

**Estructuración de protocolo del beneficio del café, para pequeñas fincas cafeteras
colombianas que contribuye a la mejora de la calidad sensorial del café**

Ceneida Quiceno Agudelo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA
Dosquebradas, Risaralda
Diciembre 03 de 2021

**Estructuración de protocolo del beneficio del café, para pequeñas fincas cafeteras
colombianas que contribuye a la mejora de la calidad sensorial del café**

Ceneida Quiceno Agudelo

Trabajo de Grado Para Optar al Título de Agrónomo

Asesor

Manuel Francisco Polanco Puerta

Ingeniero Agrónomo. Esp. MSc. PhD.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA
Dosquebradas, Risaralda
Diciembre 03 de 2021

Nota de aceptación

Director de tesis

Jurado

Jurado

Dedicatoria

A mi esposo Virgilio Quiceno y a mi hijo Santiago Quiceno que con su paciencia y amor me dieron fortaleza para seguir adelante a ellos dos dedico mis logros y comparto mi felicidad.

A Dios, por darme la salud y sabiduría para enfrentar cada reto de la vida.

A todas las familias del campo que con su sudor y perseverancia al logrado que la agricultura de Colombia sea reconocida en todo el mundo.

A todos los docentes y la parte administrativa de la Universidad UNAD que fueron nuestro apoyo, cada uno de ellos hizo su aporte para que mi sueño de ser agrónoma se volviera realidad.

Agradecimientos

Quiero manifestar mis más sinceros agradecimientos a cada una de las personas que participaron en mi proceso formativo.

A Dios que permitió llevar a cabo mi formación profesional, me dio la valentía, salud, capacidad y puso en mi camino a las personas que me brindaron su apoyo.

A mi linda familia que siempre sentí su apoyo incondicional en los momentos difíciles y en los momentos de alegría.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y sus tutores que con dedicación y conocimiento fortalecieron mis conocimientos para la formación profesional.

Al docente y asesor de tesis Manuel Francisco Polanco, que con su enorme conocimiento me supo orientar y dar claridad en la construcción final del proyecto.

Y por último y no siendo la menos importante a la Caficultora Gabriela García Montes que Dios tenga en su gloria; Ella me brindó la oportunidad de realizar el proyecto en su finca junto con la ayuda de su mano derecha Carmelita Llanos. Doña Gabriela este proyecto está elaborado en su memoria.

Resumen

La denominación de cafés suaves lavados para el origen Colombia, es debido a que se retira el mucilago del grano de café antes del secado, la miel se degrada en el proceso que conocemos como fermentación. Es por esta razón, que la fermentación se convierte en una unidad de análisis importante en la diferenciación de la calidad, dado que su falta de control puede llevar a originar defectos en taza. Se evalúa para la finca La Catalia, en la vereda Puerto Espejo del municipio de Armenia, con un área en café de 1,25 has, con la variedad Castillo resistente a la roya del Café y ubicada a una altura promedio de 1.237 m.s.n.m, temperatura de 22,4°C y una precipitación promedio anual 2.245 mm, su producción de café se concentra en un 60% en el segundo semestre del año.

Se realiza el análisis comparativo de los tres (3) tiempos de fermentación aeróbica en un café lavado para determinar su calidad sensorial y determinar el protocolo de postcosecha ajustado al tiempo de fermentación con mejores características en taza, igualmente se analizó el efecto de los cambios de temperatura y la humedad relativa sobre el proceso de fermentación del café. El método utilizado para realizar el análisis de calidad en taza es bajo el protocolo SCA (Asociación Americana de Cafés Especiales). El mejor resultado fue bajo la fermentación de 28,7 horas obteniendo la mejor calidad de taza; lo cual resalta las características sensoriales y los atributos del café de la finca la Catalia.

Palabras clave: Café, Beneficio, Buenas Prácticas, Fermentación Aeróbica, Perfil Sensorial, Calidad

Abstract

The denomination of soft-washed coffees of Colombian origin is due to the fact that the mucilage of the coffee bean is removed before drying, the honey degrades in the process that we know as fermentation. It is for this reason that fermentation becomes an important unit of analysis in quality differentiation, given that its lack of control can lead to cup defects. It is evaluated for the La Catalia farm, in the village of Puerto Espejo in the municipality of Armenia, with a coffee area of 1.25 hectares, with the Castillo variety resistant to coffee rust and located at an average height of 1,237 m.a.s.l., the temperature of 22.4°C and an average annual rainfall of 2,245 mm, its coffee production is concentrated by 60% in the second half of the year.

The comparative analysis of the three (3) aerobic fermentation times in a washed coffee is carried out to determine its sensory quality and to determine the postharvest protocol adjusted to the fermentation time with better characteristics in the cup, as well as the effect of changes in temperature and relative humidity on the coffee fermentation process. The method used to perform the cup quality analysis is under the SCA (American Specialty Coffee Association) protocol. The best result was fermented for 28.7 hours, obtaining the best cup quality; which highlights the sensory characteristics and attributes of the coffee from the Catalia farm.

Keywords: Coffee, Benefit, Good Practices, Aerobic Fermentation, Sensory Profile, Quality

Tabla de Contenido

Lista de Tablas	11
Lista de Figuras	12
Lista de anexos	13
Introducción	14
Planteamiento del Problema.....	15
Descripción del Problema	15
Formulación del Problema	15
Justificación	16
Objetivos.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos.....	18
Marco Teórico	19
El Beneficio del Café:	19
Aseguramiento de la Calidad en el Beneficio del Café:	20
Fermentación del Café:	21
Control de las Fermentaciones:	22
Calidad Sensorial y Perfilación del Café:	23
Marco Contextual	25
Materiales y Método	27

Macro Localización.....	27
Micro Localización	27
Manejo Agronómico del Cultivo y sus Características.....	29
Materiales	31
Manejo Postcosecha.....	32
Análisis Sensorial Previo a la Nueva Aplicación del Protocolo en el Proceso de Beneficio de la Finca La Catalia	32
Procedimiento para la Toma de las 3 Muestra del Café Cereza Aplicando el Protocolo de las Buenas Prácticas en Postcosecha.....	34
Tratamientos	35
Variables Medibles	36
Procesamientos de las Muestras de Café en el Laboratorio Azahar (centro de catación de calidad).....	37
Diseño Experimental.....	40
Resultados y Discusión.....	42
Estructuración de protocolo de manejo del café en las fincas pequeñas, para mejorar la calidad de tasa del café	42
Tiempo de fermentación aeróbica, para obtener las mejores características sensoriales que puedan diferenciar los atributos en la taza del café en la finca La catalia	45
Análisis de Correlación y de Regresión	48

Resultado Análisis Físico	51
Proceso de Catación de las Muestras de Café de la Finca la Catalia y Resultados del Análisis Sensorial	54
Conclusiones	61
Recomendaciones	62
Referencia Bibliográfica	63
Anexos.....	66

Lista de Tablas

Tabla 1 Características Agroecológicas de la Zona de Estudio	28
Tabla 2 Características del Cultivo del Café Sembrado en la Finca “La Catalia”	29
Tabla 3 Manejo Agronómico del Sistema Productivo del Cultivo de Café	30
Tabla 4 Resultado Análisis Sensorial de la Prueba de Tasa Previa al Establecimiento del Protocolo del café de la Finca La Catalia	33
Tabla 5 Preparación de la Mesa Para Catación de las Muestras de Café de la Finca La Catalia	39
Tabla 6 Descripción de los Tratamientos de la Fermentación del Café de la Finca La Catalia	40
Tabla 7 Resultados de los Tiempos de Fermentación de las Muestras de Café de la Finca La Catalia.....	45
Tabla 8 Análisis de Varianza de los Datos de pH de las Muestras de Café de la Finca La Catalia Sometidos a Fermentación a Diferentes Horas.....	46
Tabla 9 Prueba de Promedios Tukey de los Tratamientos de las Muestras de Café de la Finca La Catalia.....	47
Tabla 10 Análisis de Correlación.....	49
Tabla 11 Defectos Físicos de la Almendra del Café de la Finca La Catalia	52
Tabla 12 Perfil de Taza y Escala de Puntuación de 1 a 10 Para Cada uno de los Atributos de las Muestras de Café de la Finca la Catalia	55
Tabla 13 Puntaje Promedio del Análisis Sensoria por Catador de los 36 Tratamientos.....	56
Tabla 14 Puntuación Final del Análisis Sensorial	56
Tabla 15 Descripción de las Características Sensoriales.....	59

Lista de Figuras

Figura 1	Mapa de Colombia con la Ubicación de la Zona de Estudio.....	27
Figura 2	Proceso de Postcosecha del café Tradicional en la Finca la Catalia	32
Figura 3	Estructuración del Proceso del Beneficio del Café para la Finca La Catalia	34
Figura 4	Imágenes del Proceso de la Toma de los Datos en los Tratamientos en la Finca la Catalia.....	36
Figura 5	Variable del pH vs Horas de Fermentación de las Muestras de Café de la Finca La Catalia.....	37
Figura 6	Estructuración del Protocolo en el Beneficio del Café de la finca la Catalia	43
Figura 7	Imágenes del Proceso Postcosecha en la Finca La Catalia.....	44
Figura 8	Promedio Horas de Fermentación en Relación con el pH de la Masa de Café de la Finca la Catalia	48
Figura 9	Temperatura Ambiente en Relación con el pH de la Masa	50
Figura 10	Relación entre pH de la Masa y la Humedad Relativa.	51
Figura 11	Defectos Físicos del Primer Grupo	53
Figura 12	Defectos Físicos del Segundo Grupo	53
Figura 13	Imágenes del Proceso de Catación de las Muestras de Café de la Finca la Catalia.....	54
Figura 14	Resultado del Análisis Sensorial.....	57
Figura 15	Comparación de la Calificación de los Tres Catadores.....	58
Figura 16	Análisis Sensorial y su Relación con la Variable de pH de la Masa.....	60

Lista de anexos

Anexo A, Fermaestro, herramienta para medir el punto exacto del lavado del café	66
Anexo B, Prueba de taza, de la muestra de café pergamino seco previo a la implementación de la resultado estructuración del protocolo en beneficio	67
Anexo C, Variables: Medición 1	68
Anexo D, Variables: Medición 2	68
Anexo E, Variables: Medición 3.....	68

Introducción

El café fue, es y seguirá siendo uno de los productos del campo más reconocidos a nivel mundial. Colombia se destaca entre los países productores de café por tener una de las mejores tazas de café, por su calidad y sostenibilidad.

Su expansión como producto básico, su producción y postcosecha, su comercialización y su consumo juegan un papel muy importante dentro de la economía de la agricultura de nuestro país.

La calidad del café está determinada genéticamente e influenciada por muchos factores, como las condiciones del cultivo, el clima, el suelo, el manejo fitosanitario y las prácticas agronómicas en general, y de una manera especial los procesos de cosecha y beneficio.

La falta de control de los procesos de postcosecha (recolección y beneficio), pueden hacer perder al caficultor todo el esfuerzo puesto durante la etapa de establecimiento y desarrollo del cultivo, como consecuencia se obtendrá una calidad en taza no deseable ante un consumidor.

Para obtener una buena calidad y ser sostenible se cuenta con varias herramientas y medidas que pueden finalmente lograr el beneficio para el caficultor. La calidad de todo producto se mide por el grado en que éste satisface las necesidades del consumidor y cumple con las características esperadas. La calidad, distinguible y consistente, ofrece al caficultor una oportunidad de mejoramiento en sus ingresos económicos.

Planteamiento del Problema

Descripción del Problema

Uno de los limitantes en la diferenciación de la calidad a nivel de la finca cafetera, es la poca consistencia en la obtención de cafés con altos atributos organolépticos, teniendo en cuenta las deficiencias que se pueden tener en la implementación de los métodos postcosecha y la falta de implementación de controles en los procesos de beneficio del grano, generando riesgos en la inocuidad y la ocurrencia de defectos que afecten directamente la calidad sensorial del café, repercutiendo directamente en el acceso a esquemas de generación de valor agregado y el fortalecimiento competitivo en la comercialización de cafés especiales. El Comité de Cafeteros del Quindío, a través del Centro de Análisis y Catación “El Agrado”, en su ejercicio del seguimiento y evaluación de la calidad del café en el departamento, durante los años 2018 y 2019 ha encontrado cuestionamientos en tazas del 31 y 44% respectivamente en las muestras de café pergamino suministradas por los caficultores. Para el caso de Armenia, ha habido una ocurrencia del 30% y 42% entre los años mencionados anteriormente, representados en altos porcentajes de defectos como el fermento, vinagre y stinker (grado de fermento más alto), indicando que a nivel de cada finca se están incurriendo en problemas asociados principalmente a la postcosecha y más precisamente a la etapa de fermentación aeróbica, que es implementada en el 73,6% de las empresas cafeteras del municipio, según el informe de tipificaciones de beneficiaderos del Sistema de Información Cafetera (SICA 2019)

Formulación del Problema

¿Cuál es la relación que existe entre la calidad sensorial del café y el tiempo de la fermentación aeróbica de un café suave lavado, ajustado a las particularidades de las pequeñas fincas cafeteras colombianas?

Justificación

La dinámica actual de los cafés especiales ha llevado a identificar una oportunidad de mercado favorable para aquellas fincas que desean, a través del valor agregado, mejorar la rentabilidad de la actividad cafetera tradicional. El concepto de calidad, implica que el producto que se ofrece tenga una serie de características que cumple con los requisitos de un consumidor y/o comprador, llevando al caficultor emprendedor explorar a esas alternativas que logren diferenciar su producto para fidelizar a un cliente, cada vez más exigente pero dispuesto a reconocer mejor precio.

