentación.

Los resultados del ANAVA realizado sobre los tratamientos, demostraron que era viable aceptar la hipótesis alterna dada la diferencia significativa encontrada al

obtener un p-valor < 0,05, además se realizó el análisis de supuestos donde existió distribución normal de los errores y varianzas homogéneas, por lo que se procedió a realizar un Test de Tukey tal como se aprecia en la Tabla 6.

Tabla 6. Test de Tukey para los tratamientos en cuanto al puntaje de catación.

Tratamientos	MEDIAS	n	E.E
T1	82,50	3	0,45 A
T2	84,00	3	0,45 A B
T3	85,75	3	0,45 B C
T4	86,42	3	0,45 C
T5	86,42	3	0,45 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Los tratamientos muestran similitud estadística, sin embargo, a nivel sensorial y en temas de exportación, el puntaje más alto obtenido no puede compararse a los que mostraron notas menores, dado que la SCA menciona que los cafés con notas entre **85 a 89,99** se categorizan como **excelentes** (SCAA, 2008).

Al no encontrar diferencia significativa para las interacciones entre las variables CEPAS y DIAS, se recurrió a evaluar de forma individual cada una de ellas por medio de un test de Tukey, en la que se encontró diferencia significativa únicamente para la variable cepas, tal como se evidencia en la Tabla 7.

Tabla 7. Test de Tukey para la variable CEPAS respecto al puntaje de catación.

CEPAS	MEDIAS	n	E.E
Testigo	82,50	3	0,53 A
WB - 06	84,88	6	0,38 A
S - 04	86,42	6	0,38 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). La interacción de la cepa S-04 es notable durante todo el proceso fermentativo y en la calidad final de taza, en la Tabla 7 se puede apreciar como esta se asemeja estadísticamente a la cepa WB-06. Sin embargo, su puntaje es mayor especialmente respecto al testigo (T1).

6.4. Notas Especiales del Café

Durante el análisis sensorial desarrollado por los catadores, se encontraron un total de 52 notas diferentes. De ellas, seis presentaron un mayor porcentaje de aparición respecto a todas las muestras catadas, entre las que destacan chocolate, naranja, caramelo, nueces, hierba luisa y avellanas, mismo que se puede apreciar en la Tabla 8 donde los descriptores se encuentran ordenados alfabéticamente y se puede evidenciar el número de catadores que coincidieron en la descripción de las notas especiales respectivamente.

Tabla 8. Perfil organoléptico de los tratamientos evaluados por medio de catación.

Descriptores	Número de catadores que concuerdan según el tratamiento				
	CBA	CAA	CBB	SCT	CAB
<i>Acidez cítrica</i>	2/3	0/3	1/3	2/3	0/3
Descriptores	Número de catadores que concuerdan según el tratamiento				
	CBA	CAA	CBB	SCT	CAB
<i>Almendras</i>	0/3	0/3	0/3	0/3	1/3

<i>Amargo</i>	0/3	0/3	1/3	0/3	0/3
<i>Ahumado</i>	0/3	0/3	1/3	0/3	0/3
<i>Avellanas</i>	1/3	2/3	0/3	0/3	2/3
<i>Avinado</i>	0/3	0/3	2/3	0/3	1/3
<i>Azúcar morena</i>	1/3	0/3	0/3	1/3	0/3
<i>Caramelo</i>	2/3	1/3	2/3	2/3	1/3
<i>Cebada</i>	0/3	0/3	0/3	1/3	1/3
<i>Cedrón</i>	0/3	0/3	1/3	0/3	0/3
<i>Cereal</i>	1/3	0/3	1/3	1/3	0/3
<i>Ciruelas</i>	0/3	0/3	0/3	0/3	1/3
<i>Chocolate</i>	1/3	3/3	0/3	0/3	2/3
<i>Chocolate negro</i>	0/3	0/3	1/3	0/3	0/3
<i>Cilantro</i>	0/3	0/3	0/3	1/3	0/3
<i>Crudo</i>	0/3	0/3	0/3	1/3	0/3
<i>Dulce de leche</i>	1/3	1/3	0/3	1/3	1/3
<i>Durazno</i>	2/3	1/3	0/3	0/3	0/3
<i>Especias</i>	2/3	1/3	0/3	0/3	1/3
<i>Eucalipto</i>	1/3	0/3	0/3	0/3	0/3
<i>Floral</i>	1/3	0/3	0/3	0/3	1/3
<i>Frambuesa</i>	1/3	0/3	1/3	0/3	1/3
<i>Fresas</i>	1/3	0/3	0/3	0/3	0/3
<i>Frutos rojos</i>	1/3	1/3	1/3	0/3	0/3
<i>Frutos secos</i>	1/3	0/3	0/3	0/3	0/3
<i>Galleta</i>	1/3	0/3	0/3	0/3	1/3
<i>Guayaba</i>	0/3	0/3	1/3	0/3	0/3
<i>Habas</i>	0/3	0/3	0/3	1/3	0/3
<i>Hierba luisa</i>	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
<i>Láctico</i>	1/3	0/3	0/3	0/3	0/3
<i>Lima</i>	0/3	0/3	1/3	0/3	0/3
<i>Limón</i>	0/3	1/3	0/3	0/3	0/3
<i>Maíz dulce</i>	0/3	0/3	0/3	1/3	0/3
<i>Malta</i>	0/3	0/3	0/3	1/3	0/3
<i>Mandarina</i>	1/3	0/3	0/3	0/3	1/3
<i>Maracuyá</i>	0/3	0/3	2/3	1/3	0/3
<i>Melaza</i>	0/3	1/3	0/3	0/3	0/3
<i>Miel</i>	1/3	0/3	0/3	0/3	1/3
<i>Mora</i>	0/3	0/3	1/3	1/3	1/3
<i>Muy dulce</i>	0/3	1/3	1/3	0/3	0/3
<i>Naranja</i>	2/3	2/3	0/3	2/3	0/3
<i>Nueces</i>	1/3	1/3	1/3	1/3	2/3
<i>Panela</i>	0/3	2/3	0/3	0/3	0/3
<i>Pasas</i>	1/3	0/3	1/3	0/3	0/3
<i>Pimienta rosa</i>	0/3	0/3	0/3	1/3	0/3
<i>Pistacho</i>	1/3	0/3	0/3	0/3	0/3
<i>Roble</i>	0/3	0/3	1/3	0/3	0/3
<i>Salado</i>	0/3	1/3	0/3	1/3	0/3
<i>Sutil salado</i>	0/3	1/3	1/3	0/3	0/3
<i>Toronja</i>	0/3	0/3	1/3	0/3	0/3
<i>Uva</i>	0/3	0/3	1/3	0/3	1/3
<i>Vainilla</i>	1/3	1/3	0/3	0/3	1/3

7. Discusión

7.1. pH

Puerta Quintero et al. (2015), menciona en su investigación que las mejores condiciones para la fermentación de café en sistemas abiertos y con presencia de agua, corresponde a los rangos de pH inicial entre 5,3 a 4,6. Sin embargo, Córdoba Castro et al. (2016) reportó valores iniciales de pH para café en baba de 5,2 a 6,7, no obstante, estos valores también dependen del estado de madurez, el tiempo entre la recolección, el despulpado y de la manipulación de los frutos. Además, Puerta Quintero (2012), ya había mencionado que, en sistemas sumergidos, cuando se agrega a la fermentación agua en un 50 % del peso de café en baba, el pH inicial tiende a adquirir valores de entre 5,6 a 6,0, lo que significa que la adición de agua reduce ligeramente el nivel de acidez en el pH inicial. Por lo tanto, los valores obtenidos al inicio de la fermentación correspondientes al rango promedio de los tratamientos entre 5,64 a 5,74, concuerdan con los rangos reportados por Córdoba Castro et al. (2016) y Puerta Quintero (2012).

Al finalizar el tiempo de fermentación de cada tratamiento, se registraron valores de pH que van de los 3,67 a 3,88 en periodos de entre cuatro a seis días, mismos que son afines con lo encontrado por Puerta Quintero et al. (2015) con valores de pH final de 3,9 a 4,2 y los resultados de Vásquez Salazar et al. (2022) con 3,81 de pH a los cuatro días de fermentación. A pesar de ello, los resultados obtenidos en esta investigación difieren a los presentados por Moreno et al. (2020), el cual presenta valores de pH de 4,44 a los cuatro días de fermentación y 4,29 a los seis días, ambos con la aplicación de *Saccharomyces cerevisiae* y beneficio de lavado. Además, Mariyam et al. (2022) menciona que la adición de *S. cerevisiae* en recipientes cerrados disminuye de 5,83 a 5,49 el valor de pH de una muestra de 2,1 kg de *Coffea robusta*, a las 72 h de fermentación. Sin embargo, la presencia de actividad microbiana y la tendencia descendente del pH durante el proceso de fermentación en cada biorreactor, ratifican un adecuado proceso fermentativo tal como afirma López Pantoja et al. (2015) y Córdoba Castro et al. (2016). La reducción de los valores de pH durante la fermentación, ocurren gracias al aumento de acidez en la masa, la producción de ácidos a partir de los azúcares y del rompimiento de las pectinas presentes en el mucílago de café, lo cual se potencia aún más con la presencia de *Saccharomyces cerevisiae*, quien gracias a su metabolismo microbiano produce ácidos orgánicos al descomponer el

mucílago del café, ocasionando una reducción en el valor del pH tal como describe O'byrne Cruz (2021).

