



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Trabajo de Tesis

**Control de calidad en el corte de fruto y
beneficiado húmedo en café (*Coffea arabica* L.)
en cinco fincas en la comunidad Aranjuez,
Matagalpa, 2024**

Autores

Br. Jhacsel Joshet Aguilar García
Br. Jose Rene Fornos Reyes

Asesor

Ing. MSc. Rodolfo de Jesús Munguía Hernández

Presentado a la consideración del Honorable Comité
Evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Noviembre, 2024

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agrícolas como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

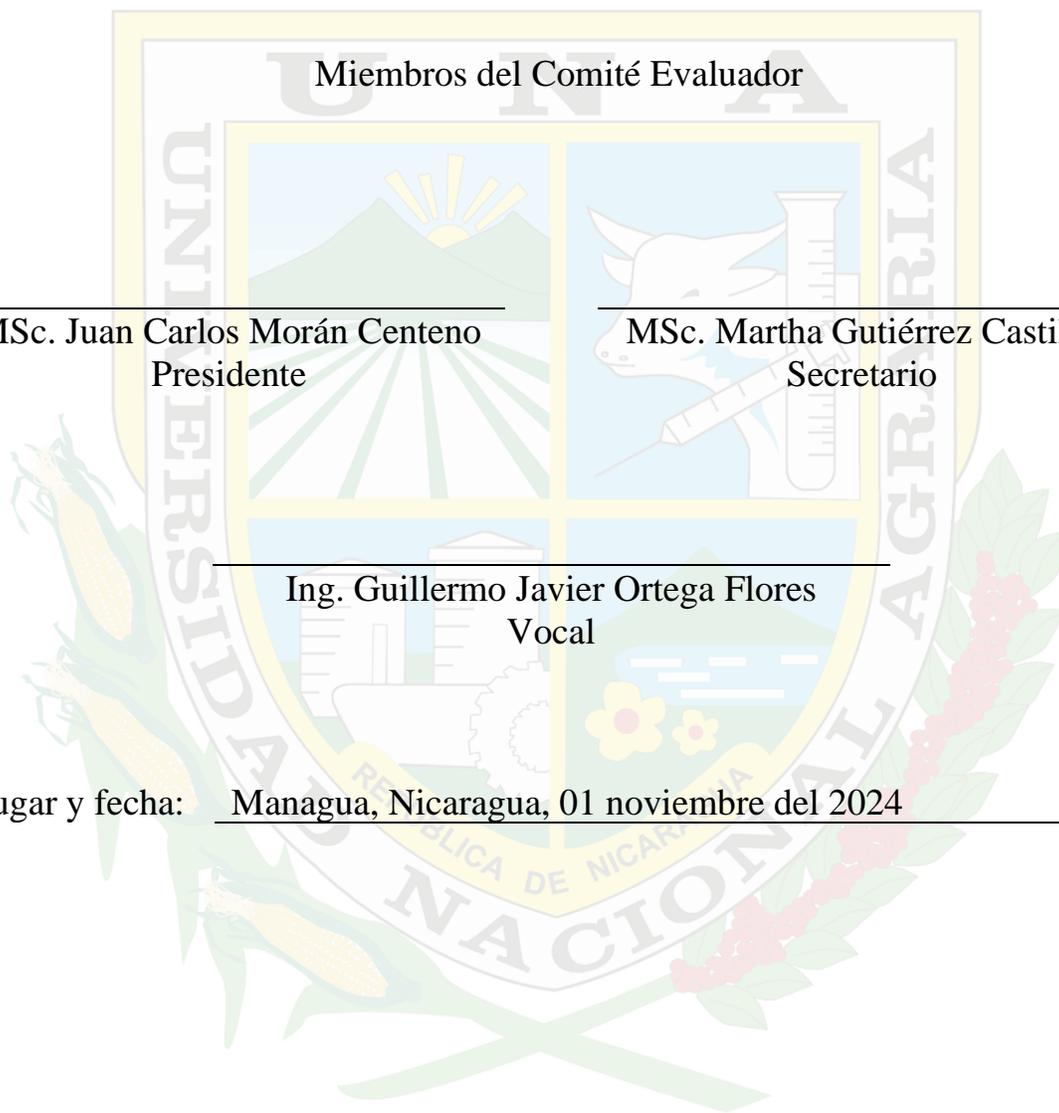
Miembros del Comité Evaluador

MSc. Juan Carlos Morán Centeno
Presidente

MSc. Martha Gutiérrez Castillo
Secretario

Ing. Guillermo Javier Ortega Flores
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 01 noviembre del 2024



DEDICATORIA

Debo agradecer a mi Dios padre celestial por haberme dado la vida y ser fuente de amor, sabiduría y fuerzas para salir adelante en el camino de la vida ayudándome a superar todos los obstáculos que se me presentaron para la culminación de mis estudios.