Esto lleva, a que, desde el nivel del sistema productivo y los procesos de cosecha y postcosecha en cada finca, se deba realizar las prácticas que garanticen y aseguren la calidad. En este caso, el efecto de la calidad se quiere medir tomando como referencia la fermentación aeróbica del café dentro de un proceso de beneficio del grano donde se pueda garantizar consistencia y trazabilidad, debemos entender que cada proceso es subsecuente y este puede tener repercusiones finales en la calidad del producto.

La fermentación como proceso, ha sido aplicada por la mayoría de los caficultores mediante técnicas empíricas y muchas veces subjetivas, transmitidas culturalmente en la concepción de lavar el café antes de llevarlo al secado, desconociendo las distintas relaciones de las variables que afectan esta remoción de mucilago en el tanque. Según Peñuela (2010), esta transmisión puede haber alterado la forma como debemos entender el proceso, ya que fermentaciones prolongadas o incompletas, pueden producir defectos que pueden ocasionar el rechazo del lote que contenga estos granos. Precisamente, es en el conocimiento de estas relaciones, como un caficultor puede conducir a modificar procesos para diferenciar la calidad en taza del café. Puerta, G. (2015), menciona: "...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”, razón por la cual, cada vez es más necesario el conocimiento y control de los procesos para acentuar esas características de calidad con la que deseamos comercializar el café.

Con el desarrollo experimental aplicado sobre las particularidades de la finca cafetera La Catalia, en la vereda Puerto Espejo del municipio de Armenia, se busca aportar a la estrategia de las pequeñas fincas en diferenciar su café sobre la base de la calidad y para ello, se propone evaluar el efecto del tiempo de fermentación en la generación de atributos diferenciales para un café de tipo especial, a través de la estandarización de procesos en la actividad de postcosecha con el fin de implementar un protocolo en esta etapa del proceso del café.

Objetivos

Objetivo General

Contribuir al conocimiento del beneficio del café, que permita tener un protocolo del proceso de fermentación aeróbica, que mejore la calidad sensorial del café producido en pequeñas fincas cafeteras colombianas.

Objetivos Específicos

Estructurar un protocolo de manejo postcosecha del café, sobre la base de las prácticas que aseguren la calidad de la materia prima y trazabilidad de los procesos.

Establecer el tiempo de fermentación aeróbica, que permite obtener las mejores características sensoriales que puedan diferenciar los atributos en la taza del café.

Marco Teórico

La zona cafetera colombiana, se encuentra ubicada en territorios, cuyas distribuciones de precipitación y brillo solar, han permitido el establecimiento de este cultivo que actualmente beneficia a 560.000 familias caficultoras en el país. La diversidad de condiciones agroecológicas y la respuesta fenológica de las variedades de café, ha potencializado la productividad, pero también ha venido dando a conocer las potencialidades del café alrededor de la calidad como elemento diferenciador. En ambas, interactúan variables espaciales y temporales que explican en gran medida las diferencias en los sistemas de producción regionales. Según el SICA (Sistema de información cafetera), la estructura cafetera del municipio de Armenia, la conforman 1614 hectáreas ubicados entre los 1149 y los 1623 m s.n.m, con un 68,8% en variedades resistentes a la roya y un 95% del parque cafetero como tecnificado joven, posibilitando desarrollar estrategias de transferencia de tecnologías que posibiliten de acuerdo a la oferta agroecológica, una interesante diferenciación de la calidad del café.

El Beneficio del Café:

Roa, G. y Oliveros, C., (1999), definen como beneficio ecológico, vía húmeda, al conjunto de operaciones que se realizan para transformar el café cereza en café pergamino seco, conservando su calidad, cumpliendo con las normas de comercialización, evitando pérdidas de café, eliminando procesos innecesarios, aprovechando los subproductos, para representar el mayor ingreso económico para el caficultor y produciendo la mínima alteración del agua estrictamente necesaria para el beneficio. Pero la complementa Puerta, G. (2000) donde especifica que el beneficio busca desagregar las partes del fruto con el fin de conservar su calidad física, organoléptica y sanitaria.

El beneficio por vía húmeda, como su nombre lo indica, utiliza agua en las diferentes

etapas que lo componen, con el fin de retirar las diferentes estructuras constitutivas del fruto. Incluye la etapa de clasificación en fruto, despulpado para retirar el exocarpio (cáscara o pulpa), el desmucilaginado que puede ser llevado a cabo por medios mecánicos o naturales (fermentación) para retirar el mucilago o mesocarpio y el lavado posterior. Una vez es secado el café y retirado el pergamino a través del trillado, se denomina comercialmente “café lavado”.

El café obtenido por este método es mejor valorado por el mercado, ya que se considera de mejor calidad por ser más homogéneo y con menor número de granos defectuosos que el café obtenido por el proceso vía seca.

Aseguramiento de la Calidad en el Beneficio del Café:

El beneficio del café es un proceso por etapas subsecuentes, en un orden o secuencia que busca garantizar la trazabilidad y calidad final del producto. Puerta (2006), define como aseguramiento de la calidad, las acciones planificadas, preventivas y sistemáticas que se toman a través de los procesos de producción, beneficio, almacenamiento, trilla y transporte que permitan garantizar la calidad del café, según especificaciones establecidas para el producto.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, a través de Cenicafé, ha desarrollado distintas investigaciones tendientes a la generación de nuevos conocimientos, procedimientos y tecnologías que puedan soportar las buenas prácticas que aseguren la calidad del café. En el 2018, surge el programa denominado “Mas Agronomía Mas Productividad” con énfasis en mejorar atributos agronómicos como la producción y la conservación de las características físicas del grano y calidad sensorial, sobre la diversidad genética de las variedades de café. En el 2020, a la estrategia se le suma la calidad, con el programa “Mas Agronomía Mas Productividad Mas Calidad”, donde a través de la investigación científica se soporta unos mínimos innegociables para el aseguramiento de la calidad en la cosecha y postcosecha del café y que se resumen en 7

prácticas:

1. Asegurar la calidad del café en la recolección.
2. Procesar separadamente cada tanda de café.
3. Retirar frutos y granos de inferior calidad.
4. Mantener limpios y calibrados los equipos.
5. Monitorear y controlar la fermentación.
6. Retirar completamente el mucilago.
7. Y obtener café pergamino seco con humedad entre el 10 al 12%.

Un café suave lavado con un esquema de aseguramiento como se propone, tendrá mayor factibilidad de poder generar características de calidad diferenciables, sin riesgos en la inocuidad y un perfil de taza característico del Café de Colombia. Puerta (2015) menciona: “Cuando un grano o bebida presenta las cualidades propias y esperadas del producto, es de calidad. Por el contrario, cuando no las alcanza se producen defectos en el grano que, en el lenguaje de calidad de alimentos hace referencia a desviaciones y al producto no conforme”.

Fermentación del Café:

Las fermentaciones son procesos metabólicos de las levaduras y de bacterias que transforman compuestos químicos orgánicos, principalmente azúcares, en otras sustancias orgánicas más simples como el etanol y algunos ácidos orgánicos. Los procesos de fermentación han sido usados por el hombre miles de años, con el fin de preservar los alimentos y para producir bebidas y comestibles con sabores, texturas y aromas específicos, como el yogur, quesos, kumis, chocolate, cerveza, vinos panes y encurtidos. En los últimos siglos, mediante las fermentaciones se han desarrollado diversos antibióticos, medicamentos, ácidos y combustibles, entre otros productos industriales (Puerta, 2012).

La separación del mucilago del grano de café es necesaria en el beneficio húmedo, para facilitar el secado del grano y producir bebidas suaves, además, es crítica para la calidad del grano y de la bebida, debido a que cualquier defecto que se ocasione por falta de control es un daño irreversible, que no se puede modificar en los procesos siguientes del beneficio, ni en la preparación de la bebida. Los defectos más comunes que se originan por fermentaciones no controladas son los granos vinagres, manchados y decolorados, y los aromas y sabores agrios, a cebolla, a sucio, rancio y el conocido nauseabundo o stinker (Puerta 2001; Puerta 2015).

Peña (2013), indica que el procesamiento primario realizado directamente en las fincas cafeteras, en la que se incluye la fermentación, de no ser realizada de manera adecuada puede generar defectos expresados en taza. Cita que las fermentaciones se realizan comúnmente en tanques tina durante 18 a 24 horas, durante este periodo y en función de los microorganismos presentes y enzimas naturales, se dan en el café baba procesos de fermentación alcohólica y fermentación láctica, generación de energía y cambios en la temperatura y evaporación del agua presente en la masa de grano.

Control de las Fermentaciones:

Sobre el impacto positivo de la fermentación sobre la calidad, Puerta (2015) concluye en uno de sus estudios que, por medio del control de las condiciones de la fermentación del café, se puede mejorar la consistencia en la calidad de la bebida ya que, a nivel del origen en este caso la finca, se pueden producir diversos cafés diferenciados y de buena calidad variando temperaturas, sistemas y tiempos de fermentación.

Como herramienta de control para los caficultores del país, Cenicafe desarrollo un método para determinar objetivamente el punto de lavado del café en fermentación (Fermaestro), basado en la relación entre el cambio de volumen de la masa de café y el porcentaje de remoción

de mucílago (Peñuela, 2013). Este desarrollo es el resultado de un proceso de diseño, selección y evaluación de un dispositivo en forma de cono truncado perforado, dentro del cual se deposita una muestra de café despulpado de 500 cm³, proveniente de la masa de café que inicia la fermentación, el dispositivo se cierra y se coloca en el interior de la masa apoyado sobre la base, de forma que se vea su ubicación dentro del tanque. Cuando el café se encuentra listo para ser lavado, debe observarse en la parte aguda del dispositivo un espacio vacío de 85 mm, que coincide con la primera marca del dispositivo y corresponde al mucílago degradado y drenado a través de las perforaciones. Cuando el café está en este estado tiene una remoción de mucílago mayor al 95%, suficiente para iniciar el lavado de forma segura. (Anexo A)

Calidad Sensorial y Perfilación del Café:

La calidad del café es el resultado de la interacción de diferentes procesos con diferentes niveles de complejidad, requiere de realizar un sinnúmero de actividades en cada proceso del sistema de producción y transformación y de su control y nivel de eficiencia, se podrá asegurar la calidad final del producto. La calidad del café se evalúa a través del análisis físico en granos de café verde, con el fin de detectar granos defectuosos generados en el cultivo o en el proceso. También a través de la evaluación de atributos en la bebida después del tostado de los granos y la preparación. El análisis sensorial es definido como un método científico que evoca, mide, analiza e interpreta las respuestas de los productos percibidas a través de los sentidos.

Puerta, G. (2009), define catación de café como el método en donde se puede conocer el aroma, el sabor y la sanidad del café, donde también se puede denominar como evaluación sensorial de la calidad del café y prueba de taza. La misma autora (2011), establece las relaciones entre los compuestos orgánicos del café y los sabores y olores de la bebida, definiendo que un café es sano e inocuo, cuando tiene aromas y sabores agradables en una composición química

natural, que se preservan en la bebida dada su relación con las prácticas agrícolas, de manufactura y almacenamiento a la que fue sometido el grano.

El cuestionamiento de la calidad del café se realiza sobre la base de la presencia en taza de defectos que se pueden detectar física o sensorialmente. Peñuela (2010), señala una fermentación incompleta como aquella en donde el mucilago queda adherido al grano sin que se hubiese eliminado a través del lavado y esta continua su fermentación; y un café sobre fermentado como un proceso de fermentación prolongado que pueden producir defectos en taza como vinagres, fermentos, rancio o stinker.

Marco Contextual

En un trabajo realizado por Nataly Peña Gómez, Oscar Barrera Bermeo y Nelson Gutiérrez Guzmán, en la universidad Surcolombiana, donde se investigó sobre “Efectos del tiempo de fermentación sobre la calidad en taza del café (Coffe arábica), se utilizaron tiempos de fermentación entre 0 y 30 horas, empleando el beneficio tradicional, se evaluaron los parámetros físicos y los atributos sensoriales bajo el protocolo SCAA Los resultado obtenidos indico que todos los tiempos de fermentación fueron muy similares a los valores obtenidos por la muestra testigo, indicando que el tiempo de fermentación no afectó los atributos sensoriales expresados en taza (Peña Gómez, 2013)

En la siguiente tesis de grado elaborada por Alfredo Cárdenas Rocca en la cual se investigó sobre “Evaluación física y organoléptica de tres var. de café (Coffea arábica L.) con cuatro tiempos de fermentación en tres pisos altitudinales del Distrito Santa Ana - La Convención – Cusco”, se llevó a cabo a través de cuatro tiempos de fermentación en la calidad física y organoléptica del café, y el mejor perfil de la taza del café procesados en los sectores de Potrero, Cacaopampa y la Esmeralda del distrito Santa Ana (Perú). En la presente investigación, no se encontraron diferencias significativas para tiempos de fermentación, para la calidad física del café. (Alfredo, 2017).

Estudio realizado en la Universidad de San Carlos de Guatemala por los investigadores Karen Elizabeth Vásquez Villeda Walter Armando Herrera Cifuentes Edgar Arnoldo Sierra Dubón, sobre “Evaluación de propiedades químicas del grano de café y características en copa al modificar fermentación en proceso húmedo” Esta investigación se basó en modificar proceso de fermentación, controlando variables de temperatura, agua y tiempo para obtener café en taza con características competitivas con otras regiones. Se realizó prueba de catación a 27 muestras por

experto certificado en Q Arábica Grader, Los resultados sugieren que el mejor tratamiento para obtener un café con puntaje de Catación de 86,75 considerado bueno es usando tiempo de fermentación de 30 horas, 6litros de agua y temperatura de 20°C se concluyó que existió diferencias significativas en los tipos de procesos empleados. (*Karen Elizabeth Vásquez Villeda, 2021*).