Por último, cabe mencionar que valores de $\text{pH} \leq 4$ inhiben el crecimiento de microorganismos no beneficiosos, dado que la mayoría de microorganismos tienen un crecimiento óptimo en valores de pH de entre los 6 y 8 (Agatângelo Joaquim, 2007).

7.2. Grados Brix

Los grados Brix obtenidos durante el proceso fermentativo, fueron registrados a partir del contenido de café en mucilago o también denominado café en baba. El porcentaje inicial registrado fue de 5,0 °Bx a 5,1 °Bx, mismos que se encuentran dentro del rango reportado por Puerta Quintero et al. (2015) con valores iniciales de 4,2 °Bx a 5,8 °Bx y a su vez muy cercanos a los valores iniciales obtenidos por Urán Mesa et al. (2022) correspondientes a 5,2 °Bx. No obstante, es importante tener en cuenta lo reportado por Carbajal-Guerreros et al. (2022), el cual indica que, la cantidad de agua colocada en el contenedor del café en mucilago, puede hacer que la lectura inicial de grados Brix sea baja, en su caso registró valores de grados Brix de 10,1 para fermentación anaerobia sólida (sin agua), 9,5 °Bx para fermentación anaerobia al 30 % sumergido en agua y 8,5 °Bx para fermentación anaerobia al 50 % sumergido en agua.

En cuanto al grado de dulzura obtenido al final de la investigación, se registraron valores de entre 2,1 °Bx a 2,3 °Bx a los 4 días y de entre 2,0 °Bx a 2,1 °Bx a los 6 días de fermentación, mismos que se relacionan con lo reportado por O'byrne Cruz (2021), cuyos resultados a las 36 h de fermentación fueron de 4,3 °Bx habiendo iniciado con un valor de 6,53 °Bx. Además, López Pantoja et al. (2015) menciona que el comportamiento de los grados Brix durante la fermentación decrece en función de las horas del proceso. Sin embargo, Mariyam et al. (2022) menciona que el valor de grados Brix tiende a aumentar durante el proceso de fermentación, lo que estaría relacionado a los datos proporcionados por Puerta Quintero et al. (2015), quien menciona que, el mejor rango de grados Brix final del mucilago corresponde a valores de entre 8,0 °Bx a 9,0 °Bx (con un valor inicial de 4,2 °Bx a 5,8 °Bx). No obstante, O'byrne Cruz (2021) menciona que, la disminución del contenido de azúcares de los sólidos disueltos (°Bx), se puede explicar por la acción de los microorganismos en el proceso de fermentación, ya que estos utilizan las azúcares como fuente de carbono para su crecimiento y desarrollo.

7.3. Calidad de Café en Taza (pruebas de catación)

Los mejores perfiles de café en taza obtenidos durante esta investigación, corresponden a los tratamientos T2 y T4 con una calificación promedio de 86,42 la cual es similar a lo reportado por Córdoba Castro et al. (2016), quién obtuvo como mejor calificación en taza un valor de 86,2 utilizando el proceso de beneficio húmedo, pero con diferentes variedades de café y sin aplicación de levaduras. Además, Gamboa R et al. (2013) reportó resultados afines con un puntaje promedio final en taza de 85,3 al evaluar 19 fincas con beneficio húmedo, manejo cultural químico y cultivo bajo sombra, valor que se asemeja a lo encontrado en esta investigación. Sin embargo, el tratamiento T1 con un puntaje final de 82,50 que corresponde al testigo se encuentra dentro de los valores que la SCAA (2008) define como cafés muy buenos al encontrarse en el rango de 80 a 84,99 finalizada la catación, mientras que los mejores perfiles de taza obtenidos en esta investigación se categorizan como cafés de excelencia o excelentes al encontrarse dentro del rango de entre 85 a 89,99. Sin embargo, el tratamiento cuatro tuvo mejores atributos de fragancia/aroma, acidez y cuerpo a diferencia del tratamiento dos el cual presenta mejores atributos en sabor, postgusto y balance, aunque las diferencias numéricas entre las características organolépticas de los tratamientos dos y cuatro son mínimas, frente a los demás tratamientos son muy relevantes, principalmente por el puntaje final obtenido. Por tanto, al obtener puntajes altos tanto en el perfil sensorial como en el puntaje final del catador, se puede apuntar a la venta y distribución de café de excelencia a países que demandan a la variedad utilizada en la investigación tal como menciona Ramos Cotacallapa et al. (2019). No obstante, aquellos cafés que presentan valores menores a los 85 puntos no son desechados y mucho menos indeseables a nivel económico, dado que son usados para la distribución y abastecimiento local, mismo que no exige un estándar de calidad excepcional.

Los atributos que resaltan la calidad final del café en taza, se deben netamente al método de beneficio usado, el manejo poscosecha durante la fermentación, que en este caso ha sido la aplicación de levaduras durante un periodo de tiempo determinado y el nivel de tostado usado para la catación tal como menciona Puerta Quintero (2011) y Puerta Q et al. (2016). Además, Ramos V et al. (2017) menciona que las variables para producir café de calidad son especie, variedad, condiciones edafoclimáticas, proceso y operaciones realizadas por las personas que lo producen, afín con Ramos Cotacallapa et al. (2019) quien menciona que, la mejor puntuación de calidad de taza

se obtiene de los productores quienes poseen un mejor proceso de selección postcosecha debido a que reciben asistencia técnica de organizaciones de agricultores, municipalidades y organizaciones no gubernamentales, que promueven la cosecha selectiva, beneficio y secado adecuado. Además, esta mostró que ajustar a menores tiempos de fermentación cuando se trabaja con inóculos de *Saccharomyces cerevisiae* ayuda a optimizar el proceso de remoción del café en baba, ya que estas levaduras actúan de manera agresiva en la degradación de mucílago en tan solo 24 h a través de una fermentación alcohólica con la producción de etanol, CO₂, glicerina, ésteres y otros compuestos, por ello esta levadura es comúnmente usada en la industria de bebidas, vinos, cerveza, panadería e incluso se considera útil en combinación con la pulpa de café que funciona como sustrato para la producción de biomasa de levaduras que generan un aporte proteico para dietas de animales (Gualtieri A et al., 2007; G. I. Puerta Quintero et al., 2012). Sin embargo, a pesar de que la fermentación es utilizada principalmente como método para remoción del mucílago del grano, este proceso tiene como efecto favorecer el sabor de la taza de café (Jackels & Jackels, 2005).

Los resultados de la calidad final de taza obtenidos en la presente investigación se encuentran acordes a lo reportado por Puerta et al. (2015), quienes encontraron diferencia significativa al evaluar distintos tipos de fermentación en tiempos diferentes. Sin embargo, Lara R (2016), no encontró diferencias significativas entre los tratamientos de estudio, aunque los catadores dieron calificaciones altas a varios tratamientos.

En cuanto a que se puede hacer para mejorar la calidad organoléptica del café, Duicela Guambi et al. (2017) y Ferreyra et al. (2013) mencionan que, a mayor altitud mejor calidad organoléptica, independientemente de las variedades, no obstante, el café de la variedad Borbón cultivado en altura tiene un elevado potencial de calidad. Además, Velásquez O (2019) menciona que esta variedad se cultiva en diferentes altitudes, pero los mejores resultados se obtienen en zonas medias y altas de 1 070 m s.n.m a 1 980 m s.n.m (3 500 pies s.n.m a 6 500 pies s.n.m). Sin embargo, los resultados obtenidos por Guevara-Sánchez et al. (2019) indican que no existió diferencias significativas para ningún parámetro de calidad evaluado entre las altitudes seleccionadas en su investigación, no obstante, en base a lo dicho por Velásquez O (2019), se asume que no se encuentran diferencias significativas al haber realizado el estudio en altitudes que no resultan beneficiosas para los cultivares de café.

7.4. Notas Especiales del Café

Los descriptores encontrados durante la catación de acuerdo a la calificación promedia de los catadores corresponden a: chocolate, naranja, caramelo, nueces, hierba luisa y avellanas, mismos que se repiten y son encontrados en mayor cantidad durante la catación de todos los tratamientos. El tratamiento que presentó mayor cantidad de defectos correspondió al T1 (testigo) el cual poseía apenas nueve atributos favorables, entre los que destacan caramelo y naranja, mientras que aquellos que presentan mayor cantidad de atributos que resaltan la calidad sensorial como el T3, el cual presentó 20 notas interesantes entre las que destacan caramelo, durazno y naranja, seguido del T5 con 14 notas positivas como caramelo y maracuyá, poseen una cantidad de defectos notables y que opacan la calidad organoléptica del café en estudio, tal como se aprecia en la Tabla 8 y que tienen relación con el puntaje final reflejado en la Figura 6 luego de la puntuación de los catadores. Sin embargo, los tratamientos T2 y T4 poseen 13 y 15 notas sensoriales de interés respectivamente, entre las que destacan avellanas, naranja, chocolate y panela para el tratamiento dos mientras que para el tratamiento cuatro destacan nueces, chocolate y avellanas. Estos tratamientos poseen mínima cantidad de defectos sensoriales y destacan por su puntaje final en taza relacionado directamente con los descriptores encontrados durante la cata a ciegas.

