



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE
FERMENTACIÓN SOBRE LA CALIDAD DE CAFÉ (*Coffea arabica* L. var. *típica* y
caturrea)”**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

BRIAN ESTALIN TITISUNTA VACA

TUTOR

ING. EDWIN LEONARDO PALLO PAREDES

CEVALLOS – ECUADOR

2023

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE FERMENTACIÓN SOBRE LA CALIDAD DE CAFÉ (*Coffea arabica* L. var. *típica* y *caturra*)”

REVISADO Y APROBADO POR:

Ing. Edwin Leonardo Pallo Paredes

TUTOR

APPROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

Fecha

_____ 2023/03/14
PhD. Oscar Patricio Nuñez Torres

_____ 2023/03/14
BQF. Isabel Cristina López Villacís

_____ 2023/03/14
ING. José Hernán Zurita Vásquez

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **BRIAN ESTALIN TITISUNTA VACA**, portador de cédula de ciudadanía **1727273912**, libre y voluntariamente declaro que el informe final del proyecto de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE FERMENTACIÓN SOBRE LA CALIDAD DE CAFÉ (*Coffea arabica* L. var. *típica* y *caturra*)”**.es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



Brian Estalin Titisunta Vaca

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación “**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE FERMENTACIÓN SOBRE LA CALIDAD DE CAFÉ** (*Coffea arabica L. var. típica y caturra*)”. como uno de los requisitos previos para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad. Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial. Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este trabajo o de parte de él.



Brian Estalin Titisunta Vaca

DEDICATORIA

Éste trabajo de investigación está dedicado en primer lugar a Dios por permitirme seguir con vida para gozar de éste momento, a toda mi familia por creer en mí en especial para mis hermanos Marcos, Miguel, mi padre Marco Titisunta y mi madre Judith Vaca, ellos que siempre me motivaron a ser mejor y me enseñaron lo fundamental para ser una persona de bien, gracias a ustedes eh podido culminar una meta muy importante en mi vida.

Stalin Titisunta

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por la vida, salud y la oportunidad de disfrutar de buenos momentos con mi familia y amistades, de manera especial quiero agradecer a mis padres por el gran esfuerzo que han realizado desde el momento que ingresé a estudiar en la carrera de Agronomía y que a pesar de las circunstancias de la vida no me han dejado solo, a mis hermanos gracias por todos los momentos y por ser parte de mi vida.

Agradezco al señor Francisco Restrepo por permitirme realizar el trabajo de investigación en su Finca Frajares, al igual que a su colaborador don Wilson quien estuvo presente durante mi proceso de trabajo investigativo.

A mis compañeros y amigos de la universidad Andrés, Erika M, Erika E, Erika, Made, Sol, Chio, Ale, Jhonny, Kimy quiero agradecerles por la amistad sincera que me han brindado durante estos años de foráneo y anhelo que siempre perdure.

A la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por lo cual expreso mi gratitud a cada uno de mis docentes que me ilustraron con sus conocimientos y de manera especial agradezco a mi tutor Edwin Pallo por apoyarme durante todo el proceso de mi investigación.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	13
INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	14
1.1.1. Historia del café	14
1.1.2. El café en Ecuador.....	14
1.1.3. Generalidades del cultivo	16
1.1.4. Características botánicas del café.....	16
1.1.5. Variedades del café	17
1.1.5.1. Variedad caturra.....	18
1.1.5.2. Variedad típica	18
1.1.6. Procesos de cosecha y post cosecha de café	18
COSECHA.....	18
POST COSECHA.....	19
BENEFICIO HÚMEDO.....	19
DESPULPADO	19
FERMENTACIÓN.....	20
LAVADO.	20
SECADO... ..	21
TRILLADO	22
TUESTE.....	22
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS EN LA CALIDAD DEL CAFÉ	23
2. OBJETIVOS.....	24
2.1. Objetivo general	24

2.2. Objetivos específicos.....	25
CAPÍTULO II.....	26
2. METODOLOGÍA.....	26
2.1. MATERIALES.....	26
2.2. MÉTODO.....	26
2.2.1. Enfoque, modalidad y tipo de investigación.....	26
2.2.2. Ubicación del ensayo.....	26
2.2.3. Características del lugar.....	27
2.2.3.1. Clima.....	27
2.2.3.2. Suelo.....	27
2.2.4. Diseño experimental.....	27
2.2.6. Tratamientos.....	28
2.2.7. Características del ensayo.....	30
2.2.8. HIPÓTESIS.....	31
2.2.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	31
2.2.9.1. Recolección del café.....	31
2.2.9.2. Fermentación por vía húmeda.....	31
2.2.9.3. Tueste y calidad organoléptica del café.....	33
2.2.10. Variables de respuesta.....	34
2.2.10.1. Temperatura.....	34
2.2.10.2. pH del mucílago.....	34
2.2.10.3. Sólidos solubles del mucílago.....	34
2.2.10.4. Análisis sensorial del café.....	34
2.2.11. Procesamiento de la evaluación.....	35

CAPÍTULO III	36
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES	36
3.1. Comportamiento de la temperatura durante el tiempo de fermentación	36
3.2. pH de fermentación.	37
3.3. SÓLIDOS SOLUBLES.....	39
3.4. Características organolépticas del café	41
CAPITULO IV	43
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
4.1. CONCLUSIONES	43
4.2. RECOMENDACIONES	43
5. MATERIALES DE REFERENCIA.....	44
5.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
5.2. ANEXOS.....	49

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del fruto de café. Ramos et al. (2010).....	17
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación color, aroma y gusto del producto a distintos tuestes.	23
Tabla 2. Descripción de los tratamientos.	29
Tabla 3. Análisis de varianza para la respuesta temperatura de fermentación	36
Tabla 4. Distribución de medias por variedad, para la variable temperatura de fermentación.	36
Tabla 5. Análisis de varianza para la respuesta pH de fermentación.	37
Tabla 6. Distribución de medias del pH de fermentación para la variable variedades.	38
Tabla 7. Distribución de medias del pH de fermentación para la variable tipos de fermentación.	38
Tabla 8. Análisis de varianza para la respuesta sólidos solubles.	39
Tabla 9. Distribución de medias en las variedades.	40
Tabla 10. Distribución de media para la respuesta solidos solubles expresada en ° Brix, para tipos de fermentación.	40
Tabla 11 Calificación del análisis sensorial del café bajo diferentes variedades y tipos de fermentación.	41

RESUMEN

El trabajo de investigación fue realizado en la finca Frajares ubicada en la parroquia Nanegalito cantón Quito, teniendo como objetivo evaluar el efecto de diferentes tipos de fermentación sobre la calidad del café (*Coffea arabica L.*) var. típica y caturra. Las variables evaluadas fueron; temperatura, pH inicial, pH final, sólido soluble después de la fermentación. El café fue secado en marquesinas dentro de un invernadero en el cual permaneció hasta llegar a la humedad indicada de 10-12 %. Además, se realizó un análisis sensorial con un catador experto quien realizó el tueste y evaluó las características organolépticas del café: Fragancia/aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, uniformidad, balance, taza limpia, dulzor y puntaje de catador. Los resultados indican que el aumento de la temperatura depende de las variedades mientras, en el pH los resultados presentan que existe disminución por las variedades, mientras que en los sólidos solubles los resultados indican que el grado de madurez del grano afectan en los °Brix de cada tratamiento. La adición de *Saccharomyces cerevisiae* influyó en los parámetros de calidad, de la misma forma los análisis sensoriales mostraron que la variedad caturra y típica estadísticamente son iguales, notando únicamente diferencias matemáticas mínimas.

PALABRAS CLAVE: Catación, *Saccharomyces cerevisiae*, sensorial, tipos de fermentación, café.

ABSTRACT

The research work was carried out at the Frajares farm located in the parish of Nanegalito in the canton of Quito, with the objective of evaluating the effect of different types of fermentation on the quality of coffee (*Coffea arabica L.*) var. típica and caturra. The variables evaluated were: temperature, initial pH, final pH, and soluble solids after fermentation. The coffee was dried in canopies in a greenhouse where it remained until it reached the indicated humidity of 10-12%. In addition, a sensory analysis was carried out with an expert cupper who performed the roasting and evaluated the organoleptic characteristics of the coffee: fragrance/aroma, flavor, residual flavor, acidity, body, uniformity, balance, clean cup, sweetness and cupper's score. The results indicate that the increase in temperature depends on the varieties, while in pH the results show that there is a decrease by variety, while in soluble solids the results indicate that the degree of maturity of the bean affects the °Brix of each treatment. The addition of *Saccharomyces cerevisiae* influenced the quality parameters, in the same way the sensory analysis showed that the caturra and típica varieties were statistically equal, noting only minimal mathematical differences.

KEY WORDS: Cupping, *Saccharomyces cerevisiae*, sensory, types of fermentation, coffee.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El cultivo de café es uno de los rubros agrícolas más importantes en América Latina, África y Asia ya que un promedio de 125 millones de personas depende de él para el sustento, existen dos especies de café que son económicamente importantes *Coffea arabica L* (café arábica) y *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner (café robusto), pero para las mejores calidades en bebidas son obtenidas a partir del café arábico (Krishnan, 2017).

Según la Organización Internacional de Café (OIC) en marzo del 2022, la exportación del grano de café verde para el uso en bebidas a nivel mundial fue de 11,79 millones de sacos de 60 kg a diferencia del mismo mes del 2021 que apenas alcanzó a 11,48 millones de sacos teniendo como resultado un crecimiento del 2,6 %, así mismo menciona que los principales exportadores son Sur América, Asia, Oceanía, Central América, México y África, mientras que los principales importadores son Europa, China y Estados Unidos entre otros países.

