



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 21/08/2024

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Yefferson Ricardo Cantillo Gaviria, con C.C. No. 1004441432,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o _____ Tesis y/o Trabajo de grado _____

Titulado Implementación de protocolos estandarizados para el beneficio de café y su impacto en la calidad en taza en la finca Villa Isabel, municipio de Timaná, Huila.

presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar al título de

Ingeniero Agroindustrial _____;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

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

Vigilada Mineducación

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



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS**



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

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

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Jerrerson R. Cantillo G.

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

Vigilada Mineducación

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

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS				   		
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 4

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: IMPLEMENTACIÓN DE PROTOCOLOS ESTANDARIZADOS PARA EL BENEFICIO DE CAFÉ Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD EN TAZA EN LA FINCA VILLA ISABEL, MUNICIPIO DE TIMANÁ, HUILA.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
CANTILLO GAVIRIA	YEFFERSON RICARDO

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
DELGADO JOVEN	BERTULFO

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO AGROINDUSTRIAL

FACULTAD: INGENIERIA

PROGRAMA O POSGRADO: INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

CIUDAD: NEIVA

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2024

NÚMERO DE PÁGINAS: 89

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas X Fotografías X Grabaciones en discos Ilustraciones en general X Grabados
 Láminas Litografías Mapas Música impresa Planos Retratos Sin ilustraciones Tablas
 o Cuadros X

Vigilada Mineducación

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



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

Lector pdf y docx

MATERIAL ANEXO:

Anexo 1 Formato evaluación del beneficio tradicional de la finca villa Isabel

Anexo 2 Formatos SCA con la evaluación sensorial del café

Anexo 3 Análisis descriptivo y de correlación e importancia de variables

Anexo 4 Análisis descriptivo y de correlación e importancia de variables

Anexo 5 Imágenes que evidencian etapas del proceso en el proyecto

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

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. <u>Café</u>	<u>Coffee</u>	6. <u>Calidad en taza</u>	<u>quality in the cup</u>
2. <u>Coffea arabica</u>	<u>Coffea arabica</u>	7. _____	_____
3. <u>Variedad castillo</u>	<u>Variety Castillo</u>	8. _____	_____
4. <u>Características sensoriales</u>	<u>Sensory characteristics</u>	9. _____	_____
5. <u>Beneficio tradicional</u>	<u>Traditional processing</u>	10. _____	_____

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El trabajo de investigación busca mejorar la calidad en taza del café en la finca Villa Isabel, ubicada en Timaná, Huila, mediante la implementación de protocolos estandarizados en el proceso de



beneficio del café, actualmente de manera empírica. Estos protocolos se centran en estandarizar los procesos de beneficio lavado, Honey y natural para mejorar las características sensoriales y organolépticas del café, como fragancia/aroma, sabor, cuerpo, acidez, uniformidad, equilibrio, taza limpia, dulzor y la evaluación del catador, que en conjunto determinan la calidad final del producto. La investigación, de enfoque mixto CUAN-Cual, analiza datos obtenidos de diversas muestras físicas para evaluar dichas características y mejorar la competitividad de la finca mediante prácticas de beneficio óptimos que permitan obtener mejores precios en el mercado. Los resultados muestran que los protocolos estandarizados, aplicados a diferentes tipos de beneficios como el lavado, miel y natural, y combinados con procesos de fermentación anaeróbica, tienen un impacto positivo en la calidad en taza del café de la variedad Castillo (*Coffea arabica*). Este enfoque diferenciado representa una mejora significativa en comparación con los métodos tradicionales usados en la finca, subrayando la importancia de adoptar buenas prácticas en el proceso de beneficio para incrementar la calidad del grano y la competitividad en el mercado.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The research seeks to improve the cup quality of coffee in the Villa Isabel farm, located in Timaná, Huila, through the implementation of standardized protocols in the coffee processing process, currently done empirically. These protocols are focused on standardizing the sensory and organoleptic characteristics of coffee, such as fragrance/aroma, flavor, body, acidity, uniformity, balance, clean cup, sweetness, and the cupper's evaluation, which determines the quality of the product. The research, a mixed CUAN-QUAL approach, analyzes data obtained from various physical samples to evaluate these characteristics and improve the farm's competitiveness through optimal milling practices to achieve better prices in the market. The results show that standardized



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS**

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

4 de 4

protocols, applied to different types of processing such as washing, honey, and natural, and combined with anaerobic fermentation processes, positively impact the cup quality of Castillo coffee (*Coffea arabica*). This differentiated approach represents a significant improvement compared to the traditional methods used on the farm, underlining the importance of adopting good practices in the processing process to increase the quality of the beans and competitiveness in the market.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Nombre Jurado: Ph.d. Jaime Daniel Bustos Vanegas

Firma:

Nombre Jurado: MSc. Andrés Felipe Bahamón Monje

Firma:

Andrés F Bahamón

Implementación de protocolos estandarizados para el beneficio de café y su impacto en la calidad en taza en la finca Villa Isabel, municipio de Timaná, Huila.

Trabajo de grado presentado al departamento de Ingeniería Agroindustrial
como requisito para optar al título de: Ingeniero Agroindustrial

Yefferson Ricardo Cantillo Gaviria:

20171159676

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Agroindustrial
Neiva, Huila, Colombia.

2024

Firma

Director: Esp. Bertulfo Delgado Joven

Nota de aceptación

Firma

Firma

Jurado: Ph.d. Jaime Daniel Bustos Vanegas

Jurado: MSC. Andrés Felipe Bahamón Monje

Dedicatoria

A nuestros padres y familiares que no han escatimado esfuerzo alguno para apoyar los procesos de formación humana y profesional.

A los campesinos de Colombia, del departamento del Huila, del municipio de Timaná y especialmente a mi abuelo Libardo y mi papá Helberth que con el golpe del azadón labran la tierra para dignificar su labor.

Agradecimientos

Agradecemos primero a Dios creador, porque me otorgó la vida y las grandes virtudes, a mis padres, hermanos, abuelos, tíos y amigos cercanos que me brindaron una voz de aliento cuando pensaba en desfallecer. De la misma manera, a la Universidad Surcolombiana, espacio donde se aprende, se hace y se es.

A los docentes que apoyaron mi proceso formativo y de aprendizaje, a auxiliares y demás personas que hicieron parte importante de la estadía en el claustro educativo.

Agradecimiento al Esp. Bertulfo Delgado Joven director del proyecto de grado y al instructor y catador Álvaro Aurelio Murcia SENA Pitalito.

Y, de manera especial a mi tía Rosa Elvira Gaviria Torres por su apoyo incondicional en el desarrollo del proyecto.

Índice general

Resumen	10
Abstract.....	11
Introducción.....	12
1. Descripción del proyecto	14
1.1. Justificación.....	14
1.2. Planteamiento del problema	17
1.3. Marco teórico y antecedentes	18
1.4. Marco teórico.....	18
1.4.1. <i>Calidad de café</i>	18
1.4.2. <i>Beneficio del café.</i>	20
1.4.3. <i>Análisis físico y sensorial del café</i>	22
1.5. Antecedentes	23
2. Objetivos	27
2.1. Objetivo general.....	27
2.2. Objetivos específicos	27
3. Metodología propuesta	28
3.1. Localización del área de estudio	28
3.2. Diseño metodológico	28
3.3. Caracterización biofísica, económica y productiva de la finca Villa Isabel	29
3.4. Diagnóstico del proceso de beneficio en la finca Villa Isabel	29
3.5. Procesamiento de café en la finca Villa Isabel	31
3.6. Análisis físico y sensorial del café de la finca Villa Isabel	39
4. Análisis físico	41
5. Análisis sensorial	43
6. Análisis estadístico	44
7. Resultados y discusión	45
7.1. Diagnóstico del proceso de beneficio en la finca Villa Isabel	46
7.2. Análisis físico	50
7.3. Análisis granulométrico	55

7.4.	Análisis sensorial	56
7.5.	Análisis estadístico	65
8.	Conclusiones	67
9.	Recomendaciones	69
10.	Cronograma de actividades	70
11.	Bibliografía	71
12.	Anexos.....	77
13.	Análisis descriptivo.....	81
13.1.	Análisis de correlación e importancia de variables.....	84

Índice de figuras

Figura 1	<i>Localización geográfica Finca Villa Isabel, municipio de Timaná, Huila – Colombia.</i>	28
Figura 2	Diagrama de proceso para beneficio de café Lavado.....	35
Figura 3	Diagrama de proceso para beneficio de café Honey	37
Figura 4	Diagrama de proceso para beneficio de café natural.....	39
Figura 5	Porcentaje de Merma para cada una de las muestras.....	51
Figura 6	Porcentaje de pasillas obtenido para cada una de las muestras	53
Figura 7	Factor de rendimiento calculado para cada una de las muestras	54
Figura 8	Efecto de los tratamientos sobre los aspectos de Fragancia/Aroma.....	58
Figura 9	Efecto de los tratamientos sobre el aspecto de sabor	59

Índice de tablas

<i>Tabla 1 Lista de estudios, incluidos los autores, el lugar, el enfoque de investigación, contribuciones y hallazgos.</i>	23
<i>Tabla 2 Lista de estudios, incluidos los autores, el lugar, el enfoque de investigación, contribuciones y hallazgos.</i>	40
<i>Tabla 3 Estados de madurez proceso tradicional finca Villa Isabel</i>	48
Tabla 4 Resultado del análisis físico para cada uno de los tratamientos obtenidos en la finca Villa Isabel	50
Tabla 5 Clasificación en malla para las muestras de café en la Finca Villa Isabel	55
Tabla 6 Valoración del análisis sensorial del café según SCA para variable cualitativa (Descripción organoléptica)	57
Tabla 7 Valoración del análisis sensorial del café según SCA para variables cuantitativas	58

Índice de anexos

Anexo 1 Formato evaluación del beneficio tradicional de la finca villa Isabel.....	77
Anexo 2 Formatos SCA con la evaluación sensorial del café.....	78
Anexo 3 Análisis descriptivo y de correlación e importancia de variables.....	79
Anexo 4 Análisis descriptivo y de correlación e importancia de variables.....	80
Anexo 5 Imágenes que evidencian etapas del proceso en el proyecto	89

Resumen

El trabajo de investigación busca mejorar la calidad en taza del café en la finca Villa Isabel, ubicada en Timaná, Huila, mediante la implementación de protocolos estandarizados en el proceso de beneficio del café, actualmente de manera empírica. Estos protocolos se centran en estandarizar los procesos de beneficio lavado, Honey y natural para mejorar las características sensoriales y organolépticas del café, como fragancia/aroma, sabor, cuerpo, acidez, uniformidad, equilibrio, taza limpia, dulzor y la evaluación del catador, que en conjunto determinan la calidad final del producto. La investigación, de enfoque mixto CUAN-Cual, analiza datos obtenidos de diversas muestras físicas para evaluar dichas características y mejorar la competitividad de la finca mediante prácticas de beneficio óptimos que permitan obtener mejores precios en el mercado. Los resultados muestran que los protocolos estandarizados, aplicados a diferentes tipos de beneficios como el lavado, miel y natural, y combinados con procesos de fermentación anaeróbica, tienen un impacto positivo en la calidad en taza del café de la variedad Castillo (*Coffea arabica*). Este enfoque diferenciado representa una mejora significativa en comparación con los métodos tradicionales usados en la finca, subrayando la importancia de adoptar buenas prácticas en el proceso de beneficio para incrementar la calidad del grano y la competitividad en el mercado.

Palabras claves:

Café, *Coffea arabica*, variedad castillo, características sensoriales, características físicas, producción, beneficio tradicional y calidad en taza

Abstract

The research seeks to improve the cup quality of coffee in the Villa Isabel farm, located in Timaná, Huila, through the implementation of standardized protocols in the coffee processing process, currently done empirically. These protocols are focused on standardizing the sensory and organoleptic characteristics of coffee, such as fragrance/aroma, flavor, body, acidity, uniformity, balance, clean cup, sweetness, and the cupper's evaluation, which determines the quality of the product. The research, a mixed CUAN-QUAL approach, analyzes data obtained from various physical samples to evaluate these characteristics and improve the farm's competitiveness through optimal milling practices to achieve better prices in the market. The results show that standardized protocols, applied to different types of processing such as washing, honey, and natural, and combined with anaerobic fermentation processes, positively impact the cup quality of Castillo coffee (*Coffea arabica*). This differentiated approach represents a significant improvement compared to the traditional methods used on the farm, underlining the importance of adopting good practices in the processing process to increase the quality of the beans and competitiveness in the market.

Keywords:

Coffee, *Coffea arabica*, variety Castillo, sensory and Physical characteristics, production, traditional processing and quality in the cup

Introducción

La caficultura es una actividad de gran importancia en Colombia, de acuerdo a lo expresado por la Universidad de Antioquia y referenciado por Restrepo, L. y Villa, G. (2020). “Colombia es un país reconocido a nivel mundial debido a la producción de café arábigo dentro del cual se destacan diversos tipos, tales como la variedad típica, borbón, tabí, caturra, Colombia y castillo, los cuales se producen en las diferentes regiones” (p. 4). Por lo tanto, el café es uno de los productos agrícolas más importantes de Colombia, tanto a nivel económico como cultural. El país, además, se reconoce en el mundo por la calidad de su café y por ser uno de los principales exportadores. La caficultura desempeña un papel fundamental en la generación de empleo y en el desarrollo de las regiones cafeteras.

El departamento de Huila, según el Comité de Cafeteros (2023): se destaca como el principal productor de café en el país durante 13 años consecutivos. Además, según este mismo comité, Este producto se cultiva en el sur de la Región Andina por comunidades campesinas en 35 municipios, los cuales albergan más de 84.000 familias que cultivan 145.741 hectáreas de café arábico de las variedades antes descritas por los estudios de la universidad de Antioquia. Por lo tanto, el café producido en el departamento del Huila cuenta con “Denominación de origen”. Este se caracteriza por tener una impresión global balanceada, con notas dulces, acidez y cuerpo medio/alto, fragancia y aroma intenso, con sensaciones frutales y acarameladas.

Para el Comité de Cafeteros del Huila (2023), la zona sur del departamento del Huila en donde se ubica el objeto de estudio de este proyecto, el café es cultivado y cosechado en 10 municipios, por 39.698 familias campesinas entre el nacimiento del río Magdalena, afluente más importante del país, lo que genera una particularidad en su condición climática. En esta sub región, se encuentran ubicados los dos municipios con mayor área sembrada de café en Colombia, Pitalito y Acevedo. En taza se caracteriza por una fragancia y aroma a chocolate,

buen dulzor y frutos rojos, notas frutales, flor de café, acidez media alta y un cuerpo medio balanceado.

En este contexto de la zona cafetera del sur del Huila, se adelantó la investigación del proyecto “Implementación de protocolos estandarizados para el beneficio del café y su impacto en la calidad en taza en la finca Villa Isabel, ubicada en el municipio de Timaná, Huila”, esta investigación, cobra especial relevancia cuando se establece el objetivo que tiene que ver con la implementación de protocolos en los que se crean las pautas y procedimientos específicos que deben seguirse durante el proceso de producción, desde el momento de la recolección, hasta llegar al procesamiento, el secado y almacenamiento de la materia prima.

De esta manera, el impacto de la implementación de estos protocolos en la calidad en taza del café producido en la finca Villa Isabel es significativo. Entendido que, la calidad en taza se refiere a las características sensoriales y organolépticas del café, como fragancia/aroma, el sabor, sabor residual, el cuerpo, la acidez, la uniformidad, el balance, taza limpia, dulzor y evaluación del catador, lo cual conforman el puntaje final de la calidad en taza de café. Importante que, al seguir los protocolos estandarizados, se busca obtener un café de alta calidad que cumpla con las expectativas de los consumidores y que pueda competir en el mercado nacional e internacional.

La implementación de protocolos estandarizados también puede tener beneficios adicionales, como la eficiencia en la producción, la reducción de costos, mejores ganancias que se sustentan en una mayor calidad de vida de sus productores y la minimización de los impactos ambientales.

1. Descripción del proyecto

1.1. Justificación

El departamento del Huila es el mayor productor de café a nivel de Colombia con un área sembrada para el año 2020 de 144.322,2 ha y un número de fincas productoras de café a nivel departamental de 100.931 (Comité Departamental de Cafeteros del Huila, 2020). Según Pérez (2022) “El Huila desde hace once años lidera la mayor producción de café en Colombia, por esta razón se denomina ‘Eje cafetero de la calidad’ o ‘El nuevo eje cafetero’ que lo conforman los departamentos de Huila, Tolima, Cauca y Nariño”.

Según la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), para el año 2020 Colombia produjo 863.317 toneladas de café entre los 630 municipios dedicados a este cultivo. El municipio de Pitalito, Huila se destaca por ser el primer productor a nivel nacional con 26.389 toneladas y junto a los municipios de Acevedo, La Plata, Garzón y Suaza se encuentran dentro del top 10, posicionando al departamento como el mayor productor de café en Colombia. (Pérez, 2022)

Asimismo, el municipio de Pitalito cuenta con un área sembrada de 17.901,52 ha en variedades como Castillo, Colombia, Caturra, Típica y Tabí, según las cifras de la Gobernación del Huila (2021). Consolidándose el café como parte fundamental de la economía del municipio de Pitalito, de acuerdo a lo expuesto por Perfil Productivo Municipio de Pitalito Huila (2015), “Debido al gran desarrollo de esta actividad productiva, especializándose en la producción de cafés especiales y logrando así la constitución de una zona franca unipersonal que permita generar mayor valor agregado” (p. 59).