Puerta Q et al. (2016) define como descriptores especiales del café de buena calidad a tazas con cualidades sensoriales suaves, balanceadas y con notas herbales, tostadas, cítricas, a chocolate, caramelo, floral, a especia y frutal descripción que es afín a lo descrito por Ramos Cotacallapa et al. (2019) quien menciona que en la Norma Técnica Peruana NTP 209.027 (2003) se clasifica los aromas de sabores florales, achocolatado, cítricos, acaramelados, como cafés especiales o excelentes. Además, Pabón Usaquén & Osorio Pérez (2019) reportan haber encontrado notas dulces como el principal descriptor del café evaluado, seguido de notas cítricas, frutales, caramelo, floral, herbal, miel y avellanas las cuales se clasifican como notas para muestras que no presentaron defectos sensoriales.

Sin embargo, en la investigación de Puerta *et al*, (2015) las fermentaciones del café sin oxígeno (sumergidas) predomina una calidad de taza muy suave con notas a chocolate caramelo, mientras que en las fermentaciones con oxígeno (sólidas) se produce una bebida más compleja con diversidad de notas como frutales, cítricos y chocolates. En las fermentaciones del café en sistemas abiertos se favorecen los frutales, chocolates y dulces, en tanto que en las cerradas se producen sabores frutales,

dulces, avellana, vainilla, aunque también florales y terrosos, resultados que concuerdan con nuestro estudio ya que encontramos las mismas notas en la calidad de taza, siendo las más notorias en los tratamientos caramelo, fruta madura, frutos rojos y dulce de leche. Además, Cañarte-Vélez et al. (2021) describe haber encontrado a las 15 h de fermentación descriptores para fragancia/aroma como nuez, mantequilla, café tostado, avellana, mantequilla, cacao, acidez cítrica, maní y tabaco.

Finalmente es importante considerar que la altitud influye directamente sobre el tostado y la bebida, mientras que la exposición de la pendiente al sol afecta los atributos físicos induciendo sabores florales o a chocolate, la sombra afecta de forma negativa arriba de los 1 730 m s.n.m sobre la fragancia, acidez, cuerpo y dulzura pero a 1 272 m s.n.m no tiene efecto; cerezas inmaduras generan almendras con granos vinagres y negros que inducen sabor y aroma a fermento; las malas prácticas de beneficio generan sabores avinagrados; durante el almacenamiento se producen sabores a tierra y fermento, cuerpo sucio, amargo fuerte y acidez baja. Además, la baja acidez puede deberse a puntos de tostación muy altos y formas de preparación particular de la bebida (Gamboa R et al., 2013; Puerta Q, 1998).

8. Conclusiones

- ✓ La aplicación de cepas de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la fermentación tiene influencia positiva en la calidad organoléptica del café, además de reducir el contenido de azúcares o °Bx, pH y degradación de mucilago de café.
- ✓ El tiempo de los procesos de fermentación se reducen con la aplicación de levadura y a su vez nos permite controlar el parámetro de pH en función del tiempo, en este estudio el mejor tiempo fue de seis días para la levadura S-04 y llegando a un 3,67 de pH.
- ✓ Los tratamientos aplicados tienen influencia sobre la calidad de taza, fundamentalmente en lo que concierne a generar descriptores y notas especiales durante la catación.
- ✓ La cepa WB-06 presenta notas especiales interesantes y puntajes de taza considerados como café de excelencia, sin embargo, no potencia suficientemente las características organolépticas al usar un tiempo de fermentación mayor a cuatro días.
- ✓ Los tratamientos con mejor puntaje en taza corresponden a T2 Y T4, los cuales poseen 86,42 de nota final y presentan diferencia significativa en la influencia de la cepa S-04, además de descriptores de interés para el mercado internacional, independientemente del tiempo de fermentación.

9. Recomendaciones

- Se recomienda hacer uso de la agroforestería para los cultivos de café ya que en estas condiciones se obtiene café de mejor calidad.
- Se recomienda realizar un control y manejo adecuado de las plagas y enfermedades que afectan al café, ya que estas podrían generar características organolépticas y descriptores indeseables en la taza de café.
- Se recomienda tomar en cuenta los pisos altitudinales según la variedad de café estudiada, ya que su relación influye de forma directa con los descriptores y características organolépticas obtenidas durante la cata.
- Se recomienda reducir los días de fermentación, especialmente si se trabaja con cepas de levadura ya que estas consumen el contenido de azúcar de los sólidos solubles y disminuyen los °Bx, teniendo en cuenta que el tiempo de fermentación depende de los °Bx y de la taza de inoculación.
- Se recomienda realizar una curva de fermentación para tener una referencia de validez para detener el proceso fermentativo en el momento que genere las mejores características organolépticas y notas especiales.
- Se recomienda continuar con la investigación de la aplicación de microorganismos en los procesos poscosecha de café, ya que estos permiten potenciar características organolépticas del café en taza o la reducción de la etapa fermentativa, beneficiando de esta forma al caficultor, a su vez estos procesos nos permiten controlar los parámetros.

10. Bibliografía

- Agatângelo Joaquim, D. S. E. (2007). *Estudio del Comportamiento Cinético de Microorganismos de Interés en Seguridad Alimentaria con Modelos Matemáticos* [Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Barcelona]. <http://hdl.handle.net/10803/5691>
- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. (2005). *NORMAS Y ESTANDARES DE CATACIÓN PARA LA REGIÓN DE CENTROAMÉRICA*. https://issuu.com/revistaelcafetalero/docs/normas_y_estandares_de_catacion_por
- AMBAR. (2017, julio 27). *Cervezas Ale. Cervezas de Alta Fermentación l Cervezas Ambar. CERVEZAS ALE*. <https://ambar.com/cervezas-alta-fermentacion/>
- Arcila, J., Farfán, F., Moreno, A., Salazar, L. F., & Hincapié, E. (2007). *Sistemas de producción de café en Colombia* (1.^a ed.). Cenicafé. http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/12/Sistemas-produccion-C3%B3n-caf%C3%A9-Colombia_.pdf
- Barrera Figueroa, B. E., & Peña Castro, J. M. (2019). ¿Qué es la biotecnología? *ECOFRONTERAS*, 23(67), 2-5. <https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/1872/1884>
- Blanco, M., Hagggar, J., Moraga, P., del Carmen Madriz, J., & Pavón, G. (2003). MORFOLOGÍA DEL CAFÉ (*Coffea arabica* L.), EN LOTES COMERCIALES. NICARAGUA. *Nicaragua Agronomía Mesoamericana*, 14(1), 97-103. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43714114>
- Bonilla Medina, J. (2017). Los beneficios del consumo de café. *Revista Facultad Ciencias de la Salud: Universidad del Cauca*, 19(2), 47-48. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6226400>
- Cañarte-Vélez, C. R., Valverde-Lucio, Y. A., & Mero-Tuárez, J. R. (2021). Características sensoriales del café (*Coffea arábica*) con distintos tratamientos de beneficio húmedo. *Polo del Conocimiento*, 6(1), 445-463. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i1.2152>
- Carbajal-Guerreros, I., Pilco-Valles, H., García-Herrera, F. A., Coronel-Rufasto, I., Gonzales-Díaz, J. R., & Cabanillas-Pardo, L. (2022). Fermentador inteligente con tecnología de fermentación controlada para estandarizar procesos de fermentación de cafés de especialidad. *Revista agrotecnológica amazónica*, 2(1). <https://doi.org/10.51252/raa.v2i1.303>