El grupo de investigación de “Yamboró” del municipio de Pitalito (huila) “SENA”, Realizo un estudio de algunas variables en el proceso de fermentación de café y su relación con la calidad de taza en el sur de Colombia. El estudio fue enfocado a un registro durante 80 horas continuas de fermentación del café, analizando diferentes variables asociadas al proceso de fermentación; La calidad del café puede incrementarse al aumentar las horas de fermentación (50 a 60 horas), sin embargo, debe tenerse cuidado de no sobrepasar el punto crítico en el cual la calidad decae y se presentan características indeseables en la bebida. (*César Fabián López Pantoja, 2015*).

El proyecto de grado elaborado por Ing Mauricio Duque Diaz sobre “un plan de aseguramiento de la Calidad del grano de café (*Coffea arábica* L.) de la asociación ASPROCUBARRAL para aplicar al mercado de los cafés de origen regional en el Municipio de Cubarral en el Departamento del Meta” este proyecto se basa en el estudio de las prácticas en el proceso de postcosecha de un grupo de caficultores de la región. Se realiza el análisis de calidad físico y sensorial, el cual fue realizado por un panel de jueces “Q Grader”, quienes calificaron cada atributo sensorial en una escala de 0 a 10 punto. Se evidencio una calificación global sobre 8 puntos en su mayoría, sin embargo, es necesario realizar capacitaciones a los caficultores sobre las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el proceso del café desde el cultivo, recolección y postcosecha, con el fin de mejorar y sostener la calidad de la taza. (*Díaz, 2019*).

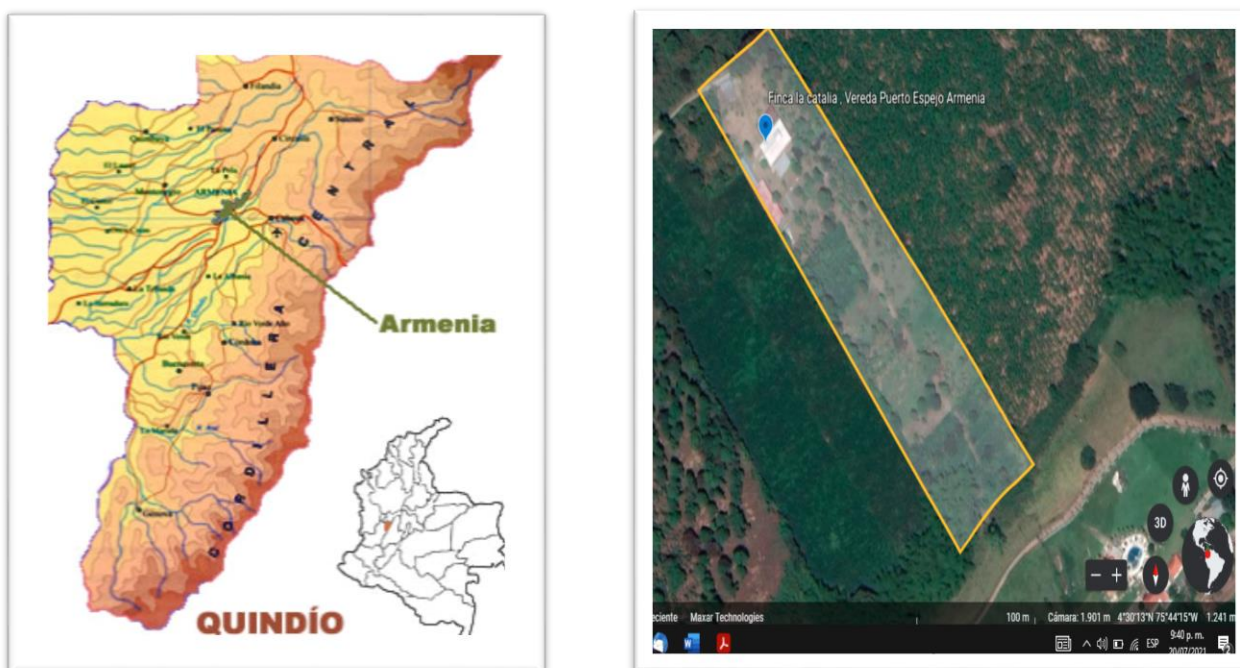
Materiales y Método

Macro Localización

Esta investigación se realizó en el departamento del Quindío, municipio de Armenia, vereda Puerto Espejo, Coordenadas de la finca: 4°30'18" N 75°44'28" W, se observa en la figura 1

Figura 1

Mapa de Colombia con la Ubicación de la Zona de Estudio



Obtenido de: <https://colombia-sa.com/departamentos/quindio/quindio.html>

Foto Google EAR, finca la Catalia municipio Armenia Q

Micro Localización

La finca la Catalia, está ubicada en la vereda Puerto Espejo del municipio de Armenia. Esta empresa cafetera cuenta con una estructura en café de 1,25ha, catalogándose como pequeño productor cafetero, con una caficultura joven tecnificada en variedad castillo, resistente a la roya. El café se desarrolla en un terreno que se encuentra ubicado a una altura entre los 1.236 m.s.n.m,

concentrando producciones anuales de en promedio 280 @ café pergamino seco (c.p.s) al año. Se tomó como referencia la cosecha que se concentra en el segundo semestre del año 2020, para realizar el análisis comparativo de los tres (3) tiempos de fermentación aeróbica en un café lavado para determinar su calidad sensorial y determinar el protocolo de postcosecha ajustado al tiempo de fermentación con mejores características en taza. En la tabla 1 se encuentra las características agroecológicas de la zona.

Tabla 1

Características Agroecológicas de la Zona de Estudio

PARAMETROS	UNIDADES	OBSERVACIONES
Altitud	1.232 a 1.243 m.s.n.m	Condiciones apropiadas para el desarrollo del cultivo del café, se encuentra dentro de los parámetros estipulados por CENICAFE.
Temperatura	22.4°C	
Precipitación	2106 a 2.245 mm	
Humedad Relativa	73 a 82.5%	
Brillo Solar	1641 a 1743 horas	
Ph: 5,7 Materia orgánica:6,6% Fósforo (P): 82mg/kg Potasio K): 0,42cmol/kg Magnesio (Mg): 0,7cmol/kg Calcio (Ca): 8,6 cmol/kg Textura: Suelo franco-Arenoso		Según las características de este suelo, se encuentra dentro del rango adecuado para brindar las necesidades nutricionales del cultivo del café, excepto el contenido de materia orgánica, el cual se corrige con la adición de UREA y la deficiencia de magnesio, con la adición de Oxido de Magnesio.

Nota, en esta tabla se describe las características agronómicas de la finca la Catalia, Fuente, Autor,

ajustado con datos tomados de la página de CENICAFE

Manejo Agronómico del Cultivo y sus Características

En la tabla 2 se describe las principales características del cultivo del Café y en la tabla 3, se observa de manera resumida las labores del manejo del cultivo.

Tabla 2

Características del Cultivo del Café Sembrado en la Finca “La Catalia”

CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE CAFÉ	
Variedad	Castillo Estándar
Hectáreas en café	1,25
Edad promedia	3 años
Densidad de siembra	6.600 árboles por Ha
Número de árboles totales	8.331 arboles
Luminosidad	Sol (10%)
Topografía	Ondulado

Nota, Descripción de las características del cultivo del café de la finca la Catalia. Fuente: tomado registro SICA (sistema de información cafetera 2020)

Tabla 3*Manejo Agronómico del Sistema Productivo del Cultivo de Café*

LABOR	MANEJO
Control Arvenses	<p>Se hace un manejo integral que consiste.</p> <p>Plateo a mano Manejo con machete y guadaña Se conservan las arvenses nobles en las calles</p>
Control de Plagas (Broca y Cochinilla)	<p>El manejo de la broca (<i>Hypothenemus</i>) es cultural: Recolección oportuna, costales cerrados en el lote para evitar la reinfestación de los cafetales, manejo de pasillas (solarización). Y aplicación de hongos entomopatógenos. Control Cochinilla (<i>Puto Barberi</i>): Aplicaciones de Verdadero dirigido al tallo del árbol.</p>
Control de enfermedades	<p>Sembrar variedad resistente a la roya En el momento no existe enfermedades en el cultivo que limiten su buen desarrollo vegetativo y productivo</p>
Fertilización	<p>Las fertilizaciones se realizan con base el análisis de suelo, se apoya en el servicio de extensión para programar su plan de fertilización de cada año. (1200kl/ha/año)</p>

Nota, descripción del manejo agronómico del cultivo del café de la finca la Catalia

Fuente: Autor 2021

Materiales

Maquina despulpadora. Marca J Gallo, capacidad 300 kilos por hora.

Tanques de fermentación en cemento y su parte interior enchapado con mayólica, su capacidad es de 10 @ café mojado.

Cocos de recolección

Zaranda para clasificar

Fermaestro

Gravimet

Balanzas

Termómetro

Bolsas resellables hermética

Medidor de pH metro Digital (marca OEM)

Molino

Tostador de muestras

Agua hervida

Tetera

Tazas

Cucharas

Cronometro

Toallas desechables

Lápices o lapiceros, formularios de catación

Celular

Computador

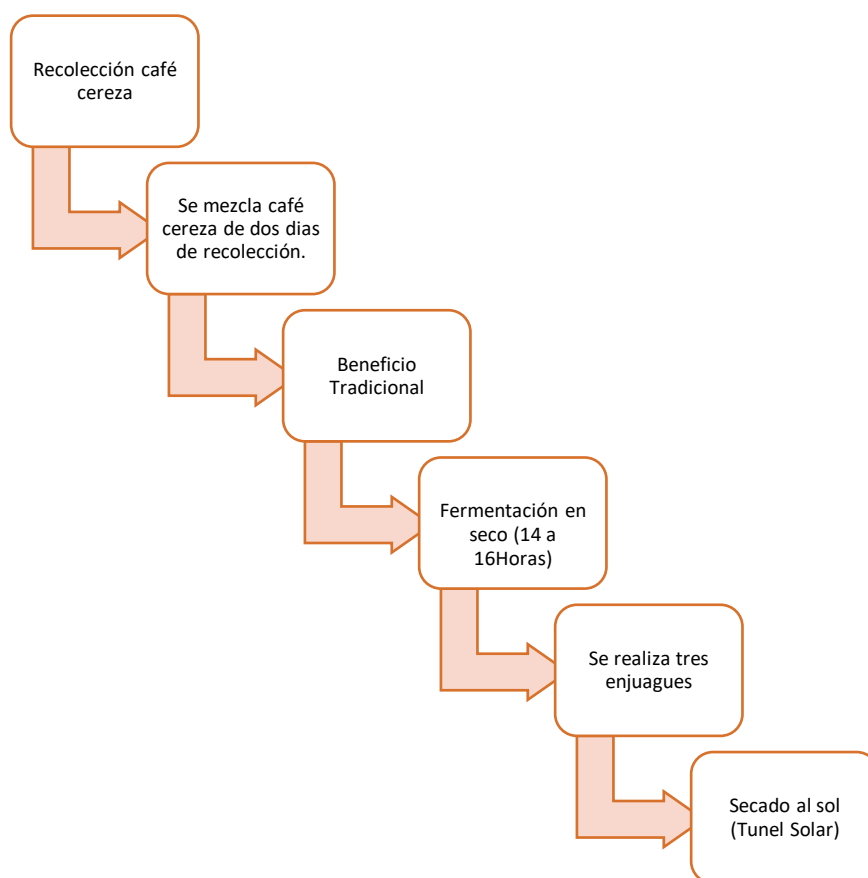
3 catadores del laboratorio Azahar

Manejo Postcosecha

En la figura 2, se describe el paso a paso del proceso de postcosecha del café recolectado que habitualmente realiza el caficultor en la finca la Catalia.

Figura 2

Proceso de Postcosecha del café Tradicional en la Finca la Catalia



Nota. Flujograma del paso a paso de las actividades Fuente, Autor 2021

Análisis Sensorial Previo a la Nueva Aplicación del Protocolo en el Proceso de Beneficio de la Finca La Catalia

Se realizó un análisis sensorial para identificar la calidad en taza previo a la estructuración del protocolo en el proceso del beneficio, el resultado se observa en la tabla 4. (Anexo B)

Tabla 4

Resultado Análisis Sensorial de la Prueba de Tasa Previa al Establecimiento del Protocolo del café de la Finca La Catalia

Aspecto del pergamino	Algunos granos trillados
Olor del pergamino	Viejo
% de Humedad	11
% de retención malla 18	65 (café premium)
% de granos vinagres	5.8
% de granos partidos y mordidos	1.8
% de granos inmaduros	1.7
% de granos con broca deteriorada	1.7
Sabor en Taza	VINAGRE

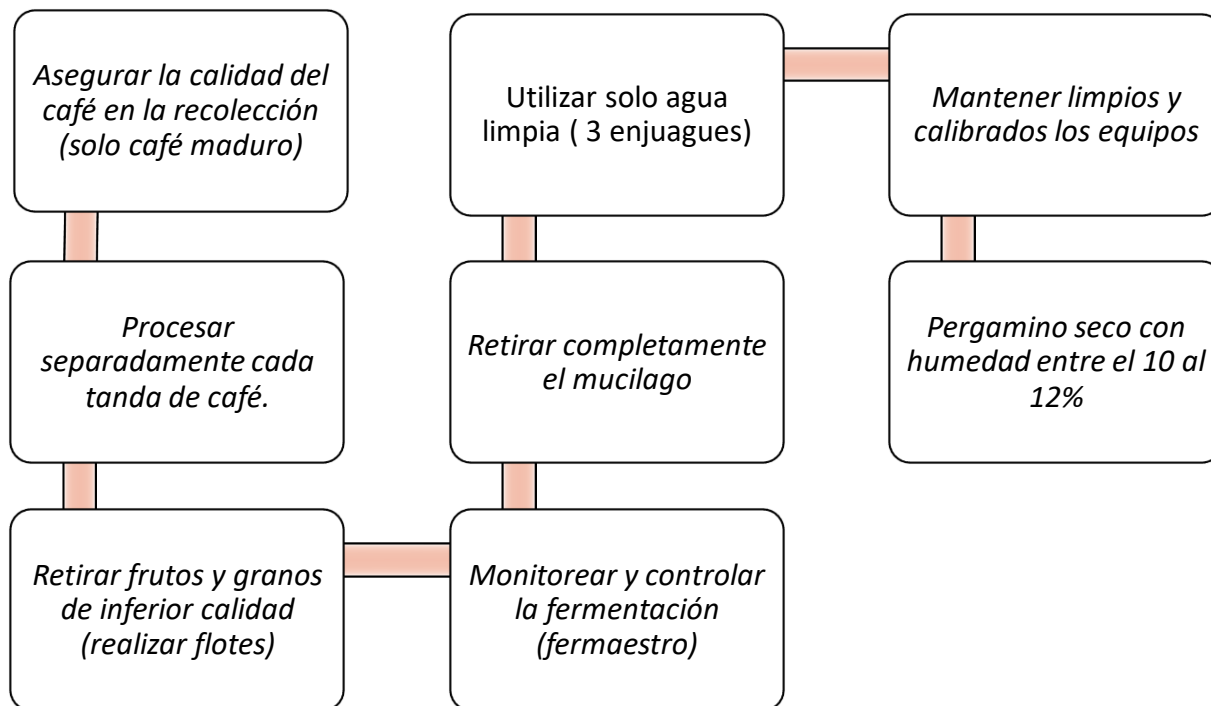
Nota, resultado sensorial del café. Fuente, Centro de Catación El Agrado 2021

Análisis del resultado: Sabor a vinagre, generado por la mezcla de café cosechado de diferentes días, se observa también un porcentaje del 5,8 % de grano vinagre, estas dos características generan sabores indeseables generando el rechazo de la bebida.