Por consiguiente, el cultivo de café es el principal producto de fomento agroindustrial, que a través de un proceso se ha derivado en la especialización para la producción de cafés especiales. Por tal razón, el municipio se ha posicionado obteniendo reconocimiento nacional y mundial, que de igual forma la constituyen una ventaja comparativa para el sector agrícola. (Perfil Productivo del Municipio de Pitalito, Huila, 2015, p. 73)

Esta propuesta de investigación brindará información clave para la implementación de protocolos estandarizados para el beneficio del café mediante procesos diferenciados, mejorar las condiciones de rentabilidad de la finca Villa Isabel y facilitar la adopción de nuevos procesos de beneficio y comercialización para 83.691 caficultores y 100.931 fincas cafeteras (Comité Departamental de Cafeteros del Huila, 2020) que se ubican en el departamento del Huila como beneficiarios del proyecto.

Como propuesta de investigación en la que se busca adoptar los nuevos procesos de beneficio para la mejora de atributos destacando aspectos de fermentación y secado en la calidad del grano. Se apoya desde los resultados obtenidos por Ladino et al (2016) en la que se encontró que la temperatura del ambiente donde se desarrolla la fermentación controlada del café diferencia la proporción y tipo de aromas y sabores de la bebida, así como, las cantidades de sustancias volátiles del café tostado y del mucílago fermentado. Los autores también sustentan que, las diferencias se atribuyen al efecto de la fermentación, debido a que todos los otros factores como origen geográfico del café, variedad, madurez, agua de proceso, secado y métodos de análisis se mantuvieron constantes.

De igual forma, Delgado, A. (2021). Menciona que la fermentación es muy compleja, y podemos tener resultados con mucho potencial. Una fermentación deficiente y no controlada puede producir sabores desagradables y de muy mala calidad. Por lo tanto, a partir del estudio el autor recomienda que es muy importante que los productores entiendan el proceso, lo monitoreen y trabajen cuidadosamente el proceso postcosecha. Dice que, si se tiene éxito en la fermentación se puede resaltar grandes atributos en la bebida que brindara mayor calidad y mayores precios. (p. 34)

De acuerdo con lo anterior, el efecto del secado es otro de los aspectos que cumple un papel importante en determinar la calidad para la producción de cafés especiales. “El secado es una de las etapas del proceso poscosecha de mayor cuidado dentro del manejo del café,

dada su relación con la causa de defectos de la calidad física, con consecuencias en la calidad en taza” (Peñuela et al., 2022, p.3).

Así, según Largo (2020) “el secado permite conservar la calidad fisicoquímica y organoléptica del grano evitando su deterioro e impidiendo la proliferación de microorganismos y la actividad enzimática que pueden deteriorar la calidad del grano” (p.14). Por tal razón, Shibamoto mencionado por Largo (2020) establece que la composición y concentración de compuestos químicos contenidos en los granos de café es fundamental para que el proceso de tostión se forme compuestos volátiles de gran importancia en la calidad sensorial de la bebida. La cantidad de carbohidratos, proteínas y aminoácidos puede variar significativamente si se realiza un inadecuado proceso de secado. (p.15)

Por otra parte, es importante resaltar que la comercialización de cafés especiales tiende a aumentar su precio de acuerdo al desarrollo de nuevos atributos en el grano y la calidad del mismo, de manera que, Teuber, Herrmann, Wilson y Wilson citados por Arias et al (2018) indica que “los cafés diferenciados tienen formas diferentes de comercialización y negociación, donde, uno de los canales más comunes para los cafés extraordinarios y de alto valor, son las subastas provenientes en los concursos de taza en los diferentes países” (p. 5). Por tanto, Clúster Development citado por Arias et al (2018) muestra los precios del café obtenidos de Colombia durante las subastas en el formato Cup of Excellence, la cual, llegó a subastar con un valor máximo de \$14,50/lb y una media de \$5,65/lb.

Por lo tanto, el proyecto busca que el productor conozca los mercados de cafés especiales a nivel nacional e internacional, mediante la implementación de nuevas relaciones comerciales ofreciendo un producto de calidad. Además, de aumentar el reconocimiento como país cafetero y mantener al departamento del Huila dentro de los primeros en producción de café de calidad y, se siga reconociendo al sur del territorio huilense como potencia cafetera, haciendo uso de las nuevas estrategias como las que se implementarán en la finca Villa Isabel, con la cual se iniciarán procesos que buscan renovar y mejorar el café que producen,

obteniendo así un producto de calidad con la finalidad de optimizar sus ingresos y con ello la calidad de vida de la unidad familiar.

1.2. Planteamiento del problema

Es importante resaltar que para producir un café de calidad surgen diferentes factores o problemáticas, que intervienen en el cambio para el proceso en el beneficio del café y obtener un café especial. En primer lugar, el agricultor debido a la falta de capacitaciones no puede acceder a nueva información, por lo cual, el conocimiento de nuevas metodologías es muy limitada, lo que genera desconocimiento de algunos temas que pueden implementar como alternativas para mejorar la calidad de la materia prima que producen.

Al mismo tiempo, al no calificar en los escasos programas estatales que hacen aportes en el sector agrícola y, a la poca participación de algunos caficultores en asociaciones con entidades de apoyo cafetero, les impide incursionar y experimentar en nuevos proyectos. Sumado a esto, los pocos recursos económicos que pueden invertir en la tecnificación del proceso, porque si lo hacen se ve afectadas las economías familiares. Dicho de otra manera, no pueden adquirir los equipos y herramientas necesarias para cumplir con los estándares de calidad requeridos por los consumidores y esto hace que se presente la intermediación en la comercialización del producto. Lo anterior, ha causado el desinterés por parte de los agricultores tradicionales en la innovación y tecnificación de las fincas cafeteras.

Por consiguiente, no se implementan nuevas estrategias que permiten desarrollar en el sector nuevos diseños de productos como los cafés especiales, los cuales deben incluir empaques, el registro de nuevas marcas, certificaciones, entre otras, que faciliten entrar a los productores cafeteros en los mercados nacionales e internacionales.

Por otra parte, desde el ámbito sociocultural Sanmiguel referido por Pérez (2022) menciona que “La gran mayoría de colombianos no toman café de alta calidad, sino lo que llaman pasilla, u otros baratos que al final son de mala calidad. Si no hay demanda, el café se exporta” (p.1). Con relación a lo anterior, Martínez (2022) menciona que “El beneficio

convencional del café ha sido arraigado por herencia, por costumbres y prácticas empíricas, que se continúan implementando en fincas cafeteras de pequeños y medianos agricultores” (p.

3) lo que repercute en un limitado posicionamiento del grano de café en el mercado.

En otras palabras, al no haber aceptación de los cafés especiales por parte de los consumidores, no incita a los productores a desarrollar nuevas estrategias que le permitan mejorar su producción, por ende, mantienen un modelo tradicional de beneficio en el café para luego vender a los intermediarios sin saber el potencial y los ingresos que podrían llegar a alcanzar.

Los datos anteriores llevan a formular la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo mejorar el sistema de beneficio del café mediante procesos diferenciados y fermentación anaeróbica en la finca Villa Isabel, vereda el Diviso del municipio de Timaná? y/o
¿Los procesos diferenciados aplicados en la finca Villa Isabel, mejoran atributos físicos y sensoriales que definen un mejor posicionamiento del grano de café en el mercado?

1.3. Marco teórico y antecedentes

1.4. Marco teórico

En este capítulo se enuncian los conceptos y características de los componentes claves de la investigación, relacionados con la calidad del café, beneficio del café y análisis físico y sensorial del café.

1.4.1. Calidad de café

La idea de calidad en la industria según Schwan y Fleet (2014) es un concepto difícil de definir con precisión:

La calidad se establece como una característica, propiedad o estado que hace que un producto sea completamente aceptable, aunque esta aceptación no se deriva necesariamente de lo que son análisis y estudios, sino que, se complementa a través de hallazgos prácticos que los brinda en la mayoría de los casos la experiencia del consumidor. (p.478)

Por otra parte, “La calidad del café se mide por el grado en que el producto satisfaga las necesidades de los compradores y los consumidores y cumpla con las características sensoriales y sanitarias esperadas del café colombiano” (Pérez y Rosero, 2012, p.13).

En este sentido, la calidad en los granos se convierte en un rasgo difícil de especificar, ya que los criterios varían a lo largo de la cadena de producción hasta el cliente, dependiendo de las exigencias que presente cada uno como lo menciona Schwan y Fleet (2014):

Para el agricultor, la calidad del café es una combinación de criterios de producción como la facilidad de crecimiento y cosecha, así como el precio. Para el exportador o importador, la calidad del café está ligada al tamaño del grano, la ausencia de defectos, la regularidad del suministro, la cantidad disponible, las características físicas y el precio. Para el tostador, la calidad del café depende del contenido de humedad, la estabilidad de las características, el origen, la composición química, la calidad organoléptica y el precio.

Finalmente, el consumidor, que varía de un país a otro, considera la calidad del café en términos de precio, sabor, efectos sobre la salud y el estado de alerta, origen geográfico y aspectos ambientales y sociológicos (café orgánico, comercio justo, entre otros). (p. 479)

De acuerdo con lo anterior, el consumidor es el encargado de validar el concepto de calidad del café mediante la necesidad que crea en el mercado, que, de igual manera, incluye la cadena productiva al reconocer la necesidad que se genera recurre a diferentes procesos para dar solución a la problemática que se presenta. Por consiguiente, la calidad del café definida según Ribeiro et al (2017), “Ha sido valorada en los últimos años, dando credibilidad a los cafés especiales, que se caracterizan por un conjunto de aromas y sabores memorables equilibrados y la ausencia de defectos” (p.1).

Por otro lado, en el auge de los cafés diferenciados el concepto de calidad se ha expandido y ahora debe tener en cuenta, no solo las características físicas y sensoriales del café sino otros factores externos (Pérez y Rosero, 2012, p.13).

Los factores que principalmente influyen en la diferenciación del café según Osorio (2021) comprenden “La combinación de las características ambientales (clima y suelo) y factores humanos” (p.1), o en otras palabras, “La calidad es el resultado de muchos factores naturales, biológicos, climáticos, botánicos, humanos, culturales y también consecuencia de los procesos operacionales que se realizan por personas en toda su cadena productiva, en la finca hasta la exportación y consumo” (Pérez y Rosero, 2012, p.13).

Según los conceptos de calidad enunciados anteriormente se puede inferir que la calidad en el café está determinada por las necesidades del consumidor final, motivo por el cual se busca incursionar en nuevos métodos (natural, Honey y lavado) para potencializar las cualidades del café en un perfil de taza.

1.4.2. Beneficio del café.

Antes de determinar este proceso, es importante conocer los aspectos biofísicos que posee la finca que son de gran importancia para el agricultor, debido a que, son características relevantes que determinan variables del café en taza, la densidad del cultivo, los tiempos de recolección, disponibilidad de agua en la finca, el tipo de beneficiado y la facilidad de recolección y transporte de la materia prima, entre otros. (Del Café y europea, 2020, p.7)

Ahora bien, el beneficio del café comienza una vez se han recolectado y seleccionado las cerezas de café en su estado óptimo de maduración, este es un proceso que tiene suma importancia y es parte fundamental para la industria cafetera. En el proceso de beneficio se define finalmente la calidad del café, debido a que se puede mantener, siendo su objetivo principal, mejorar la calidad a través de la exaltación de atributos. No obstante, también en este proceso puede deteriorarse la calidad del producto por descuidos que conducen a la formación de defectos físicos y en taza. (Peñuela y Sanz-Urbe, 2021, p.2)

Ahora bien, en la producción de café se tienen en cuenta una serie de etapas de procesamiento, que parten desde la cosecha de las cerezas de café, seguido de por la postcosecha, el secado y la tostión de los granos. Es importante saber que, la postcosecha es

una fase para la obtención de cafés especiales, debido a que se tienen en cuenta diferentes métodos que se aplican a la materia prima y provocan diversas reacciones metabólicas en los granos de café, de manera que, se producen reacciones fisicoquímicas que afectan la composición química y la calidad de la cata del producto final. (Aswathi et al., 2022, p.1)

De este modo, se desarrollan los principales tipos de beneficio en el café que según Hardy citado por Untiveros Soldevilla (2021) se pueden clasificar en:

Café beneficiado por vía semihúmeda, es cuando el café se despulpa y se seca. Normalmente conocido como semi lavado Honey y da como resultado una fermentación que resalta los ácidos, generando una taza muy completa y potente. (p.19)

Café beneficiado por vía seca. Café que se ha secado en la propia cereza conocido también como natural. Las características en taza son una taza dulce, acidez baja y más cuerpo. (p.19)

Café beneficiado por vía húmeda. Café que se despulpa, se fermenta o desmucilagina se lava y se seca. Normalmente conocido como lavado. Las características que quedan en el grano lavado es la acidez, su dulzura media y un cuerpo medio. (p. 19)

Por consiguiente, dentro de cada tipo de beneficio se destaca el proceso de fermentación y secado de las cerezas de café, proceso que Ribeiro et al. (2017) resalta como “La presencia de diferentes microorganismos durante la fermentación del café interfiere en las características finales de la bebida. Por ello, se han desarrollado investigaciones para controlar esta fermentación y mejorar la calidad utilizando cultivos iniciadores.” (p. 1)

Según Silva et al. (2013) “La fermentación en todos los métodos de procesamiento (seco, húmedo y semiseco), el objetivo de la fermentación es eliminar la capa mucilaginosa, rica en polisacáridos (pectinas), y reducir el contenido de agua de los frutos” (p. 2). “Allí, existen altas concentraciones de polisacáridos, carbohidratos simples, ácidos orgánicos como ácido cítrico, ácido oxálico, ácido láctico, ácido málico, aminoácidos libres y compuestos fenólicos

que pueden ser utilizados por bacterias y levaduras en fermentaciones sucesivas” (Aswathi et al., 2022, p.1).

De modo que, “La fermentación desarrolla nuevos compuestos que conforman el complejo sabor y aroma del café, obtenidos a partir de químicos volátiles y no volátiles, incluidos ácidos, aldehídos, cetonas azúcares, proteínas, aminoácidos, ácidos grasos, compuestos fenólicos y la acción de las enzimas” (Bressani et al., 2018, p.1)

Por ende, para mantener las cualidades o atributos del café se realiza un proceso fundamental que se denomina secado, el cual según Peñuela y Sanz-Urbe (2021) se definido como:

La principal etapa de conservación de la calidad del café, ya que al disminuir el contenido de humedad del grano se reduce su actividad fisiológica y la de microorganismos que deterioran sus atributos e inocuidad. Además, mantiene la estabilidad del producto durante el almacenamiento, empaque y transporte hasta su consumo. (p.25)

Los procesos anteriores dan soporte a los diferentes tipos de beneficio que se pueden aplicar al grano de café, aportando información relevante para mejorar la composición química del café, logrando así mayores atributos en busca de una mayor rentabilidad y expansión en el mercado.

1.4.3. Análisis físico y sensorial del café

En esta etapa se realiza una evaluación del grano de café después de su proceso de beneficio, que de acuerdo con Ribeiro et al. (2017) se hace a través de personal especializado en un proceso denominado catación o prueba en taza. Este método es utilizado comúnmente por parte de los productores, compradores y tostadores para evaluar la calidad y el perfil que posee el grano de café.

La evaluación tiene en cuenta algunos factores que según Evangelista et al. (2014), “depende de cualidades físicas y sensoriales”, o también conocidas como características intrínsecas del grano. “Entre las físicas están su tamaño (granulometría), su densidad, su

contenido de humedad, su color, la presencia de granos defectuosos y su rendimiento. Entre las características sensoriales están su fragancia, aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, dulzor y balance”. (Pérez y Rosero, 2012, p.14).

Con relación a lo anterior, los tipos de evaluación del grano de café (física y sensorial) son una herramienta para cuantificar y cualificar los atributos que caracterizan un tipo de café, resultados que se ven afectados por el manejo que se le realice del fruto, desde la recolección hasta la taza. Además, permite clasificar el café según el puntaje de taza obtenido en (bueno, muy bueno, excelente y extraordinario), que se van a ver reflejados en una mejor rentabilidad en el mercado.

1.5. Antecedentes

Múltiples estudios a nivel nacional e internacional han apuntado al mejoramiento de los procesos de beneficio y fermentación del café, con el fin de potencializar las características y cualidades del café por medio de los métodos diferenciados, para mejorar las condiciones de rentabilidad en fincas cafeteras de pequeños y medianos productores.

La consulta de fuentes secundarias disponibles en las bases de datos bibliográficas Scopus, SciElo, ScienceDirect, Google Scholar y repositorios de universidades a nivel nacional e internacional permitieron, identificar qué otros estudios han trabajado con métodos diferenciados (natural, Honey y lavado), fermentación mediante cultivos iniciadores, fermentaciones anaeróbicas, comparaciones entre variedades y diferentes métodos de beneficio y la evaluación de calidad del café. La búsqueda arrojó los siguientes proyectos, tesis y artículos de investigación:

Tabla 1

Lista de estudios, incluidos los autores, el lugar, el enfoque de investigación, contribuciones y hallazgos.