- Chalán Lozano, M. L. (2019). *INFLUENCIA DE LAS PRECIPITACIONES SOBRE EL CRECIMIENTO ANUAL DE Acacia macracantha Humb. & Bonpl. ex Willd, EN DOS SITIOS DE LA PROVINCIA DE LOJA* [Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22775/1/Miryam%20Luzmila%20Cahal%c3%a1n%20Lozano.pdf>
- Christiansen, J. A. (2004). *Café orgánico con diversificación* (1.^a ed., Vol. 1). Ideas Litográficas. <https://catalogo.zamorano.edu/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=30355>
- Córdoba Castro, N., & Guerrero Fajardo, J. (2016). CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS TRADICIONALES DE FERMENTACIÓN DE CAFÉ EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO. *Biotecnoloía en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 75. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(14\)75-83](https://doi.org/10.18684/BSAA(14)75-83)
- Cuya Curo, E. (2013). *ASISTENCIA TECNICA DIRIGIDA EN «Posecha y Poscosecha en el Cultivo de Café»*. <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/011-r-cafe.pdf>
- Division of S.I. Lesaffre. (2018a). *SafAle™ WB-06*. <https://maltosaa.com.mx/wp-content/uploads/SafAle-WB-06.pdf>
- Division of S.I. Lesaffre. (2018b). *SafAle™ S-04*. <https://fermentis.com/en/product/safale-s-04/>
- Duicela Guambi, L. A., Andrade Moreano, J., Farfán Talledo, D. S., & Velásquez Cedeño, S. del R. (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). <https://www.redalyc.org/journal/813/81357541011/html/>
- Duicela Guambi, L. A., Velásquez Cedeño, S. del R., & Farfán Talledo, D. S. (2017). CALIDAD ORGANOLÉPTICA DE CAFÉS ARÁBIGOS EN RELACIÓN A LAS VARIETADES Y ALTITUDES DE LAS ZONAS DE CULTIVO, ECUADOR. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 18(1), 67-77. <https://www.redalyc.org/journal/813/81351597010/html/>
- Duicela Guambi, L., Loor Solórzano, R. G., Portillo Páez, E. A., & Chilán Villafuerte, W. P. (2021). Influencia de la enzima pectina transeliminasa en los tiempos de fermentación y en la calidad organoléptica del café robusta. *Revista de la Facultad de Agronomía de La*

- Evangelista, S. R., Silva, C. F., Pedrozo da Cruz Miguel, M. G., Cordeiro, C. de S., Marques Pinheiro, A. C., Ferreira Duarte, W., & Freitas Schwan, R. (2014). Improvement of coffee beverage quality by using selected yeasts strains during the fermentation in dry process. *Food Research International*, 61, 183-195. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.033>
- Ferreira, A. D., Carvalho, G. R., de Rezende, J. C., Botelho, C. E., Rezende, R. M., & De Carvalho, A. M. (2013). Desempenho agrônômico de seleções de café Bourbon Vermelho e Bourbon Amarelo de diferentes origens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(4), 388-394. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000400006>
- Freitas, M. N. de, Franco da Rosa, S. D. V., Carvalho Pereira, C., Malta, M. R., & dos Santos Dias, C. T. (2020). Identification of physiological analysis parameters associated with coffee beverage quality. *Ciência e Agrotecnologia*, 44, 1-14. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044031019>
- Gamboa R, P. Y., Mosquera S, S. A., & Paz N, I. E. (2013). Caracterización de Taza de Café Especial en el Municipio de Chachagüí, Departamento de Nariño, Colombia. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(02), 85-92. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000200010&lng=en&tlng=es
- Gualtieri A, M. J., Villalta R, C., Díaz T, L. E., Medina, G., Lapenna, E., & Rondón, M. E. (2007). Producción de biomasa de *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis* usando residuos de pulpa de *Coffea arabica* L. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 38(2), 31-37. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772007000200004
- Guevara-Sánchez, M., Bernaldes del Águila, C. I., Saavedra-Ramírez, J., & Owaki-López, J. J. (2019). Efecto de la altitud en la calidad del café (*Coffea arabica* L.): comparación entre secado mecánico y tradicional. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 505-510. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.07>
- Jackels, S. C., & Jackels, C. F. (2005, junio). Characterization of the coffee mucilage fermentation process using chemical indicators: A Field Study in Nicaragua. *Journal of Food Science*, 70(5), 321-325. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.2005.TB09960.X>

- Lachenmeier, D. W., Teipel, J., Scharinger, A., Kuballa, T., Walch, S. G., Grosch, F., Bunzel, M., Okaru, A. O., & Schwarz, S. (2020). Fully Automated Identification of Coffee Species and Simultaneous Quantification of Furfuryl Alcohol Using NMR Spectroscopy. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 103(2), 306-314. <https://doi.org/10.1093/JAOCINT/QSZ020>
- Lara R., C. P. (2016). *Efecto del proceso de secado en las características físico-químicas y sensoriales de café especial (var. Pacamara)* [Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/5769>
- Lee, L. W., Cheong, M. W., Curran, P., Yu, B., & Liu, S. Q. (2015). Coffee fermentation and flavor – An intricate and delicate relationship. *Food Chemistry*, 185(15), 182-191. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2015.03.124>
- López Pantoja, C. F., Rojas Gutiérrez, P. A., Montaña Macias, L. O., Eliana Sofía, T. Q., Rojas Ome, Y., Carlos Andrés, A., Mercedes Ordoñez, C., & Vega, G. A. (2015). ESTUDIO DE ALGUNAS VARIABLES EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN DE CAFÉ Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE TAZA EN EL SUR DE COLOMBIA. *Agroecología: Ciencia y Tecnología*, 3(1), 7-12. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6735/Agroecologia_ciencia_y_tecnologia_3_1_22-27.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mariyam, S., Kistanti, A., Karyadi, J., & Widiyastuti, R. (2022). Improving coffee quality through yeast addition in the fermentation process to support sustainable coffee production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1005, 12012. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1005/1/012012>
- Mesa Rodríguez, N. Y., Medrano Montero, J., Martínez Pérez, M. L., de Peralta, M. G., & Cabrera Hechavarria, Y. (2017). *Efecto anticariogénico del café*. 21(3), 888-898. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812017000300022&lng=es&tlng=es.
- MISHRA, M., JINGADE, P., & HUDED, A. K. C. (2022). DNA barcoding analysis and phylogenetic relationships of Indian wild coffee species. *Turkish Journal of Botany*, 46(2), 109-122. <https://doi.org/10.55730/1300-008X.2675>
- Moreno, J. B., & Zurita, M. S. (2020). *Evaluación de la fermentación controlada con inoculación de levaduras (Saccharomyces cerevisiae) y su efecto en la calidad del café*

(*Coffea arabica*) [Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana].
<http://hdl.handle.net/11036/6921>

O'byrne Cruz, R. K. (2021). Caracterización de la diversidad microbiana presente en el proceso de fermentación de *Coffea arabica* L. y su influencia en la calidad sensorial de la bebida en la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM). En *Maestría en Ingeniería* (p. 103). Universidad del Magdalena.
<http://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/5636>

Oddone, S. (2021, septiembre 1). *levaduras POF - Capacitaciones El Molino*. ¿Qué son las levaduras POF+? <https://capacitacioneselmolino.com/levaduras-pof/>

Osorio, V. (2021). La calidad del Café. *Guía más agronomía, más productividad, más calidad*, 219-234. https://doi.org/10.38141/10791/0014_12

Pabón Usaquén, J. P., & Osorio Pérez, V. (2019). Factores e indicadores de la calidad física, sensorial y química del café. En *Aplicación de ciencia tecnología e innovación en el cultivo del café ajustado a las condiciones particulares del Huila* (Ed, pp. 162-187). Cenicafé. <https://doi.org/10.38141/CENBOOK-0005>

Parapouli, M., Vasileiadis, A., Afendra, A.-S., & Hatziloukas, E. (2020). *Saccharomyces cerevisiae* and its industrial applications. *AIMS Microbiology*, 6(1), 1-31. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2020001>

Peñuela Martínez, A. E., & Sanz Uribe, J. R. (2021). Obtenga café de calidad en el proceso de beneficio. En *Guía más agronomía, más productividad, más calidad*. https://doi.org/https://doi.org/10.38141/10791/0014_11

Perfect Daily Grind (Español). (2016, agosto 16). *Ciencia: ¿Cómo Identificar Y Mejorar El Estado De Maduración De Los Frutos Del Café?*. Cerezas maduras, Variedad Pacas. Finca El Retiro en El Salvador. <https://perfectdailygrind.com/es/2016/08/16/ciencia-como-identificar-y-mejorar-el-estado-de-maduracion-de-los-frutos-del-cafe/>

Ponce Vaca, L. A., Orellana Suarez, K. D., Acuña Velásquez, I. R., Alfonso Alemán, J. L., & Fuentes Figueroa, T. (2018). Situación de la caficultura ecuatoriana: perspectivas. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 6(1), 307-325. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-01322018000100015