En Ecuador debido a su ubicación geográfica se ha convertido en un país productor y exportador de café de todos los tipos como arábigo natural, arábigo lavado y robusta (INIAP, 2014). La caficultura en el Ecuador tiene mucha importancia por lo que se produce en 23 de las 24 provincias, siendo solo la provincia de Tungurahua la que no produce, aunque existan registros de cosechas a menor escala en el cantón de Baños.

En vista a lo anteriormente señalado, la presente investigación busca obtener información sobre el mejor tipo de fermentación evaluado mediante parámetros como el pH, grados Brix, temperatura, características organolépticas beneficiando a caficultores de la zona de Nanegalito.

1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1.1.1. Historia del café

La Organización Internacional del Café, (2022) menciona que el cafeto es un cultivo reciente que empezó aparecer en África, Etiopía, probablemente su origen está en la provincia de Kaffa, uno de los relatos más antiguos cuenta que un pastor se sentía asombrado al observar a las cabras comer de las cerezas del cafeto pues tenían un estado de ánimo más activo, otro relato menciona que, en el actual Arabia, se le conocía como Moca y en ese lugar los esclavos consumían la cereza como fuente de energía, para el siglo XV en el Yemen ya se cultivaba el cafeto y consumían las hojas y frutos como estimulante hasta que apareció el primer establecimiento en servir café llamado “Kaveh kanes”.

1.1.2. El café en Ecuador

En el Ecuador se produce café desde 1830, iniciando con el café arábigo y luego en 1951 con el café robusta que se empezó a producir en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, ubicado en Quevedo provincia de los Ríos (Fórumcafé, 2020). Actualmente es uno de los mejores cafés de Sur América y más cotizados en Europa, esto se debe a los diferentes sistemas de producción agroforestales, altura, clima y posición geográfica que posee el territorio ecuatoriano (Guamán et al., 2019).

(Sánchez et al., 2020). Según el Banco Central del Ecuador, de abril del 2020 a abril del 2021 el total de las exportaciones no petroleras – tradicionales mensuales fue de USD 728,2 millones, de las cuales el 0,8 % corresponde a las exportaciones de café y elaborados, así mismo menciona a diferentes países como destino teniendo como principal importador a Alemania, seguido de Polonia, Perú y Rusia (BCE, 2021).

Mediante registros del II Censo Agropecuario realizado en 1983, la extensión de café en el país era de 346 971 hectáreas cultivadas mientras que ANACAFE presenta datos del 2019 donde apenas se producen 60 000 hectáreas teniendo como consecuencia un decrecimiento de -82.7 % , por lo cual MAGAP y ANACAFE crearon el proyecto “Taza Dorada” con el objetivo de aumentar la producción y mejorar el mercado competitivo, así la mejor producción será premiada como mejor café del Ecuador (Sánchez et al., 2020).

La calidad del café depende de varios procesos postcosecha incluidos la fermentación, el lavado, secado, almacenamiento y tostado, los cuales son determinantes de la mejora de la sanidad y calidad de la cereza mediante el control de parámetros de temperatura, tiempo en el proceso, que, en su conjunto, permite obtener bebidas con diferentes aromas y sabores a cítricos, frutales y dulces (Puerta y Echeverry, 2015). Sin embargo, una de las limitantes observadas durante los procesos de fermentación, lavado y secado se refiere al uso de agua no potabilizada puesto que puede tener metales pesados, enterobacterias, sólidos disueltos, olor y hasta sabor que afectan la calidad en la taza (Puerta y Echeverry, 2015).

Existen investigaciones de fermentaciones aplicando levaduras como *Saccharomyces cerevisiae* donde se han encontrado resultados positivos al obtener altos puntajes en las características organolépticas evaluadas por el sabor, acidez, cuerpo, fragancia/aroma uniformidad y taza limpia (Martínez, 2021).

1.1.3. Generalidades del cultivo

La planta de café también conocido como cafeto es un arbusto perenne perteneciente al género *Coffea* de la familia de las rubiáceas, fue clasificado por Carlos Lineo, científico y botánico sueco (Fisac, 2014). Dentro del género *Coffea* existe más de 100 especies descendientes del África y Madagascar, pero las más importantes a nivel económico está *Coffea arabica* L. (café arábigo) y *Coffea canephora* L. (café robusta) (Jiménez, 2014).

1.1.4. Características botánicas del café

La raíz del café se da después de la germinación que da origen a la radícula o raíz principal creciendo hacia abajo, denominándose raíz pivotante, cumple una función principal como ancla y puede llegar a medir de 20 – 50 cm de profundidad según los años de vida, mientras que las raíces laterales se presentan desde la parte superficial con una distancia horizontal hasta de 1.5 m del tronco y desde la parte sub-superficial raíces que no se desarrollan uniformemente y se encuentran más abajo que las anteriores raíces (Arcila et al., 2007).

El tallo es liso y recto, puede medir hasta 12 metros de altura sin mantener la poda, sus ramas son finas pero resistentes, sus hojas son lanceoladas, perennes y el tono color va a depender de la variedad del cafeto, la flor es de vida corta, color blanco y emana una agradable fragancia (Pedrajas, 2014).

El desarrollo del fruto tiene un promedio de 32 semanas dependiendo el lugar del cultivo que pasa por diferentes estados para llegar a la maduración, la primera etapa consta de siete semanas donde el fruto apenas tiene el tamaño de un fósforo, la segunda etapa

consta de 10 semanas donde el fruto tiene su tamaño final, la tercera etapa dura 8 semanas donde el fruto va ganando peso y consistencia, la cuarta etapa dura 7 semanas donde el fruto completa su desarrollo por lo que empieza a madurar, la quinta y última etapa el fruto mantiene un color rojo-violeta donde ya está sobre maduro (Arcila et al., 2007).

Ramos et al. 2010 señala que el fruto de café es una baya drupácea con color verde al inicio y rojo al madurar, está formada por la pulpa, endocarpio o epidermis, mesocarpio o mucílago y dos almendras, cada una está cubierta por dos capas, la más dura y frágil es el pergamino y la más fina se llama espermodermo o película plateada.

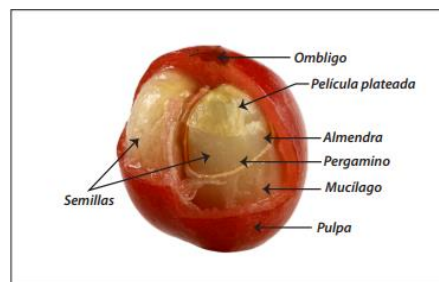


Figura 1. Estructura del fruto de café. Ramos et al. (2010).

1.1.5. Variedades del café

En el mundo existen más de 100 especies del género *Coffea*, pero solo dos están presentes como importancia económica que son *Coffea arabica*. L (café arábica) que es la más cultivada y representa el 60 % de la producción mundial por ser una bebida de buena calidad, esta especie tiene la capacidad de autopolinizarse por ser una planta tetraploide y *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner (café robusta) representa el 40 % de la producción en el mundo y mantiene una bebida de baja calidad, esta especie necesita de polen de flores para polinizarse ya que es una planta diploide (Velásquez et al., 2019). Mientras tanto las variedades de *Coffea arabica* L cultivadas tradicionalmente en el Ecuador son:

Caturra roja, Caturra amarilla, típica, Bourbon, Sarchimor, Pacas, Villalobos, Catuaí, Catimor y Cavimor (Duicela et al., 2016).

1.1.5.1. Variedad caturra

Descubierta por el siglo XX en Brasil, es una mutación de la variedad Bourbon, es una planta de 1,80 m de altura y abundantes ramas cortas, produce frutos de color rojo y amarillo de tamaño mediano capaz de producir 64 quintales de cereza por hectárea, se adapta bien a regiones con 600 – 1 300 metros sobre el nivel del mar y es tolerando a los rayos solares y sequías (Velásquez et al., 2019).

1.1.5.2. Variedad típica

Es oriundo de Etiopía, también es conocida como café arábigo, desde 1740 ya se cultivaba en algunos países de centro y sur América, la planta puede llegar hasta 5 metros de altura, las ramas tienen hojas pares de forma elíptica y de color verde oscuro en la parte superior y verde mate en la parte inferior, sus frutos maduros son de color rojo, alargados y grandes, tiene baja productividad y es altamente susceptible al ataque de roya, habita en zonas altas entre 1 300 – 1 700 metros sobre el nivel del mar tiene la capacidad de brindar una excelencia calidad en la taza (WCR, 2019).

1.1.6. Procesos de cosecha y post cosecha de café

COSECHA

La producción del café especial requiere de una técnica para la cosecha de cerezas de café de manera que pueda ofrecer buenos rendimientos económicos, en la mayoría de los lugares apenas se cosecha una vez al año que según la topografía se puede realizar con

maquinaria o de forma manual y se escoge las cerezas que están demasiada maduras y poco maduras. (Haile & Kang, 2019).

POST COSECHA

Está definida como una actividad que permite dar valor agregado a los productos través de tareas de selección, lavado, clasificación, almacenamiento, conservación, transformación, empaque, transporte y comercialización. Dentro del café, la post cosecha interviene procesos del beneficio y secado que consiste una serie de procesos en donde la cereza de café se convierte en un café pergamino (Cuchimba et al., 2018).

Para el proceso de beneficio existe dos caminos: a) la vía húmeda y b) la vía seca, en la primera está la etapa de beneficio húmedo y seco para el café pergamino y verde u oro lavado o suave, en la vía seca obtiene el café bola que da como resultado al café oro natural (Figueroa, 2015).