Autor/Autores	Lugar/País	Enfoque investigación	Contribución/Hallazgos
Martínez et al.	Lavras, Minas	Fermentaciones	Este estudio evalúa el comportamiento de <i>Saccharomyces (S.) Cerevisiae</i>

(2017)	Gerais, Brasil.	mediante cultivos iniciadores.	(CCMA 0543), <i>Candida</i> (C.) <i>Parapsilosis</i> (CCMA 0544) y <i>Torulaspora</i> (T.) <i>Delbrueckii</i> (CCMA 0684) como cultivos iniciadores para café procesado semiseco utilizando dos métodos de inoculación: (1) inoculación directa y (2) inoculación en cubeta. Los resultados demostraron que ambos métodos de inoculación obtuvieron buenos resultados en términos de calidad del café, donde el método del balde favoreció la permanencia de los microorganismos durante el beneficio del café.
Boyacá (2018)	Provincia de Oriente de Boyacá, Colombia.	Calidad sensorial y física entre los procesos de beneficio (Convencional y Honey)	El estudio comparó la calidad sensorial y física entre los procesos de beneficio Convencional y Honey, realizando la caracterización organoléptica de las muestras y la medición de glucosa, fructosa, sacarosa y total de azúcares por medio de HPLC. Dando como resultado que el café vía Honey, se acentúan las características sensoriales de los granos de café, destacando el dulzor, taza limpia, suave, con notas a piña y frutal, en comparación con los resultados del método Convencional, donde la taza presentó astringencia, amargo, pesado, con algo de notas cítricas.
Gutarra (2020)	Centro Poblado Palma pampa, Provincia de Satipo, Perú.	Efectos de los tipos de beneficio sobre la calidad física y organoléptica de <i>Coffea arabica</i> L. var. <i>Catuaí</i> amarillo.	La investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de los tipos de beneficio (húmedo, honey, ecológico, natural y convencional) sobre la calidad física y organoléptica de <i>Coffea arabica</i> L. var. <i>Catuaí</i> amarillo – en Satipo. Los resultados indican que los tipos de beneficio no mostraron influencia sobre la densidad de los granos, además, los tipos de beneficios influyeron significativamente en variables como: Fragancia/aroma, sabor residual, acidez, cuerpo, balance, puntaje del catador y análisis sensorial, siendo el beneficio natural el que obtuvo los mayores puntajes en los perfiles evaluados.
Ayala (2020)	Departamento de Nariño, Colombia.	Comparación de Calidad sensorial, beneficio convencional y Honey	Para el estudio se tomaron muestras de café en cereza para someterlas a beneficio convencional y con método Honey, con el café verde obtenido se comparó la calidad sensorial realizando

			pruebas de taza. Como resultado se obtuvieron diferencias significativas del proceso Honey de 2.1 puntos por encima del convencional lo que refleja mejora en los atributos del café a partir de este método, Además, de una reducción del 99% del uso de agua para el beneficio del café por este sistema.
Osso y Perez (2021)	Vereda Betania del municipio Pitalito, Huila, Colombia.	Calidad en taza y factor de rendimiento de café Castillo y Bourbon, en iguales condiciones de fermentación.	El actual proyecto focalizó su estudio en analizar la calidad en taza y el factor de rendimiento de las variedades de café Castillo y Bourbon, bajo las mismas condiciones de fermentación, en aras de contribuir a la sustentabilidad del sistema productivo, al prescindir de agua durante el beneficio y expresar algunos atributos organolépticos. En los resultados se obtuvo que ambas variedades alcanzaron 90 puntos en el factor de producción. Para la calidad en taza se alcanzaron valores de 85,5 y 85 puntos para las variedades Bourbon y Castillo respectivamente. Lo que evidencia que el proceso de fermentación potencializa los atributos organolépticos en ambas variedades.
Osorio et al. (2021)	Departamento del Huila.	Caracterización de calidad del café.	Dentro de las estrategias generadas se realizó la caracterización de la calidad del café producido en el departamento del Huila entre los años 2016 y 2018. Se obtuvo que factor de rendimiento fueron 94,63 para el 2016, 86,82 para el 2017 y 88,83 para el 2018, los cuales indican una buena calidad física del café y en cuanto a la calidad sensorial, el 80,97% de las muestras no presentó defectos sensoriales, y el que se presentó con mayor proporción fue el defecto reposo, asociado a malas prácticas de secado y al almacenamiento del café con contenidos de humedad superiores al 12%.
Camizán (2021)	Distrito de San Ignacio, Perú	Efecto de tres tipos de beneficio sobre las variedades Catimor y Caturra y la mezcla de ambas variedades.	Se investigó sobre el efecto de tres tipos de beneficio sobre las variedades Catimor y Caturra y la mezcla de ambas variedades, donde se obtuvo que el beneficio húmedo con la Variedad Caturra expresa el mejor tratamiento para la obtención de una buena calidad de café en las condiciones aplicadas en el presente estudio.

Pereira et al. (2022)	Monte Carmelo, Três Pontas, Carmo de Minas y Lajinha en Minas Gerais, Brasil.	Fermentación por anaerobiosis autoinducida (SIAF)	En este estudio se evaluó el perfil microbiano, químico y sensorial del café natural y despulpado fermentado con y sin anaerobiosis inducida. Con esto, se identificó que el proceso SIAF tuvo un impacto positivo en el comportamiento microbiano, lo que dio como resultados cafés con un atributo afrutado más intenso.
Martínez et al., (2022)	Municipio de Timaná Huila.	Comparación con respecto a la calidad en taza para tres variedades de café.	Se realizó una comparación con respecto a la calidad en taza para tres variedades de café (<i>Coffea Arabica L.</i>), las cuales fueron procesadas mediante dos tipos de procesamiento de café: Húmedo (T1) y Semiseco (T2). Como resultado se obtuvo que los tipos de beneficio del café estudiados no afectan el puntaje total en taza, para las variedades Castillo, Caturra y Colombia; además se observó que la variedad con mayor puntaje en taza aplicando cualquiera de los dos métodos de procesamiento fue la variedad Castillo.
Aswathi et al. (2022)	India	Proceso de miel/café natural despulpado (HC)	Este estudio propone un nuevo método de procesamiento de café basado en un proceso semiseco establecido (miel/café natural despulpado). En este se monitorea la evolución bacteriana y fúngica en la fermentación del mucílago de café Robusta (<i>Coffea canephora</i>), dando como resultado los atributos de dulce, caramelo, nuez, picante y sabor a avellana al café.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Implementar protocolos estandarizados en el beneficio de café para mejorar la calidad en taza en la finca Villa Isabel, municipio de Timaná, Huila.

2.2. Objetivos específicos

Caracterizar las condiciones iniciales de la finca Villa Isabel y diagnosticar el proceso de beneficio tradicional en aspectos de recolección, despulpado, fermentación, lavado, secado y estabilizado del café.

Ejecutar protocolos para ajustar los procesos de recolección, despulpado, fermentación, lavado, secado y estabilizado en la finca Villa Isabel.

Verificar el impacto de la implementación de protocolos estandarizados en el beneficio del café mediante procesos diferenciados en la finca Villa Isabel.

3. Metodología propuesta

3.1. Localización del área de estudio

La ejecución del proyecto y la recolección de la materia prima se realizó en la finca Villa Isabel, ubicada en la vereda El Diviso del municipio Timaná, Huila. Esta se localiza según coordenadas geográficas en 1°55'7.76" Latitud Norte y -75°58'26.70" Longitud Oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 1.412 m; también, cuenta con variedades de café sembradas de Castillo con edad en siembra de 12 años y procesos de zoca cada 6 años y Cenicafé 1 con un año de siembra respectivamente. Por consiguiente, El área de la finca Villa Isabel es de 6,5 ha, de las cuales se encuentran en producción aproximadamente 4 ha. A continuación, se presenta en la Figura 1 la localización del área de estudio.

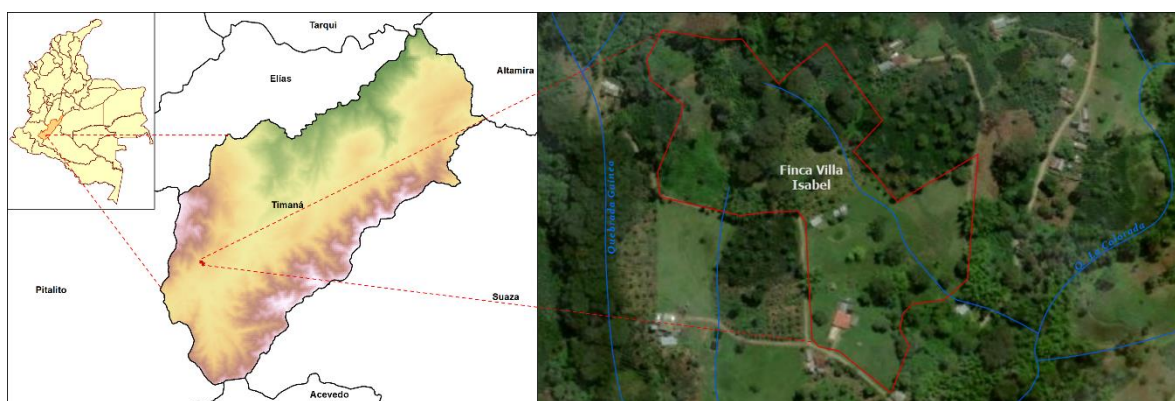


Figura 1 Localización geográfica Finca Villa Isabel, municipio de Timaná, Huila – Colombia.

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el desarrollo de los procesos para determinar la calidad del grano mediante la evaluación en aspectos físicos y sensoriales de las muestras obtenidas en la finca Villa Isabel, se llevaron a cabo en las instalaciones de la Escuela Nacional del Café que se encuentra ubicada en el tecno parque del SENA Yamboró ubicado en el municipio de Pitalito vereda Yamboró.

3.2. Diseño metodológico

La metodología que se implementó en el desarrollo del presente proyecto es de enfoque mixto, porque se requiere de la ruta cuantitativa y cualitativa, de tipo experimental y con un alcance correlacional.

La implementación de protocolos estandarizados en el beneficio de café y el impacto en la calidad en taza en la finca Villa Isabel, municipio de Timaná, Huila se realizará bajo los aspectos metodológicos contemplados en cuatro fases así: a) Caracterización biofísica, económica y productiva, b) Diagnóstico del proceso de beneficio, c) Procesamiento del café, d) Análisis físico y sensorial del café los cuales se detallan a continuación:

3.3. Caracterización biofísica, económica y productiva de la finca Villa Isabel

En esta fase se realizó un reconocimiento de la finca Villa Isabel para conocer el estado actual del funcionamiento del sistema de beneficio de café, de manera que, se diagnosticaran los aspectos relacionados con el entorno biofísico, económico y productivo.

- **Aspectos biofísicos:** en esta actividad se determinó la ubicación geográfica de la finca, la elevación sobre el nivel del mar, la topografía y las variedades de café que conforman el cultivo en producción, del cual, se seleccionará una para obtener la materia prima requerida para el proyecto de investigación. Estas características son fundamentales para determinar las variables de taza, las fechas de recolección, el tipo de beneficiado y facilidades de recolección y transporte, entre otros.
- **Aspectos económicos y productivos:** En esta fase se identificó si la finca cuenta con registros históricos que demuestren la producción y la economía que ha generado el cultivo de café durante las épocas de cosecha. El diagnóstico productivo permite tener claridad sobre el tamaño de la finca y sobre las extensiones que se dedican al cultivo de café. Además, permite reconocer el sistema de producción que se está utilizando y obtener registros de los costos de producción para comprobar la rentabilidad y/o ganancia derivada del cultivo de café.

3.4. Diagnóstico del proceso de beneficio en la finca Villa Isabel

En esta fase se realizó la identificación en campo de los defectos, problemáticas y malas prácticas implementadas en el proceso de beneficio tradicional del café en la finca Villa Isabel. Una vez identificados los aspectos que puedan estar afectando las características físicas y sensoriales del café, se procederá a documentar las buenas prácticas en protocolos para cada uno de los procesos del sistema de beneficio.

El diagnóstico del proceso de beneficio se efectuó mediante un formato **Anexo1** para determinar los siguientes aspectos:

- **Recolección:** En este proceso se van a caracterizar los estados de madurez de la masa, y verificar el estado óptimo de madurez de la masa cosechada. Según Cenicafe mencionado por Ardila y Cuadros (2021) “Los grados brix del mucílago de café fresco varía según el estado de maduración, en promedio el mucílago sobre maduro es de 20.1%, el maduro de 17.1% y el pintón de 14.1%” (p.19)
- **Despulpado:** Se realizó una revisión técnica del funcionamiento y ajuste de la maquinaria y equipos que se utilizan para el proceso de despulpado y limpieza de la maquinaria, para lo cual se realizarán unas recomendaciones y especificaciones para un adecuado funcionamiento.
- **Fermentación:** Se verificó si se implementa algún proceso de fermentación aeróbico o anaeróbico donde se tenga en cuenta la clasificación de los estados de madurez de la masa cosechada. Además, de buenas prácticas al momento de realizar el proceso de fermentación de los granos de café.
- **Secado:** Se revisó el método y estado del secadero de la finca para verificar las condiciones de la infraestructura y protocolos de asepsia que se utilicen en el proceso de secado, lo anterior con el objeto de impedir la contaminación de la materia prima por fuentes externas que limiten la calidad de la taza en el resultado final. Además, se busca

identificar si el proceso de secado de los granos se realiza de forma uniforme y pareja para reducir la humedad del grano, hasta un rango del 10% al 12%.

- **Almacenamiento y estabilizado del café.** En este proceso se identificará si los granos de café se dejan en un lapso de estabilización para que obtenga un rango de humedad óptimo entre 10% y el 12%. Así mismo, se verificaron las condiciones de almacenamiento del café antes de ser comercializado o procesado en pergamino seco.

3.5. Procesamiento de café en la finca Villa Isabel

Luego de hacer un reconocimiento del estado actual y el proceso de beneficio de café en la finca villa Isabel, se realizaron algunos ajustes en los procesos de recolección, despulpado, fermentación, secado y estabilización del café. Además, de la implementación de nuevos tipos de proceso en el beneficio de la materia prima tales como lavado, honey y natural que se evidencia a través de las siguientes actividades:

- **Selección del fruto y caracterización de la materia prima:**

La recolección de la materia prima se obtuvo a partir de la cosecha de los cerezos maduros provenientes de la finca Villa Isabel en la vereda El Diviso del municipio de Timaná, Huila. Por consiguiente, La finca cuenta con producción de frutos de café (*C. arabica*) en variedades castillo y cenicafé 1, de manera que, para el proceso de recolección se tuvo en cuenta la selección de un lote específico en variedad castillo, con la finalidad de obtener muestras de una sola variedad para el estudio.

Después de la cosecha, los frutos se depositaron en costales limpios de lona (Tula) para posteriormente aplicar un proceso conocido como cereza previa, en este se dejó almacenada la materia prima aproximadamente doce horas, donde luego, se realizó un balseo que permite eliminar impurezas obtenidas de la recolección antes de iniciar cualquiera de los procesos de beneficio lavado, honey y natural.

- **Postcosecha (Beneficio del café):**

Antes de implementar los protocolos para un proceso lavado, honey y natural se seleccionó una muestra inicial del proceso de beneficio de café tradicional que se hace en finca Villa Isabel, esta se le denominó como la muestra **T0**, con la finalidad de utilizarlo como tratamiento guía o de control para comparar las demás muestras obtenidas para el desarrollo del proyecto en cuanto al análisis físico y sensorial del café. Por lo tanto, el proceso de beneficio tradicional se muestra de la siguiente manera:

- ***Proceso de beneficio tradicional de café en la finca Villa Isabel:***

Teniendo en cuenta lo anterior, para la muestra control del beneficio tradicional de la finca villa Isabel, se tomaron 10 kilogramos de los frutos de café previamente cosechados por recolectores de la finca sin contar con algún tipo de recomendación al momento de la recolección. Una vez apartada la muestra, esta se pasa por un proceso de despulpado para retirar la cáscara del grano del café y el mucílago, para posteriormente ser depositados en un tanque de lavado donde se dejará aproximadamente un día para facilitar el desprendimiento del mucílago al momento del lavado.

Luego, se llevó a cabo un proceso de lavado que se realizó aproximadamente de 2 a 3 veces para retirar el mucílago, los granos de café vanos y las impurezas presentes en la muestra. Posteriormente, los granos se recogieron en un costal de lona (Tula) para ser trasladado a una marquesina o secadero, de este modo el propietario le dio un proceso de secado con el fin de reducir la humedad del grano hasta un rango del 10-12% de humedad. El método utilizado para este proceso es el que aplica el productor que es de manera empírica en donde se observa el color textura y dureza del grano. Es decir, sin tecnología alguna. Por último, los granos fueron empacados en bolsas tipo Ziploc o sellables para evitar la contaminación del café y aislar la muestra del ambiente.