- Puerta Q, G. I. (1998). Calidad en taza de las variedades de Coffea arabica L. cultivadas en Colombia. *Cenicafé*, 49(4), 265-1998. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/64>
- Puerta Q, G. I., González R, F. O., Correa P, A., Álvarez L, I. E., Ardila C, J. A., Girón O, O. S., Ramírez Q, C. J., Baute B, J. E., Sánchez A, P. M., Santamaría B, M. D., & Montoya, D. F. (2016). Diagnóstico regional de la calidad de la la bebida de café de Colombia, según altitud, suelos y buenas prácticas de beneficio. *Cenicafé*, 67(2), 15-51. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/727>
- Puerta Quintero, G. (1999). Influencia del proceso de beneficio en la calidad del cafe. *Cenicafé*, 50(1), 78-88. https://www.researchgate.net/publication/313053333_Influencia_del_proceso_de_beneficio_en_la_calidad_del_cafe
- Puerta Quintero, G. I. (2011). *Composición química de una taza de café*. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt04142.pdf>
- Puerta Quintero, G. I. (2012). *FACTORES, PROCESOS Y CONTROLES EN LA FERMENTACIÓN DEL CAFÉ*. <https://doi.org/10.38141/10779/0422>
- Puerta Quintero, G. I., & Echeverry Molina, J. G. (2015). *Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad*. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/558/1/avt0454.pdf>
- Puerta Quintero, G. I., Marín Mejía, J., & Osorio Betancur, G. A. (2012). Microbiología de la fermentación del mucílago de café según su madurez y selección. *Cenicafé*, 63(2), 58-78. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/536>
- Ramírez Builes, V. H. (2014). *La fenología del café, una herramienta para apoyar la toma de decisiones*. <https://cenicafe.org/es/publications/avt0441.pdf>
- Ramos Cotacallapa, E., Lima-Medina, I., & Cornejo-Condori, G. B. (2019). Comparativo de calidad organoléptica de café (Coffea arabica L.) en Puno - Perú y La Paz - Bolivia. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(4), 283-292. <https://doi.org/10.18271/RIA.2019.505>
- Ramos V, L. J., & Criollo E, H. (2017). Physical and sensory quality of Coffea arabica L. variety Colombia variety, Nespresso AAA profile, in the Union, Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(2), 83-97. <https://doi.org/10.22267/RCIA.173402.74>

- Salazar G, M. R., Riaño Herrera, N. M., Arcila Pulgarín, J., & Ponce D, C. A. (1994). *Estudio morfológico anatómico y ultraestructural del fruto de café coffea arabica L.* 45(3), 93-105. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/795/1/arc045%2803%2993-105.pdf>
- Sánchez de la Cruz, I. G., & Olivares Muñoz, S. V. (2019). Efecto de la adición de levadura (*Saccharomyces sp*) en el proceso de fermentación de café (*Coffea arabica*). *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 3(1), 28-36. <https://doi.org/10.25127/aps.20191.480>
- Suárez Machín, C., Guevara Rodríguez, C. A., & Garrido Carralero, N. A. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 50(1), 20-28. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223148420004>
- Urán Mesa, J. I., & Velásquez Alizander, M. (2022). Desarrollo de una bebida espirituosa a partir de mucílago de café [Tesis, Universidad de los Andes]. En *Universidad de los Andes*. <http://hdl.handle.net/1992/58373>
- Vásquez Salazar, B. M., Rueda Monroy, C. A., & Ramírez Bello, L. A. (2022). Determinación del pH y tiempo de fermentación teniendo en cuenta la temperatura ambiental durante el beneficio de café de variedad castillo. *Revista Matices Tecnológicos*, 14, 19-24. <http://138.117.111.22/index.php/revistamaticestecnologicos/article/view/507>
- Velásquez O, R. A. (2019, marzo). Guía de variedades de café. *Anacafé*, 2, 48. <https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%A9da-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>

11. Anexos

Anexo 1. Certificado de informe de estructura, coherencia y pertinencia.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Facultad
Agropecuaria y de
Recursos Naturales
Renovables

Of. 89 NCJB_ FARNR-UNL

Loja, 30 de agosto de 2022

Ingeniero.

Johnny Fernando Granja Trávez Mg.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA

Ciudad. -

De mi consideración,

En atención a lo solicitado a través del Oficio N° 411-2022 -DESIG-DOC-AGRONOMIA-FARNR-UNL, con fecha del 16 de agosto 2022, con respecto a la pertinencia, estructura y coherencia del proyecto de tesis titulado:

“Influencia de la aplicación de dos tipos de levaduras y el tiempo de fermentación en la calidad organoléptica de *Coffea arabica* var. Sidra de la finca Agroloja”, presentado por el Sr. **Santiago Miguel Álvarez Barco**, estudiante del octavo ciclo de la carrera de Agronomía, informo lo siguiente:

Influencia de la aplicación de dos tipos de levaduras y el tiempo de fermentación, en la calidad organoléptica de taza de *Coffea arabica* var. típica de la finca Agroloja.

1. **Estructura:** El proyecto cumple con los elementos mínimos que constan en el Art. 135 del reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja. A continuación, pongo a consideración los siguiente:

- **Título:** considero que está bien redactado y es pertinente
- **Problemática:** es pertinente de acuerdo a la temática.
- **Justificación:** es pertinente
- **Objetivo general:** está bien
- **Objetivos específicos:** son claros y concretos.
- **La hipótesis** es pertinente.
- **Marco teórico:** no hay observaciones.
- **Materiales y métodos,** es pertinente ya que se indica en forma independiente la metodología para cada objetivo.
- **Cronograma:** es pertinente, y esta especificado las actividades que van han realizar.
- **Presupuesto:** esta ajustable de acuerdo a las actividades.
- **Bibliografía:** no hay observaciones



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Facultad
Agropecuaria y de
Recursos Naturales
Renovables

2. **Pertinencia:** El tema de proyecto de titulación es pertinente de realizar y se ajusta al cronograma específico.

3. **Coherencia:** El proyecto en general es coherente desde la metodología planteada, objetivos y tema del proyecto, sin tener ninguna observación que sugerir.

En tal virtud me permito manifestar, que el proyecto es coherente, pertinente y presenta valor científico y técnico, lo cual justifica su ejecución, además cumple con la estructura, pertinencia y coherencia respectiva, el proyecto puede ser implementado como proyecto de titulación para la graduación según el plan de estudios de la Carrera de Agronomía.

Información que comunico para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Nohemi Jumbo Benítez, Ph.D.
Docente de la FARNR



Firmado electrónicamente por:
NOHEMI DEL
CARMEN JUMBO
BENITEZ

Anexo 2. Designación de director Trabajo de Integración Curricular.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE
RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AGRONOMIA

Oficio Nro. 560 -2022 AGRONOMIA-FARNR-UNL
Loja, 5 de septiembre del 2022

Señor/ita
Santiago Miguel Álvarez Barco
ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA
santiago.alvarez@unl.edu.ec

De mi consideración:

En atención a la solicitud recibida el 5 de septiembre de 2022, me permito poner en su conocimiento que con base a las atribuciones que me confiere el Art. 49 del Estatuto Orgánico de la Universidad Nacional de Loja se procede a designar al **Mg.Sc. Freddy Tinoco Tinoco** para la dirección del trabajo de integración curricular o de titulación denominado: "**Influencia de la aplicación de dos tipos de levaduras y el tiempo de fermentación, en la calidad organoléptica de Coffea arabica var. Sidra de la finca Agroloja**", conforme lo establece el Art. 225 del Reglamento de Régimen Académico de la UNL, a la vez autorizo su ejecución.

Recomiendo que para la ejecución del trabajo de integración curricular se observe lo establecido en los Arts. 228, 229, 231, 232 y 233 del Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**JOHNNY FERNANDO
GRANJA TRAVEZ**

Mg. Sc Johnny Fernando Granja Trávez.,
DIRECTOR DE LA CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA-AGRONOMIA
JFGT/kegq
c.c. Carrera Agronomía (Expediente Estudiantil digital)

Anexo 3. Formulario de catación tipo SCAA para el catador 1.

Formulario de catación. Asociación Americana de Cafés Especiales

Nombre: Richard Granda Fecha: 2-12-2023 Mesa: Café Santiago Álvarez

Clasificación	
6.00 - Excelente	7.00 - Muy Buena
8.00 - Excelente	9.00 - Excelente
6.25	7.25
6.50	7.50
6.75	7.75
7.00	8.00
7.25	8.25
7.50	8.50
7.75	8.75

Muestra #	Nivel de muestra	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Impresión Global	Total
1	CAS	Total: 8.75	Total: 9	Total: 9	Total: 9	Total: 10	Total: 10	Total: 9.5	Total: 85.5
		Defectos (restric.): 0	Balance: 3.75	Dulzura: 10	Ligeros=2	Rechazo=4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Notas: <u>Cuerpo de almendras tostadas, pulce de leche, muy fragancia bien especiada, buena, buen cuerpo de taza, buen sabor, residual de</u>									
									Puntaje Final: 85.5
Muestra #	Nivel de muestra	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Impresión Global	Total
2									
Puntaje Final									
Muestra #	Nivel de muestra	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Impresión Global	Total
3									
Puntaje Final									
Muestra #	Nivel de muestra	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Impresión Global	Total
4									
Puntaje Final									
Muestra #	Nivel de muestra	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Impresión Global	Total
1	CAS	Total: 8.75	Total: 9	Total: 9	Total: 9	Total: 10	Total: 10	Total: 9.5	Total: 85.5
		Defectos (restric.): 0	Balance: 3.75	Dulzura: 10	Ligeros=2	Rechazo=4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Notas: <u>Cuerpo de almendras tostadas, pulce de leche, muy fragancia bien especiada, buena, buen cuerpo de taza, buen sabor, residual de</u>									
									Puntaje Final: 85.5

Catador 1: Ing. Richard Granda, catador Q-GRADER

Anexo 4. Formulario de catación tipo SCAA para el catador 2.