BENEFICIO HÚMEDO

DESPULPADO

Proceso en el cual las cerezas de café maduro son sometidas a la separación del exocarpio o pulpa, para realizar esta operación se usan máquinas despulpadoras manuales o mecánicas que producen un mecanismo de fricción y presión ejercido por el cilindro contra el pechero y la camisa de la despulpadora y deben ser calibradas según el tamaño de la cereza de café (Anacafé, 2016). Para que el fruto se pueda despulpar debe contener mucílago por lo que permite que la operación sea exitosa sin tener granos sin daños en cuanto sucede con cerezas que no tienen mucílago, o a la vez son frutos inmaduros o secos (Soto, 2010).

FERMENTACIÓN

Es la manera en el cual sustancias orgánicas producen otros compuestos orgánicos mediante procesos catabólicos de oxidación, es decir que mediante microorganismos como levaduras o bacterias se puede llegar a transformar azúcares en otras sustancias químicas orgánicas como ácido láctico, ácido butírico y etanol (Puerta, 2010). Según Puerta, 2015 el proceso de fermentación permite dar sabor, textura, aroma y conservar la calidad de alimentos y bebidas.

En la fermentación del café con mucílago las levaduras y bacterias producen varios procesos mediante sus enzimas naturales donde oxidan los azúcares y producen ATP (Adenosín trifostato), etanol, ácido láctico, ácido acético y CO₂, también degradan los lípidos del mucílago, por lo cual cambian el olor, color, la densidad, el pH, los sólidos solubles, la temperatura y la composición microbiana (Puerta, 2012).

Las levaduras son organismos eucarióticos que tienen una gran diversidad con respecto al tamaño, forma, color y durante mucho tiempo han sido utilizadas para elaborar vino, pan y cerveza (Suarez, 2016). Los principales microorganismos fermentadores son las levaduras, bacterias lácticas, *Lactobacillus* spp, *Streptococcus* spp (Puerta, 2010). Entre las levaduras más importantes para la fermentación del mucílago de café están: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida albicans*, *C. Krusei*, *C. tropicalis*, *C. lipolytica*, *C. parasilopsis* y *C. pintolopesii* produciendo etanol (Puerta, 2012).

LAVADO

Importante en el proceso, permite eliminar restos que se encuentren en el exterior del grano, se debe realizar con abundante agua hasta retirar todo el mucílago por algunas repeticiones según la cantidad de café procesado, asegurando que el grano de café sea de calidad (Puerta, 2015).

SECADO

Es uno de los procesos más largos dentro de la postcosecha por lo que intervienen algunos factores como las condiciones meteorológicas en donde se lleva a cabo o el método de secado (PDG, 2020). Existen diferentes tipos de secado como el mecánico que es más utilizado por extensos cafetales industrializados y el solar que es utilizado por cafetales de menor extensiones con cosechas aproximadas a los 2 500 kg, donde aprovechan la luz solar para disminuir la humedad del grano (Gutiérrez y Copete, 2009).

El secado solar es una de las formas más usadas por los agricultores por la razón de bajar los costos en la compra y uso de secadoras industriales que necesita de gran cantidad de combustibles fósiles al igual que reducen el impacto ambiental, el secado directo necesita de amplios espacios y tiene desventajas por estar en un lugar abierto donde y es posible estar en contacto con materiales como polvo, basura, hojas, insectos, aves hasta roedores mientras que el secado solar en estructura parabólica o también llamada marquesina permite aprovechar la radiación solar de una forma más eficaz para la producción ya que consta de estructura metálica, cubierta plástica, piso encementado, camas de secado y puertas de ingreso permitiendo obtener calidad, seguridad en el grano de café y un bajo impacto ambiental (Martínez et al., 2020).

Éste proceso conocido como secado se lleva a cabo para disminuir la humedad que existe en el grano luego del lavado, por lo que está determinado un rango de humedad que va desde 10 – 12 %, de tal manera permite que el grano pueda conservar sus características sensoriales, físicas y sobre todo la inocuidad, para ello se utiliza instrumentos que mida la humedad (Oliveros et al., 2009).

TRILLADO

La trilla o descascarillado consiste en la separación del pergamino más la película para así dejar a la almendra libre y obtener lo más conocido como café verde, éste proceso se lo lleva a cabo en una máquina trilladora donde se coloca el café pergamino libre de basuras u objetos que perjudiquen a las máquinas, se puede realizar dos repeticiones para pulir mejor los granos, posteriormente se realiza una clasificación del grano verde a través de mallas de acero inoxidable perforadas de diferentes números en el cual el grano se selecciona en diferentes grupos como pasilla, tercera, segunda y primera clase (Ospina y Mejía, 1958).

TUESTE

Es un proceso físico químico por el cual atraviesa el café verde para conseguir diferentes características organolépticas y contribuir en la calidad del grano (Castillo et al., 2016).

Forum café, 2015 menciona que existen diferentes maneras de realizar el tueste del café, empezando con lo más artesanal como sartenes o de manera industrial que puede ser por aire caliente, fuego directo, lecho fluido o convección, la curva de tueste más usada es la de tres intensidades de calor empieza desde los 170 °C y termina a los 190 °C, momento en el que es retirado para que no llegue a quemarse, en cuanto al tiempo de tueste oscila de 1- 25 minutos dependiendo la variedad de café y máquinas a usarse.

Así mismo menciona que el color del grano en el tueste va a depender de los aromas que el maestro desee para su producto:

Tabla 1. Relación color, aroma y gusto del producto a distintos tuestes.

Tueste	Color	Aroma
Ligero	60 – 65	Poco intenso, no desarrollado totalmente.
Medio ligero	55 – 60	Suave, ácido – gusto original del producto.
Medio	50 – 55	Más intenso y gustos amargos.
Medio alto	45 – 50	Muy intenso, perdiendo matices.
Oscuro	40 – 45	Quemado, pierde acidez.
Muy oscuro	Menor 40	Claramente quemado, pierde aroma.

Obtenido de Forum café (2015).

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS EN LA CALIDAD DEL CAFÉ

La calidad del café se demuestra mediante un conjunto de procesos desarrollados que al momento de su transformación y consumo expresan diferentes características químicas y físicas (Vásquez et al., 2020). Según Puerta (1999) señala que las características organolépticas del café son:

- **Fragancia /Aroma:** La fragancia se valora en el olor del café seco molido y el aroma se evalúa al momento de añadir agua hirviendo mediante el olor que desprende las sustancias volátiles del café.
- **Gusto:** Representa a la combinación de las primeras sensaciones gustativas de van desde la boca hacia la nariz, aroma, acidez del café hasta el sabor final, cuando la persona realiza el primer sorbo el sabor debe explicar la calidad, intensidad y la combinación de los aromas.
- **Sabor residual:** Se percibe en la parte posterior del paladar y se define como la duración de las cualidades positivas que posee.

- **Sal / Acidez:** Se determina a través del gusto debido a las diferentes mezclas de sensaciones que se tiene en el paladar, esto se da por la presencia de ácidos orgánicos para la acidez y para el sabor por los niveles de potasio que hay en la bebida.
- **Amargo / Dulce:** La combinación produce una agradable sensación por lo cual el amargo se percibe por el alto contenido de cafeína y potasio en cuanto al dulzor se expresa por la presencia de carbohidratos en el café.
- **Cuerpo:** Se toma en cuenta la sensación táctil del fluido en la boca especialmente entre la lengua y el paladar, el cuerpo ligero produce sensaciones agradables en la boca mientras que el cuerpo pesado puede obtener puntajes altos debido a la presencia de coloides de la infusión.
- **Balance:** Se detalla como el equilibrio del resultado del complemento de las características del sabor del café, como es el sabor residual, el cuerpo y sabor residual de la muestra.
- **Uniformidad:** Se refiere a la persistencia del sabor en las diferentes tazas de la muestra, en caso de que las tazas den diferentes sabores no sería alta la puntuación, por lo general son 5 tazas de muestra y se valora 2 puntos a cada taza.
- **Taza limpia:** Se trata en descartar impresiones negativas en la taza desde la ingestión hasta el último sabor.
- **Impresión global o puntaje del catador:** Según la calidad de la taza el catador según su criterio realiza una calificación global en una escala de 0 – 10.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes tipos de fermentación sobre la calidad del café (*Coffea arabica*) var. *típica* y *caturra*.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la variedad que presente mejor calidad en el proceso de fermentación del café.
- Determinar el efecto de los diferentes tipos de fermentación en la calidad del café.
- Determinar el perfil de cata de acuerdo a los diferentes tipos de fermentación para la calidad del café.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. MATERIALES

- 45 Kg de café maduro variedad Típica
- 45 kg de café maduro variedad caturra
- Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)
- 8 baldes de 5 litros
- Termómetro marca HANNA
- pHmetro marca HANNA
- Refractómetro marca HANNA

2.2. MÉTODO

2.2.1. Enfoque, modalidad y tipo de investigación

El enfoque predominante fue cuantitativo y cualitativo. La modalidad fue de carácter experimental y de campo, respondiendo a diferentes parámetros obtenidos en cada variable de estudio.

2.2.2. Ubicación del ensayo

El estudio se llevó a cabo en la parroquia Nanegalito en la finca Frajares propiedad del señor Francisco Restrepo, perteneciente al cantón Quito, provincia de Pichincha. Este cantón se encuentra dentro de las coordenadas geográficas: Latitud: 0°13'47.5" S; Longitud 78°31'29" W y altitud: 2 908 msnm (GEODATOS, 2022).