Asimismo, una vez obtenida la muestra control (**T0**) a partir del beneficio tradicional que maneja la finca Villa Isabel, se implementaron protocolos propuestos por Del Café y europea (2020) para ajustar el beneficio de café en los procesos de Lavado, Honey y

Natural. De igual forma, se utilizó un proceso de fermentación anaeróbica con aireación restringida presentado por Cifuentes (2020), el cual, fue adaptada en los protocolos para ser efectuada en los procesos de Lavado, Honey y Natural, como se muestra de la siguiente manera:

Protocolo de beneficio para café lavado (Despulpado, fermentación, lavado, secado y almacenamiento):

- Se recolectó el fruto en estado óptimo de maduración para permitir que sus atributos olfativos y gustativos se desarrollen a plenitud. Lo ideal es que el 100% de los frutos estén perfectamente maduros.
- Una vez recolectados los frutos se sumergieron en agua para realizar una clasificación hidrostática separando las cerezas de menor densidad, una limpieza de todas las impurezas presentes en la muestra tales como ramas, hojas, entre otras.
- Se tomaron 2 bolsas plásticas para agregar 10 kilogramos de cereza ya clasificada. Luego, fueron selladas herméticamente utilizando tiras de fibra. Asimismo, se realizó un proceso de fermentación anaeróbica con aireación restringida durante un tiempo de 24 y 36 horas respectivamente.
- Después del proceso de fermentación los frutos pasaron a una despulpadora. Allí, se verificó la limpieza del equipo, además de tener en cuenta la calibración de la máquina para evitar rasguños en los granos de café en el proceso de despulpado.
- Una vez despulpada la muestra, se dejó en un recipiente plástico (caneca) previamente limpio durante aproximadamente 24 horas para facilitar el desprendimiento del mucílago en los granos de café. Posteriormente se realizó un lavado teniendo en cuenta los siguientes pasos:
 - Se agregó agua limpia a la muestra donde cubriera aproximadamente 40 cm por encima la superficie del café pergamino.

- Luego se removió el café en repetidas ocasiones con una pala de madera realizando un lavado adecuado. Para luego, liberar los granos vanos que se retiraron de la muestra.
- Una vez el agua se tornó oscura, se procedió a retirar y desechar el agua presente en la muestra hasta que quedaran solamente los granos de café pergamino. Asimismo, se volvió a agregar agua limpia por segunda vez permitiendo remover el café varias veces durante el proceso.
- Después de que se realizaran dos lavadas al grano de café, se drenó el agua oscura presente en la muestra hasta que quedara libre de esta. Por último, se observó que el café pergamino se tornara de un color blanquecino y que al frotarlo emitiera el sonido como el de un cascajo.
- Se trasladó el café pergamino a un proceso de secado en marquesina, en la que se adaptaron unas camillas al secadero común, el objetivo de esta práctica es el de evitar el contacto del grano con el piso principal. En este momento, se llevó a cabo una disminución de la humedad en el grano, la cual fue corroborada a través de la implementación de un medidor de humedad inteligente para supervisar el porcentaje de humedad en un rango de entre el 10% al 12%.
- En el proceso de secado se empleó una agitación a los granos de café con un lapso de 3 veces por día, el cual consistió en agitar la muestra en la mañana, otra vez al medio día y la última finalizando la tarde. De este modo, dando un secado adecuado y de forma pareja a las muestras **T1** y **T2**.
- Finalmente, una vez terminado el proceso de seca las muestras **T1** y **T2** se empacaron en bolsas tipo ziploc o sellables, permitiendo un almacenamiento adecuado de los granos de café. Con ello, se brinda una hermeticidad, debido a que, se evita el contacto de estos con el entorno o el ambiente durante el tiempo de estabilización.

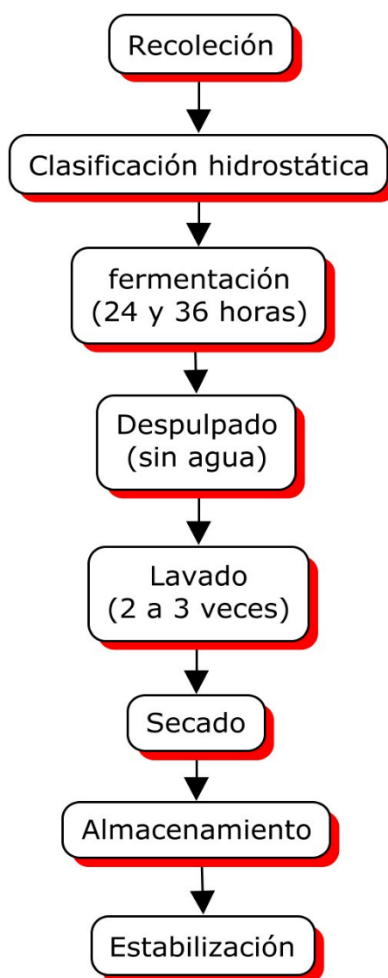


Figura 2 *Diagrama de proceso para beneficio de café Lavado*

Protocolo beneficio Honey: fermentación en cereza. Despulpado, lavado (Depende de si se quiere dejar negro, rojo, amarillo), secado y almacenado.

- Se recolectó el fruto en estado óptimo de maduración para permitir que sus atributos olfativos y gustativos se desarrollen a plenitud. Lo ideal es que el 100% de los frutos estén perfectamente maduros.
- Una vez recolectados los frutos se sumergieron en agua para realizar una clasificación hidrostática separando las cerezas de menor densidad. Además, se hace limpieza de todas las impurezas presentes en la muestra tales como ramas, hojas, entre otras.

- Se tomaron 2 bolsas plásticas para agregar 10 kilogramos de cereza ya clasificada a cada una. Luego, selladas herméticamente utilizando tiras de fibra se inició un proceso de fermentación anaeróbica con aireación restringida durante un tiempo de duración de 24 y 36 horas respectivamente.
- Después del proceso de fermentación los frutos pasaron a una despulpadora, pero antes se verificó la limpieza del equipo y la calibración de la máquina para evitar rasguños o deformidades en los granos de café en el proceso de despulpado.
- Una vez despulpada la muestra, se trasladó el café pergamino a un proceso de secado en marquesina al cual se le adaptaron unas camillas con el fin de evitar el contacto del grano con el piso de esta. Allí, se llevó a cabo una disminución de la humedad en el grano hasta un rango del 10% al 12% utilizando un medidor de humedad inteligente para supervisar el porcentaje de humedad de manera que se alcance el rango deseado. Además, no se removió el café pergamino durante los primeros tres días para alcanzar una mayor concentración de mucílago en los granos.
- Remover el café cada hora. A medida que disminuye la humedad, la capa de café deberá ir haciéndose más gruesa. Procurar que haya sol y sombra para prolongar el tiempo de secado y consecuentemente lograr un mejor color en los granos.
- A partir del día cuatro, se empleó una agitación a los granos de café con un lapso de 3 veces por día, el cual consistió en agitar la muestra en la mañana, otra vez al medio día y la última finalizando la tarde. De este modo, dando un secado adecuado y de forma pareja a las muestras **T3** y **T4**.
- Finalmente, una vez terminado el proceso de seca las muestras **T3** y **T4** se empacaron en bolsas tipo ziploc o sellables, permitiendo así un almacenamiento adecuado de los granos de café y con ello, brindar una hermeticidad para evitar el contacto de estos con el entorno o el ambiente durante el tiempo de estabilización.

- El color final del café pergamino “Honey” puede ser amarillo, rojo o negro, y dependerá de: a) La cantidad de mucílago adherido al pergamino, b) La exposición al secado, c) El movimiento y d) La aireación. Estos aspectos van a generar una mayor o menor oxidación de los azúcares.

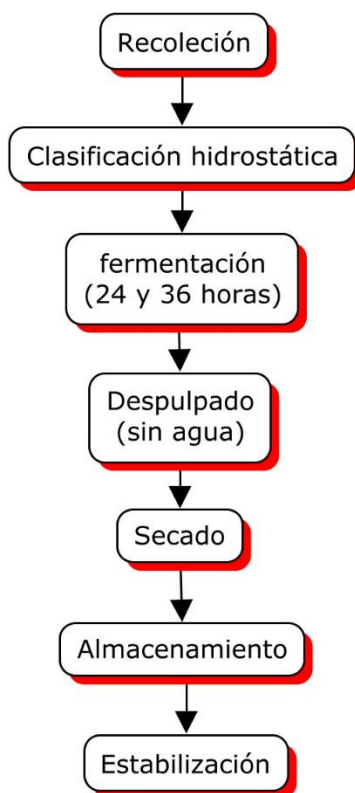


Figura 3 Diagrama de proceso para beneficio de café Honey

Protocolo beneficio Natural (Fermentación, secado, almacenamiento)

- Se recolectó el fruto en estado óptimo de maduración para permitir que sus atributos olfativos y gustativos se desarrollen a plenitud. Lo ideal es que el 100% de los frutos estén perfectamente maduros.
- Una vez recolectados los frutos se sumergieron en agua para realizar una clasificación hidrostática separando las cerezas de menor densidad. Esto permite de igual manera, una limpieza de todas las impurezas presentes en la muestra tales como ramas, hojas, entre otras.

- Se tomaron 2 bolsas plásticas para agregar 10 kilogramos de cereza ya clasificada a cada una. Luego, fueron selladas herméticamente utilizando tiras de fibra. Asimismo, se realizó un proceso de fermentación anaeróbica con aireación restringida durante un tiempo de duración de 24 y 36 horas respectivamente.
- Luego se *trasladaron* los frutos de café a un proceso de secado en marquesina al cual se le adaptaron unas camillas con el fin de evitar el contacto del fruto con el piso del del secadero común y posteriormente, se lleva a la disminución de la humedad en el grano hasta un rango del 10% al 12%. El proceso es similar a los anteriores, se utilizó un medidor de humedad inteligente para supervisar el porcentaje de humedad hasta alcanzar el rango deseado.
- Se empleó una agitación a los frutos de café durante el secado con un lapso de 3 veces por día, el cual consistió en agitar la muestra en la mañana, otra vez al medio día y la última finalizando la tarde. De este modo, dando un secado adecuado y de forma pareja a las muestras **T5** y **T6**.
- Por lo tanto, una vez terminado el proceso de seca las muestras **T5** y **T6** se empacaron en bolsas tipo ziploc o sellables las cuales permiten así un almacenamiento adecuado de los frutos de café secos y, con un proceso de hermeticidad se busca evitar el contacto de estos con el entorno o el ambiente durante el tiempo de estabilización.

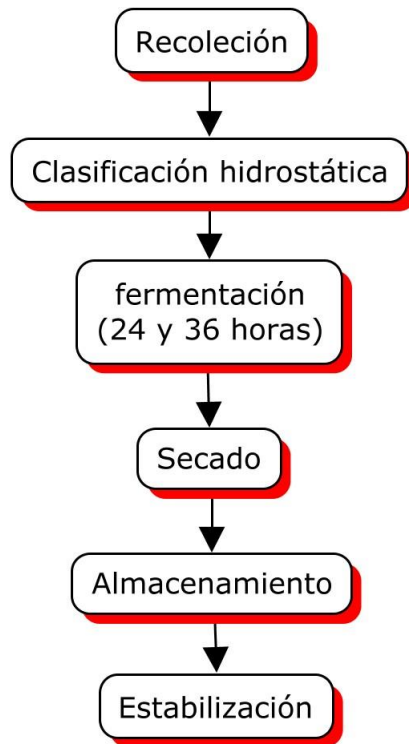


Figura 4 Diagrama de proceso para beneficio de café natural

3.6. Análisis físico y sensorial del café de la finca Villa Isabel

Una vez realizado los procesos de beneficio y estabilización del café, se recolectaron 7 tipos de muestra o tratamientos, en donde se clasificaron con implementación y sin implementación de protocolos. Estas se emplearon para realizar un análisis físico y sensorial de los cafés obtenidos mediante los diferentes tipos de beneficio. Es decir, se adquirió una muestra control *T0* del proceso de beneficio tradicional, dos muestras ***T1*** y ***T2*** para el proceso de beneficio de lavado, dos muestras ***T3*** y ***T4*** para el proceso de beneficio Honey y dos muestras ***T5*** y ***T6*** para el proceso de beneficio natural.

A continuación, en la Tabla 2 se presentan los tipos de proceso de beneficio y muestras a evaluar:

Tabla 2*Listado para la toma de muestras en la Finca Villa Isabel*

°	Tipo de proceso	Muestra	T
	Beneficio tradicional	0	
	Beneficio café lavado con fermentación de 24 horas	1	
	Beneficio café lavado con fermentación de 36 horas	2	
	Beneficio café Honey con fermentación de 24 horas	3	
	Beneficio café Honey con fermentación de 36 horas	4	
	Beneficio café Natural con fermentación de 24 horas	5	
	Beneficio café Natural con fermentación de 36 horas	6	

4. Análisis físico

Posteriormente, una vez obtenidas las muestras y/o tratamientos, el análisis físico se realizó a cada una de las muestras obtenidas del beneficio sin implementación de protocolos y de los procesos de beneficio diferenciados con implementación de protocolos. De acuerdo con Pabón y Osorio (2019), “La calidad física del café se establece a través de examen visual, con una valoración de los defectos del café verde, así como la evaluación de su aspecto general” (p11). De modo que, se describe el proceso paso a paso de la siguiente manera:

En primera instancia, se tomaron las muestras y se depositaron cada una en recipientes en acero inoxidable de tipo bowl, posteriormente se midió el peso inicial de cada uno de los tratamientos que se utilizaron durante todo el proceso, de manera que, es un dato fundamental para calcular el factor de rendimiento, el porcentaje de merma y el porcentaje de pasilla de las muestras obtenidas en los procesos de beneficio realizados al café de la finca villa Isabel.

Luego de medir el peso inicial, los granos de café pergamino seco y frutos de café seco se llevaron a una trilladora para laboratorio, donde, se efectuó un proceso de trilla para obtener la almendra verde total de cada una de las muestras. Seguidamente, se realizó una medición del peso total de almendra obtenida por cada tratamiento para de esta manera calcular el porcentaje de merma aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de Merma (PM)} = \frac{((\text{peso CPS o FCS}) - (\text{peso AT}))}{(\text{peso CPS o FCS})} * 100$$

CPS= Café pergamino seco

FCS= Frutos de café seco

AT= Almendra Total

Después de calcular el porcentaje de merma, las muestras se pasaron por un tamiz que cuenta con una graduación de mallas que va desde la 12 hasta la 18, de manera que, se realizó una clasificación del tamaño de las almendras de café presente en cada una de las muestras. En otras palabras, los granos retenidos en la malla N.º 18 se denominarán

“Premium”, “Supremo” para los retenidos sobre malla 17, “Extra especial” las almendras sobre malla 16, “Europa” los retenidos por malla 15 y “Estándar” a los atrapados en malla 14. De igual forma, los granos que no se retuvieron en alguna de las anteriores se clasificaron como pasillas o defectos.

Seguidamente, luego de haber clasificado mediante mallas cada una de las muestras de almendra total, se llevaron a un proceso de selección de manera que se separaron los granos con presencia de defectos de los granos con la almendra sana, de igual forma, se calculó la cantidad por cada tratamiento. Posteriormente, con la almendra sana (AS) se realizó la medición de algunos parámetros como el porcentaje de humedad (%H) y la densidad el grano (D). Asimismo, se calcularon el factor de rendimiento (FR) obtenido y el porcentaje de pasilla (PP) de cada una de las muestras de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\text{Factor de rendimiento (FR)} = \frac{(\text{peso CPS o FCS}) * (70 \text{ peso de saco excelso en kilos})}{\text{Peso AS}}$$

CPS= Café pergamino seco

FCS= Frutos de café seco

AS= Almendra sana

$$\text{Porcentaje de Pasillas (PP)} = \frac{\text{Peso D}}{\text{Peso AT}} * 100$$

D= Defectos

AT= Almendra Total

5. Análisis sensorial

Se realizó la evaluación sensorial de las muestras de café para el proceso tradicional y los tres procesos diferenciados implementados en la finca Villa Isabel. De acuerdo con lo anterior, para este proceso se utilizará el formato Anexo 2 provisto por la SCA (Specialty Coffee Association of América) para efectuar valoraciones cualitativas y cuantitativas sobre los atributos del café.

Según la SCA citado por Arcos (2017):

La evaluación sensorial del café se divide en tres etapas: olfacción, degustación y sensación bucal. La olfacción es la evaluación sensorial que se produce en el grano cuando se tuesta el café, la degustación es la evaluación sensorial durante el proceso de preparación de la bebida mediante la extracción con agua, y la sensación bucal hace referencia a la evaluación de las sensaciones táctiles del paladar al momento de degustar la bebida en la boca. (p.22)

Para el proceso técnico de preparación de las muestras se tomaron (una relación de 7/100, de peso a volumen, 7 gramos de café tostado y molido por cada 100 ml de agua), es decir, 13 gramos de café tostados equivalentes para una taza de 250 ml de agua, con una molienda de un tamaño ligeramente grueso, para calificar los aspectos de: fragancia, aroma, sabor, sabor residual, acidez, dulzor, cuerpo y balance. Luego, se promediarán los valores obtenidos para asignar una calificación en taza y se determinó una descripción organoléptica de las siete muestras obtenidas en el beneficio de café.

6. Análisis estadístico

El objeto de esta fase es valorar los atributos sensoriales y físicos del café de la finca Villa Isabel obtenidos a partir del formato SCA y los resultados en análisis físicos según el tipo beneficio aplicado. Por tanto, mediante Python se realizó un análisis descriptivo de los datos y de correlación e importancia demostrados en el anexo 3. De igual manera, se empleó una prueba t-student entre la muestra control y la que obtuvo mayor puntaje final de las muestras evaluadas, para de esta manera identificar si presentan diferencias entre si mediante un valor P como resultado.