Procedimiento para la Toma de las 3 Muestra del Café Cereza Aplicando el Protocolo de las Buenas Prácticas en Postcosecha.

Figura 3

Estructuración del Proceso del Beneficio del Café para la Finca La Catalia



Nota. Descripción de la estructuración del protocolo del beneficio del café. Fuente, Autor 2021

Este procedimiento se realiza tres veces lunes, martes y miércoles, la recolección se hace en las primeras horas de la mañana de 40 kilos de café cereza, se clasifica su calidad por medio de flotes, descartando grano vano, seco, verde y deteriorado por broca.

A las tres mediciones se le realiza un proceso de fermentación aeróbica con diferentes tiempos y materia prima de la finca La Catalia. El primer punto de lavado del café lo indica el fermaestro, realizando los tres enjuagues con agua limpia y finalmente obtener una muestra con una humedad entre el 10 y 12%

Tratamientos

En el punto de control de la fermentación, el café en baba se realizó en un tanque para su proceso natural de fermentación del mucilago del café tomando como base:

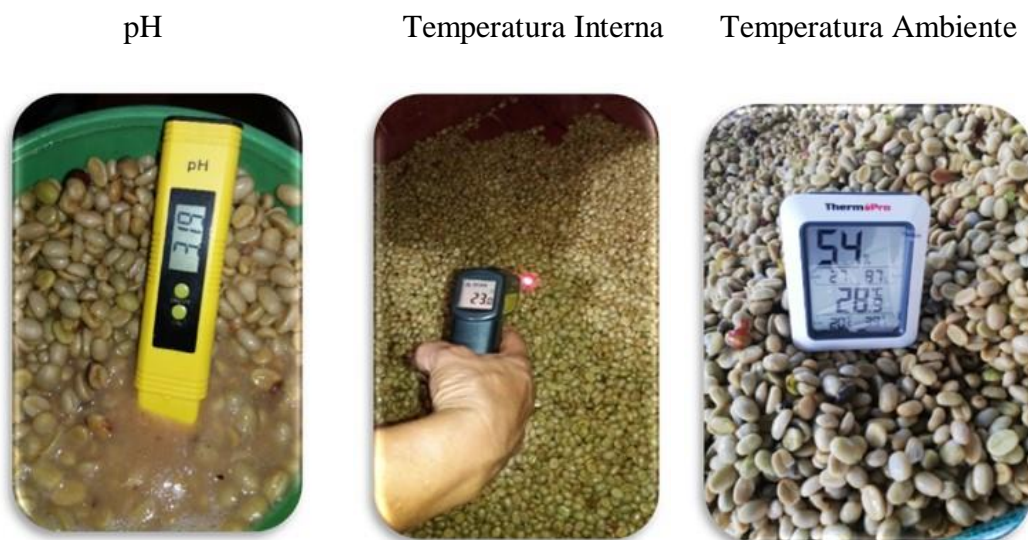
- Tiempo de fermentación de referencia (**T0**) que es el obtenido a través del dispositivo fermaestro, de la cual se obtuvo una muestra que se lavó y llevado al proceso de secado.
- Después del T0 de referencia, continuamos 4 horas adicionales para un **T1**, cuyo tiempo de fermentación total será $T1 = T0 + 4$ horas. Se obtuvo una nueva muestra que se lavó y llevado al proceso de secado.
- A partir del T1, se continua con 4 horas adicionales en fermentación para un **T2**, cuyo tiempo de fermentación total fue de $T2 = T1 + 4$ horas. Se obtiene una nueva muestra que fue lavada y llevada al proceso de secado.
- Por último, se fermentó a partir del T2, 4 horas más, con un tiempo de fermentación de **T3** = $T2 + 4$ horas. Esta muestra igualmente fue lavada y llevada al proceso de secado.
- En resumen, después del tiempo de fermentación T0 medido a través del fermaestro, se tomaron muestras después de 4 horas, 8 horas y 12 horas, incluyendo la muestra de referencia. En total 12 muestras de café.
- Con las 12 muestras identificadas de los tiempos: **T0, T1, T2 y T3**, y en un punto de humedad entre el 10 al 12%, se llevó por separado al proceso de análisis y catación del café, a las cuales se evaluaron bajo el protocolo SCA: 4 tazas de café por cada medición, con 3 análisis, para un total de 36 tazas.
- Se contó con 3 catadores certificados del laboratorio AZAHAR

Variables Medibles

Durante el proceso de postcosecha, específicamente en la práctica de fermentación de la masa de café se tuvo en cuenta las siguientes variables (Figura 4) para poder definir su grado de importancia en el proceso. Se midió el pH, temperatura interna de la masa, temperatura ambiente y humedad relativa de las 12 muestras de café.

Figura 4

Imágenes del Proceso de la Toma de los Datos en los Tratamientos en la Finca la Catalia

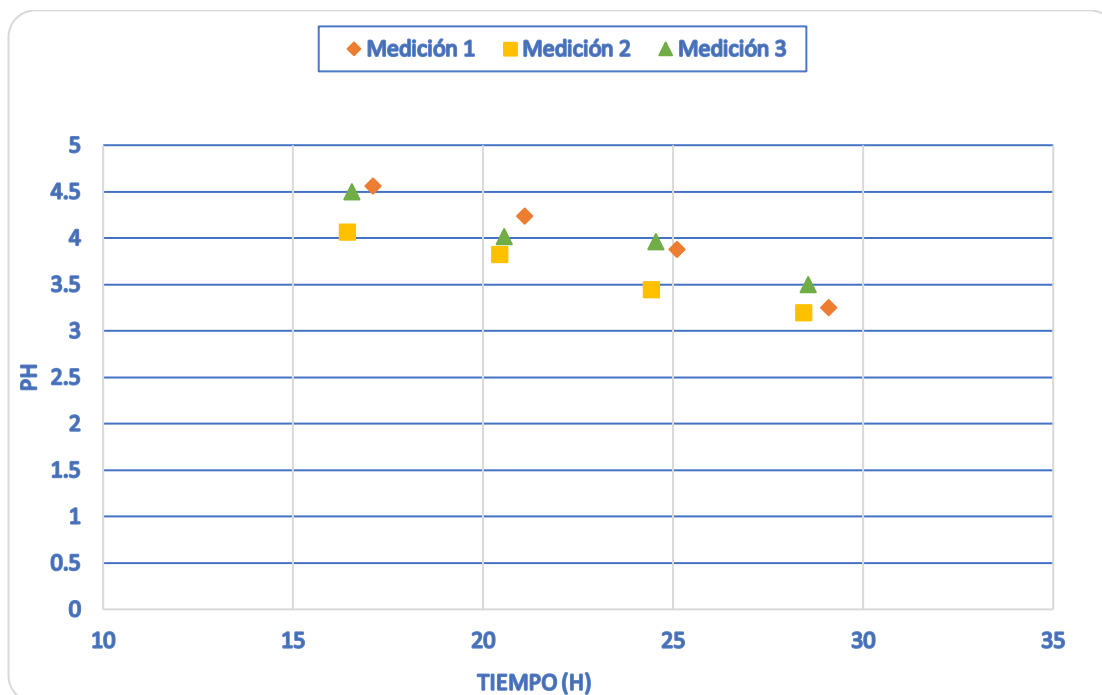


Nota. Variables medibles. Fuente Autor 2021

En los Anexos C, D y E se evidencia los registros de las variables, resaltando la variable del pH, se observa como el pH a medida que aumenta las horas de fermentación, el pH disminuye indicando una acidez más alta (figura 5). Según los estudios realizados por (Puñuela, 2010) el comportamiento del pH durante el proceso de fermentación, muestra una tendencia descendente, indicando un aumento en la acidez de la masa, que coincide con la producción de ácidos a partir de los azúcares y los provenientes del rompimiento de las pectinas.

Figura 5

Variable del pH vs Horas de Fermentación de las Muestras de Café de la Finca La Catalia



Nota. Gráfica de la variación del pH vs horas de fermentación Fuente, Autor 2021

Procesamientos de las Muestras de Café en el Laboratorio Azahar (centro de catación de calidad)

A cada muestra se le realiza el mismo proceso de análisis en el laboratorio que incluye:

Registro del aspecto físico, olor y % de humedad del café pergamino seco.

Trilla de una muestra de 300 gramos de café pergamino seco.

Determinación de la granulometría de café verde o almendra.

Caracterización de defectos físicos de la muestra, se clasifica en dos grupos.

Primer Grupo

Grano negro o parcialmente negro.

Grano vinagre (fermentado) o parcialmente vinagre.

Grano decolorado: Reposado con tendencia al amarillo o carmelito dentro de café fresco. Ámbar o mantequilla.

Segundo Grupo

Grano cardenillo.

Grano Decolorado: veteado o blanqueado.

Grano mordido y cortado.

Grano picado por insectos.

Grano sobresecado o quemado.

Grano inmaduro/paloteado

Grano partido.

Grano aplastado.

Se prepara las muestras para análisis sensorial.

Curva de tuestión: Duración del tueste entre 8 y 12 minutos. Se realiza 8 – 24 horas antes de la catación. El nivel o color de tueste se midió a los 30 minutos y 4 horas después de tostar el café, se realiza un tueste medio, utilizando café molido de acuerdo con las normas de la SCA (SCA Standard Grind for Cupping), a temperatura ambiente.

El punto de color de tueste en la escala Agtron la norma exige un Agtron de 65.

Preparación de la mesa: se ubicaron 3 mesas de catación cada mesa conto con la preparación del café de las 3 mediciones, se cataron 12 tazas de café por cada muestra, para un total de 36. En la tabla 5 se observa la preparación de la mesa de catación.

Tabla 5*Preparación de la Mesa Para Catación de las Muestras de Café de la Finca La Catalia*

Muestra de café de la primera medición (primer día)	Mesa 1 (catador 1)	Taza 1: tratamiento 0
		Taza 2: tratamiento 1
		Taza 3: tratamiento 2
		Taza 4: tratamiento 3
	Mesa 2 (catador 2)	Taza 1: tratamiento 0
		Taza 2: tratamiento 1
		Taza 3: tratamiento 2
		Taza 4: tratamiento 3
	Mesa 3 (catador 3)	Taza 1: tratamiento 0
		Taza 2: tratamiento 1
		Taza 3: tratamiento 2
		Taza 4: tratamiento 3
Muestra de café de la segunda medición (segundo día)	Mesa 1 (catador 1)	Taza 1: tratamiento 0
		Taza 2: tratamiento 1
		Taza 3: tratamiento 2
		Taza 4: tratamiento 3
	Mesa 2 (catador 2)	Taza 1: tratamiento 0
		Taza 2: tratamiento 1
		Taza 3: tratamiento 2
		Taza 4: tratamiento 3
	Mesa 3 (catador 3)	Taza 1: tratamiento 0
		Taza 2: tratamiento 1
		Taza 3: tratamiento 2
		Taza 4: tratamiento 3
Muestra de café de la tercera medición (tercer día)	Mesa 1 (catador 1)	Taza 1: tratamiento 0
		Taza 2: tratamiento 1
		Taza 3: tratamiento 2
		Taza 4: tratamiento 3
	Mesa 2 (catador 2)	Taza 1: tratamiento 0
		Taza 2: tratamiento 1
		Taza 3: tratamiento 2
		Taza 4: tratamiento 3
	Mesa 3 (catador 3)	Taza 1: tratamiento 0
		Taza 2: tratamiento 1
		Taza 3: tratamiento 2
		Taza 4: tratamiento 3

Nota, Muestras del café para el proceso de catación. Fuente, Autor 2021

Se etiqueta cada muestra con un código, se prepara cada taza según el protocolo y se evalúan las siguientes características:

Fragancia -Aroma- Sabor- Acidez - Cuerpo – Uniformidad – Balance- Dulzor- Taza Limpia – Impresión global.