2.2.3. Características del lugar

2.2.3.1. Clima

En la zona de Nanegalito la temperatura media anual es de 15.6 °C. Las temperaturas máximas alcanzan los 22 °C y se da en los meses de agosto y septiembre, mientras que, los meses más fríos tiene temperaturas de 12 °C, la humedad relativa es del 90 % en los meses de diciembre hasta mayo debido a la temporada lluviosa mientras que en los meses de junio a noviembre se da la época seca, por lo cual anualmente la precipitación es mayor a los 2000 mm en el año (PDOT, 2015).

2.2.3.2. Suelo

El suelo es de textura limosa con presencia de arena muy fina, con una densidad aparente $< 0.85 \text{ g/cm}^3$ y de color pardo oscuro en zonas templadas y pardo oscuro-amarillento en zonas cálidas, según las clases de suelo el 30 % está en la clase II y IV es destinada a la agricultura mientras que el 70 % es ideal para zonas de protección y áreas forestales (PDOT, 2015).

2.2.4. Diseño experimental

Se utilizó un DCA (Diseño completamente al azar) en arreglo factorial 4×2 , que es igual a 8 tratamientos con 3 repeticiones obteniendo 24 unidades experimentales. A los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza (ADEVA), a los tratamientos con respuesta significativa se aplicó la prueba de Tukey al 5 %.

2.2.5. Factores de estudio

A. Variedades de café

A1= *Coffea arabica* var. típica

A2= *Coffea arabica* var. caturra

B. Tipos de fermentación

B1= Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) con oxígeno

B2= Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) sin oxígeno

B3= Cerrado - Sumergida

B4= Cerrado – Sólida

2.2.6. Tratamientos

Los tratamientos fueron 8 del resultado de la combinación de las dos variedades de café y los cuatro tipos de fermentación en el grano del café.

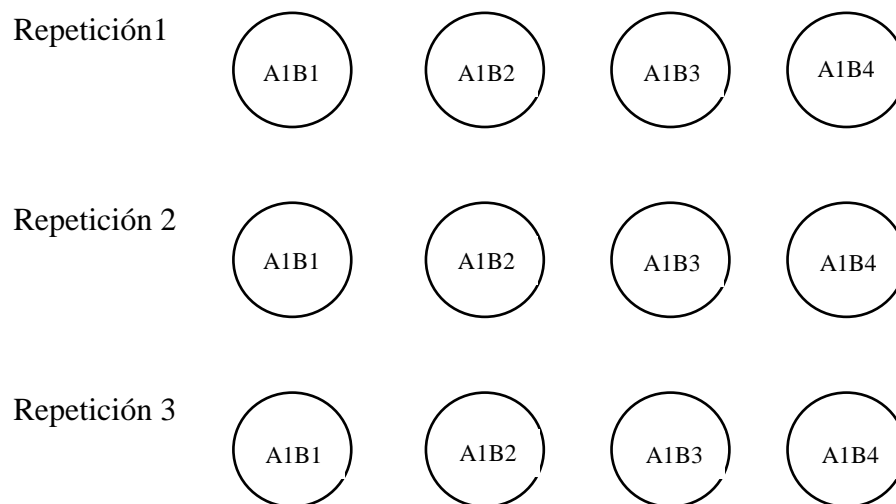
Tabla 2. Descripción de los tratamientos.

# TRATAMIENTOS	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
1	A ₁ B ₁	var. <i>típica</i> más levadura con oxígeno
2	A ₁ B ₂	var. <i>típica</i> con levadura sin oxígeno
3	A ₁ B ₃	var. <i>típica</i> más sumergido
4	A ₁ B ₄	var. <i>típica</i> más sólida
5	A ₂ B ₁	var. <i>caturra</i> más levadura con oxígeno
6	A ₂ B ₂	var. <i>caturra</i> más levadura sin oxígeno
7	A ₂ B ₃	var. <i>caturra</i> más sumergido
8	A ₂ B ₄	var. <i>caturra</i> más sólido

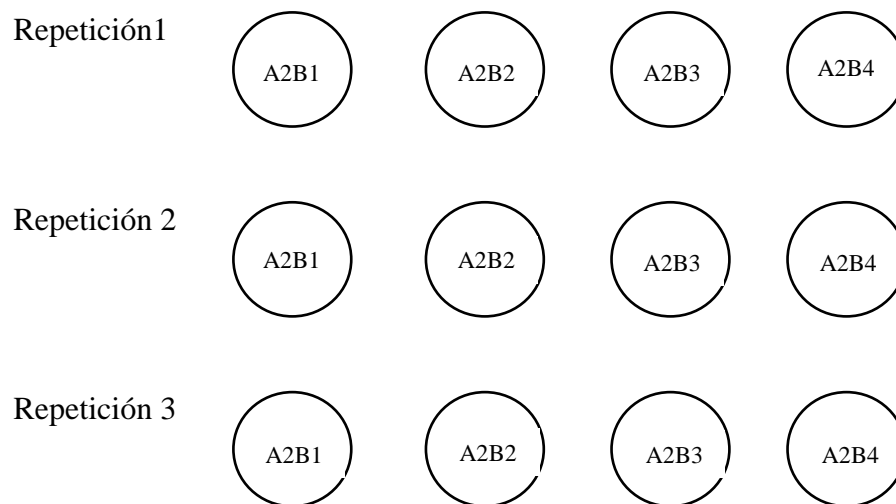
2.2.7. Características del ensayo

Baldes de 5 litros con tapas

VARIEDAD TÍPICA



VARIEDAD CATURRA



2.2.8. HIPÓTESIS

Ha: Al menos un tipo de fermentación afecta en las características organolépticas del café.

2.2.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

2.2.9.1. Recolección del café

En el presente estudio se recolectó 45kg de cereza de café variedad Caturra y 45 kg de cereza de café variedad Típica producidos en la finca “Frajares”. El café fue cosechado en el mes de junio y julio evitando recoger frutos verdes, sobre maduros, podridos y granos que se encuentran en el suelo.

2.2.9.2. Fermentación por vía húmeda

BOYADO

Luego de la recolección del café se colocó en dos tanques con agua, y con la ayuda de un cedazo se separó las impurezas como tierra, ramas, hojas y frutos vanos (granos flotantes).

DESPULPADO

Con la ayuda de un cedazo se recogieron las cerezas del tanque que se quedan al fondo del tanque ya que estos son cerezas sin daños, y con semilla completas y sanas, posterior a ello se colocaron en una máquina despulpadora de la marca HP Penagos Ecoline-800 donde se separa la cáscara y la pulpa de café quedando el grano con el pergamino y el mucílago (café baba), obteniendo un total de 25 kg de café despulpado.

FERMENTADO

Se realizó en baldes plásticos de 4 litros en el cual se colocó 2 kg de café despulpado por cada balde en donde se realizó dos tipos de fermentación (aeróbico y anaeróbico), en el caso de la fermentación anaeróbica (T2; T3; T4; T6; T7; T8) se usaron baldes con tapas la cual está unido a un conector y manguera de 80 cm y ½ pulgada la cual finaliza dentro de una botella con agua para así liberar los gases que desprende éste tipo de fermentación. Por otra parte, en la fermentación aeróbica (T1 y T5) se usaron baldes con tapa y orificio en la parte central más un conector, para cada balde se usaron 2 kg de café despulpado de diferente variedad típica y caturra, en el tratamiento T1; T2; T5 y T6 se agregó 20 ml de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y 1 litro de agua Pure Water, para el tratamiento T3 y T7 se agregó 1 litro de agua Pure Water y en el T4 y T8 se fermentó de manera sólida.

Se utilizó un producto comercial llamado Fermipan que contienen levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), para lo siguiente se hidrató la levadura a relación 1:10 (masa: volumen) por 30 minutos a una temperatura de 25 °C, transcurrido el tiempo de hidratación se colocó 20 ml de levadura a cada balde con café despulpado.

LAVADO

Luego de las 21 horas de fermentación, el café despulpado se lo lavó tres veces con abundante agua con el propósito de retirar toda la capa mucilaginosa y pueda tener un correcto secado, también se retiró los granos flotantes que no aparecen en el boyado, luego se extrajo los granos sanos con un cedazo y se colocó en el área de secado llamada marquesina o camas africanas con sus respectivas etiquetas para no confundir los tratamientos.

SECADO

El café despulpado fue colocado dentro de una marquesina sobre camas africanas de dos pisos, cada tratamiento usó un espacio de 1x1x1 y mediante un rastrillo se esparció el grano sobre la malla. Durante el proceso de secado los primeros cuatro días estuvo en la cama del primer piso para que los rayos solares no lleguen directamente al grano ya que puede partir el grano de café, pasado los cuatro días el café pasa al segundo piso donde sigue su proceso de secado y cada 8 días se registró la humedad del grano mediante un medidor de humedad de marca GEHAKA hasta que llegue a una humedad del 10 %.

TRILLADO

Para el proceso del trillado el grano del café de los tratamientos mantenían la humedad del 10 al 12 por ciento, para lo cual se trabajó con una trilladora de marca MAGRA, donde se colocó el grano en pergamino y mediante el proceso se obtuvo el grano verde, para que el grano se encuentre en mejores condiciones se realizó dos veces el proceso de trillado por cada tratamiento.

2.2.9.3. Tueste y calidad organoléptica del café

El proceso del tueste y calificación de las características organolépticas se realizó con el catador Juan Proaño propietario de un centro de tueste y catación llamado la Brulería, para el tueste se utilizó una máquina de marca PRISMA en donde se colocó 1 kg de grano verde por cada tratamiento, mientras que para la evaluación de la calidad del café se procedió a moler 13 gramos de café tostado por cada taza o tratamiento, primero se evaluó el café al momento de moler pues desprende fragancias puros, luego al momento de vertir el agua se espera 4 minutos y se “rompe la taza” que significa separar la costra que se forma para percibir sus olores, para seguir con el proceso el catador toma un poco del café haciendo fuertes sorbos ya que así el fluido se esparce por todo el interior de la

boca, de ésta manera evalúa los 10 siguientes parámetros como fragancia/aroma, sabor, residual, acidez, cuerpo, uniformidad, balance, taza limpia, dulzor y puntaje de catador.