Agradezco a mis padres **Jhacsel Aguilar Gauna y Juana María García Rizo** quienes me apoyaron en toda mi formación académica, me brindaron su apoyo incondicional y su cariño en las situaciones difíciles de la vida.

A mi abuela materna **Juana Francisca Rizo Sevilla** por su gran sacrificio, amor y cariño para brindarme su apoyo en mis estudios universitarios.

A mi abuelo paterno **Anastasio Aguilar Rodríguez** y mi tía **Sumaya Ivette Aguilar Gauna** por su apoyo en mi proceso de crecimiento académico y por su amor incondicional aconsejándome en todo momento.

A **María del Socorro Gauna Matute** (Q.E.P.D), mi querida abuela paterna, a quien le debo tanto por haberme enseñado a ser fuerte y luchar por mis metas. Estoy convencido que estaría muy orgullosa de verme cumplir mis sueños de convertirme en ingeniero agrónomo.

Br. Jhacsel Joshet Aguilar García

Este trabajo es dedicado a Dios por brindarme salud, fuerza, sabiduría, amor e inteligencia para lograr culminar mis estudios profesionales ya que este logro es por gracia de Él.

A mis padres **María Eunice Reyes Andrade** y **Jorge Alberto Fornos Espinoza** por el apoyo tanto económico como emocional, por sus consejos y valores que me brindaron a lo largo de mi carrera.

A mis hermanos **Ing. Dagne Valeria Fornos Reyes, Ing. Jorge Alberto Fornos Blanco, Ing. Cristopher Alberto Fornos Blancos** y **Lic. Georgina Auxiliadora Fornos Blanco** por su confianza y apoyo para culminar mi carrera.

Br. José René Fornos Reyes

AGRADECIMIENTO

Le agradezco primeramente a Dios por haberme brindado su sabiduría en el trayecto académico para concederme como Ingeniero Agrónomo en un largo camino lleno de dificultades y esfuerzos que ahora valen la pena al cumplir la meta.

A mis padres **Jhacsel Aguilar Gauna** y **Juana María García Rizo** por ser pilares fundamentales en mi vida enseñándome el valor del estudio y dedicación para cumplir mis sueños.

A mi abuelo **Anastasio Aguilar Rodríguez**, tía **Sumaya Ivette Aguilar Gauna** y madrastra **Mayling del Socorro Blandón Mendoza** por su apoyo para el manejo de la etapa campo de la tesis, por su cariño y consejos que han sido de mucha importancia en el transcurso del tiempo.

A mi compañero de tesis **José René Fornos Reyes** por su gran apoyo, esfuerzo y dedicación compartida en la culminación de nuestro estudio de tesis.

A mi asesor de tesis **Ing. MSc. Rodolfo de Jesús Munguía Hernández** por brindarme su apoyo y conocimientos en todo el proceso de redacción de tesis, además, por sus sabios consejos y pláticas emotivas que han inspirado a superarme a diario como profesional y como persona.

A nuestra querida Universidad Nacional Agraria que ha permitido culminar la carrera de Ingeniería Agronómica y a todos los docentes que formaron parte de un camino lleno de obstáculos brindándome conocimientos que se reflejan en la culminación de mis estudios.

A los productores de la comunidad Aranjuez, por darnos la oportunidad de formar parte de este proyecto investigativo por el cual se logró fundamentar nuestro estudio de tesis.

Al resto de mis familiares, amigos y todas las personas que me han brindado su amistad y me han ayudado de forma directa e indirecta en el proceso educativo.

Br. Jhacsel Joshet Aguilar García

A Dios por regalarme esa oportunidad de culminar mis estudios, por el amor, salud y sabiduría en todo minuto en el trayecto de mi vida.

A mis padres que siempre confiaron en mí y estuvieron siempre brindándome apoyo.

A **Karen Stefany** por sus consejos, apoyo incondicional y confianza. Me enseñó a nunca rendirme, a pesar de los problemas y adversidades.

A mi compañero de Tesis **Jhacsel Joshet Aguilar García** por su apoyo y dedicación para culminar este documento.

A nuestro asesor **Ing. MSc. Rodolfo de Jesús Munguía Hernández**, por haber confiado en mí, para realizar esta investigación, por regalarnos su tiempo y su conocimiento durante la elaboración de nuestra tesis.

A la Universidad Nacional Agraria que me ha permitido culminar la carrera de Ingeniería Agronómica y a todos los docentes que formaron parte de un camino lleno de obstáculos brindándome conocimientos que se reflejan en la culminación de mis estudios.