La calificación del protocolo SCAA es el siguiente:

6 (nivel mínimo de la escala por debajo de la cual un café no se considera especial)

7 es "muy bueno"

8 es "excelente"

9 y 10 son "excepcionales"

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar, con tres (3) mediciones y cuatro (4) tratamientos en cada medición. El procedimiento se empieza el día 1, recolectando 40 kilos de café cereza al cual se le realiza los cuatro (4) tratamientos, el día 2 y 3 se recolecta la segunda y tercera muestra de 40 kilos de café cereza cada uno y se le realiza los cuatro (4) tratamientos para un total final de 12 muestra. Las mediciones se describen a continuación. Tabla 6

Tabla 6

Descripción de los Tratamientos de la Fermentación del Café de la Finca La Catalia

Bloques (Día diferente de recolección)	Tratamientos (Horas de Fermentación)			
	Fermaestro	+4	+4	+4
Día 1	T0	T1	T2	T3
Día 2	T0	T1	T2	T3
Día 3	T0	T1	T2	T3

Nota, descripción de los tratamientos vs día de la toma de la muestra

T0 = (testigo-fermaestro)

T1= T0 + 4 horas adicionales de fermentación

T2= T1 + 4 horas adicionales de fermentación T3= T2 + 4 horas adicionales de fermentación

Resultados y Discusión

Estructuración de protocolo de manejo del café en las fincas pequeñas, para mejorar la calidad de taza del café

Diagnóstico del manejo

En las fincas cafeteras pequeñas de Colombia, pese a que el agricultor recibe las orientaciones de los extensionistas de la Federación Nacional de Cafeteros, del manejo del cultivo desde la instalación en campo hasta la cosecha se evidencia algunas falencias en el manejo de la postcosecha. En este caso en la finca la Catalia el caficultor lleva a cabo la siembra de semilla certificada, manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses y el plan de fertilización según lo indica el análisis de suelo, con una producción anual total de 280@ c.p.s.

Por lo tanto, se tomó una muestra de 600 gramos de café pergamino seco, para realizar un análisis previo de los atributos sensoriales y poder determinar la calidad en taza, sin la aplicación de un protocolo establecido solo con los procesos habituales que se realiza en la finca en la etapa del beneficio.

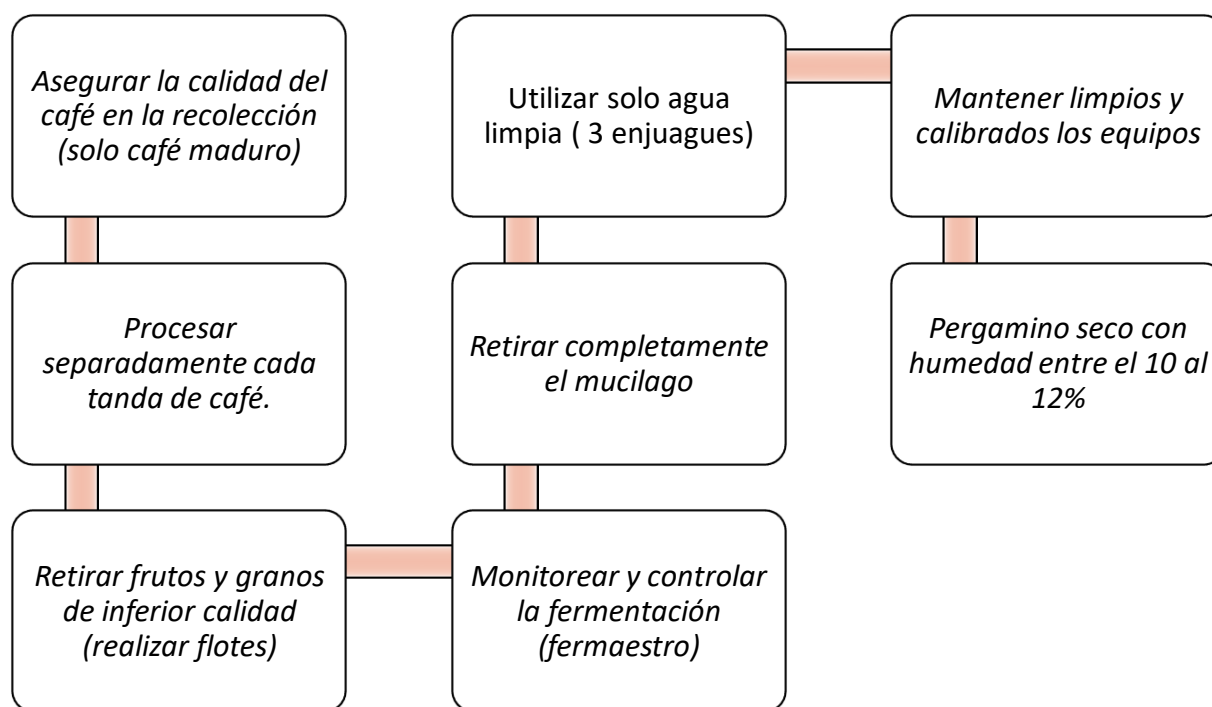
Las falencias encontradas en el proceso de postcosecha son la practica inadecuada en la mezcla de café recolectado de varios días, acumulando café para beneficiarlo cada 48 horas. Esta práctica inadecuada está generando un defecto en taza de sabor a Vinagre, por lo cual puede generar un rechazo en el momento de la venta cuando el caficultor desee vender por calidad en taza o querer participar en los concursos a nivel departamental de Calidad.

Para mejorar la calidad y corregir prácticas inadecuadas se realiza la siguiente propuesta: Implementar un protocolo en el manejo postcosecha del café, el cual consiste en, recolectar solamente al café maduro, evitar la recolección de café verde, el grano de café se debe encontrar sano, libre de daños tanto de broca como de presencia de hongos, el beneficio se debe hacer a

diario, clasificar el café por medio de flotes, contar con equipos calibrados y con buen aseo, utilizar agua limpia para la realización de los tres enjuagues, utilizar el fermaestro el cual indica la finalización de la fermentación del mucílago del café y la humedad final entre el 10 y 12%. Observar figura 6, del protocolo. y la figura 7 ilustrando el proceso

Figura 6

Estructuración del Protocolo en el Beneficio del Café de la finca la Catalia



Nota. Flujograma de la estructuración del protocolo del beneficio del café en el manejo de postcosecha.

Fuente, Autor 2021

Figura 7

Imágenes del Proceso Postcosecha en la Finca La Catalia

Recolección



Fuente, Autor 2021

Clasificación



Fuente, Autor 2021

Café clasificado



Fuente, Autor 2021

Fermentación Controlada
(fermaestro)



Fuente, Autor 2021

Secado al sol
(control de humedad Gravimet)



Fuente, Autor 2021

Tiempo de fermentación aeróbica, para obtener las mejores características sensoriales que puedan diferenciar los atributos en la taza del café en la finca La catalia

Se tomó las muestras del café cereza de los tres días (40 k/día) una vez realizado todo el protocolo en el proceso de postcosecha con el fin de establecer el tiempo de fermentación aeróbica que permite mejorar y resaltar los atributos en la taza de café.

Posteriormente se aplicaron los tratamientos de tiempo (horas) de fermentación a partir del despulpado, encontrándose los siguientes resultados que se consignan en la Tabla 7

Tabla 7

Resultados de los Tiempos de Fermentación de las Muestras de Café de la Finca La Catalia

Bloques (Día diferente de recolección)	Tratamientos (Horas de Fermentación)			
	Fermaestro	+4	+4	+4
Día 1	17.1	21.1	25.1	29.1
Día 2	16.45	20.45	24.45	28.45
Día 3	16.55	20.55	24.55	28.55
Promedio	16.7	20.7	24.7	28.7

Nota, Resultado de los tiempos de fermentación, de los diferentes tratamientos. Fuente: Autor 2021

El tiempo de fermentación en promedio empleando el fermaestro el cual lo tomamos como testigo (T0) fue de 16,7 horas, en el tratamiento uno (T1) en promedio fue de 20,7, el tratamiento dos (T2) fue en promedio de 24,7 horas y finalmente el tratamiento tres (T3) fue de 28,7 horas.

Para determinar si existía diferencias estadísticas significativas en la calidad de la tasa del café, según el tiempo de fermentación se realizó un análisis de varianza con los datos de pH según el tiempo de fermentación a los cuales fueron sometidas las muestras de café. Los resultados se consignan en la tabla 8

Tabla 8

Análisis de Varianza de los Datos de pH de las Muestras de Café de la Finca La Catalia

Sometidos a Fermentación a Diferentes Horas

Fuente de Variación	Gli	pH de la Masa		Temperatura de la Masa	
		CM	Pr > F	CM	Pr > F
Tratamientos	3	0,600	0,001	1,556	0,761
Promedio		3,868		26,7	
CV (%)		3,63		7,42	

Nota, Análisis de varianza de los resultados de los tratamientos

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza los cuales se consignan en la Tabla 8, se observa efecto de los tratamientos sobre el pH de la masa ($P < 0.01$) pero no sobre la temperatura ($P > 0.05$).

Igualmente se analiza que el pH promedio fue de 3,868 y un coeficiente de varianza de 3,63% el cual es inferior al nivel de significancia que se establece del 5%, este indicador nos refleja la precisión de la investigación lo que significa que existe un efecto de los tratamientos sobre la variable de respuesta, en este caso el pH de la masa.

Al encontrarse diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de fermentación, se realizó una prueba de promedios Tukey los resultados se presenta en la en la tabla 9

Tabla 9

Prueba de Promedios Tukey de los Tratamientos de las Muestras de Café de la Finca La Catalia

Tratamiento	pH de la Masa		Temperatura de la Masa	
	Promedio	Grupo	Promedio	Grupo
Fermaestro + 12 horas	3,313	c	27,7	a
Fermaestro + 8 horas	3,760	b	26,3	a
Fermaestro + 4 horas	4,027	ab	26,7	a
Fermaestro	4,373	a	26,0	a

Nota: Dentro de una misma columna, promedios con igual no difieren estadísticamente.

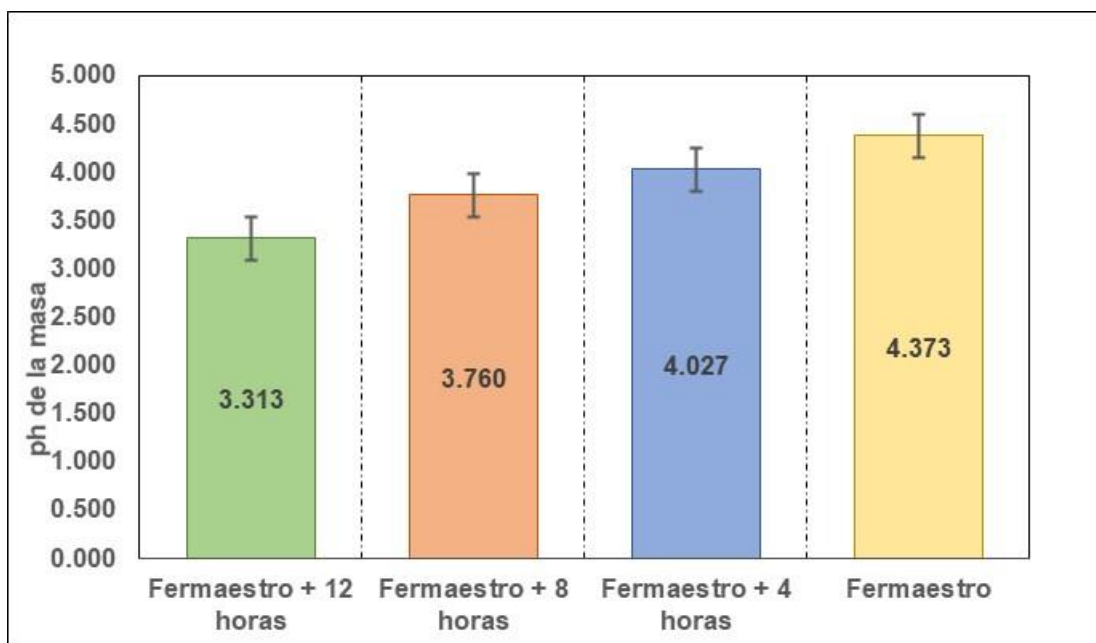
Se puede observar la variación del pH en los cuatro tratamientos a medida que se aumentan las horas de fermentación de la masa del café en baba, disminuye el pH, es decir aumenta la acidez.

Los resultados del análisis de comparación de promedios nos muestran que el menor valor del pH se alcanza en el tratamiento cuatro que es el Fermaestro + 12 horas, observar figura 8, el cual difiere estadísticamente del resto de métodos de beneficio del producto, generando sensorialmente una mayor acidez al café en la mesa de catación.

En el análisis de la temperatura de la masa no existe una diferencia significativa, lo que indica estadísticamente que no influye en los resultados de los tratamientos.

Figura 8

Promedio Horas de Fermentación en Relación con el pH de la Masa de Café de la Finca la Catalia



Nota, pH de la masa promedio de los cuatro tratamientos de la finca La Catalia, fuente laboratorio Azahar

Análisis de Correlación y de Regresión

Conforme a los resultados del análisis de correlación (Tabla 10) se observa que tanto la temperatura ambiente como la humedad relativa explican las variaciones del pH, donde los valores de afinidad entre variables (0.863 y -0.932) son altamente significativos ($P < 0.01$).