Formulario de catación. Asociación Americana de Cafés Especiales

Nombre: Juan David Benavides Orjuela

Fecha: 10 Feb/23 Mesa: 1 Dirección: Tesis Santiago Auzoberto

Cualidades:		6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
6.25	7.25	8.25	9.25			
6.50	7.50	8.50	9.50			
6.75	7.75	8.75	9.75			

Muestra #	Level of Sample	Fragrance/Aroma	Flavor	Acidity	Body	Uniformity	Clean Cup	Overall	Total Score
CBA		Total: 8	Total: 8	Total: 2.75	Total: 8	Total: 10	Total: 10	Total: 3.75	Total: 85
CAA		Total: 8	Total: 8	Total: 8	Total: 7.5	Total: 10	Total: 10	Total: 8	Total: 84.5
CBB		Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 6.5	Total: 7.5	Total: 10	Total: 10	Total: 3.5	Total: 83
SCF		Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 7	Total: 10	Total: 10	Total: 3.75	Total: 82.5
CBS		Total: 8	Total: 8	Total: 8.5	Total: 8.5	Total: 10	Total: 10	Total: 8	Total: 88.5

Notes: CBA: MANGO - MIEL - PLÁTANO - PUERRO LEGIT. CAA: MANGO - MIEL - PLÁTANO - PUERRO LEGIT. CBB: MANGO - MIEL - PLÁTANO - PUERRO LEGIT. SCF: MANGO - MIEL - PLÁTANO - PUERRO LEGIT. CBS: CEREZA - UVA - AGUA - VAINILLA - MATE - MIEL - PLÁTANO - PUERRO LEGIT.



Catador 2: Juan David Benavides Orjuela, catador de taza de excelencia.

Anexo 5. Formulario de catación tipo SCAA para el catador 3.

Formulario de catación. Asociación Americana de Cafés Especiales

Nombre: Miguel Ángel Castillo

Fecha: 10/02/2013 Hora: _____ Sesión: SANTO ALVARO

Clasificación:	
6.00 - Sabor	7.00 - Aroma
6.25 - 7.25	6.25 - 7.25
6.50 - 7.50	6.50 - 7.50
6.75 - 7.75	6.75 - 7.75

Muestra #	Visual de Muestra	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Impresión Global	Total
CBA		Total: 8	Total: 8	Total: 8	Total: 8	Total: 10	Total: 10	Total: 10	Total: 68
		Sabor: 8	Acidez: 8	Cuerpo: 8	Uniformidad: 10	Taza Limpia: 10	Impresión Global: 10		
		Defectos (suavizar)							
		Ligero=2	# Tazas: intensidad						
		Rechazo=4	<input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/>						
		Notas:							
									Puntaje Final

Muestra #	Visual de Muestra	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Impresión Global	Total
CBA		Total: 8	Total: 8.5	Total: 8.5	Total: 8.5	Total: 10	Total: 10	Total: 8.5	Total: 80.5
		Sabor: 8.5	Acidez: 8.5	Cuerpo: 8.5	Uniformidad: 10	Taza Limpia: 10	Impresión Global: 8.5		
		Defectos (suavizar)							
		Ligero=2	# Tazas: intensidad						
		Rechazo=4	<input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/>						
		Notas:							
									Puntaje Final

Muestra #	Visual de Muestra	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Impresión Global	Total
CBB		Total: 8.5	Total: 8	Total: 8.5	Total: 8	Total: 10	Total: 10	Total: 8.5	Total: 80
		Sabor: 8	Acidez: 8.5	Cuerpo: 8	Uniformidad: 10	Taza Limpia: 10	Impresión Global: 8.5		
		Defectos (suavizar)							
		Ligero=2	# Tazas: intensidad						
		Rechazo=4	<input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/>						
		Notas:							
									Puntaje Final

Muestra #	Visual de Muestra	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Impresión Global	Total
SC7		Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 10	Total: 10	Total: 8	Total: 80
		Sabor: 7.5	Acidez: 7.5	Cuerpo: 7.5	Uniformidad: 10	Taza Limpia: 10	Impresión Global: 8		
		Defectos (suavizar)							
		Ligero=2	# Tazas: intensidad						
		Rechazo=4	<input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/>						
		Notas:							
									Puntaje Final

Muestra #	Visual de Muestra	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Impresión Global	Total
CBB		Total: 8.5	Total: 8.5	Total: 8.5	Total: 8	Total: 10	Total: 10	Total: 8.5	Total: 84
		Sabor: 8.5	Acidez: 8.5	Cuerpo: 8	Uniformidad: 10	Taza Limpia: 10	Impresión Global: 8.5		
		Defectos (suavizar)							
		Ligero=2	# Tazas: intensidad						
		Rechazo=4	<input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/>						
		Notas:							
									Puntaje Final

Catador 3: Ing. Miguel Ángel Castillo, catador de Lojanías.

Anexo 6. Datos registrados del Formulario de catación tipo SCAA para el catador 1.

Atributo	T3	T2	T5	T1	T4
	CBA	CAA	CBB	SCT	CAB
Fragancia/Aroma	8,3	7,8	8,0	7,0	8,3
Sabor	8,0	8,3	7,8	7,8	8,0
Postgusto	7,8	8,3	7,5	7,5	7,5
Acidez	8,0	8,0	8,0	7,8	8,0
Cuerpo	8,0	8,5	8,3	7,0	8,0
Balance	8,0	8,3	8,0	7,5	7,8
Uniformidad	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Dulzura	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Impresión global	8,25	8,25	7,5	7,5	8,0
Taza limpia	10	10	10	10	10
Defectos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Puntaje de catador	86,25	87,25	85,00	82,00	85,50

Anexo 7. Datos registrados del Formulario de catación tipo SCAA para el catador 2.

Atributo	T3	T2	T5	T1	T4
	CBA	CAA	CBB	SCT	CAB
Fragancia/Aroma	8,0	8,0	8,0	7,5	8,0
Sabor	8,0	8,0	7,5	7,5	8,0
Postgusto	7,8	7,8	7,5	7,0	8,0
Acidez	8,0	8,0	7,8	7,5	8,5
Cuerpo	8,0	7,8	7,5	7,0	8,25
Balance	7,8	8,0	7,5	7,5	8,0
Uniformidad	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Dulzura	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Impresión global	7,75	8,0	7,5	7,5	8,0
Taza limpia	10	10	10	10	10
Defectos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Puntaje de catador	85,00	85,50	83,00	82,50	86,75

Anexo 8. Datos registrados del Formulario de catación tipo SCAA para el catador 3.

Atributo	T3	T2	T5	T1	T4
	CBA	CAA	CBB	SCT	CAB
Fragancia/Aroma	8,0	8,0	8,0	7,5	8,0
Sabor	8,0	8,0	7,9	7,8	8,0
Postgusto	7,9	7,8	7,8	7,5	8,0
Acidez	8,0	8,0	8,0	7,8	8,5
Cuerpo	8,0	7,8	7,5	7,0	8,0
Balance	7,8	8,0	7,9	7,0	8,0
Uniformidad	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Dulzura	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Impresión global	7,75	8,0	7,5	7,5	8,0
Taza limpia	10	10	10	10	10
Defectos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Puntaje de catador	86,00	86,50	84,00	83,00	87,00

Anexo 9. Análisis de varianza sobre la influencia de los tratamientos en el nivel de pH al terminar la fermentación.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH al terminar la fermenta..	20	0,74	0,70	1,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,14	3	0,05	15,50	0,0001
Tratamiento	0,14	3	0,05	15,50	0,0001
Error	0,05	16	3,1E-03		
Total	0,19	19			

Anexo 10. Análisis de varianza sobre la influencia de los tratamientos en el valor de °Bx al terminar la fermentación.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
°Bx al terminar la fermenta..	20	0,97	0,96	3,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,15	3	1,38	172,92	<0,0001
CEPAS	0,10	1	0,10	12,25	0,0030
DIAS	4,05	1	4,05	506,25	<0,0001
CEPAS*DIAS	2,0E-03	1	2,0E-03	0,25	0,6239
Error	0,13	16	0,01		
Total	4,28	19			

Anexo 11. Test de Tukey para la variable CEPAS respecto a los grados Brix al terminar la fermentación.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08251

Error: 0,0076 gl: 17

CEPAS	Medias	n	E.E.	
WB-06	2,64	10	0,03	A
S-04	2,78	10	0,03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 12. Test de Tukey para la variable DIAS (tiempo de fermentación) respecto a los grados Brix al terminar la fermentación.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08251

Error: 0,0076 gl: 17

DIAS	Medias	n	E.E.	
6 DIAS	2,26	10	0,03	A
4 DIAS	3,16	10	0,03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 13. Análisis de varianza sobre la influencia de los Tratamientos respecto al puntaje promedio de catación.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Puntaje de catador	15	0,85	0,79	0,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	35,48	4	8,87	14,29	0,0004
Tratamientos	35,48	4	8,87	14,29	0,0004
Error	6,21	10	0,62		
Total	41,68	14			

Anexo 14. Análisis de varianza sobre la influencia de las variables de los tratamientos respecto al puntaje promedio de catación.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Puntaje de catador	15	0,80	0,74	1,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	33,18	3	11,06	14,30	0,0004
CEPAS	30,88	2	15,44	19,97	0,0002
DIAS	2,30	1	2,30	2,97	0,1127
Error	8,51	11	0,77		
Total	41,68	14			

Anexo 15. Test de Tukey para la variable CEPAS respecto al puntaje promedio de catación.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,58328

Error: 0,7732 gl: 11

CEPAS	Medias	n	E.E.	
Testigo	82,50	3	0,53	A
WB-06	84,88	6	0,38	B
S-04	86,42	6	0,38	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 16. Test de Tukey para los Tratamientos respecto al puntaje promedio de catación.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,11729

Error: 0,6208 gl: 10

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T1	82,50	3	0,45	A	
T5	84,00	3	0,45	A	B
T3	85,75	3	0,45		B C
T4	86,42	3	0,45		C
T2	86,42	3	0,45		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 17. Datos registrados de la variable pH antes y después del tiempo de fermentación aplicado.