2.2.10. Variables de respuesta

2.2.10.1. Temperatura

La temperatura se midió con un termómetro portátil de marca Hanna al finalizar las 21 horas del proceso de fermentación.

2.2.10.2. pH del mucílago

Se midió con un pH metro portátil de marca Hanna al finalizar las 21 horas del proceso de fermentación.

2.2.10.3. Sólidos solubles del mucílago

Se midió los grados brix con un refractómetro al momento de finalizar las 21 horas del proceso de fermentación.

2.2.10.4. Análisis sensorial del café

Se realizó el análisis sensorial mediante la catación de un experto en el área para determinar el perfil de cata, utilizando el protocolo SCA (Asociación de Cafés Especiales) (**Anexo C**) en el cual el rango de calificación para las características organolépticas es del 1 a 10.

2.2.11. Procesamiento de la evaluación

Se utilizó un DCA (Diseño completamente al azar) en arreglo factorial 4×2 , que es igual a 8 tratamientos con 3 repeticiones obteniendo 24 unidades experimentales. Se realizó un análisis de varianza (ADEVA) para evaluar diferencias en los tratamientos, a los tratamientos con respuesta significativa se aplicará la prueba de Tukey al 5 %.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Comportamiento de la temperatura durante el tiempo de fermentación

Tabla 3. Análisis de varianza para la respuesta temperatura de fermentación

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L	C.M	F	SIGNIFICADO
Variedad	1	0,81	6,69	*
Tipo de Fermentación	3	0,04	0,35	ns
Error	19	0,12		
Total	23			

** Altamente significativo, * significativo, ns no significativo

En el análisis de varianza tabla 3 para la respuesta temperatura de fermentación final, expresada en grados Celsius, el resultado obtenido presenta significancia estadística para variedades, mientras que para los tipos de fermentación no existe diferencia estadística con un coeficiente de variación de 1,77%.

Tabla 4. Distribución de medias por variedad, para la variable temperatura de fermentación.

Variedad	Medias
Típica	19,81 A
Caturra	19,44 B

En la tabla 4 en la variable temperatura se observa la distribución de las medias obtenidas al finalizar el proceso de fermentación, teniendo que la variedad típica obtuvo una media de 19,81 °C de incremento, siendo esta la que mayor incremento presenta, a diferencia de la variedad caturra que presenta un incremento más bajo con una media de 19,44 °C. Es importante indicar que para la respuesta tipos de fermentación no existe diferencia estadística por tal razón no se incluyen en esta sección.

Al medir la temperatura se evidenció una diferencia en las dos variedades resaltando la variedad Típica, lo cual posiblemente se deba porque esta variedad posee un grano de mayor tamaño y por ende el contenido de baba y azúcar se incrementa en la cereza, por otro lado la acción del uso de levaduras en la fermentación produce degradación del mucílago incrementando la temperatura, por lo que existe relación con Castro y Guerrero, (2016) donde indican que el incremento interno de temperatura en la masa de café de los procesos tradicionales se da por varias reacciones químicas por la presencia de levaduras y bacterias presentes en el mucílago. De igual manera Puerta y Echeverry, (2015) en su trabajo determina que la temperatura de fermentación depende de diferentes factores como el tipo de sistema de fermentación, el sustrato que engloba, la variedad, baba y madurez del café, la disponibilidad de oxígeno, el metabolismo de los microorganismos y el tiempo. Con lo antes expuesto por el autor, concordamos ya que en nuestro trabajo se evidenció cambios en la temperatura por variedad analizada.

3.2. pH de fermentación.

Tabla 5. Análisis de varianza para la respuesta pH de fermentación.

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L	C.M	F	SIGNIFICADO
Variedad	1	0,17	8,81	**
Tipo fermentación	3	0,78	41,44	**
Error	19	0,2		
Total	23			

** Altamente significativo, * significativo, ns no significativo

En el análisis de varianza tabla 5 para la variable pH al finalizar la fermentación, expresada en la escala 0 a 14, el resultado obtenido presenta una alta significancia estadística para variedades y tipos de fermentación con un coeficiente de variación de 3,30%.

Tabla 6. Distribución de medias del pH de fermentación para la variable variedades.

Variedad	Medias	
Típica	4.07	A
Caturra	4.23	B

En la tabla 6 se observa una diferencia en el pH de fermentación entre variedades en un tiempo de 21 horas, observando que la variedad típica es la que mayor descenso de pH tiene, mientras que en la variedad caturra el descenso es menor, esto puede ser atribuido al contenido de azúcares que difiere en la pulpa por cada variedad.

Tabla 7. Distribución de medias del pH de fermentación para la variable tipos de fermentación.

Tipos de fermentación	Medias	
B4	3.63	A
B3	4.18	B
B2	4.38	B C
B1	4.41	C

En la tabla 7 se presenta una diferencia en el pH de fermentación entre los tipos de fermentación dentro de las 21 horas, observando que el tipo de fermentación B4 con una media de 3.63 disminuye considerablemente su pH, seguido por el B3 con 4.18, mientras el tratamiento B1 presenta la media de 4.41 siendo este último el tratamiento con menor descenso de pH a relación de los demás tratamientos.

En la variable del pH el resultado de las variedades posiblemente dependa de la calidad del grano que al degradarse los azúcares durante la fermentación se obtiene nuevos compuestos como el ácido láctico, éste hecho posiblemente hace que la variedad Típica tenga un pH más bajo que la variedad Caturra, ya que la temperatura de la variedad Típica fue la más alta dentro de las 21 horas de fermentación y eso produjo que sea demasiado bajo su pH, éstos resultados tienen coincidencia con Castro y Guerrero (2016) en donde mencionan que durante el proceso de fermentación la tendencia descendente del pH se debe por la degradación de los azúcares presentes en el mucílago del café produciendo acidez en la masa debido al crecimiento de levaduras y bacterias, determinando que dentro de un pH de 4.6 se puede finalizar la fermentación.

De igual manera en los diferentes tipos de fermentación se refleja que los sistemas aeróbicos y anaeróbicos producen el descenso del pH adicionando el tipo de fermentación B1 y B2 se usó levaduras que al activarse degrada el mucílago sin afectar la calidad del grano. Puerta, (2012) menciona que la variación del pH en el proceso de fermentación puede depender de la calidad del grano (grado de madurez, variedad, sanidad), la temperatura o sustratos utilizados en los tipos de fermentación, por tal razón la disminución del pH puede darse dentro de las primeras 20 horas. De tal manera se demuestra con ésta investigación que los diferentes tipos de fermentación influyen en el pH de las variedades.

3.3. SÓLIDOS SOLUBLES

Tabla 8. Análisis de varianza para la respuesta sólidos solubles.

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L	C.M	F	SIGNIFICADO
Variedad	1	1,18	11,89	*
Tipo de Fermentación	3	3,83	38,61	**
Error	3	0,1		
Total	7			

** Altamente significativo, * significativo, ns no significativo

En el análisis de varianza tabla 8 para la variable sólidos solubles al final de la fermentación, expresada en grados Brix, se observa significancia estadística para variedades, mientras que para los tipos de fermentación indica una alta significancia estadística con un coeficiente de variación de 27,58%.

Tabla 9. Distribución de medias en las variedades

Variedad	Medias	
Caturra	1,56	A
Típica	0,76	B

En la tabla 9 se observa la distribución de las medias para la variable sólidos solubles obtenidas al finalizar el proceso de fermentación, teniendo que la variedad Caturra obtuvo una media de 1.56 ° Brix, mientras la variedad Típica presenta una media de 0.76 °Brix, es importante considerar que a menor valor de ° Brix menos concentración de sólidos solubles encontramos en la muestra de café fermentado.

Tabla 10. Distribución de media para la respuesta sólidos solubles expresada en ° Brix, para tipos de fermentación.

Tipo de fermentación	Medias	
B4	3,22	A
B2	0,5	B
B3	0,44	B
B1	0,42	B

En la tabla 10 se presenta la distribución de las medias observadas para la variable sólidos solubles obtenidas al finalizar el proceso de fermentación, teniendo que B4 obtuvo una media de 3,22 ° Brix mientras que los Tipos de fermentación B2, B3 y B1 obtuvieron

valores de (0.5, 0.44, 0.42) respectivamente, considerados como los mejores tipos de fermentación en cuanto a estos últimos.

En la variable sólidos solubles se puede distinguir que la variedad Caturra presenta una mayor cantidad de °Brix que la variedad Típica lo cual posiblemente la razón principal se deba a los cambios en pH y temperatura transcurrido en las 21 horas de fermentación, de igual manera respecto a los tipos de fermentación se evidencia que en los sistemas sólidos no se observa una alta tasa de degradación de azúcares a diferencia de los sistemas líquidos, ya que la degradación de azúcares es más notorio en base a los valores registrados, de tal manera en el presente trabajo concordamos con el trabajo de Puerta, (2012) el cual indica que en la fermentación del grano sin agua la degradación de los azúcares es más lento, mientras que en las fermentaciones con agua los ° Brix descienden rápidamente.