Por consiguiente, se hizo una comparación de la muestra control o proceso de beneficio al cual no se le implementaron protocolos (**T0** o beneficio tradicional) con cada uno de los tratamientos obtenidos en la implementación de protocolos para el beneficio de café Lavado (**T1** y **T2**), Honey (**T3** y **T4**) y Natural (**T6** y **T7**). Lo cual se compararán en aspectos sensoriales tales como fragancia, aroma, sabor, sabor residual, acidez, dulzor, cuerpo y balance, además, de aspectos físicos como el porcentaje de merma, porcentaje de pasilla y el factor de rendimiento.

7. Resultados y discusión

En este apartado, se muestra la caracterización de algunos aspectos generales en la finca Villa Isabel como productora de café. Es decir, conocer el tipo de materia prima que produce, el manejo que da en producción y venta de la misma. Por lo tanto, y de acuerdo a una revisión de la finca se describe de la siguiente manera:

- ***Aspectos biofísicos:***

La finca Villa Isabel se encuentra ubicada en la vereda El Diviso del municipio de Timaná, Huila. Esta se localiza según coordenadas geográficas en 1°55'7.76" Latitud Norte y - 75°58'26.70" Longitud Oeste, además, posee también una altura sobre el nivel del mar de 1.412 m. Su terreno presenta en su mayoría pendientes en la zona de cultivo de café, lo que dificulta los procesos de recolección y transporte por parte del recolector de café. También, la finca maneja solo un tipo de beneficiado que es de manera tradicional debido a que, cuentan con una buena disponibilidad de agua para aprovechamiento como recurso para el desarrollo del cultivo de café y la producción de cafés lavados.

Asimismo, la finca Villa Isabel cuenta con un área total de 6.5 hectáreas dentro de las cuales aproximadamente 4 hectáreas de esta se encuentran destinadas para el cultivo y la producción de café, con la siembra de variedad castillo con una edad en siembra de 12 años aproximadamente y se le implementa procesos de zoca cada 6 años y una segunda variedad Cenicafé 1 con un año de siembra respectivamente como prueba para hacer posibles reemplazos del cultivo.

- ***Aspectos económicos y productivos:***

El diagnóstico permitió recabar información sobre el la extensión de la finca, que equivale a un aproximado de 6.5 hectáreas, de las cuales se han destinado para el cultivo del café aproximadamente 4 hectáreas y se alterna con cultivos intermedios o también conocidos como cultivos de pan coger (plátano, yuca, maíz, frijol, banano y frutales de naranja, mandarina y guanábana). Sin embargo, las entradas económicas durante el año se reciben del producto

del café, las cuales son distribuidas para el sostenimiento en fertilizantes y desmalezado del mismo. De esta manera, se puede determinar que la productividad depende solamente del mono cultivo del café.

Por otro lado, el diagnóstico también determinó que el propietario no realiza registros sobre los costos y la producción de café en la finca. Por lo cual, no le permite conocer los registros históricos de los índices de producción y costos, lo anterior, evidencia que se genera vulnerabilidad de la economía familiar por el desconocimiento de los mismos, lo que ocasiona que no se conozca con certeza la rentabilidad y sostenibilidad del cultivo de café.

De igual manera, el propietario realiza la venta de su café mediante intermediarios teniendo en cuenta la fluctuación de los precios que se establecen cada día en el mercado internacional. Donde, no genera ningún tipo de registros o historial de ventas anuales las cuales funcionan como soporte para determinar las ganancias o pérdidas que le está originando la producción en el cultivo de café.

7.1. Diagnóstico del proceso de beneficio en la finca Villa Isabel

En esta fase se realizó un diagnóstico para identificar problemáticas y malas prácticas que implementa el propietario de la finca. Este permitió detectar defectos en procesos de recolección, despulpado, fermentación, secado y estabilizado o almacenamiento del café. De esta manera, conscientes de que estos aspectos de corte tradicional influyen directa e indirectamente en los procesos del beneficio del café y que determinan las características físicas y sensoriales del producto, pueden afectar significativamente la calidad de tasa.

- **Recolección:**

Consecuente a lo anterior, en donde se determinan procesos tradicionales en el beneficio de café, la recolección no es la excepción, ella se hace con recolectores de la zona y los denominados andariegos que en tiempo de cosecha se establecen por cortos periodos de tiempo en la finca, estos son supervisados por un mayordomo, el cual hace un mínimo

seguimiento a los procesos técnicos, se dedica igualmente a la recolección, al acopio, peso, despulpado, lavado, empacado y secado del café.

Por lo tanto, se evidencia que no hay un seguimiento directo al momento de recibir el café recolectado, este se pesa en tulas y se pasa directamente a la tolva que lo lleva a la despulpadora. Seguidamente, lo reciben los tanques de fermentación y lavado sin que haya una actividad previa para el balceo en el que se pueden retirar partículas, granos verdes, secos y vanos. Así lo demuestra el análisis técnico de la materia prima a través de un cerezometro (artesanal) en donde permitió la clasificación básica de los estados de madurez de una muestra de café (100 cerezas) que fueron seleccionados de manera aleatoria, arrojando el siguiente análisis:

Tabla 3*Estados de madurez proceso tradicional finca Villa Isabel*

Estados de madurez	Porcentaje (%)
Verde (V)	2%
Verde/pintón (VP)	8%
Pintón (P)	4%
Pintón/maduro (PM)	3%
Maduro/pintón (MP)	22%
Maduro (M)	43%
Sobre maduro (SM)	8%
Sobre maduro careado (SC)	10%
Seco (S)	0%

De acuerdo a los datos obtenidos de la Tabla 3 se evidencia que aproximadamente el 49% de la materia prima que se recolecta aplicando el modelo tradicional de la finca Villa Isabel presenta los estados de madurez verde (V), verde pintón (VP), pintón (P), pintón maduro (PM), maduro pintón (MP) y sobre maduro careado (SC). En lo que se puede concluir que el proceso de recolección de la cereza no se hace de manera adecuada por lo tanto presenta deficiencias.

- **Despulpado:**

Así mismo, en el proceso de despulpado se observa que no se tienen en cuenta la higiene de los equipos y maquinaria que se requieren para llevar a cabo la inocuidad del

producto en el proceso de despulpado. Como se ha descrito anteriormente, son prácticas tradicionales heredadas que se cumplen continuamente, recolectar, pesar y llevar al beneficiadero; sin reparar las condiciones agregadas a la calidad.

Entonces, la cereza va a la tolva que comunica directamente a la máquina despulpadora y apoyada con agua realiza su trabajo. Se observa que no se hace un lavado permanente ni ocasional de este equipo, seguidamente, el grano pasa a través de un cilindro o zaranda rudimentaria que hace la selección de los granos buenos que van al tanque de fermentación y separa la llamada pasilla. Esta se recoge en un recipiente de manera manual.

Por otro lado, la despulpadora no cuenta con un ajuste o calibración apropiado donde le permita descerezar de forma adecuada el grano de café, lo que genera la aparición de defectos tales como granos partidos o cubiertos con cáscara alterando de esta manera el producto final del proceso.

Por último, también se observó no una buena disposición de la cascota de café, se dispone en un lugar previamente encerrado, techado, pero no cuenta con un sistema de recolección de lixiviados lo que genera contaminación de fuentes hídricas cercanas a la finca, y proliferan los malos olores cerca de las casas de habitación.

- **Fermentación:**

Esta acción se realiza después del despulpado, debido a que la recolección diaria debe ser trabajada para evitar aglomeración del grano, porque no se cuenta con un espacio de acopio del mismo. Entonces, los granos caen a los tanques de lavado y se da inicio al proceso de fermentación. En este proceso también se observa que los tanques de fermentación no reciben una previa limpieza antes de recibir los granos de café.

Seguidamente, el café concentrado en el taque se deja entre 24 y 36 horas para su fermentación, este proceso se hace al aire libre. Luego, de este tiempo, el operario del beneficiadero hace el lavado utilizando agua de acueducto veredal y de nacimientos de la finca, en este evento se remueve el mucílago y se hace un filtrado de los residuos de cáscara y

pasilla que no logró separar la zaranda al momento del despulpado. Posteriormente, se procede al lavado en donde se aplica de tres a cuatro cambios de agua y, el producto que va a ser vendido es empacado en costales de lona (tula) y el otro se dispone al proceso de secado.

- ***Secado:***

Este proceso como los anteriores es empírico tradicional. El café después de lavado es llevado al secadero, este ha sido construido con materiales del medio, techado con plástico N° 7 con buena aireación o ventilación; en la finca no se cuenta con aparatos tecnológicos que permitan detectar la humedad real, el trabajador o propietario de la finca hacen procesos de verificación frotando los granos en la mano para hacer una trilla en donde se verifica color y textura del mismo. Es importante destacar, que en este proceso como no es tecnificado, en ocasiones se presenta un porcentaje de humedad alta o baja del grano lo que hace que no haya una estandarización en la calidad del producto.

- ***Estabilizado del café.***

Teniendo en cuenta este componente, en la finca Villa Isabel no se dispone de un tiempo para la estabilidad del producto, debido a que no cuenta con cuarto de almacenamiento. Además, se debe hacer la comercialización de manera rápida para suplir los gastos de producción y sostenimiento de la finca.

7.2. Análisis físico

Luego de realizar el análisis físico a cada uno de los tratamientos se obtuvieron los datos del peso inicial de las muestras, la almendra total (AT), Almendra sana (AS), la cantidad de defectos obtenido (DE), la medición del porcentaje de humedad (%H) y densidad de los granos (D). De igual forma, se calcularon mediante las fórmulas el porcentaje de merma (PM), el porcentaje de pasilla (PP) y el factor de rendimiento (FR) como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4

Resultado del análisis físico para cada uno de los tratamientos obtenidos en la finca Villa Isabel

Muestra	Peso inicial (gr)	AT (gr)	PM (%)	AS (gr)	DE	%H	D(g/ml)	FR	PP (%)
T0	500	408,4	18,32%	317,9	103,5	12 %	0,732	110	25%
T1	500	411,4	17,77%	358	75	10,2 %	0,725	98	18%
T2	500	411	17,8%	335,9	74,2	9,3%	0,727	104	18%
T3	300	231,3	22,9 %	197,7	33,9	10,4 %	0,723	106	15%
T4	300	234,3	21,9 %	188,4	46	9,2 %	0,728	111	20%
T5	300	169,4	43,53%	111	51,2	11%	0,720	189	30%
T6	300	159,9	46,7%	115	53,9	12%	0,724	183	34%

Porcentaje de Merma

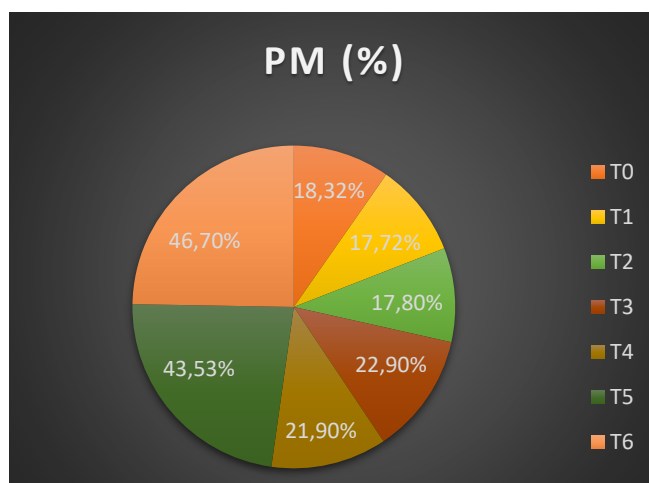


Figura 5 Porcentaje de Merma para cada una de las muestras

La figura 5 muestra los valores obtenidos del porcentaje de merma para cada una de las muestras de café lavados, Honey y natural. Se puede denotar que los cafés lavados de las muestras (**T0, T1 y T2**) presentan un menor porcentaje de merma con respecto a las demás

demostrando valores similares, siendo la muestra de beneficio lavado con fermentación de 24 horas (**T1**) la que obtuvo el menor valor de 17, 72 %. Asimismo, las muestras de beneficio natural (**T5 y T6**) fueron las que presentaron un porcentaje de merma mayor con respecto a los demás tratamientos, donde, (**T6**) demostró el mayor valor con un 46,70 % en la merma por trilla.

De acuerdo a los resultados obtenidos por Boyacá (2018), en el que determina que el tratamiento que presentó menor valor se observó para las muestras de café obtenidas vía Convencional 18,1%, y un 20,7% para las muestras vía Honey en este caso, El porcentaje de merma representa el contenido de cisco o cascarilla retirada de la muestra, lo que significa, que las muestras de café vía Honey, presentaron mayor porcentaje de cisco o mayor peso en referencia a la vía convencional (p.78).

En comparación con los resultados obtenidos en la finca Villa Isabel, el porcentaje de merma es similar, debido a que, el proceso tradicional también fue menor con respecto a los procesos Honey y natural, como lo menciona Boyacá (2018) “este factor se debe al recubrimiento que presenta el pergamino con mucílago (Vía Honey), que incrementa el peso del mismo” (p.78). De modo similar, en la finca villa Isabel el beneficio del café natural al ser un fruto entero; al momento de realizar la trilla para adquirir la almendra total, arrojarán una mayor cantidad de residuo con respecto a los cafés por beneficio lavado. Esto en consecuencia causa, que en el momento de calcular porcentaje de merma presente una mayor pérdida con respecto a las demás muestras.

Porcentaje de pasilla

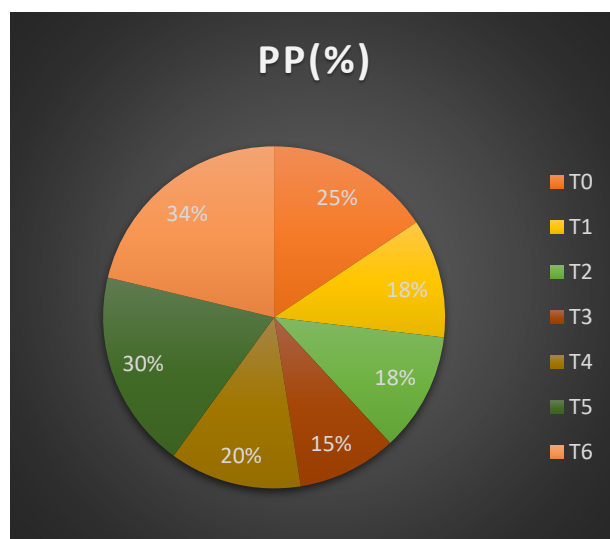


Figura 6 Porcentaje de pasillas obtenido para cada una de las muestras

La figura anterior, muestra el porcentaje de pasillas mediante la cantidad de defectos hallados de cada muestra evaluada. En ella se puede observar que los procesos de beneficio Honey (**T3** y **T4**) y proceso de beneficio lavado (**T1** y **T2**) obtuvieron una menor cantidad de defectos siendo la muestra de beneficio Honey con fermentación de 24h **T3** la que obtuvo la menor cantidad de defectos con un 15% a comparación de la muestra de beneficio tradicional **T0** que fue del 25%. Por otro lado, las muestras de beneficio natural **T5** y **T6** obtuvieron el mayor porcentaje de defectos con respecto a las demás muestras con unos valores del 30% y 34% respectivamente.

Entendiendo el proceso realizado para determinar el porcentaje de pasilla en el que para el presente estudio se asocian todas las muestras y se determina de manera general los resultados, para Boyacá (2018) las muestras se toman por separado, lo que conlleva a encontrar un porcentaje menor que el de la finca de Villa Isabel. La investigación realizada por Boyacá, explica que “para las muestras de café vía Honey, el % de defectos tiene un efecto directo en el rendimiento en trilla, a mayor % de defectos menor será el rendimiento y se requerirá de más CPS para obtener 70kg de café excelso”. En este caso, para el presente

estudio los granos defectuosos se dan en cuanto a los avinagrados, defectos por secado, partidos, mordidos o cortados por máquina y brocados. Lo que conlleva a tener un café que requiere de mayor cuidado a la hora de sacar el producto.

Factor de Rendimiento

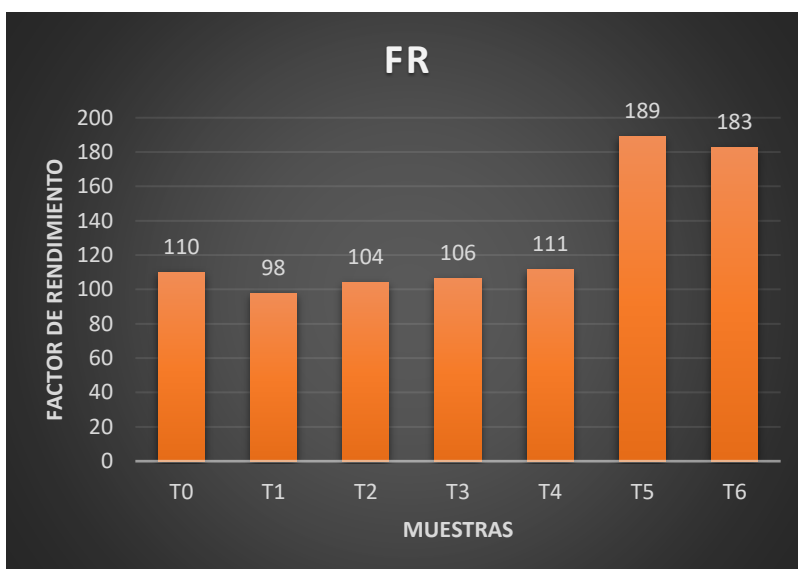


Figura 7 Factor de rendimiento calculado para cada una de las muestras

La figura muestra los resultados obtenidos del cálculo del factor de rendimiento de cada una de las muestras evaluadas. En esta se puede observar que las muestras de beneficio de café lavado (**T1** y **T2**) y el beneficio Honey (**T3**) obtuvieron un mejor rendimiento con respecto al beneficio tradicional. Para lo cual, la muestra (**T1**) obtuvo un factor de rendimiento de 98. Por otra parte, los procesos de beneficio natural (**T5** y **T6**) fueron los que presentaron un factor de rendimiento mayor a las demás muestras.