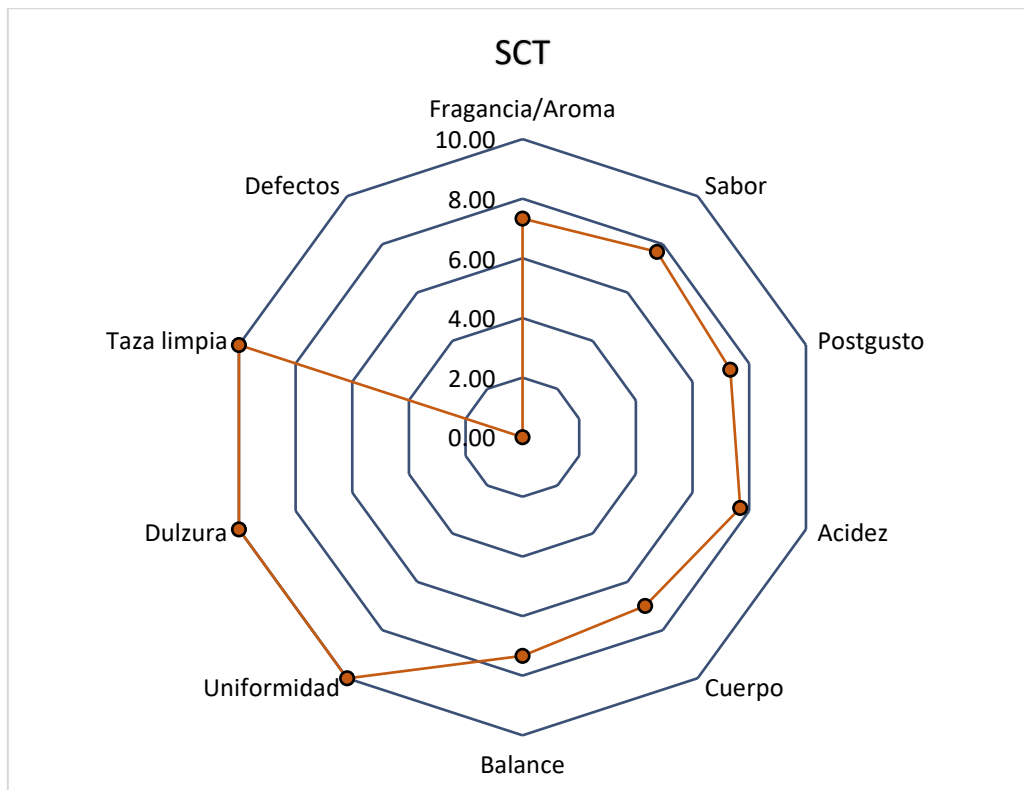
CEPAS	DIAS	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	pH de inicio	pH al terminar la fermentación
S-04	4 DIAS	T2	R1	5,83	3,87
			R2	5,80	3,91
			R3	5,71	3,87
			R4	5,75	3,89
			R5	5,63	3,88
WB-06	4 DIAS	T3	R1	5,80	3,90
			R2	5,82	3,85
			R3	5,72	3,88
			R4	5,65	3,85
			R5	5,65	3,87
S-04	6 DIAS	T4	R1	5,73	3,63
			R2	5,75	3,69
			R3	5,75	3,65
			R4	5,74	3,68
			R5	5,73	3,70
WB-06	6 DIAS	T5	R1	5,73	3,76
			R2	5,75	3,89
			R3	5,74	3,91
			R4	5,74	3,69
			R5	5,73	3,70

Anexo 18. Datos registrados de la variable °Bx antes y después del tiempo de fermentación aplicado.

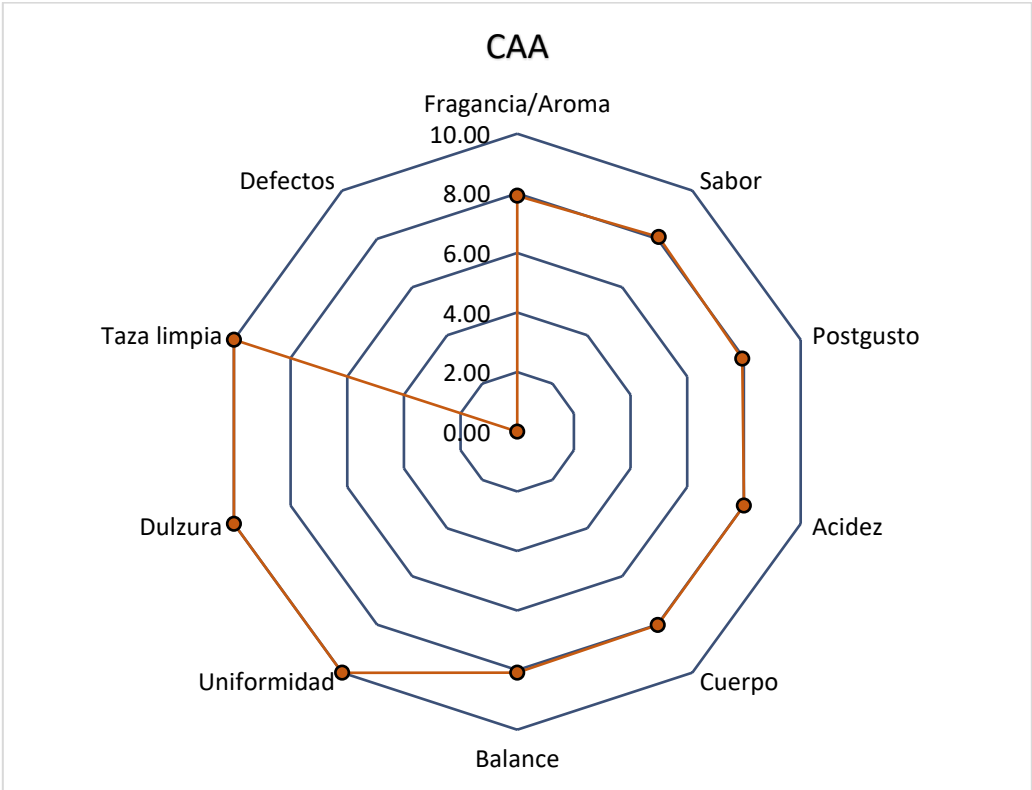
CEPAS	DIAS	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	°Bx de inicio	°Bx al terminar la fermentación
S-04	4 DIAS	T2	R1	5,0	3,2
			R2	5,1	3,3
			R3	5,0	3,1
			R4	5,0	3,2
			R5	5,1	3,3
WB-06	4 DIAS	T3	R1	5,0	3,0
			R2	5,0	3,2
			R3	5,0	3,0
			R4	5,0	3,1
			R5	5,0	3,2

CEPAS	DIAS	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	°Bx de inicio	°Bx al terminar la fermentación
S-04	6 DIAS	T4	R1	5,0	2,4
			R2	5,0	2,4
			R3	5,0	2,2
			R4	5,0	2,3
			R5	5,1	2,4
WB-06	6 DIAS	T5	R1	5,0	2,3
			R2	5,0	2,2
			R3	5,0	2,2
			R4	5,0	2,1
			R5	5,1	2,1