3.4. Características organolépticas del café

En la tabla 11 a través de la calificación de un catador experto los resultados numéricos expresan que los tratamientos A2B2 (87.25) seguido del A2B3; A2B4 y A2B1 de la variedad Caturra son muy buena calidad, mientras que para la variedad Típica el tratamiento con más alto puntaje es A1B1 (86.25) seguido por el A1B2; A1B3 y A1B4.

En la variable análisis sensorial realizado por el catador Juan Proaño se obtiene resultados positivos en todos los tratamientos ya que tienen un puntaje superior a 80,00 luego de someterse a diferentes parámetros conocidos como características organolépticas, aun así, se destaca el tratamiento A2B2 correspondiente a la variedad Caturra, lo cual se deba a que los resultados encontrados en las variables como temperatura, pH y sólidos solubles durante la fermentación fueron los indicados para obtener una taza de calidad. Guambí, (2018) menciona que una taza de café de calidad debe cumplir ciertos parámetros como aroma o sabor, catalogándola como muy buena calidad, protocolos utilizados por la

Asociación de Cafés Especiales (SCA), los puntajes van a depender de las variedades y tipos de fermentación en un tiempo determinado como también lo menciona Puerta, (2015) en su estudio donde existen cambios al realizar diferentes tipos de fermentaciones en distintas horas, como se indica en la presente investigación.

Tabla 11. Calificación del análisis sensorial del café bajo diferentes variedades y tipos de fermentación.

Características organolépticas	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4	A2B1	A2B2	A2B3	A2B4
Fragancia/Aroma	8	7,5	7	7	8	8	7,5	7,5
Sabor	8	7,5	7,5	7,5	8	8	8,5	8,5
Residual	7,5	7	7	7	7,5	7,5	7,5	7,5
Acidez	7,5	7,5	7,25	7,25	8	8,25	8	8
Cuerpo	7,5	7,5	7,25	7,25	7,5	7,5	7,5	7,5
Uniformidad	10	10	10	10	10	10	10	10
Balance	10	10	10	10	10	10	10	10
Taza Limpia	10	10	10	10	10	10	10	10
Dulzor	10	10	10	10	10	10	10	10
Puntaje Catador	7,75	7,5	7	7	7,5	8	7,75	7,75
Puntaje Total	86,25	84,5	83	83	86,5	87,25	86,75	86,75

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Se determinó que la variedad Caturra presenta las mejores características en el proceso de fermentación, destacando, la temperatura, pH, sólidos solubles y pruebas organolépticas.

Se determinó que en el tipo de fermentación B1 y B2 que contiene levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) producen un efecto positivo durante el proceso de fermentación sin afectar la calidad de las dos variedades del grano de café.

Los tipos de fermentación influyeron directamente en la calidad del café, de tal manera se ha determinado a través del análisis sensorial que el T6 (A2B2) seguido del T1 (A1B1) presentan los mejores atributos en la calidad de la taza.

4.2. RECOMENDACIONES

Probar diferentes tipos fermentación en el café baba controlando factores externos como la temperatura ambiental, humedad y comparar si existe diferencia en el perfil de catación.

Probar el proceso de fermentación de café, utilizando diferentes especies de levaduras con el fin de obtener un producto de calidad.

5. MATERIALES DE REFERENCIA

5.1.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anacafé. (2016). Manual técnico para la producción de café robusta. USAID.
<https://www.anacafe.org/uploads/file/283f6fd107ef4ce38af855880c47c49d/Manual-Cafe-Robusta.pdf>
- Arcila et al. (2007). Sistema de producción de café en Colombia. Blamecolor.
https://www.cenicafe.org/es/publications/sistemas_de_produccion.pdf
- Banco Central del Ecuador. (2021). Evolución de la Balanza Comercial. [archivo PDF].
<https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorExterno/BalanzaPagos/balanzaComercial/ebc202106.pdf>
- Castro y Guerrero. (2016). Caracterización de los procesos tradicionales de fermentación de café en el departamento de Nariño. Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial. 17 (02). 75-83.
<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a09.pdf>
- Castillo et al. (2016). *Manual básico de buenas prácticas para el tostado de café*. Swisscontact.
<http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/06/ManualTuesteCafe.pdf>
- Cuchimba et al. (2018). Prácticas en la post cosecha del café y su influencia en las finanzas del caficultor. Crecer Empresarial, (02). 17-28.
<https://core.ac.uk/download/pdf/229710447.pdf>
- Duicela et al. (2016). Calidad Organoléptica del café (*Coffea arábica L.*) en las zonas centro surde la provincia de Manabí, Ecuador. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, (244), (15-34)
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_REEAP/Pdf_REEAP_r244_15_34.pdf

- Figueroa et al. (2015). La producción y el consumo del café. Ecorfan – España.
https://www.ecorfan.org/spain/libros/LIBRO_CAFE.pdf
- Fisac, R. (2014). El mundo del café. Rali.
https://www.academia.edu/32101248/EL_MUNDO_DEL_CAF%C3%89_RAMO_N_FISAC_PEDRAJAS_Doctor_Ingeniero_Agr%C3%B3nomo
- Fórumcafé. (2015). El tueste de café. [archivo PDF].
https://www.forumdelcafe.com/sites/default/files/biblioteca/f-37_tueste_de_cafe.pdf
- Fórumcafé. (2020). El café en Ecuador. [archivo PDF].
<https://static1.squarespace.com/static/5c88fb9ab2cf792069ddcb46/t/5e5e2c5ad10fed5651c4257a/1583230125755/CAFE+ECUADOR.pdf>
- GEODATOS. (2022). Coordenadas geográficas de Quito. Recuperado de:
<https://www.geodatos.net/coordenadas/ecuador/quito>
- Guamán et. al, (2019). Enraizantes Naturales en *Coffea canephora* var. *robusta* (L. Linden) A. Chev. Investigatio. (12), 93-102.
<http://dx.doi.org/10.31095/investigatio.2019.12.6>
- Guambi et al, (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 y postcosecha, 19 (2), 2 – 15.
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/813/81357541011/81357541011.pdf>
- Gutiérrez, J & Copete, H. (2009). Hacia la mejora del secado mecánico del café en Colombia. Tecnológicas, 1(23), 109-123.
<https://www.redalyc.org/pdf/3442/344234316007.pdf>
- Haile, M & Kang, W. 2019. The Harvest and Post-Harvest Management Practices' Impact on *Coffea* Quality.
https://www.researchgate.net/publication/337480591_The_Harvest_and_Post-Harvest_Management_Practices'_Impact_on_Coffee_Quality

- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). (2014). Café arábigo: *Coffea arabica*. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcafec/rcafea>
- Jiménez, E. (2014). Café 1 (*G. Coffea*). *Reduca (Biología)*. 7 (2). 113 – 132. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/27835/1/1757-2066-1-PB.pdf>
- Krishnan, S. (2017). Sustainable Coffee Production. ResearchGate, 2–34. DOI: 10.1093/acrefore/9780199389414.013.224
- Martínez, M. (2021). Efecto del uso de (*saccharomyces cerevisiae*) bajo condiciones fermentativas en la calidad de taza del café (*coffea arabica* l.) en el cantón del Loja. [Tesis Pregrado]. Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/23995>
- Martínez et al., (2020). Propuesta de implementación de invernadero de secado de café con cubierta parabólica y estructura modular adaptada. *Ingenius*, 1(24), 36-46 https://www.researchgate.net/publication/342617737_Propuesta_de_implantacion_de_invernadero_de_secado_de_cafe_con_cubierta_parabolica_y_estructura_modular_adaptada
- Oliveros et al., (2009). Controle la humedad del café en el secado solar, utilizando el método Gravimet. CENICAFE, 1-8. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/385/1/avt0387.pdf>
- Organización Internacional del Café. (2020). Historia del Café. https://www.ico.org/ES/coffee_storyc.asp
- Organización Internacional del Café. (2022). Informe del mercado del café. [archivo PDF]. <https://www.ico.org/documents/cy2021-22/cmr-0522-c.pdf>
- Ospina, M y Mejía, R. (1958). Manual del cafetero colombiano. CENICAFE, 474-478. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/831/15/15.%20Trilla.pdf>
- PDOT. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia de Nanegalito. https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1768121170001

[PDOT%20APROBADO%20GAD%20NANEGALITO%202015-2019_30-10-2015_23-59-09.pdf](#)

- Perfect Daily Grind. (2020). Guía para el secado de café. <https://perfectdailygrind.com/es/2020/11/30/guia-para-el-secado-de-cafe/>
- Pedrajas, R. (2014). El mundo del café. Rali. https://www.academia.edu/32101248/EL_MUNDO_DEL_CAF%C3%89_RAMO_N_FISAC_PEDRAJAS_Doctor_Ingeniero_Agr%C3%B3nomo
- Puerta, G. (2010). Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café. *Cenicafé*, 1 (402), 1-12. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/345/1/avt0402.pdf>
- Puerta, G. (2012). Factores, procesos, y controles en la fermentación del café. (422), 01-12. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0422.pdf>
- Puerta, G., Echeverry, J. (2015). Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad. (454), 01-11. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/558/1/avt0454.pdf>
- Ramos et al. (2010). Identificación y clasificación de frutos de café en tiempo real, a través de la medición de color. *Cenicafé*, 61(4), 315-326. <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc061%2804%29315-326.pdf>
- Sánchez et. al, (2020). Sector cafetero ecuatoriano. [archivo PDF]. <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/10/Analisis-del-sector-cafetero-ecuatoriano-final-tres.pdf>
- Soto, C. (2010). Guía para el beneficiado de café protegido bajo una indicación geográfica o denominación de origen. Guatemala <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/02/Guia-Tecnica-de-Beneficiado-1.pdf>
- Vásquez et al. (2020). Estudios sobre la calidad de café (*Coffea arabica*) en la calidad de filé, municipio tercer frente, Santiago de Cuba. *CIGET*. 1 (2), 66-81. <https://www.redalyc.org/journal/1813/181363909010/html/>

Velásquez et al. (2019). Guía de variedades de Café. Segunda edición. Anacafé 02-48.