Lo anterior, permite citar a Boyacá (2018) donde en su estudio presento un FR de 89,0 y 94,5 kg de CPS, respectivamente representando que para el beneficio Convencional se requieren 89 kg de CPS para obtener 70 kg de Café Excelso, y para el beneficio Honey, se requerirían 94,5 kg en CPS para la obtención de 70 kg de Café Excelso, 5,5 kg de CPS más que en el Convencional, de acuerdo a lo citado, explica que el proceso Honey muestra un FR

mayor que el convencional debido a que se presentan nuevos defectos en el grano de café como lo son los avinagrados y negros.

Para la investigación en la finca Villa Isabel, se presentó un efecto contrario debido a que tres de los tratamientos obtuvieron un menor FR como los son los cafés lavados y el honey de 24 horas a comparación del tradicional. Esto se debe a causa de la implementación de protocolos estandarizados que permitieron reducir la cantidad de defectos en los granos mediante las buenas prácticas en la cosecha y poscosecha del café, de manera que, se puede evidenciar en los resultados obtenidos de los porcentajes de pasilla.

De igual manera, es importante resaltar que aunque los factores de rendimiento se redujeron para algunos tratamientos, estos no llegaron alcanzar un factor de rendimiento adecuado ya que como menciona Marín et al citado por Boyacá (2018) El valor máximo permitido de rendimiento en trilla debe ser menor o igual a 94 kg con un máximo de 100 kg de CPS, para obtener un saco de 70 kg de café almendra excelso, con una merma de impurezas y cisco de 18,2 kg y 4 kg de subproductos y pasilla.(p.78) Por lo tanto, se debe realizar mas ajustes y controles en el proceso de beneficio para alcanzar un factor de rendimiento óptimo en el grano de café.

7.3. Análisis granulométrico

La siguiente tabla presenta la cantidad de granos retenidos por malla desde la numero 18 hasta la 14, para cada uno de las muestras de beneficio como el tradicional (**T0**), lavados (**T1**, **T2**), Honey (**T3**, **T4**) y natural (**T5**, **T6**).

Tabla 5

Clasificación en malla para las muestras de café en la Finca Villa Isabel

Muestra	Cantidad de granos retenidos por número de malla (gramos)					Defectos
	18	17	16	15	14	
T0	131 g	106 g	75,3 g	54,2 g	28,5 g	12,8 g
T1	97,9 g	154,7g	97,1 g	38,5 g	17,9 g	27,3 g
T2	93,1 g	142,6 g	98,7 g	47,7 g	20,3 g	7 g

T3	48 g	85,3 g	60,4 g	23,5 g	11,2 g	2,6 g
T4	49,8 g	85,1 g	54 g	27,4 g	13,4 g	4,6 g
T5	52,7g	54,0 g	30,2 g	15,6 g	7,4 g	1,9 g
T6	53,5 g	61,9 g	31,1 g	16,1 g	5,9 g	0,7 g

De acuerdo a la anterior tabla 5 se puede observar que la mayor cantidad de granos retenidos para el proceso de beneficio tradicional se encuentra en la malla número 18 clasificándose como café premium. Así mismo, las muestras de beneficio lavado (**T1** y **T2**), Honey (**T3**, **T4**) y natural (**T5**, **T6**) presentaron una mayor retención de granos en la malla número 17 lo que permite clasificarlos como cafés de tipo supremo.

Comparando los datos obtenidos en la clasificación granulométrica con respecto a los presentados en el estudio por Boyacá (2018) podemos denotar que en el proceso convencional y honney, estos obtuvieron como resultado una mayor retención de los granos entre la malla 17 y 16, de la misma manera, que en los resultados obtenidos para los procesos diferenciados que se aplicaron al café de la finca villa Isabel.

No obstante, el proceso tradicional en la finca Villa Isabel, si obtuvo una mayor retención entre las mayas 18 y 17 debido a que la muestra se tomó de una recolección general del día en un corte no especificado; a diferencia de las muestras que se emplearon para la implementación de protocolos el cual si se adquirieron de un mismo lote específico de café. Por lo cual, esto representa un mayor tamaño del grano con respecto a los diferentes tratamientos.

Análisis sensorial

La evaluación del análisis sensorial se realizó en la Escuela Nacional del Café, que se encuentra ubicada en el Tecnoparque Yamboró del SENA de Pitalito, Huila. Para lo cual, se llevó a cabo en el laboratorio el análisis sensorial de dos tostiones de manera controlada. En este caso, para cada uno de los tratamientos se escogió lo mejor de cada muestra para ser evaluada. En este proceso, la muestra entró en un periodo de desgasificación de 24 horas, antes de ser analizadas por un catador con certificación SCA en Sensory skills y Roasting.

Por lo tanto, como resultado se obtuvo una descripción organoléptica de cada uno de los tratamientos como se presenta en la tabla 6 en los que la calificación está dada en los aspectos de fragancia/Aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, uniformidad, balance, taza limpia, dulzor, puntaje del catador y puntaje final que se pueden observar en la tabla 7.

Tabla 6

Valoración del análisis sensorial del café según SCA para variable cualitativa (Descripción organoléptica)

Muestra	Descripción organoléptica
T0	Presenta una fragancia a caramelo con sabor a chocolate amargo, panela. Además, un sabor residual seco a maíz y maní.
T1	Presenta una fragancia a caramelo con sabor a chocolate dulce, panela, con un sabor residual a vainilla, herbal y arveja.
T2	Presenta una fragancia a sandía leve y vainilla, con sabor a chocolate dulce y caramelo. Como también, una acidez cítrica jugosa, con un sabor residual largo apanelado y a caramelo.
T3	Presenta una fragancia a caramelo y vainilla, con sabor a chocolate dulce y apanelado, de un cuerpo sedoso. Así mismo, una acidez jugosa a naranja madura, con un sabor residual ligero especiado a canela y malta.
T4	Presenta una fragancia a caramelo y vainilla, con un sabor a chocolate dulce y apanelado. Sumado a esto, una acidez jugosa a naranja, con un residual fugaz a malta, vainilla y herbal.
T5	Presenta una fragancia a caramelo y panela, con sabor a cacao intenso y guayaba dulce (bocadillo). Se resalta por otro lado, una acidez jugosa a cáscara de naranja, con un sabor residual largo especiado a canela, cacao y clavo de olor.
T6	Presenta una fragancia a caramelo y panela, con sabor a cacao y guayaba dulce (bocadillo). Presenta una acidez jugosa a cáscara de naranja, con un sabor residual corto a cacao.

La tabla 6 muestra la descripción organoléptica o atributos que presentaron cada uno de los tratamientos mediante el análisis sensorial. De esta manera, se puede observar que con respecto a la muestra de beneficio tradicional (T0), las demás muestras desarrollaron nuevos atributos. La evidencia muestra una mejora de la calidad en taza con respecto a la muestra control. Aquí, la muestra por procesamiento de beneficio natural (T5), resultó como el

tratamiento que desarrolló una mayor cantidad de atributos y con ello, la más alta calificación o puntaje final en sus resultados, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7

Valoración del análisis sensorial del café según SCA para variables cuantitativas

Muestra	Fragancia/Aroma	Sabor	Sabor residual	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Balanza	Taza limpia	Dulzor	Puntaje de catador	Puntaje final
T0	7	7,5	7	7,5	7,5	10	7	10	10	7,5	80
T1	7,5	7,5	7,25	7,5	7,5	10	7,5	10	10	7,5	82,25
T2	7,75	7,75	7,75	7,5	7,5	10	7,75	10	10	7,5	83,5
T3	8	7,75	8	7,5	7,5	10	7,75	10	10	7,75	84,25
T4	8	7,75	7,75	7,5	7,5	10	7,75	10	10	7,75	84
T5	8,25	8,25	8	7,75	7,5	10	8	10	10	8	85,75
T6	8	8	7,75	7,75	7,5	10	7,75	10	10	8	84,75



Figura 8 Efecto de los tratamientos sobre los aspectos de Fragancia/Aroma

- **Fragancia – Aroma**

La figura 8 muestra los resultados que se obtuvieron en aspectos como fragancia y aroma, en este proceso se pudo denotar que el beneficio natural con una fermentación de 24 horas (**T5**) obtuvo la mayor calificación con 8,25, seguido del proceso natural con fermentación de 36 horas (**T6**). De la misma manera, los procesos Honey (**T3**, **T4**) demostraron una

puntuación de 8. Seguidos por las muestras de cafés lavados (**T2** y **T1**) con una calificación de 7,75 y 7,5 puntos respectivamente. Así mismo, de los procesos de beneficio el que tuvo la menor valoración con respecto a las demás muestras fue el tradicional con 7 puntos.

Ahora bien, Osso y Perez (2021) nos presenta un puntaje obtenido como resultado de 7,75 para un café castillo de proceso general o tradicional, de manera que, al ser comparado respecto al tradicional de la finca villa Isabel presenta una diferencia mayor de 0,75, lo cual se debe que desarrollo de notas como caña, naranja, aromático dulce y cacao.

Por otra parte, Burbano y Cabrera (2018) nos presenta los puntajes de fragancia y aroma que se obtuvieron de los procesos diferenciados aplicados al café de variedad castillo, en ellos podemos encontrar puntajes como lavado 8,25, Honey 8,75 y natural de 8,75. Al compararlos con los obtenidos en la finca villa Isabel podemos denotar una similitud, ya que los procesos Honey y natural obtuvieron una mejor calificación respecto a los lavados, por lo cual, nos indica que este tipo de procesos tienden a desarrollar mejores notas en este aspecto con respecto a los lavados.

- **Sabor**

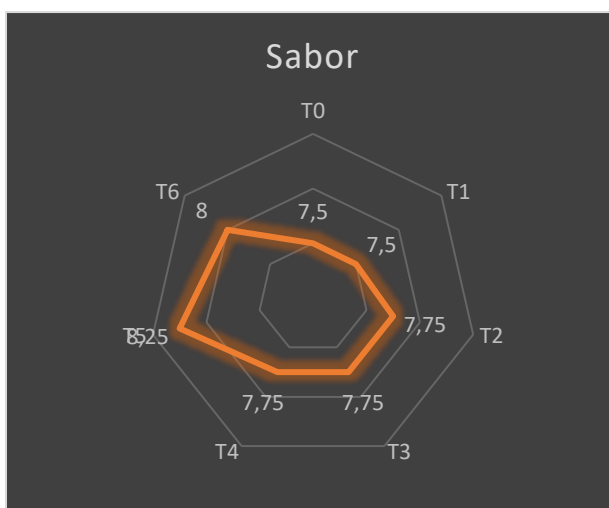


Figura 9 Efecto de los tratamientos sobre el aspecto de sabor

En cuanto al sabor la figura (9) muestra que el tratamiento de beneficio natural con fermentación de 24 horas (**T5**), es valorada con una puntuación de 8,25, seguido por la muestra **T6** con una puntuación de 8, al igual que las muestras Honey (**T3**, **T4**). Por otro lado, se evidenció que el tratamiento de beneficio lavado de 36 horas **T2** presentaron una calificación igual de 7,75. Por último, los procesos que obtuvieron la menor apreciación fueron el lavado de 24 horas (**T1**) y el beneficio tradicional (**T0**) de 7,5.

Los resultados en sabor del café tradicional se pueden comparar a los presentados por Osso y Perez (2021) en el que el estudio arrojó un valor de 8 a comparación del obtenido en la finca villa de 7.5, Entendiendo que el aumento en puntaje se debe al alcance de más atributos en el grano de café.

Por otra parte, Burbano y Cabrera (2018) dentro de sus resultados muestra una valoración en sabor mayor para los cafés lavados de 8.75 a los de proceso Honey y natural con puntajes de 8.25 respectivamente. Para el caso en particular de la finca Villa Isabel los mejores puntajes se alcanzaron en procesos diferenciados de café natural, de manera que, se alcanzaron atributos tales como: cacao intenso y una nota a guayaba dulce (bocadillo) lo anterior, es lo que permite diferenciar el grano de café con respecto a las demás muestras.



Figura 10 Efecto de los tratamientos sobre el aspecto en sabor residual

- **Sabor Residual**

En cuanto al sabor la figura (10) muestra que los tratamientos de beneficio natural (**T5**) y Honey (**T3**) con fermentación de 24 horas, es valorada con una puntuación de 8, seguido por la muestra natural (**T6**), Honey (**T4**) y lavado (**T2**) con una puntuación de 7.75. Por otro lado, se evidenció que el tratamiento de beneficio lavado de 24 horas (**T1**) y tradicional (**T0**) presentaron la calificación de 7.25 y 7 respectivamente, el puntaje más bajo respecto a las demás muestras,

Para este caso, Osso y Perez (2021) nos demuestra para el café castillo general un puntaje de 7,75 el cual sigue siendo mayor respecto al tradicional de la finca Villa Isabel de un valor de 7 puntos. Esta diferencia en el puntaje es porque se presenta un sabor residual seco a maíz y maní debido a la presencia de granos pintones en el beneficio de café; por tal razón el sabor residual no es agradable al gusto del evaluador.

Ahora bien, al comparar las muestras de café Honey (**T3**) y natural (**T5**) con resultados similares de 8 puntos con respecto al estudio de Burbano y Cabrera (2018) en el que se presenta puntajes de 8,25 para el café vía Honey y de 8 puntos para los cafés lavados y natural. Se puede evidenciar que los procesos tienden a desarrollar un sabor residual ligero o largo, además, de la presencia de atributos que los diferencian de los otros tratamientos.



Figura 11 Efecto de los tratamientos sobre el aspecto de acidez

- **Acidez**

En el aspecto de acidez la figura (11) representa una muy poca variación de las calificaciones. En esta se puede observar que los tratamientos de beneficio natural (**T5** y **T6**) representan la mayor valoración con una apreciación de 7,75 puntos y las demás muestras de Honey, lavados y tradicional obtuvieron una misma calificación en acidez que se representan en 7,5 puntos.

Al comparar los resultados de los estudios de Osso y Perez (2021) y Burbano y Cabrera (2018) con los de la finca Villa Isabel presentan puntajes similares para este tipo de café. Sin embargo, la diferencia se encuentra en la sensación en la que para Osso y Perez es una acidez normal y para Burbano y Cabrera tiende a ser baja para los tres procesos de beneficio. En tanto para el presente estudio la acidez se denota como cítrica en el caso de los lavados, jugosa a naranja en los procesos Honey y una acidez jugosa a cascara de naranja en los naturales.

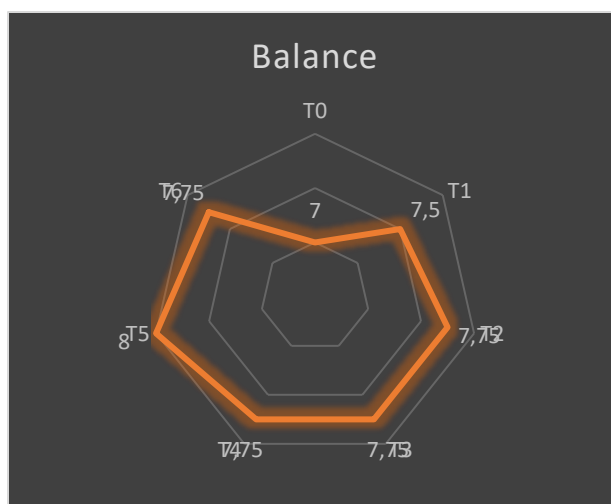


Figura 12 Efecto de los tratamientos sobre el aspecto de Balance

- **Balance**

En cuanto al balance, la figura (12) muestra que el tratamiento que obtuvo una mayor valoración, fue la del beneficio natural (**T5**) con una puntuación de 8 con respecto a la de menor valoración con una puntuación de 7 que obtuvo el beneficio tradicional (**T0**). Además, los procesos de beneficio natural (**T6**), Honey (**T3, T4**) y lavados (**T1, T2**) también presentaron un aumento en el aspecto de balance teniendo en cuenta el tratamiento (**T0**).

De acuerdo a los resultados de los estudios de Osso y Perez (2021) y Burbano y Cabrera (2018) presentan puntajes mayores comparados con los de la finca Villa Isabel respecto a los tratamientos de cafés lavados, las dos muestras de Honey y el natural (**T6**). Sin embargo, tratamiento de café natural con una fermentación de 24 horas (**T5**) es el que se acerca a los valores de los estudios comparados que muestran una puntuación de 8.



Figura 13 Efecto de los tratamientos sobre el aspecto de puntaje del catador

- **Puntaje de catador**

Por último, otro de los aspectos donde se evidenció una variación en los datos obtenidos es la calificación del puntaje de catador. En la figura 13 se muestra que los mayores puntajes se obtuvieron a partir de las muestras de beneficio natural (**T5, T6**) con una valoración de 8 puntos. De igual forma, le siguen los procesos de beneficio Honey (**T3, T4**) con una calificación de 7,75 puntos. Por lo tanto, los procesos de beneficio lavado (**T1, T2**) mantuvieron la misma valoración con respecto al proceso beneficio tradicional (**T0**) que se implementa en la finca Villa Isabel.