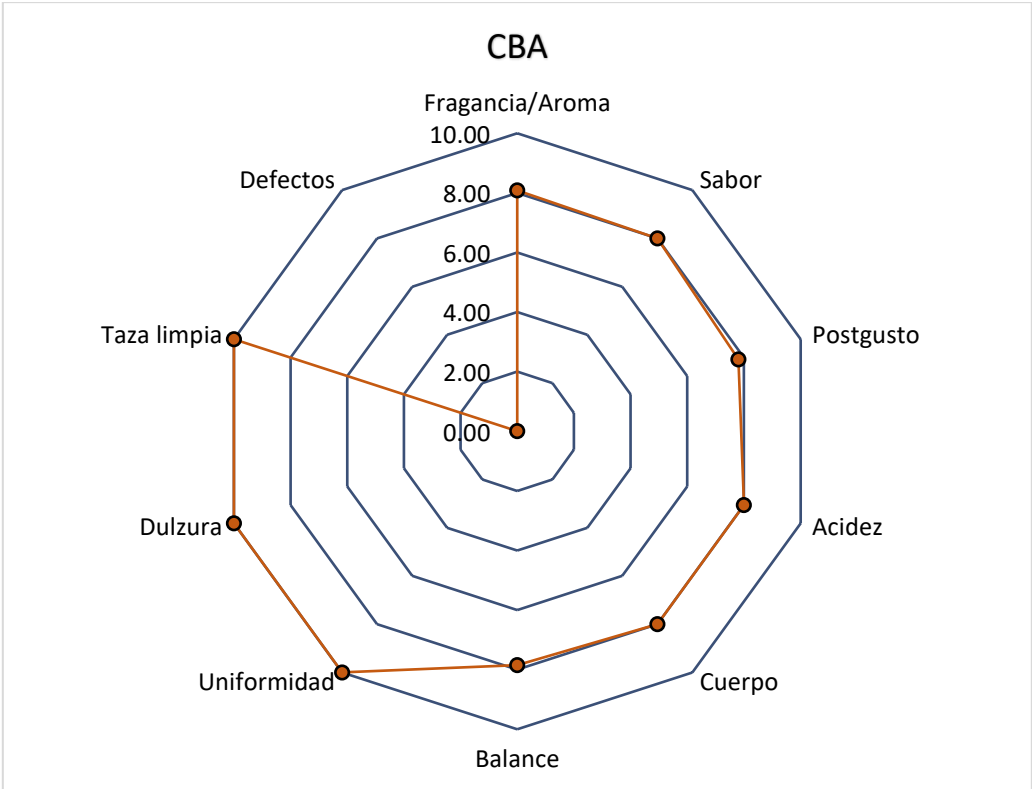
Anexo 19. Gráfico radial de las puntuaciones medias obtenidas en el análisis sensorial del café del tratamiento 1 (T1).



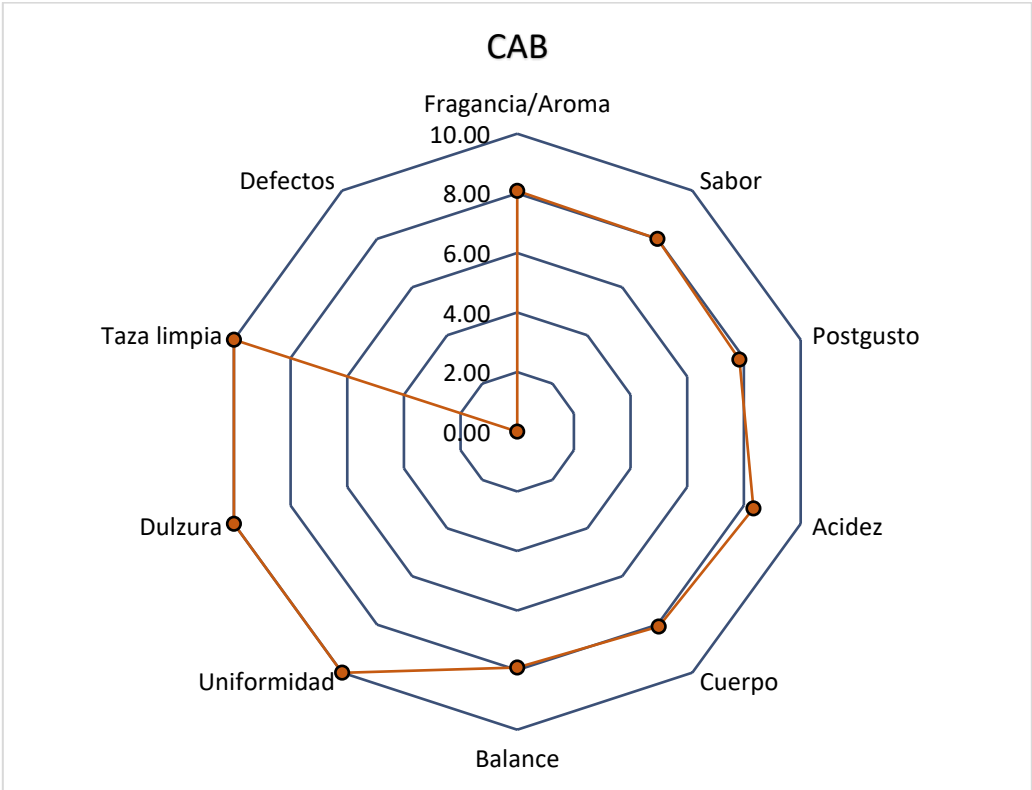
Anexo 20. Gráfico radial de las puntuaciones medias obtenidas en el análisis sensorial del café del tratamiento 2 (T2).



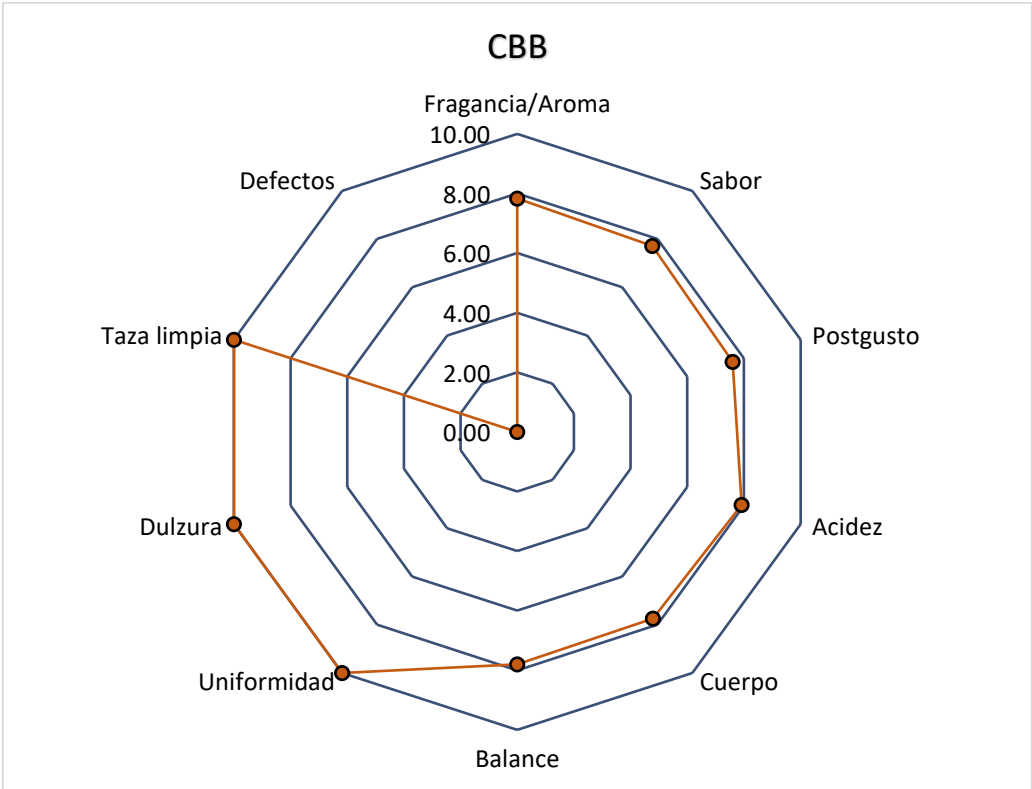
Anexo 21. Gráfico radial de las puntuaciones medias obtenidas en el análisis sensorial del café del tratamiento 3 (T3).



Anexo 22. Gráfico radial de las puntuaciones medias obtenidas en el análisis sensorial del café del tratamiento 4 (T4).



Anexo 23. Gráfico radial de las puntuaciones medias obtenidas en el análisis sensorial del café del tratamiento 5 (T5).



CERTIFICACIÓN

Loja, (04) de mayo de 2023

Licenciada

Yulisa Liset Manzanares Ordóñez

Docente de lenguas extranjeras

En mi calidad de Licenciada en Pedagogía de Idioma Inglés con capacidades que pueden ser probadas a través de la certificación de conocimiento del inglés, nivel B2, he realizado la traducción del resumen del trabajo de titulación denominado: “**Influencia de la aplicación de dos tipos de levaduras y el tiempo de fermentación en la calidad organoléptica de *Coffea arabica* var. Sidra de la finca Agroloja.**” perteneciente al señor **Santiago Miguel Álvarez Barco**, estudiante de la Universidad Nacional de Loja, con C.I. 1150249231

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado, señor estudiante **Santiago Miguel Álvarez Barco** hacer uso legal del presente según estime conveniente.

Atentamente,



firmado electrónicamente por:
YULISA LISET
MANZANARES ORDONEZ

Lic. Yulisa Manzanares Ordóñez

Docente de lenguas extranjeras

Nro registro Senescyt 1031-2022-2421776