A los productores de la comunidad Aranjuez, por darnos la oportunidad de formar parte de este proyecto investigativo por el cual se logró fundamentar nuestro estudio de tesis.

Br. José René Fornos Reyes

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. Crecimiento y desarrollo del fruto	4
3.2. Morfología del fruto del café	4
3.3. Cosecha o corte del café	5
3.4. Procesos de beneficiado del café	5
3.5. Beneficiado húmedo	5
3.6. Clasificación del grano uva	6
3.7. Despulpado	6
3.8. Proceso de fermentación	7
3.9. Fermentación en seco	7
3.10. Proceso de lavado	8
3.11. Beneficio seco	8
3.12. Beneficio tipo honey	8
3.13. Secado	9
3.14. Secado natural o al sol	9

3.15. Secado Mecánico	9
3.16. Problemas encontrados en otros procesos evaluativos	9
3.17. Conceptos en la catación del café	10
3.17.1. Taza sana	10
3.17.2. Taza Vinosa	10
3.17.3. Taza Astringente	10
3.17.4. Taza Sucia	10
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	11
4.1. Ubicación del estudio	11
4.1.1. Condiciones ambientales	11
4.1.2. Caracterización de las fincas	14
4.2. Diseño metodológico	15
4.2.1. Material biológico	16
4.3. Metodología de control de calidad en la cosecha y beneficiado húmedo	16
4.4. Variables evaluadas	16
4.4.1. Clasificación de la calidad del corte del fruto (selección manual e hidráulica)	16
4.4.2. Clasificación de calidad del despulpado	17
4.4.3. Período de fermentación	19
4.4.4. Clasificación de calidad del café lavado	20
4.5. Análisis de datos	21
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
5.1. Condiciones socioeconómicas y productivas de las fincas cafetaleras	22
5.1.1. Aspectos generales y productivos de las fincas	22
5.1.2. Organización a la que pertenecen y experiencia en café de los productores	23
5.1.3. Variedades cultivadas y obtención de semillas	24
5.1.4. Condiciones socioeconómicas de las fincas	25
5.2. Condiciones de beneficiado húmedo de café	28
5.2.1. Corte y selección del grano uva maduro	28
5.2.2. Despulpado del grano de café	29
5.2.3. Fermentado del grano de café	35
5.2.4. Lavado del café pergamino	37
5.2.5. Oreado del café lavado	38
5.2.6. Manejo de la pulpa del café	40
5.2.7. Manejo de las aguas mieles	40
5.2.8. Capacitación y adopción de tecnología de beneficiado húmedo	41
5.3. Monitoreo de la calidad del proceso de corte y beneficiado húmedo del café	42
5.3.1. Clasificación de la calidad del corte del fruto (selección manual e hidráulica)	42
5.3.2. Clasificación de calidad del despulpado	45

5.3.3.	Período de fermentación	47
5.3.4.	Clasificación de calidad del café lavado	47
VI.	CONCLUSIONES	50
VII.	RECOMENDACIONES	51
VIII.	LITERATURA CITADA	52
IX.	ANEXOS	57

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Matriz para recopilar información general de los productores de café en la comunidad Aranjuez, Matagalpa	15
2	Formato para la práctica de evaluación de café maduro (muestreo por peso). Tomado de Proyecto de Café para Centroamérica (2008)	17
3	Formato para la evaluación del grano café despulpado que sale de los despulpadores. Tomado de Proyecto de Café para Centroamérica (2008)	18
4	Formato para la evaluación de la pulpa residual del proceso de despulpado. Tomado de Proyecto de Café para Centroamérica (2008)	18
5	Identificación del momento final de la fermentación del grano despulpado de café. Tomado de Proyecto de Café para Centroamérica (2008)	19
6	Formato para la práctica de evaluación del café lavado (muestreo porcentual). Tomado de Proyecto de Café para Centroamérica (2008)	20
7	Caracterización general de los sistemas productivos de la comunidad Aranjuez, Matagalpa, 2024	22
8	Área productiva e improductiva (ha) en las fincas de café en estudio	23
9	Organización y experiencia de los productores en el manejo del cultivo de café	23
10	Variedades de café (<i>Coffea arabica</i>) presentes en los sistemas productivos de la comunidad Aranjuez, 2024	24
11	Estructura familiar de cada uno de los productores de la finca en estudio	25
12	Incorporación de los miembros de la familia en el manejo de campo y beneficiado húmedo del cultivo de café	26
13	Mano de obra contratada para el manejo de campo y beneficiado húmedo en el ciclo productivo	26
14	Mejora del nivel de vida de los productores por la producción de café	27
15	Disposición de servicios básicos de los productores en los sistemas productivos	28
16	Año de construcción y estado de la infraestructura de los beneficios húmedos de las fincas cafetaleras	30
17	Especificaciones técnicas de las máquinas despulpadoras de las fincas cafetaleras	30
18	Prácticas de lavado del despulpador para el proceso de despulpado de las fincas cafetaleras	31
19	Funcionamiento de las partes de las máquinas despulpadoras presentes en los sistemas productivos	31
20	Prueba de calibración de la máquina despulpadora de los productores cafetaleros	32