Los resultados del análisis de regresión (figura 9) demuestran con un coeficiente de determinación del 91% que la variación de un grado centígrado de la temperatura ambiente produce un incremento de 0.111 en el pH de la masa. Por otra parte, un incremento de un punto porcentual de la humedad relativa produce un decremento de 0.064 en el pH de la masa, es una

relación inversa pero significativa; en este caso el valor del coeficiente de determinación es de 98.5% (figura 10)

Tabla 10

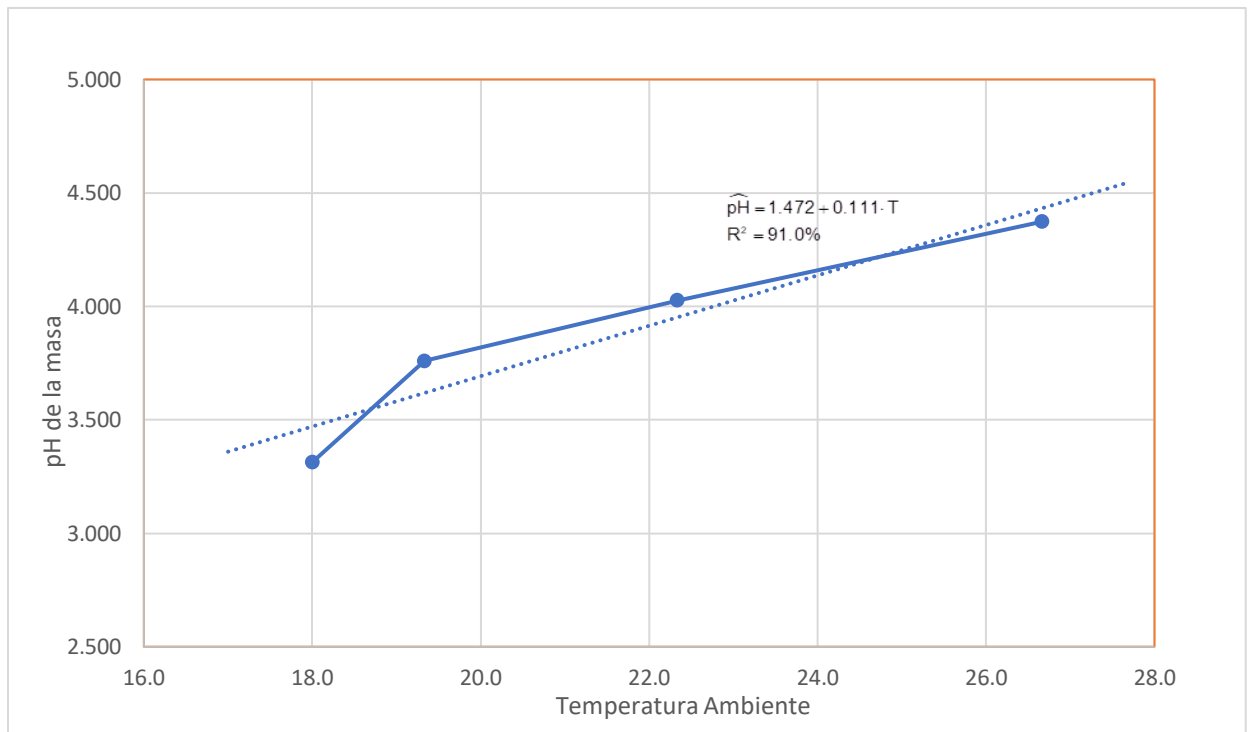
Análisis de Correlación

<i>Variables</i>	<i>pH Masa</i>	<i>Temperatura Masa</i>
<i>Temperatura Ambiente</i>	0,863 **	-0,311 ns
<i>Humedad Relativa</i>	-0,932 **	0,214 ns

Nota, Resultado del análisis de correlación de las variables medibles

Figura 9

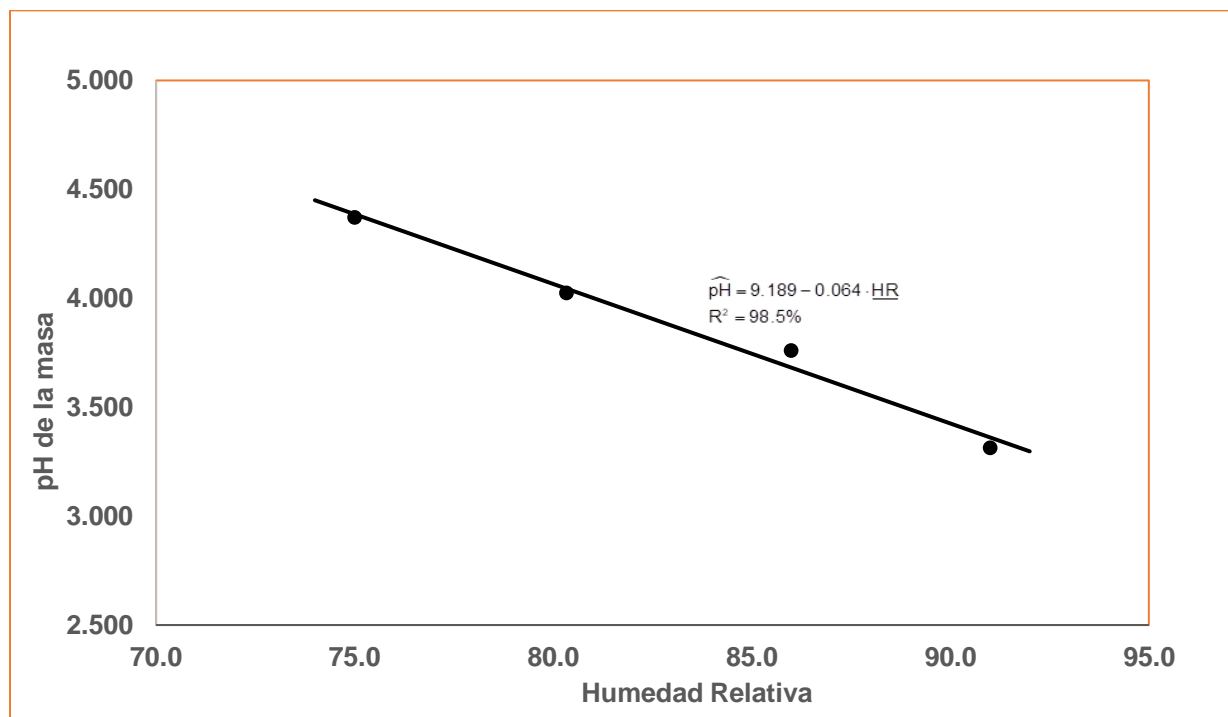
Temperatura Ambiente en Relación con el pH de la Masa



Nota, Se observa la dinámica que existe entre la temperatura ambiente y el pH de la masa

Figura 10

Relación entre pH de la Masa y la Humedad Relativa.



Nota, se observa la dinámica entre humedad relativa y el pH de la masa

Resultado Análisis Físico

En la tabla 11, y figuras 11 y 12 se puede observar los resultados de los análisis físicos de los defectos del grupo uno y grupo dos, presentándose con mayor frecuencia los siguientes defectos:

Grupo uno:

Grano vinagre 1,05% en promedio: Causado por una sobrefermentación

Grupo dos:

Grano mordido/cortado 2,57 % en promedio: Causado por una falla en la despulpadora.

Grano Picado por Insecto 4,21% en promedio: Daño causado por presencia de broca

Grano inmaduro/paloteado 4,58% en promedio: presencia de grano verde, y pintón verde.

Sin embargo, el porcentaje de defectos encontrados en cada una de las mediciones no tuvieron alguna relevancia en el momento de la catación.

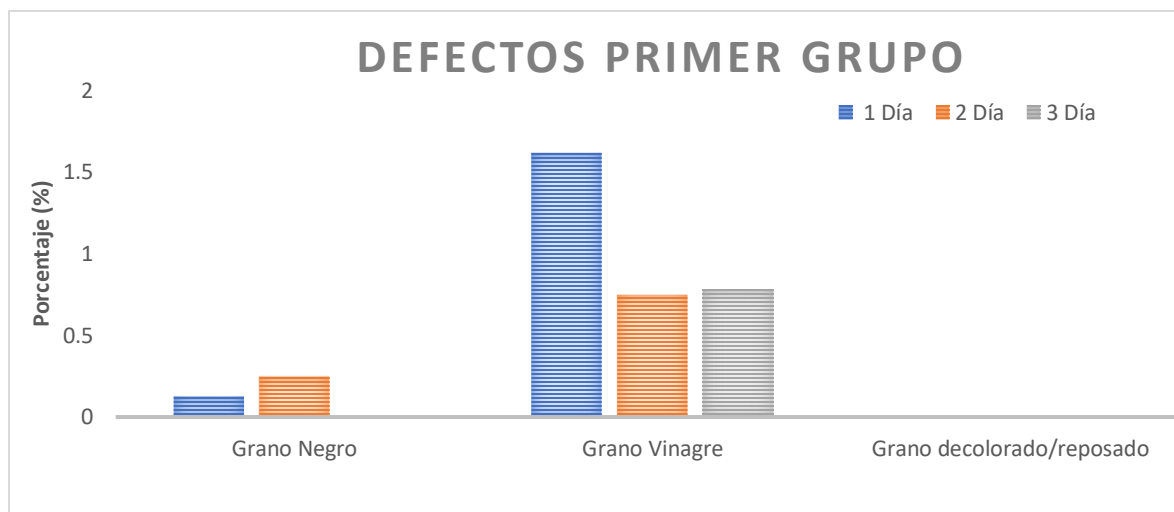
Tabla 11

Defectos Físicos de la Almendra del Café de la Finca La Catalia

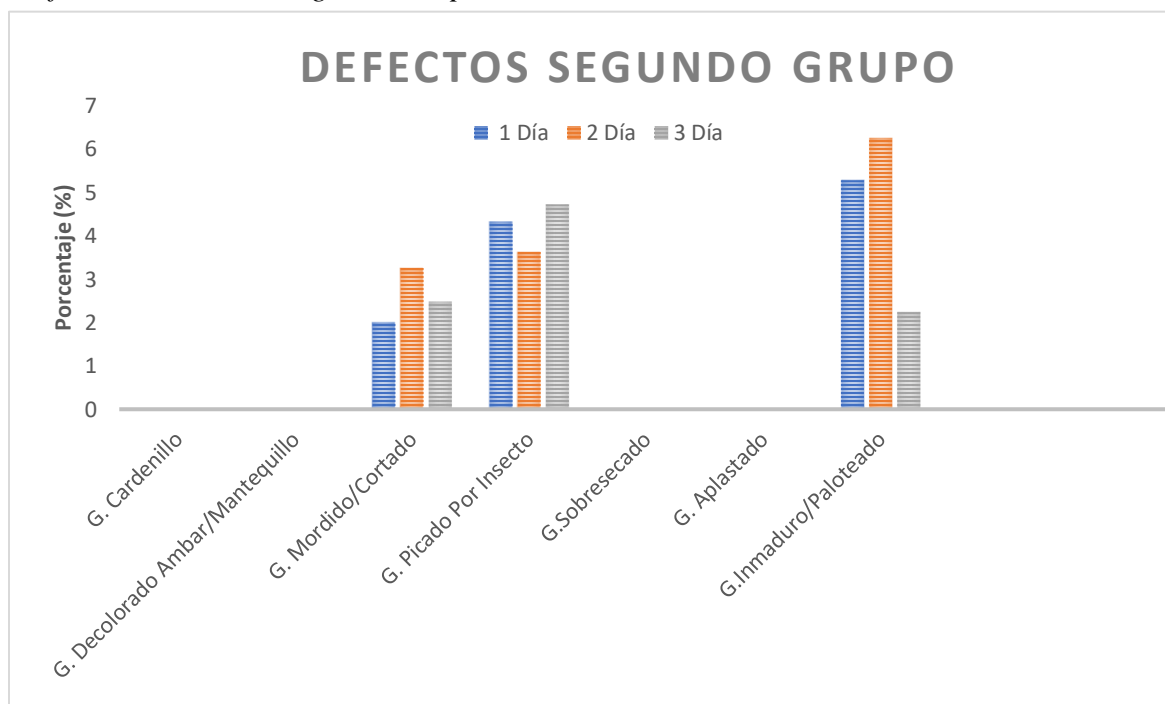
DEFECTOS FISICOS EN ALMENDRA												
PRIMER GRUPO				SEGUNDO GRUPO							Total Defectos	
	Grano negro	Grano Vinagre	Grano Decolorado/ reposado	Grano cardenillo	Grano decolorado/ Ambar/ mantequilla	Grano mordido o/ cortado	Grano picado por insecto	Grano sobresecado	Grano aplastado	Grano inmaduro paloteado		
D I A 1	T0	0	0	0	0	0	3	11	0	0	15	29
	T1	1	1	0	0	0	6	4	0	0	9	21
	T2	0	7	0	0	0	6	3	0	0	11	27
	T3	0	4	0	0	0	0	14	0	0	4	22
D I A 2	T0	0	0	0	0	0	8	14	0	0	10	32
	T1	0	2	0	0	0	6	5	0	0	16	29
	T2	2	3	0	0	0	7	6	0	0	8	26
	T3	0	1	0	0	0	5	4	0	0	16	26
D I A 3	T0	0	0	0	0	0	11	6	0	0	8	25
	T1	0	3	0	0	0	5	17	0	0	4	29
	T2	0	2	0	0	0	2	13	0	0	6	23
	T3	0	2	0	0	0	4	6	0	0	2	18

Nota, Se identifica los defectos y su presencia en cada una de las muestras del café. Fuente,

Laboratorio de catación Azahar

Figura 11*Defectos Físicos del Primer Grupo*

Nota. Porcentaje de defectos del primer grupo. Fuente Laboratoria Azahar

Figura 12*Defectos Físicos del Segundo Grupo*

Nota, Porcentaje de defectos del segundo grupo. Fuente Laboratoria Azahar

Proceso de Catación de las Muestras de Café de la Finca la Catalia y Resultados del Análisis Sensorial

En la figura 13, se puede observar las imágenes del proceso de catación bajo el protocolo SCAA de cada uno de las muestras de café para su análisis físico y sensorial

Figura 13

Imágenes del Proceso de Catación



12 muestras del café, Autor 2021



Software SCAA, Fuente Azahar



Preparación de la mesa, Autor 2021



Nota, Catador 1 Fuente Autor 2021



Nota. Catador 2 Fuente Autor 2021



Nota Catador 3, Fuente Autor 2021

En las tablas 12, 13 y 14 se puede observar los resultados de la catación bajo la norma SCAA, la cual se llevó a cabo en el laboratorio Azahar de la ciudad de Armenia, se califica los diez atributos, obteniendo finalmente una puntuación la cual nos indica cual tratamiento cuenta con mayor puntaje.