<https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%ADa-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>

WCR (World Coffee Research). 2019. Las variedades de café arábica. Edición Portland.

<https://varieties.worldcoffeeresearch.org/content/3-releases/20191206-update-may-2019/las-variedades-del-cafe-arabica.pdf>

5.2. ANEXOS

A. Beneficio del café



Recolección del fruto de café



Despulpado del café



Medición de la temperatura y pH inicial



Medición de los °Brix al final



Sistema de fermentación abierto-cerrado



Fermentación final



Lavado del grano



Secado del grano con sus etiquetas



Recolección del grano pergamino



Trillado del grano pergamino



Grano verde con sus etiquetas

B. Tueste y catación del café en laboratorio.



Tueste del café



Café tostado junto con sus repeticiones



Café tostado de cada tratamiento



Café molido medio



Catador calificando el café seco



Catador calificando al momento de romper la taza



Catador al momento de calificar la solución
café



Tesista percibiendo los olores del



Tesista y catador

C. Formato de calificación de las características organolépticas



Specialty Coffee Association of America Coffee Cupping Form

Name: _____

Date: _____

Quality scale:			
6.00 - Good	7.00 - Very Good	8.00 - Excellent	9.00 - Outstanding
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Sample #	Roast Level or Intake	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Total Score
		Fragrance/Aroma	Flavor	Acidity	Body	Uniformity	Clean Cup	Overall		
		0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	
		Dry Qualities Break	Aftertaste	Intensity High Low	Level Heavy Thin	Balance	Sweetness	Defects (subtract)	Taint=2 # cups Intensity	
			0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	Fault=4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> = <input type="checkbox"/>	
Notes:										Final Score

Sample #	Roast Level or Intake	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Total Score
		Fragrance/Aroma	Flavor	Acidity	Body	Uniformity	Clean Cup	Overall		
		0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	
		Dry Qualities Break	Aftertaste	Intensity High Low	Level Heavy Thin	Balance	Sweetness	Defects (subtract)	Taint=2 # cups Intensity	
			0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	Fault=4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> = <input type="checkbox"/>	
Notes:										Final Score

Sample #	Roast Level or Intake	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Score: _____	Total Score
		Fragrance/Aroma	Flavor	Acidity	Body	Uniformity	Clean Cup	Overall		
		0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	
		Dry Qualities Break	Aftertaste	Intensity High Low	Level Heavy Thin	Balance	Sweetness	Defects (subtract)	Taint=2 # cups Intensity	
			0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	0 7 8 9 10	Fault=4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> = <input type="checkbox"/>	
Notes:										Final Score

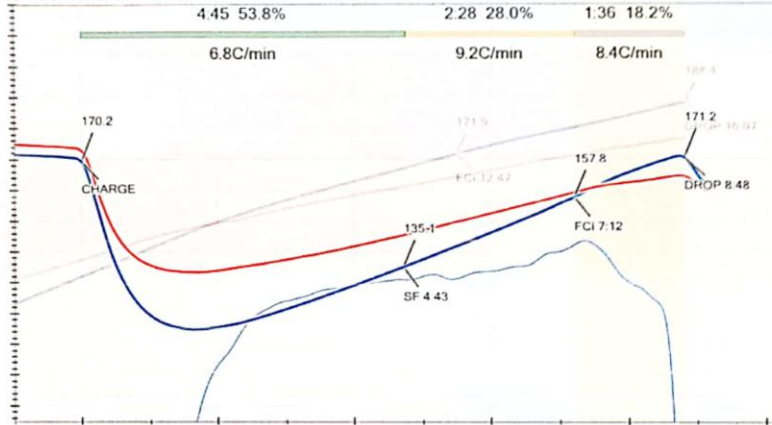
D. Análisis sensorial de los tratamientos de café.



Tratamiento 1

FICHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA			
FECHA DE COSECHA		FINCA	
HUMEDAD		PROPIETARIO	
VARIEDAD		ALTURA	
PROCESO		PESO	1000g a 843g
Fragancia floral, fruto de hueso, naranja, panela, chocolate. Acidez principalmente cítrica pero compleja, sabor dulce y frutal. Residual corto pero agradable. Cuerpo medio ligero.			

Perfil de tueste



Fragancia/Aroma	8
Sabor	8
Residual	7,5
Acidez	7,5
Cuerpo	7,5
Uniformidad	10
Balance	10
Taza Limpia	10
Dulzor	10
Puntaje Catador	7,75
Total	86,25

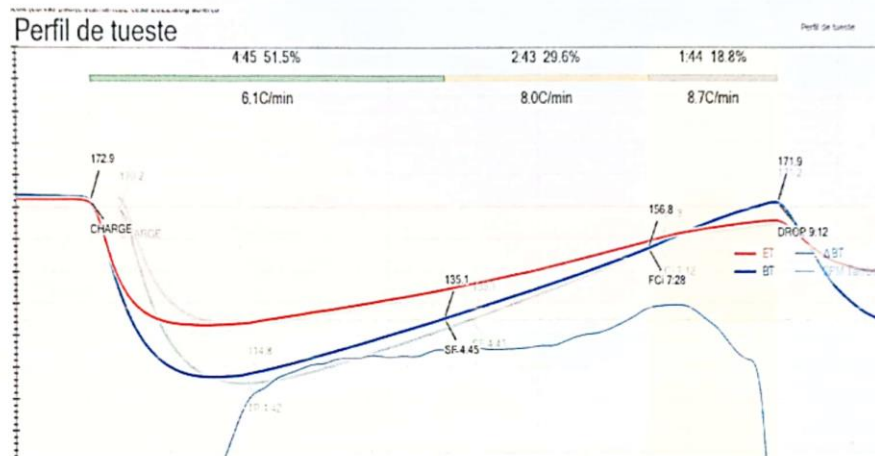
Tratamiento 1



Tratamiento 2

FICHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA			
FECHA DE COSECHA		FINCA	
HUMEDAD		PROPIETARIO	
VARIEDAD		ALTURA	
PROCESO		PESO	1000g a 855g

Su mejor atributo es el dulzor de panela presenta un perfil clásico cítrico, y chocolate ligera presencia frutos secos. Cuerpo ligero y post gusto ligero y agradable.



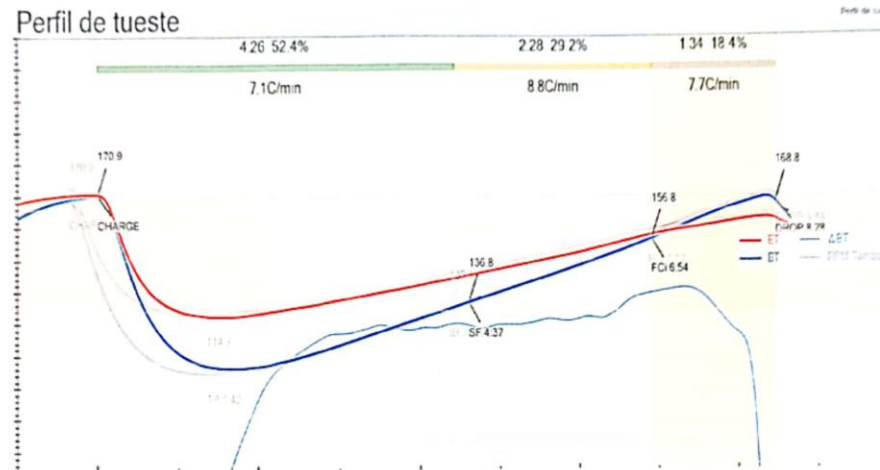
Fragancia/Aroma	7,5
Sabor	7,5
Residual	7
Acidez	7,5
Cuerpo	7,5
Uniformidad	10
Balance	10
Taza Limpia	10
Dulzor	10
Puntaje Catador	7,5
Total	84,5



Tratamiento 4

FICHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA			
FECHA DE COSECHA		FINCA	
HUMEDAD		PROPIETARIO	
VARIEDAD		ALTURA	
PROCESO		PESO	1000g a 847g
Citrico, panela, chocolate, amargo muy agradable en el post gusto, cuerpo ligero.			

Perfil de tueste



Fragancia/Aroma	7
Sabor	7,5
Residual	7
Acidez	7,25
Cuerpo	7,25
Uniformidad	10
Balance	10
Taza Limpia	10
Dulzor	10
Puntaje Catador	7
Total	83

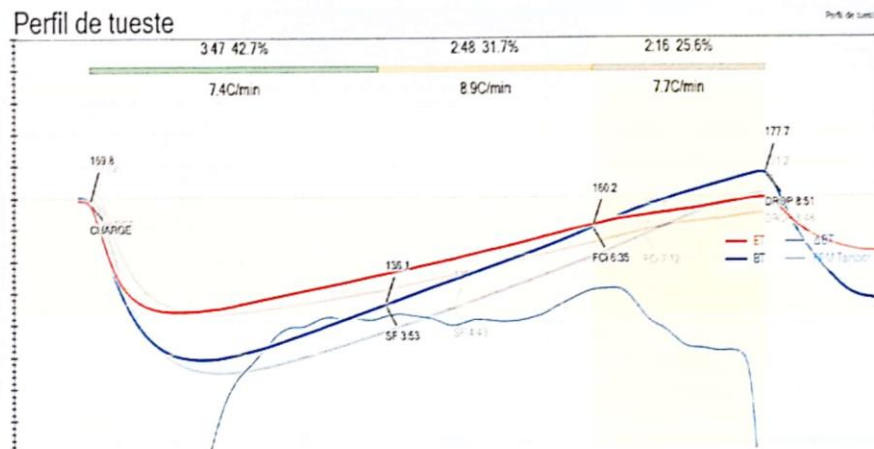
Tratamiento 4




Tratamiento 5

FICHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA			
FECHA DE COSECHA		FINCA	
HUMEDAD		PROPIETARIO	
VARIEDAD		ALTURA	
PROCESO		PESO	1000g a 848g
Durazno, floral, vainilla, frutos de hueso, chocolate, panela, canela. Acidez compleja tartárica y fosfórica, cuerpo medio, post gusto ligero y agradable.			