El puntaje de catador para el estudio presentado por Burbano y Cabrera (2018) muestra que los cafés lavados y Honey son los de mayor aceptación con una valoración de 8.75; mientras que para el café de la finca Villa Isabel la aceptación y valoración mayor están dadas para los cafés con procesos naturales con una puntuación de 8. Por último, es importante resaltar esta puntuación toma en cuenta las características del café que, entre mejores sean sus atributos mayores va ser su valor.

7.4. Análisis estadístico

Teniendo en cuenta de que la cantidad de datos recolectados eran pocos por muestra, como análisis final, se aplicó una prueba t-student la cual generalmente establece que no hay una diferencia significativa entre las medidas de dos grupos. Lo haremos con la muestra (T_0) que es el menor *Puntaje final* que se obtuvo, contra la (T_5) que es la que mayor *Puntaje final* obtuvo, para de esta manera determinar, si los procesos de beneficio establecidos representan un cambio en la calidad con respecto al tradicional.

Partimos de las siguientes hipótesis:

- Hipótesis nula (H_0): No hay una diferencia significativa entre las muestras.
- Hipótesis alternativa (H_1): Los dos grupos son significativamente diferentes.
- La fórmula utilizada en la prueba t-Student es la siguiente:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

- $\bar{x}$ es la media de la muestra.
- μ es la media de la población bajo la hipótesis nula.
- s es la desviación estándar de la muestra.
- n es el tamaño de la muestra.

La cual trabajaremos con un valor p : $\alpha=0.05$ como margen de aceptación o rechazo de la hipótesis nula.

Sea T_0 : [500, 408.4, 317.9, 103.5, 0.12, 0.1832, 110, 0.25, 0.7, 0.75, 0.7, 0.75, 7.5, 10, 0.7, 10, 10, 0.75, 0.8]

Sea T_5 : [300, 169.4, 111.0, 51.2, 0.11, 0.4353, 189, 0.3, 0.825, 0.825, 0.8, 0.775, 7.5, 10, 0.8, 10, 10, 0.8, 0.8575]

Estadística t: 0.807444709259745

Valor p: 0.42471339713231326

note que **$p > 0.05$** por lo que nuestra hipótesis nula se rechaza, aceptando nuestra hipótesis alternativa lo que significa que sí existe diferencia significativa entre las muestras.

8. Conclusiones

Se logró establecer protocolos estandarizados en el proceso de beneficio del café en la finca Villa Isabel, municipio de Timaná, Huila. Donde, se pudo evidenciar que el tipo de beneficio ya sea lavado, Honey o natural junto con procesos de fermentación anaeróbica influyeron en la calidad en taza para el café de especie *Coffea arabica* (café arábigo) variedad Castillo. De esta manera, los procesos diferenciados implementados en la investigación, representaron una mejora de la calidad del grano respecto al tipo de beneficio tradicional que viene aplicando el propietario de la finca actualmente.

La caracterización de la finca permitió la identificación de problemas en el manejo que presenta el propietario para la producción de café en la finca Villa Isabel. Debido a esto, se evidenciaron falencias en la falta de registros históricos en aspectos productivos y económicos, lo que conlleva al desconocimiento para determinar qué tan eficiente está siendo el proceso de producción. Si le genera ganancias o pérdidas al momento de vender la materia prima y solventar los costos.

Se identificaron las problemáticas que presentaba la implementación del beneficio de manera tradicional en la finca villa Isabel. En ellas se evidenciaron las malas prácticas de recolección de los granos de café, la falta de limpieza y mantenimiento a los equipos y maquinaria utilizados para el procesamiento del café. Además, el poco control en el secado y el mal almacenamiento y estabilizado que llevan los granos. Estos aspectos se reflejan en la evaluación sensorial a través de la calificación más baja en el puntaje final en taza, donde se demuestra que existe menor calidad de café con respecto a las demás muestras.

La aplicación de protocolos al proceso de beneficio conllevó a una corrección de las deficiencias en aspectos de recolección, despulpado, fermentación, lavado, secado, almacenamiento y estabilización de los granos de café en la finca villa Isabel. Por lo tanto, se hizo un mejor control en el beneficio del café que permitió la implementación de procesos diferenciados como los lavados, Honey y natural. Es así que, en el análisis de muestras se ve

reflejado la mejora en calidad de taza frente a la implementación del modelo tradicional por parte del propietario.

Con relación al análisis de evaluación del beneficio del café mediante procesos diferenciados se evidenció que el café natural, el Honey y el lavado presentaron mayor calidad en taza con respecto al beneficio por modelo tradicional que implementa el productor. Sin embargo, se destaca que en los análisis físicos la muestra de café Honey con fermentación anaeróbica de 24 horas y los cafés lavados con fermentación anaeróbica de 24 y 36 horas respectivamente, arrojaron un mejor resultado de acuerdo a los demás tratamientos.

9. Recomendaciones

Qué el propietario:

Establezca un sistema de registros para darle un manejo a la finca desde una perspectiva de empresa y de esta forma, le permita guardar la información sobre la producción, gastos, costos y ventas en la producción del café en la finca Villa Isabel.

Implemente los protocolos para el beneficio del café, que le puede ayudar a desarrollar un control más efectivo de la materia prima, en procura de obtener una mayor calidad en los granos dependiendo del tipo de proceso diferenciado y fermentación que desee realizar.

Realice las respectivas limpiezas, calibración de equipos y maquinaria empleados en todo el proceso de beneficio, desde la recolección hasta el almacenamiento. Con el objetivo de dar un manejo adecuado de los procesos de beneficio, materia prima y, de la misma manera, obtener así un producto inocuo con calidad.

Que, de los procesos aplicados en el presente proyecto, puede tener en cuenta para la implementación un proceso Honey con la fermentación de 24 horas. Debido a que esta muestra fue la que obtuvo una mejora tanto en aspectos físicos como sensoriales respecto al modelo tradicional que viene utilizando.

Si, desea implementar un proceso natural de los que obtuvieron la mayor puntuación en taza, muy seguramente le permitirá incursionar en nuevos mercados para cafés especiales o el desarrollo como un producto de comercialización.

[illegible]

11. Bibliografía

Alcaldía del municipio de Pitalito (2020). *Plan de desarrollo municipal 2020 – 2023 "Pitalito, Región que Vive". Región que Vive.*

<https://www.alcaldiapitalito.gov.co/index.php/politicas-lineamientos-y-manuales/item/3555-plan-de-desarrollo-municipal-2020-2023-pitalito-region-que-vive>.

Arcos Ávila, C. A. (2017). *Efecto de la fermentación aerobia del grano de café orgánico, en el desarrollo de características sensoriales de la bebida en el Municipio de Pitalito.* <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/13481>

Ardila Gómez, J. P., y Cuadros Delgadillo, E. L. (2021). Evaluación de la concentración de azúcares totales, reductores y grados brix durante la fermentación de pulpa de café para la obtención de ácido láctico.

<http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/19903>

Arias, F., Ruiz, A., y Londoño, J. (2018). Análisis del mercado de cafés especiales y el posicionamiento colombiano en las nuevas tendencias mundiales. *Journal of research, education and society*, 4483-1741. https://www.academia.edu/download/57129733/document_1.pdf

Aswathi, K. N., Shankar, S. R., Seenivasan, K., Prakash, I., y Murthy, P. S. (2022). *Metagenomics and metabolomic profiles of Coffea canephora processed by honey/pulped natural technique.* *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 79, 103058.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856422001436>

Ayala Ceballos, D. C. *Evaluación de las propiedades sensoriales del Café variedad Castillo, caturra y Colombia (Coffea arábica L.) durante el proceso de secado Honey, a diferentes alturas sobre el nivel del mar en fincas cafeteras de la zona norte del departamento de Nariño.* <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/36886>

Boyacá Vásquez, L. A. (2018). *Estudio exploratorio de la obtención de café verde mediante beneficio Honey y la determinación de su calidad en taza*. Escuela de Posgrados. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69512>

Bressani, APP, Martínez, SJ, Evangelista, SR, Días, DR, y Schwan, RF (2018). *Características del café fermentado inoculado con cultivos iniciadores de levadura utilizando diferentes métodos de inoculación*. LWT, 92, 212-219.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643818301580>

Burbano Jurado, M., y Cabrera Artunduaga, W. I. (2018) *Conocer el perfil de taza generado mediante la implementación de los métodos de cafés naturales, Honey y cafés lavados con la variedad castillo general en los asociados a la Cooperativa Departamental de Caficultores del Huila – CADEFIHUILA del municipio de Acevedo–Huila*.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/25347>

Camizán Jaramillo, R. E. (2021). *Estudio comparativo de la calidad después del proceso beneficio del café (Coffea arabica L.) honey, lavable y natural, del distrito de San Ignacio*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/9025>

Cifuentes Meneses, L. F. *Estudiar dos métodos de fermentación anaeróbica en las variedades de café Geisha y Bourbon rosado en la vereda Filo de Chillurco del Municipio de Pitalito–Huila*. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/49431>

Comité de Cafeteros del Huila. (2023). *Café del Huila*. <https://huila.federaciondecafeteros.org/cafe-de-huila/>.

Comité Departamental de Cafeteros del Huila (2020). *Estado de la caficultura del departamento por seccionales y municipios a diciembre de 2020, División Técnica – Oficina SICA*.

Delgado, A. (2021). *Efecto de la fermentación aeróbica y anaeróbica sobre la calidad organoléptica del café (Coffea arabica.) de las variedades catimor y marsellesa*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/8539>

Del Café, C. S., y Europea, U. (2020). *Guía práctica de caficultura*.

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/13191/BVE20118237e.pdf?sequence=1>

Evangelista, S. R., Silva, C. F., da Cruz Miguel, M. G. P., de Souza Cordeiro, C., Pinheiro, A. C. M., Duarte, W. F., y Schwan, R. F. (2014). *Improvement of coffee beverage quality by using selected yeasts strains during the fermentation in dry process*. Food Research International, 61, 183-195.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096399691300642X>

Gobernación del Huila (2021). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales para el año 2021 según datos estadísticos de la Secretaria de Agricultura y Minería para el Departamento de Huila*.

Gutarra Mantari, H. S. (2020). *Efecto de los tipos de beneficio en la calidad física y organoléptica de Coffea arábica L. Var. Catuaí amarillo-Satipo*.

<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7144>

Ladino, W. Cortés, E. Gutiérrez, N. y Amorocho, C. (2016). Calidad de taza de café (Coffea arabica L.) procesado en fermentación semi-seca. Agronomía Colombiana, 34(1 supl), S281-S283. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/558/1/avt0454.pdf>

Largo, E. (2020). *Efecto del secado solar intermitente en la composición química del café* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín). <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79488/71795389.2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Martínez Castro, V. M., Rodríguez Valenzuela, J. J., y Roa Ramos, J. D. (2022). *Evaluación del proceso de beneficio semiseco (Honey) en las variedades de Café (Coffee arábica) Castillo, Colombia y Caturra y su efecto en la calidad en taza*. Ingeniería y Región, 27, 6-11. <https://doi.org/10.25054/22161325.3148>

Martínez, SJ, Bressani, APP, Miguel, MGDGP, Dias, DR, y Schwan, RF (2017). *Diferentes métodos de inoculación para café procesado semiseco utilizando levaduras como cultivos iniciadores*. Food Research International, 102, 333-340.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096399691730683X>

Osorio, V. (2021). *La calidad del café*. Cenicafé.

<https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/4290>

Osorio, V., Pabón, J., Calderón, P. A., y Imbachí, L. C. (2021). *Calidad física, sensorial y composición química del café cultivado en el departamento del Huila*. Revista Cenicafé, 72(2), e72201-e72201.

<https://publicaciones.cenicafe.org/index.php/cenicafe/article/view/145>

Osso Bolaños, J. B., y Perez Santofimio, E. A. *Análisis de la calidad en taza y el factor de rendimiento de las variedades de café (Coffea arábica L.) Castillo y Bourbon Rosado, bajo las mismas condiciones de fermentación en la finca la primavera de la vereda Betania del municipio Pitalito-Huila*.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/44837>

Pabón, J., y Osorio, V. (2019). *Factores e indicadores de la calidad física, sensorial y química del café*. Cenicafé. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/4227>

Peñuela, A. E., & Sanz-Urbe, J. R. (2021). *Obtenga café de calidad en el proceso de beneficio*. Cenicafé. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/4289>

Peñuela, E., Restrepo, V., y Tibaduiza, A. (2022). *Secado solar de café usando diferentes tipos de cubiertas plásticas*. Revista Cenicafé, 73(2), e73206-e73206. <https://publicaciones.cenicafe.org/index.php/cenicafe/article/view/283/343>

Pereira, T. S., Batista, N. N., Pimenta, L. P. S., Martinez, S. J., Ribeiro, L. S., Naves, J. A. O., y Schwan, R. F. (2022). *Self-induced anaerobiosis coffee fermentation: Impact on microbial communities, chemical composition and sensory quality of coffee*.

Food Microbiology, 103, 103962.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002021002288>

Pérez, A., y Rosero, D. (2012). *Procesos de aseguramiento de calidad en la producción y Comercialización de café la Jacoba en el municipio de la Unión Departamento de Nariño*. <http://sired.udenar.edu.co/id/eprint/3450>

Pérez, M. C. (2022). *Huila, Tolima, Cauca y Nariño ya concentran 49% de la producción de café en el país. Agronegocios*.
<https://www.agronegocios.co/agricultura/huila-tolima-cauca-y-narino-ya-concentran-49-de-la-produccion-de-cafe-en-el-pais-3311739>

Perfil Productivo Municipio de Pitalito, Huila (2015). *Insumo para el diseño de estrategias de inclusión sociolaboral de la población víctima del conflicto*. ISSUU.
www.https://issuu.com/pnudcol/docs/perfil_productivo_pitalito

Restrepo, L., y Villa, G. (2020). Estrategias para el aprovechamiento de la pulpa de café en las fincas cafeteras del municipio de Andes, Antioquia. Recuperado de:
<https://dspace.tdea.edu.co/handle/tdea/773>

Ribeiro, LS, Ribeiro, DE, Evangelista, SR, Miguel, MGDGP, Pinheiro, ACM, Borém, FM, y Schwan, RF (2017). *Fermentación controlada de café semiseco (Coffea arabica) usando cultivos iniciadores: Una perspectiva sensorial*. LWT-Ciencia y tecnología de los alimentos, 82, 32-38.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643817302281>

Schwan, R. F., y Fleet, G. H. (Eds.). (2014). *Cocoa and coffee fermentations*. CRC Press.

https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=oyPOBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Cocoa+and+Coffee+Fermentations&ots=99dlpKLvby&sig=T4pcLM0rX91tH_4m-iWB193k-PU

Silva, CF, Vilela, DM, de Souza Cordeiro, C., Duarte, WF, Dias, DR y Schwan, RF (2013). *Evaluación de un potencial cultivo iniciador para mejorar la calidad de la*

fermentación del café. Revista mundial de microbiología y biotecnología, 29 (2), 235-247.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11274-012-1175-2>

Untiveros Soldevilla, C. M. (2021). *Métodos de beneficio (Honey, lavado y natural) sobre la calidad organoléptica de Coffea arábica L. Variedad Catimor.*

<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7069>

12. Anexos

Anexo 1 Formato evaluación del beneficio tradicional de la finca villa Isabel

Puntos de control de buenas prácticas para café lavado

Marque con una X si se encuentran evidencias de las prácticas y los conocimientos aplicados.