Tabla 12

Perfil de Taza y Escala de Puntuación de 1 a 10 Para Cada uno de los Atributos de las Muestras de Café de la Finca la Catalia

ANALISIS SENSORIAL													
CATADOR	Atributos	DÍA 1				DÍA 2				DÍA 3			
		T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	Aroma	8,25	8,25	8,5	8,25	8,0	8,0	7,5	8,25	8,0	7,5	8,0	8,0
	Fragancia	8,5	8,5	8,25	8,5	8,0	8,25	7,5	8,5	8,25	8,5	8,5	8,5
	Sabor	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,0	8,5	7,75	8,0	8,0	8,0
	Acidez	8,0	8,25	8,25	8,5	8,0	8,0	7,5	8,25	7,75	8,5	8,25	8,0
	Cuerpo	8,0	8,0	8,0	8,25	8,0	8,25	7,5	8,0	7,75	8,5	8,0	8,0
	Balance	8,0	8,25	8,0	8,0	8,0	8,0	7,75	8,0	7,75	8,0	8,0	8,0
	Uniformidad	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Taza Limpia	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Dulzor	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Impresión Global	8,0	8,0	8,0	8,5	8,0	8,0	7,5	8,5	8,0	8,0	8,5	8,5
Total	86,75	87,25	87	87,75	86	86,50	82,25	88	85,25	87	87,25	87	
CATADOR	ATRIBUTOS	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
2	Aroma	7,25	7,0	7,75	7,5	7,5	7,5	8,0	7,75	8,0	8,0	8,25	7,75
	Fragancia	7,5	6,75	7,75	7,25	8,25	7,75	8,5	8,5	8,0	7,5	8,25	8,25
	Sabor	7,0	6,25	7,75	7,5	8,0	7,5	8,0	7,75	7,75	7,5	8,25	7,75
	Acidez	7,5	6,75	7,75	7,5	8,0	8,0	8,5	8,5	8,0	7,5	8,0	8,5
	Cuerpo	7,75	7,0	7,75	7,25	8,25	7,75	8,5	8,0	7,75	7,75	8,0	8,5
	Balance	7,75	7,0	8,0	7,5	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,5	8,0	8,5
	Uniformidad	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Taza Limpia	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Dulzor	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Impresión Global	7,25	6,75	7,75	7,0	8,0	7,75	8,75	8,25	8,0	8,0	8,0	8,5
Total	82	77,5	84,25	81,50	86	84,25	88,25	86,75	85,5	83,75	86,75	87,75	
CATADOR	ATRIBUTOS	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
3	Aroma	7,75	8,0	8,0	8,25	8,0	8,0	8,25	8,0	7,0	7,75	7,75	8,5
	Fragancia	8,0	8,5	7,75	8,5	8,25	8,25	8,25	8,0	8,5	7,75	7,5	8,5
	Sabor	7,75	8,0	7,75	8,0	7,75	8,0	8,0	7,75	7,75	7,5	8,0	7,75
	Acidez	7,75	8,5	8,0	8,0	8,0	8,25	8,25	8,0	8,5	7,75	7,75	8,25
	Cuerpo	7,75	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,5	7,75	7,75	8,0
	Balance	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,25	8,0	8,0	7,75	7,5	8,0
	Uniformidad	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Taza Limpia	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Dulzor	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Impresión Global	7,75	8,5	8,0	8,0	8,0	8,25	8,0	8,0	8,0	7,75	7,0	8,0
Total	84,5	87,5	85,25	86,75	86	86,75	87	85,75	86,25	84	83,25	87	

Nota, Resultado del análisis sensorial bajo el protocolo SCAA. Fuente laboratorio Azahar

Tabla 13

Puntaje Promedio del Análisis Sensorial por Catador de los 36 Tratamientos

		ANÁLISIS SENSORIAL											
		DÍA 1				DÍA 2				DÍA 3			
CATADOR		T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	Calificación	86,75	87,25	87	87,75	86	86,50	82,25	88	85,25	87	87,25	87
2	Calificación	82	77,5	84,25	81,50	86	84,25	88,25	86,75	85,5	83,75	86,75	87,75
3	Calificación	84,75	87,5	85,25	86,75	86	86,75	87	85,75	86,25	84	83,25	87
Puntuación Final		84,5	84,08	85,5	85,33	86	85,83	85,83	86,83	85,67	84,92	85,75	87,2

Nota, Resultado de los tres catadores del análisis sensorial de cada muestra de café de la finca la Catalia. Fuente Laboratorio Azahar

Tabla 14

Puntuación Final del Análisis Sensorial

		ANÁLISIS SENSORIAL											
		DÍA 1				DÍA 2				DÍA 3			
		T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
	Puntuación Final	84,5	84,08	85,5	85,33	86	85,83	85,83	86,83	85,67	84,92	85,75	87,2

Nota, Resultado final del análisis sensorial de cada muestra de café de la finca la Catalia. Fuente Laboratorio Azahar

Según Grupo Café Colombiano (2009), La Asociación Americana de Cafés Especiales (SCAA) por su sigla en inglés, en su protocolo de catación establece que un café especial con un valor de 6 en cada una de sus características es considerado como café bueno, un valor de 7 es muy bueno, un valor 8 excelente y su calidad mejora en la medida en que cada característica se acerque a 10.

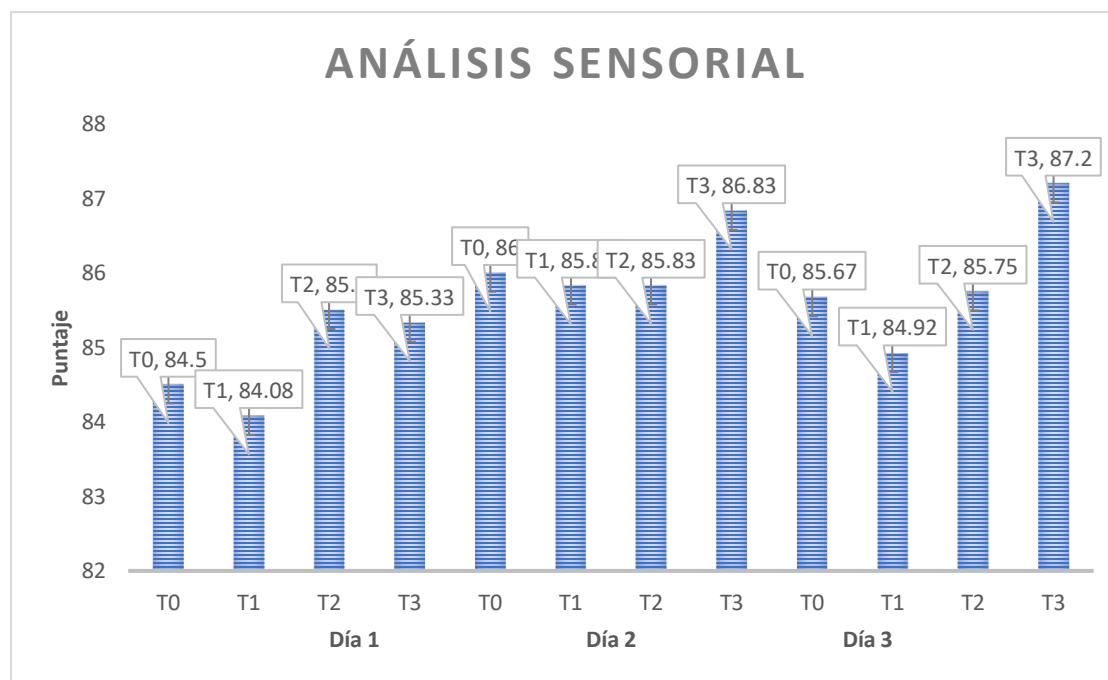
El resultado en taza realizada para las 12 muestras bajo el protocolo SCAA, los tres catadores tuvieron la oportunidad de analizar los 10 atributos (Aroma, fragancia, sabor, acidez, cuerpo, balance, uniformidad, taza limpia, dulzor e impresión global).

El resultado del análisis, según la prueba SCCA, realizado por el laboratorio de calidad AZAHAR, para este tipo de caficultura y zona de estudio e implementando el protocolo de las buenas prácticas en postcosecha se puede obtener una mejor calidad llevando a 28,7 horas de fermentación. Sin embargo, es de resaltar que la calidad en todas las mediciones tiene una calificación sobre 8 lo que indica, unas características excelentes con unos atributos que resaltan y se potencializan con más horas de fermentación.

En la figura 14, se observa el resultado final de las 12 muestras que fueron analizadas bajo el protocolo SCAA. Y en la figura 15 la comparación de la puntuación de los tres catadores.

Figura 14

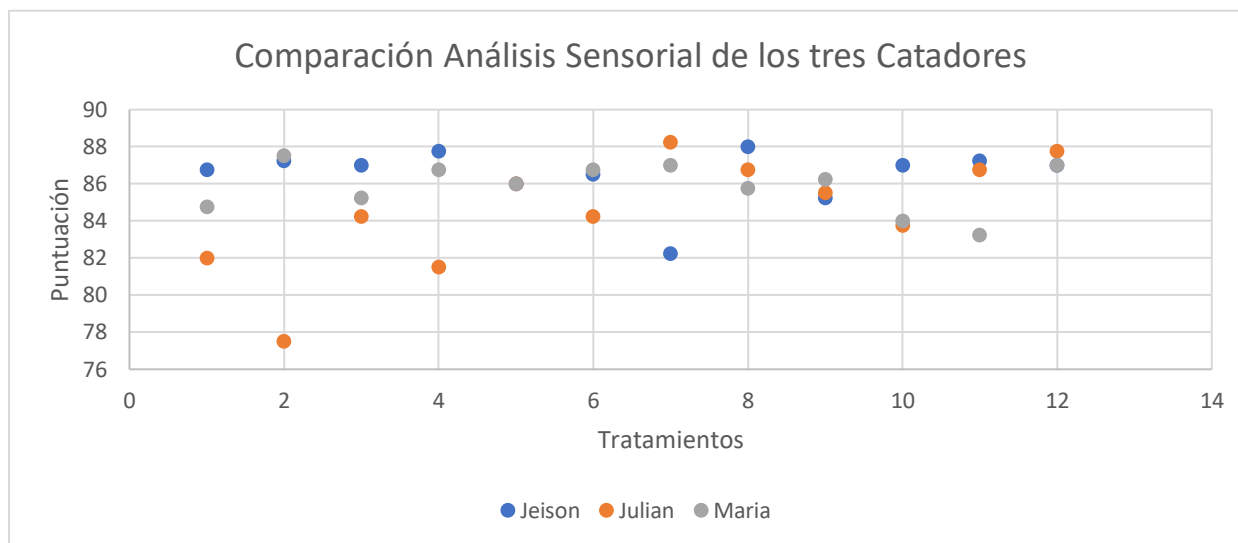
Resultado del Análisis Sensorial



Nota. Gráfica de la puntuación final (análisis sensorial). Fuente Laboratorio Azahar

Figura 15

Comparación de la Calificación de los Tres Catadores



Nota. puntuación de los tres catadores en los diferentes tratamientos, Fuente, Laboratorio Azahar

En la siguiente tabla 15, se puede analizar los atributos que se encontró en cada prueba de catación, se describe los sabores encontrados en cada muestra, por lo cual se destaca la consistencia en sabores que son aceptables y destacados por cada catador