Perfil de tueste

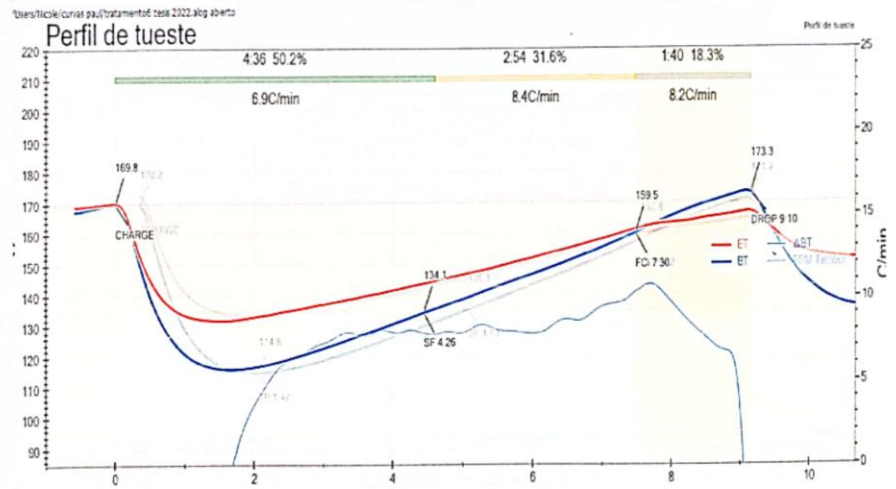


Fragancia/Aroma	8
Sabor	8
Residual	7,5
Acidez	8
Cuerpo	7,5
Uniformidad	10
Balance	10
Taza Limpia	10
Dulzor	10
Puntaje Catador	7,5
Total	86,5



Tratamiento 6

FICHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA			
FECHA DE COSECHA		FINCA	
HUMEDAD		PROPIETARIO	
VARIEDAD		ALTURA	
PROCESO		PESO	1000g a 847g
Durazno, floral, vainilla, frutos de hueso, chocolate, panela, canela muy especiado. Acidez compleja y limpia tartárica y fosfórica, cuerpo medio, post gusto ligero y agradable.			

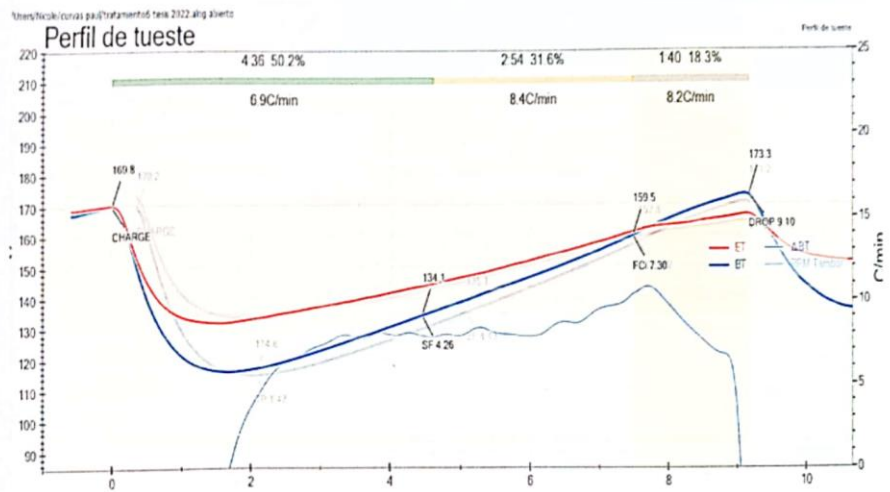


Fragancia/Aroma	8
Sabor	8
Residual	7,5
Acidez	8,25
Cuerpo	7,5
Uniformidad	10
Balance	10
Taza Limpia	10
Dulzor	10
Puntaje Catador	8
Total	87,25




Tratamiento 7

FICHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA			
FECHA DE COSECHA		FINCA	
HUMEDAD		PROPIETARIO	
VARIEDAD		ALTURA	
PROCESO		PESO	1000g a 847g
Vainilla, especiado, floral, chocolate, panela, canela muy dulce. Acidez compleja y limpia tartárica y fosfórica, cuerpo medio, post gusto ligero y agradable.			



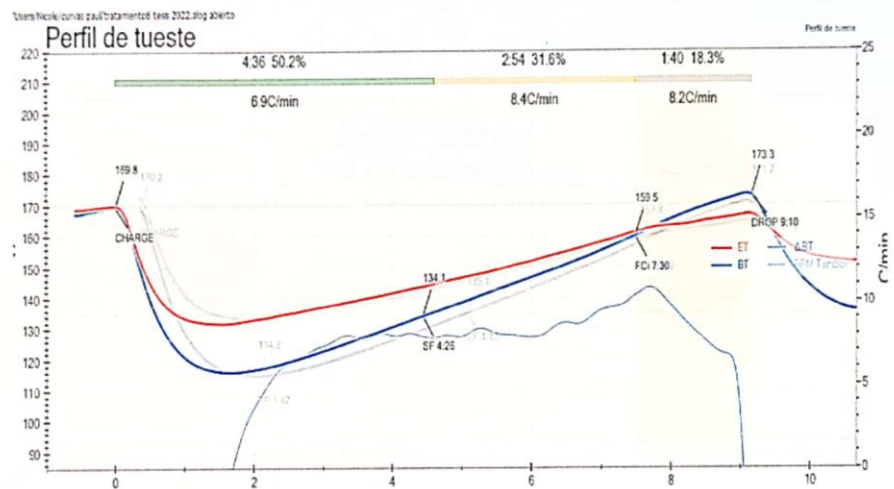
Fragancia/Aroma	7,5
Sabor	8,5
Residual	7,5
Acidez	8
Cuerpo	7,5
Uniformidad	10
Balance	10
Taza Limpia	10
Dulzor	10
Puntaje Catador	7,75
Total	86,75



[Firma manuscrita]

Tratamiento 8

FICHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA			
FECHA DE COSECHA		FINCA	
HUMEDAD		PROPIETARIO	
VARIEDAD		ALTURA	
PROCESO		PESO	1000g a 850g
Vainilla, especiado, floral, chocolate, panela, canela muy dulce. Acidez compleja y limpia tartárica y fosfórica, cuerpo medio, post gusto ligero y agradable.			



Fragancia/Aroma	7,5
Sabor	8,5
Residual	7,5
Acidez	8
Cuerpo	7,5
Uniformidad	10
Balance	10
Taza Limpia	10
Dulzor	10
Puntaje Catador	7,75
Total	86,75



Muestras catadas a ciegas con protocolo SCA. Por Juan Amílcar Proaño catador y tostador La Burlería



TEMPERATURA

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T. FINAL	24	0,29	0,14	1,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,94	4	0,23	1,94	0,1452
VARIEDAD	0,81	1	0,81	6,69	0,0181
TIPO FERMENTACIÓN	0,13	3	0,04	0,35	0,7861
Error	2,29	19	0,12		
Total	3,23	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,29665

Error: 0,1205 gl: 19

VARIEDAD Medias n E.E.

Caturra 19,81 12 0,10 A

Típica 19,44 12 0,10 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,56360

Error: 0,1205 gl: 19

TIPO FERMENTACIÓN Medias n E.E.

B1 19,68 6 0,14 A

B3 19,67 6 0,14 A

B2 19,65 6 0,14 A

B4 19,50 6 0,14 A

Medias con una letra común

PH

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PH Final	24	0,88	0,85	3,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,49	4	0,62	33,29	<0,0001
VARIEDAD	0,17	1	0,17	8,81	0,0079
TIPO FERMENTACIÓN	2,33	3	0,78	41,44	<0,0001
Error	0,36	19	0,02		
Total	2,85	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11696

Error: 0,0187 gl: 19

VARIEDAD Medias n E.E.

Típica 4,07 12 0,04 A

Caturra 4,23 12 0,04 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22221

Error: 0,0187 gl: 19

TIPO FERMENTACIÓN	Medias	n	E.E.	
B4	3,63	6	0,06	A
B3	4,18	6	0,06	B
B2	4,38	6	0,06	B C
B1	4,41	6	0,06	C

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

SÓLIDOS SOLUBLES

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
° Brix	8	0,98	0,95	27,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12,65	4	3,16	31,93	0,0086
Variedad	1,18	1	1,18	11,89	0,0410
Tipo fermentación	11,48	3	3,83	38,61	0,0068
Error	0,30	3	0,10		
Total	12,95	7			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70833

Error: 0,0991 gl: 3

Variedad	Medias	n	E.E.	
Caturra	1,53	4	0,16	A
Típica	0,76	4	0,16	B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,51897

Error: 0,0991 gl: 3

Tipo fermentación	Medias	n	E.E.	
4	3,22	2	0,22	A
2	0,50	2	0,22	B
3	0,44	2	0,22	B
1	0,42	2	0,22	B

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