Fecha 20/07/2023

Criterio	No	Criterio	😊	😐	☹️	Observaciones	Puntaje	Puntaje
Selección y maduración	1	Evaluar la calidad del café recolectado			X		7	0
	2	Realizar floración			X		10	0
	3	Conocer el rango de maduración según el lote comercial que va a producir					10	5
	4	Conocer el efecto en calidad que tienen los frijoles que no están dentro del rango objetivo			X	Evaluar cereza previa. Cerrada _____ Abierta _____ Seca _____ Sumergida _____ Puntos extra: +5	5	3
Despulpado	5	La máquina despulpadora se encuentra limpia.			X		10	5
	6	Hay evidencia de que la despulpadora se encuentra calibrada, dentro de los parámetros establecidos			X	Existe zaranda después del despulpado si: _____ Puntos extra: +5	5	5
	7	No se usa agua durante el despulpado			X		10	0
	8	Revisar e inspeccionar la calidad del café despulpado	X				3	3
Fermentación	9	Tanques, baldes, cernecas y/o bolsas de fermentación limpias, sin residuos y en buen estado			X		5	2,5
	10	Conoce variables que afectan la fermentación y monitorea algunas de ellas.				Tiempo: <u>5h</u> Temperatura: <u>21°C</u> Restricción de oxígeno tapado: <u>N/D</u> pH: <u>N/D</u> Tapado con válvula: <u>N/D</u> Seca: <u>N/D</u> Sumergida: <u>N/D</u> Levaduras: <u>N/D</u> "Sabotizado" Comentarios: <u>N/D</u> Puntos extra + 5	8	3
	11	Una fermentación para determinar el punto de lavado			X		5	0

Anexo 2 Formatos SCA con la evaluación sensorial del café

Fermentación	12	Ha comparado el fermento con la prueba del palo, cascabeo o tiempo.				✓	Ha tenido oportunidad de comparar tiempo de fermentación prolongada con base en el fermento. Fermentado + 10 horas. Puntos extras +5	5	0
	13	Realiza tres enjuagues para lavar el café y verifica que el molido haya desaparecido completamente.	✓				0 a veces hace lo uento del café lavado	5	5
	14	Después del lavado inicia el secado en un tiempo no mayor de una hora.	✓					5	5
	15	La capa de secado es de máximo de 20m de espesor o máximo 8kg de café escurrido por m ²		✓				5	3
Secado	16	Revuelve el café mínimo 5 veces al día		✓			Menos de 4 días Entre 5 y 8 días Mas de 8 días Punto extra + 5;	3	2
	17	Conoce cómo llegar a la humedad del 10 al 11% de humedad.				✓	Ojo 5.1. Sonido 10. Tacto 10. Medidor de Humedad 10. Gravímet: 10. Compara con un medidor 10. Punto extra + 7	5	3
	18	Área de secado es suficiente para el lote de café especial que se va a producir y/o cuenta con un secado mecánico para complementar	✓				Conoce las etapas del secado: 10. Conoce las causas y los efectos de los defectos físicos causados por malas prácticas del secado. Puntos extra: + 10	5	5
Almacenamiento	19	El café es envasado en sacos y/o bolsas para evitar su rehumedecimiento, los sacos y las bolsas están en buen estado	✓				Conoce el tiempo de estabilización 10. Puntos extras 3	5	5
	20	El café es almacenado en un lugar protegido de la intemperie, separado de las paredes y separado del piso		✓			Se almacena en una pila	5	3

Mayor de 110 puntos Excelente 95 - 110 Muy bien Entre 85 y 90 Bien Menor de 85 puntos Hay que mejorar

Recomendaciones:

Técnico:

Productor:

Anexo 3 Análisis descriptivo y de correlación e importancia de variables

Specialty Coffee Association Arabica Cupping Form		Quality Scale				
Name: <u>Alvaro Amelio Murcia</u> Date: <u>26-10-2023</u> Lot: <u>1</u>		8.00 - Excellent	7.00 - Very Good	6.00 - Good	5.00 - Fair	
		4.00	3.00	2.00	1.00	
		0.50	0.25	0.10	0.05	
Sample #	T ₀	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Total Score: <u>81</u> Points: <u>81</u>
Presenta una fragancia a caramelo con sabor a chocolate amargo, panela, además, un sabor residual seco a maíz y maíz.						
Sample #	T ₁	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Total Score: <u>82.5</u> Points: <u>82.5</u>
Presenta una fragancia a caramelo con sabor a chocolate dulce, panela, con un sabor residual a vainilla, herbal y cereza.						
Sample #	T ₂	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Total Score: <u>83.5</u> Points: <u>83.5</u>
Presenta una fragancia a sandía leve y vainilla, con un sabor a chocolate dulce caramelo, además, una acidez citrica jugosa, con un sabor residual largo apañado y a caramelo.						
Sample #	T ₃	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Total Score: <u>84.25</u> Points: <u>84.25</u>
Presenta una fragancia a caramelo y vainilla con un sabor a chocolate dulce y apañado, de un cuerpo sedoso, además, una acidez jugosa a naranja, un sabor residual largo especiado a canela y malta.						
Sample #	T ₄	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Total Score: <u>84</u> Points: <u>84</u>
Presenta una fragancia a caramelo y vainilla con un sabor a chocolate dulce y apañado, además, una acidez jugosa naranja con un residual largo a, un sabor residual largo especiado a canela, cacao y clavo de olor.						
Sample #	T ₅	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Fragrance/Taste: <u>8.5</u> Body: <u>8.5</u> Acidity: <u>8.5</u> Sugar: <u>8.5</u> Balance: <u>8.5</u> Defects: <u>0</u>	Total Score: <u>85.75</u> Points: <u>85.75</u>
Presenta una fragancia a caramelo y panela, con un sabor a cacao intenso y guayaba dulce (bucalida), además, una acidez jugosa a caramelo de naranja con un sabor residual largo especiado a canela, cacao y clavo de olor.						

Anexo 4 Análisis descriptivo y de correlación e importancia de variables



Specialty Coffee Association
Analytical Cupping Form

Name: Alvaro Aurelio Murcia

Date: 26-10-2023 Mill No: _____

Score: 4

Quality Scale

8.0 - 8.49	7.0 - 7.49	6.0 - 6.49	5.0 - 5.49
8.5	7.5	6.5	5.5
8.0	7.0	6.0	5.0
8.5	7.5	6.5	5.5

Sample # 1

Parameter	Score	Weight	Adjusted Score	Adjusted Weight	Adjusted Total
Appearance	8	10	8	10	80
Flavor	8	10	8	10	80
Body	8	10	8	10	80
Balance	8	10	8	10	80
Total					320

Notes: Presenta una fragancia a caramelo y panela con sabor al cacao y azúcar dulce (burlado), además, una acidez ligera a cascara de naranja, con un sabor residual rico a cacao.

Puntaje Final: 84.35

Sample # _____

Parameter	Score	Weight	Adjusted Score	Adjusted Weight	Adjusted Total
Appearance		10		10	
Flavor		10		10	
Body		10		10	
Balance		10		10	
Total					

Puntaje Final: _____

Sample # _____

Parameter	Score	Weight	Adjusted Score	Adjusted Weight	Adjusted Total
Appearance		10		10	
Flavor		10		10	
Body		10		10	
Balance		10		10	
Total					

Puntaje Final: _____

Sample # _____

Parameter	Score	Weight	Adjusted Score	Adjusted Weight	Adjusted Total
Appearance		10		10	
Flavor		10		10	
Body		10		10	
Balance		10		10	
Total					

Puntaje Final: _____

Sample # _____

Parameter	Score	Weight	Adjusted Score	Adjusted Weight	Adjusted Total
Appearance		10		10	
Flavor		10		10	
Body		10		10	
Balance		10		10	
Total					

Puntaje Final: _____

Análisis descriptivo

Se empleará un análisis estadístico de cada variable, esto en vista de darle sustento a la recolección de cada muestra de estudio. Lo cual incluye:

- Tamaño de la muestra (count): Cuenta el número de observaciones no nulas.
- Promedio (mean): Calcula la media aritmética de los datos. La fórmula para la media (μ) es:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

donde:

- N es el número total de observaciones
- x_i es el valor de cada observación
- Desviación estándar (std): Calcula la desviación estándar de los datos, que es una

$$\sigma = N \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}$$

medida de la dispersión. La fórmula para la desviación estándar (σ) es:

donde:

- N es el número total de observaciones
- x_i es el valor de cada observación
- μ es la media de las observaciones
- Valor mínimo (min): Muestra el valor mínimo en los datos.
- Percentiles: Los percentiles son medidas que dividen los datos en 100 partes iguales. El percentil p-ésimo es el valor por debajo del cual cae un p de las observaciones. En términos de una fórmula, el percentil p-ésimo se calcula

ordenando los datos de menor a mayor y encontrando el valor en la posición $p(N+1)/100$, donde N es el número total de datos. Si esta posición no es un número entero, entonces se toma la media de los dos valores más cercanos.

- 25%: Calcula el primer cuartil de los datos, que es el valor por debajo del cual cae el 25% de las observaciones.
- 50%: Calcula la mediana de los datos, que es el valor que separa la mitad superior de las observaciones de la mitad inferior.
- 75%: Calcula el tercer cuartil de los datos, que es el valor por debajo del cual cae el 75% de las observaciones.
- Valor máximo (max): Muestra el valor máximo en los datos.

VALORACIÓN ANÁLISIS SENSORIAL

	Fragancia/Aroma	Sabor	Sabor residual	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Balance	Taza limpia	Dulzor	Puntaje de catador	Puntaje final
count	7.000000	7.000000	7.000000	7.000000	7.0	7.0	7.000000	7.0	7.0	7.000000	7.000000
mean	7.785714	7.785714	7.642857	7.571429	7.5	10.0	7.642857	10.0	10.0	7.714286	83.500000
std	0.419041	0.267261	0.377964	0.121988	0.0	0.0	0.318105	0.0	0.0	0.224934	1.881932
min	7.000000	7.500000	7.000000	7.500000	7.5	10.0	7.000000	10.0	10.0	7.500000	80.000000
25%	7.625000	7.625000	7.500000	7.500000	7.5	10.0	7.625000	10.0	10.0	7.500000	82.875000
50%	8.000000	7.750000	7.750000	7.500000	7.5	10.0	7.750000	10.0	10.0	7.750000	84.000000
75%	8.000000	7.875000	7.875000	7.625000	7.5	10.0	7.750000	10.0	10.0	7.875000	84.500000
max	8.250000	8.250000	8.000000	7.750000	7.5	10.0	8.000000	10.0	10.0	8.000000	85.750000

- Se observa que las columnas Cuerpo, Uniformidad, Taza limpia, y Dulzor tienen una variabilidad nula por lo que obtenemos una desviación estándar igual a 0.

- El resto de columnas tienen una desviación baja, esto indica que la dispersión de

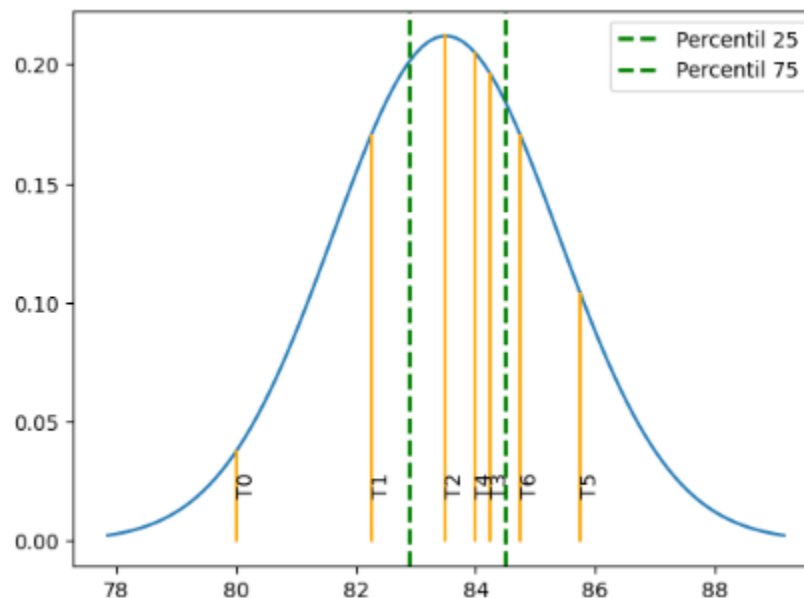
ANÁLISIS FÍSICO

	Peso inicial (gr)	AT (gr)	AS (gr)	DE (gr)	%H	D	PM (%)	FR	PP
count	7.000000	7.000000	7.000000	7.000000	7.000000	0.0	7.000000	7.000000	7.000000
mean	385.714286	289.385714	231.985714	62.528571	0.104429	NaN	0.269886	128.714286	0.228571
std	106.904497	116.485642	104.448926	23.330932	0.012354	NaN	0.125786	39.402683	0.070339
min	300.000000	159.900000	111.000000	33.900000	0.092000	NaN	0.177700	98.000000	0.150000
25%	300.000000	200.350000	151.700000	48.600000	0.093500	NaN	0.180600	105.000000	0.180000
50%	300.000000	234.300000	197.700000	53.900000	0.102000	NaN	0.219000	110.000000	0.200000
75%	500.000000	409.700000	326.900000	74.600000	0.115000	NaN	0.332150	147.000000	0.275000
max	500.000000	411.400000	358.000000	103.500000	0.120000	NaN	0.467000	189.000000	0.340000

los datos es baja. Además, se observa que existen variables con escalas distintas, mientras muchos de estas permiten la normalización.

- La columna D es nula en la muestra.
- La columna AS (gr) representa una dispersión del 45.024% con respecto a su promedio.
- La columna AT (gr) representa una dispersión del 40.253% con respecto a su promedio.
- El resto de columnas mantienen una dispersión baja.

Ahora observemos los datos bajo la creación de una campana de Gauss, también



conocida como una distribución normal de nuestros datos con la variable *Puntaje final*

Recordemos que la altura del gráfico en cualquier punto es proporcional a la probabilidad de ese valor en los datos. Si los datos se distribuyen perfectamente de acuerdo con una distribución normal, el gráfico será una campana perfecta. Para nuestro caso primero calcularemos la curtosis para saber si nuestros datos están ajustados totalmente o no a una distribución normal. Además, se observa una muy baja desviación en nuestros datos, por lo que la distribución tiende a ser normal.

$$Kurt[X] = E \left[\left(\frac{X - \mu}{\sigma} \right)^4 \right] - 3$$

Para calcular la curtosis aplicaremos:

donde:

- E es el operador de expectativa (o promedio)
- X es la variable aleatoria (tus datos)
- μ es la media de los datos
- σ es la desviación estándar de los datos

La curtosis de la columna es: -0.19491349480968845

Obteniendo una curtosis negativa (Platicúrtica), indicando que la distribución tiene colas más ligeras y una cúspide más plana que la distribución normal y por lo tanto indica pocos outliers en este campo, es decir, no existe en la columna *Puntaje final* valores por debajo o por encima, lo que indicaría que estos resultados son altamente replicables bajo las mismas condiciones.

12.1. Análisis de correlación e importancia de variables

Para ello agruparemos nuestros conjuntos de datos en uno solo para observar la correlación entre las columnas, y observar las relevantes para el campo de *Puntaje final*.

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

La correlación de Pearson está dada por:

Donde:

- x_i y y_i son los valores individuales de las variables x e y .
- $\bar{x}$ y $\bar{y}$ son las medias de las variables x e y .
- n es el número total de observaciones.

Ahora la Correlación de Pearson para cada variable en un mapa de calor:



La correlación de Pearson es una medida de la relación lineal entre dos variables.

Su valor varía entre -1 y 1, donde -1 indica una correlación negativa perfecta, 1 indica una correlación positiva perfecta, y 0 indica que no hay correlación lineal entre las variables.

Los campos sin valores (en blanco) indican un campo sin valor. De esto obtenemos:

- Que muchas variables aparecen en blanco, esto es porque son campos nulos (sin valores) y/o porque no tienen variación en sus valores, por lo que no representa un campo esencial de forma estadística ya que el valor es el mismo en todas las muestras.
- Podemos observar que campos como PM(%), FR, Fragancia/Aroma, Sabor, Sabor residual, Acidez y Balance representan una correlación positiva fuerte para el puntaje final lo que indica una posible multicolinealidad entre estas variables, lo cual no siempre es bueno, ya que este es un término en estadística que se refiere a una situación en la que dos o más variables explicativas en un modelo de regresión están altamente correlacionadas entre sí. Esto significa que estas variables independientes no son realmente independientes entre sí, lo que puede dificultar la interpretación de los coeficientes de regresión y la predicción de la variable dependiente. Este estudio no se abarca en una predicción de regresión, por lo que la posible multicolinealidad que aquí observamos indica fuerte dependencia, y por lo tanto una fuerte replicabilidad de muestras en esta misma villa/finca.
- Además de eso tenemos correlaciones negativas fuertes que no son de mucho análisis como el Peso inicial.

Como análisis adicional, aplicaremos un análisis de columna de importancia a

$$IP_j = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B L(y, \hat{f}(X^{(b)}))$$

través del método de **permutation importance**, el cual tiene como fórmula, la siguiente:

Donde:

- IP_j es la importancia de la permutación de la característica j .
- B es el número de permutaciones.
- $L(y, \hat{f}(X^{(b)}))$ es la pérdida incurrida por el modelo cuando se permuta la característica j en la permutación b .
- $X^{(b)}$ es el conjunto de datos en la permutación b .
- $\hat{f}(X^{(b)})$ es la predicción del modelo en la permutación b .

Ahora esto lo haremos a través de una proyección simple de la columna *Puntaje final*, esto es vista de ver la importancia de la permutación, la cual se calcula como el promedio de las pérdidas incurridas por la proyección en todas las permutaciones. Una pérdida mayor indica una mayor importancia de la característica, ya que permutar sus valores tiene un gran impacto en el rendimiento de la predicción.

Obteniendo:

```
Peso inicial (gr): 0.0
AT (gr): 0.05996433880941761
AS (gr): -0.14939206720899026
DE (gr): 1.6506779044432485
%H: 5.270432810844384e-07
PM (%): 4.331499365850533e-07
FR: -0.13524002773560498
PP: 1.36226261547856e-05
Fragancia/Aroma: 4.206763391301216e-06
Sabor: 0.0
Sabor residual: 2.941086225627387e-06
Acidez: 0.0
Cuerpo: 0.0
Uniformidad: 0.0
Balance: 4.166817345496732e-06
Taza limpia: 0.0
Dulzor: 0.0
Puntaje de catador: 0.0
```

Aquí observamos que muchas de las variables que mantenían una correlación fuerte con la columna *Puntaje final* sí tienen multicolinealidad por lo que obtenemos un valor de 00, mientras los valores negativos me indican una mejora del puntaje final al usar esa columna, y los positivos me indican una dependencia para la columna *Puntaje final*. Otra forma de verlo, es que las columnas con resultado positivo indica las implicaciones

del puntaje final, y las columnas con resultado negativo indican que son los valores que impulsaron al resultado del *Puntaje final*.

Anexo 5 Imágenes que evidencian etapas del proceso en el proyecto