Tabla 15*Descripción de las Características Sensoriales*

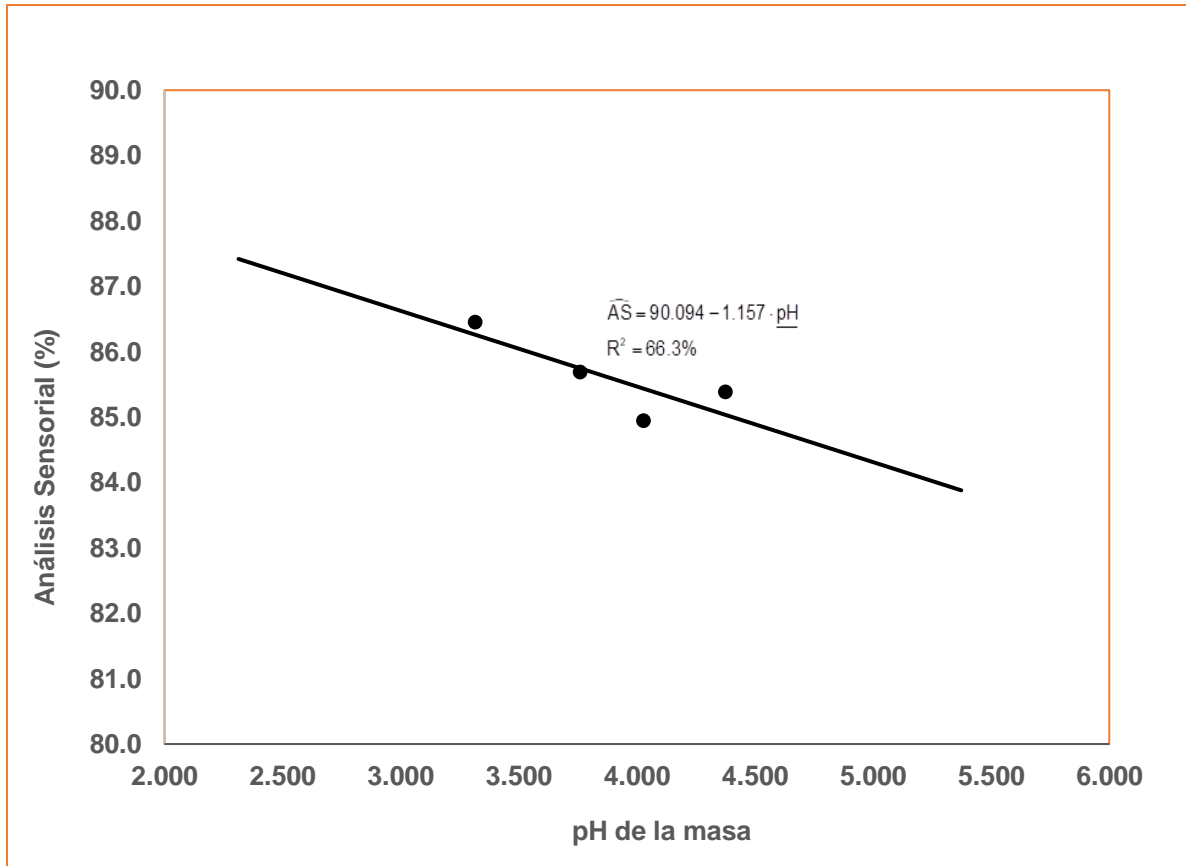
ANÁLISIS SENSORIAL-CARACTERÍSTICAS		
DIA 1	T0	Te verde, panela, lima, infusión de frutas, cereza
	T1	Panela, nota cítrica, infusión de frutos rojos, herbal, crema de vainilla
	T2	Uva verde, uva roja, panela, infusión de lulo, dulce de mora
	T3	Torta de manzana, toronja, jugo de uva, chocolate, gomas masticables, caramelo
DIA 2	T0	Torta de chocolate con pasas, te negro, pomarosa, dulce de mora
	T1	Torta de manzana, limonada, lima, chocolate con pasas
	T2	Ralladura de limón, licor de naranja, jarabe de panela, bombón de mora
	T3	Uva verde, miel, gelatina de frambuesa, crema de avellana, coco
DIA 3	T0	Ralladura de cáscara de limón, limonada, frutos secos
	T1	Nueces, limonada, floral, dulce de caña
	T2	Manzana Roja, mantequilla de mani, malta floral, agua de panela
	T3	Vainilla, uva verde, torta de chocolate, jazmín, caramelo blanco

Nota, descripción de los atributos de las muestras de café de la finca la Catalia. Fuente laboratorio Azahar

En la figura 16, indica que el pH no es la única variable que influye directamente en el resultado del análisis sensorial, se observa la relación del coeficiente de determinación por debajo del 70%, lo que indica que su influencia para determinar la calidad sensorial de una taza, no depende solo de esta variable si no la suma de muchas condiciones dentro del proceso de calidad.

Figura 16

Análisis Sensorial y su Relación con la Variable de pH de la Masa.



Nota, El análisis sensorial en relación con el pH de la masa

Conclusiones

Con la estructuración del protocolo de las buenas prácticas en el proceso de postcosecha se puede asegurar una materia prima de mayor calidad y consistente para obtener una taza de excelente calidad

En el resultado de prueba de taza se demuestra que con 28,7 horas de fermentación se puede obtener una taza de mayor calidad, que puede generar la diferenciación con las demás tazas ya que resalta sus atributos sensoriales, con una calificación bajo el protocolo SCAA de 87,2 puntos, calificándola como excelente.

Para las fincas pequeñas del sector cafetero que se encuentran identificadas con las características de la finca la catalia, del municipio de Armenia Quindío. Pueden implementar el protocolo propuesto y las 28,7 horas de fermentación para diferenciar la calidad de su café y abrir nuevos mercados con un café especial.

Recomendaciones

Es necesario mejorar las practicas desde la recolección del café y en el proceso de postcosecha para asegurar una materia prima de mejor calidad.

Si desea obtener un café de mayor acidez se debe incrementar 12,7 horas de fermentación a las habituales que se realiza en la finca la catalia.

Implementar el protocolo desde la travesía hasta cosecha no importa la época de año siempre se debe llevar a cabo, de esta forma ayuda a clasificar el café de acuerdo a su calidad en grano y asegura una excelente calidad en taza.

Brindar una taza diferenciada se abre más posibilidades en el mercado y generar una mayor rentabilidad para su empresa cafetera.

Referencia Bibliográfica

- Alfredo, C. R. (2017).** Evaluación física y organoléptica de tres var. de café (*Coffea arábica* L.) con cuatro tiempos de fermentación en tres pisos altitudinales del Distrito Santa Ana - La Convención – Cusco.
<http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/1912/253T20170700.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- César Fabián López Pantoja, P. A. (Julio de 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
https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6735/Agroecologia_ciencia_y_tecnologia_3_1_22-27.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Córdoba, C.N., Guerrero, F. J.** Caracterización de los procesos tradicionales de fermentación de café en el departamento de Nariño.
<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a09.pdf>
- Díaz, M. D. (febrero de 2019).** Elaboración de un plan de aseguramiento de la Calidad del grano de café (*Coffea arábica* L.) de la asociación ASPROCUBARRAL para aplicar al mercado de los cafés de origen regional en el Municipio de Cubarral en el Departamento del Meta.
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/24286/%20%09mduqued.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fajardo, Ilde. Sáenz, Juan Rodrigo. (2004).** La calidad física y el rendimiento del café en los procesos de beneficio tradicional y beneficio ecológico (Becolsub). Avance Técnico Cenicafé #323. Centro Nacional de Investigaciones para el Café. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Chinchiná, Caldas.**Peña Gómez, N. B. (2013).** Efectos del tiempo de fermentación sobre la calidad en taza del café (*coffea arábica*).

<https://doi.org/10.25054/22161325.762>

Peña, N., Barrera, O., Gutiérrez, N. (2013). Efectos del tiempo de fermentación sobre la calidad en taza del café (coffea arábica). En Revista: Ingeniería y Región. Vol.10. Universidad Surcolombiana. Huila.

Peñuela, Aida Esther. (2010). Estudio de la remoción del mucilago de café a través de la fermentación natural. Tesis de Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Universidad de Manizales. Manizales, Caldas. *

Peñuela, Aida Esther. (2013). Método Fermaestro: Para determinar la finalización de la fermentación del mucilago del café. Avance Técnico Cenicafé #431. Centro Nacional de Investigaciones para el Café. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Chinchiná, Caldas.

Puerta, Gloria Inés. (2000). Beneficie correctamente su café y conserve la calidad de su bebida. Avance Técnico Cenicafé #276. Centro Nacional de Investigaciones para el Café. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Chinchiná, Caldas.

Puerta, Gloria Inés. (2001). Como garantizar la buena calidad de la bebida del café y evitar los defectos. Avance Técnico Cenicafé #284. Centro Nacional de Investigaciones para el Café. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Chinchiná, Caldas.

Puerta, Gloria Inés. (2006). Sistema de aseguramiento de la calidad y la inocuidad del café en la finca. Avance Técnico Cenicafé #351. Centro Nacional de Investigaciones para el Café. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Chinchiná, Caldas.

Puerta, Gloria Inés. (2009). Los catadores de café. Avance Técnico Cenicafé #381. Centro Nacional de Investigaciones para el Café. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Chinchiná, Caldas.

- Puerta, Gloria Inés. (2011).** Composición química de una taza de café. Avance Técnico Cenicafé #414. Centro Nacional de Investigaciones para el Café. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Chinchiná, Caldas.
- Puerta, Gloria Inés. (2012).** Factores, procesos y controles en la fermentación del café. Avance Técnico Cenicafé #422. Centro Nacional de Investigaciones para el Café. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Chinchiná, Caldas.
- Puerta, Gloria Inés. (2015).** Buenas prácticas para la prevención de los efectos de calidad del café: Fermento, reposado, fenólico y mohoso. Avance Técnico Cenicafé #461. Centro Nacional de Investigaciones para el Café. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Chinchiná C.
- Puerta, Gloria Inés. Echeverry, José. (2015).** Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad. Avance Técnico Cenicafé #454. Centro Nacional de Investigaciones para el Café. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Chinchiná, Caldas.
- Puñuela, M. A. (24 de Mayo de 2010).** Estudio de la remoción del mucílago de café a través de fermentación natural.
https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/1072/Pe%c3%bluela_Martinez_Aida_Esther_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Roa, Gonzalo. Oliveros, Carlos. Et all. (1999).** Beneficio ecológico del café. Centro Nacional de Investigaciones para el Café. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Chinchiná, Caldas.
- Vasquez, Villeda. Karen Elizabeth. W. A. (12 de febrero de 2021).** Evaluación de propiedades químicas del grano de café y características en copa al modificar fermentación en proceso húmedo. <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puidi/INF-2020-20.pdf>

Anexos

Anexo A, *Fermaestro*, herramienta para medir el punto exacto del lavado del café



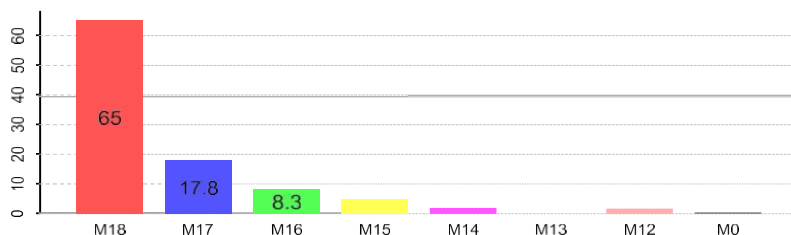
Fuente, avance técnico # 431, CENICAFE

Anexo B, Prueba de taza, de la muestra de café pergamino seco previo a la implementación de la resultado estructuración del protocolo en beneficio

ANÁLISIS FÍSICO DEL PERGAMINO		
Aspecto del Pergamino	Olor del Pergamino	% de Humedad
Algunos granos trillados	Viejo	11

Granulometría

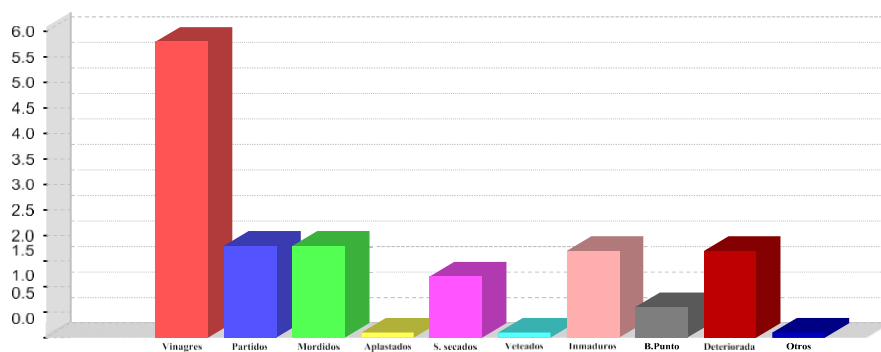
Malla	%Retenido
No.18	65,00
No.17	17,80
No.16	8,30
No.15	4,80
No.14	1,90
No.13	0,00
No.12	1,70
No.0	0,50



ANÁLISIS FÍSICO DE LA ALMENDRA

Defectos Físicos	Total (%)
Granos Vinagres	5.80
Granos Partidos	1.80
Granos Mordidos	1.80
Granos Aplastados	0.10
G. Dec. Sobresecados	1.20
G. Dec. Veteados	0.10
Granos Inmaduros	1.70
Broca de Punto	0.60
Broca Deteriorada	1.70
Granos Reposados	0.10

Porcentaje de Defectos

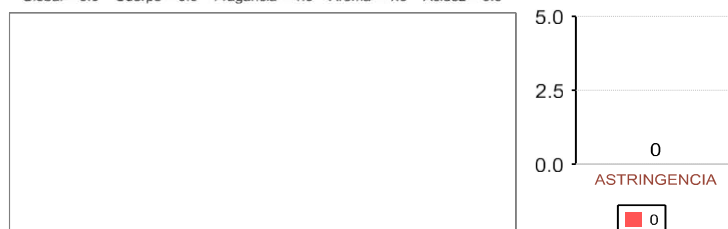


ANÁLISIS SENSORIAL

Características	Calificación
Fragancia	No Característico
Aroma	No Característico
Acidez	0
Cuerpo	0
Imp. Global	0
Astringencia	0
Sabor Residual	
Sabor	Vinagre

Global = 0.0 Cuerpo = 0.0 Fragancia = 1.0 Aroma = 1.0 Acidez = 0.0

Bajo= 1,2 Medio= 3 Alto= 4,5



Ocasionado posiblemente por una fermentación excesiva
o por la mezcla de café de varias cochadas.

Anexo C, Variables: Medición 1

Tratamiento	Horas	Ph (masa)	T° (masa)	T° (ambiente) °C	HR (%)
T0(fermaestro)	17,1	4,56	28	26	70
T1=T0+4 h	21,1	4,24	27	22	76
T2= T1+4 h	25,1	3,88	24	19	85
T3= T2+4 h	29,1	3,25	28	17	90

Anexo D, Variables: Medición 2

	Horas	Ph (masa)	T° (masa)		T° ambiente (°C)	HR (%)
T0 (fermaestro)	16,45	4,06	27		23	80
T1=T0+4 horas	20,45	3,82	27		26	84
T2= T1+4 horas	24,45	3,44	29		19	86
T3= T2+4 horas	28,45	3,19	26		18	93

Anexo E, Variables: Medición 3

Tratamiento	Horas	Ph (masa)	T° (masa)	T° ambiente (°C)	HR (%)
T0 (fermaestro)	16,55	4,5	23	28	75
T1=T0+4 horas	20,55	4,02	26	22	81
T2= T1+4 horas	24,55	3,96	26	20	87
T3= T2+4 horas	28,55	3,5	29	19	90