CUADRO	PÁGINA	
21	Proceso de despulpado del fruto de café de los productores de la comunidad Aranjuez	32
22	Tiempo de duración del proceso de despulpado y eficiencia de granos despulpados en una hora en las fincas cafetaleras de la comunidad Aranjuez	33
23	Utilización del recurso hídrico para el proceso de despulpado de grano uva en las fincas productivas	34
24	Determinación del estado de grano despulpado (quebrado o entero) en el proceso de despulpado en los sistemas productivos de café	34
25	Proceso de fermentado y sus condiciones de beneficiado en las fincas cafetaleras	36
26	Tiempo de fermentación del grano de café despulpado en las fincas cafetaleras	36
27	Aplicación de métodos para determinar el nivel de fermentación de los granos de café por los productores cafetaleros	37
28	Condiciones del canal para realizar el proceso de lavado en las fincas cafetaleras	37
29	Tiempo de realización del proceso de lavado del café en las fincas cafetaleras	38
30	Determinación de la calidad del proceso de lavado del grano de café en las fincas caficultoras	38
31	Condiciones para el proceso de oreado de café de los productores de las fincas cafetaleras	39
32	Tiempo y transporte utilizado para la movilización del café oreado o mojado al centro de acopio o mercado local	40
33	Aprovechamiento de la pulpa residual del café por los productores cafetaleros	40
34	Tratamiento de las aguas mieles realizado por los productores cafetaleros en la comunidad Aranjuez	41
35	Capacitaciones recibidas por los productores cafetaleros en los últimos años	41
36	Evaluación promedio de café maduro (selección manual) en las tres visitas a las fincas cafetaleras en base a una muestra de 2 000 gramos	43
37	Evaluación del corte de café utilizando la técnica de selección hidráulica a partir de una muestra de 2 000 gramos	43
38	Evaluación de la calidad del corte de granos uva de café con mayor densidad en la selección hidráulica en base a una muestra de 2 000 gramos	44
39	Evaluación de la calidad del corte de granos uva de café con menor densidad en la selección hidráulica en base a una muestra de 2 000 gramos	44
40	Evaluación de calidad del proceso de despulpado del grano de café en las fincas cafetaleras tomando en cuenta una muestra representativa de 2 000 g	45

CUADRO		PÁGINA
41	Evaluación de la pulpa residual del proceso de despulpado en las fincas cafetaleras tomando en cuenta una muestra de 2 000 g	46
42	Evaluación del gasto de agua (litros) en el proceso de despulpado del grano de café en las tres visitas a las fincas cafetaleras	46
43	Evaluación del momento final de la fermentación durante el proceso de monitoreo en las tres visitas a las fincas cafetaleras	47
44	Evaluación del proceso de lavado del café fermentado en las fincas cafetaleras tomando en cuenta una muestra significativa de 2 000 g	48
45	Evaluación del gasto de agua (litros) en el proceso de lavado del grano de café en las tres visitas a las fincas cafetaleras	49

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Etapas en el desarrollo del fruto del café (<i>Coffea arabica</i>), tomado de Salazar-Gutiérrez, <i>et. al.</i> , (1993)	4
2	Morfología y partes del fruto del café (<i>Coffea arabica</i>), tomado de Ramos <i>et al</i> , (2010)	4
3	Estado de madurez del fruto del café en el momento de la cosecha (Fotografía tomada por Aguilar y Fornos, 2024)	5
4	Ubicación geográfica del área de estudio, Aranjuez, Matagalpa, 2024. Tomado de Google, 2024	11
5	Climograma de la comunidad Aranjuez, Matagalpa tomando en cuenta temperaturas y precipitaciones mensuales de mayo 2023 a abril 2024, tomado de National Aeronautics and Space Administration (NASA, 2024)	12
6	Climograma de la comunidad Aranjuez, Matagalpa tomando en cuenta temperaturas y precipitaciones del año 2015 al 2023, 2024 datos de enero a mayo, tomado de NASA (2024)	13
7	Gráfico de tiempo de corte de las fincas cafetaleras en ciclos anteriores al 2023 y ciclo actual 2023-24 en la comunidad Aranjuez	29
8	Evaluación del café maduro cortado en una de las fincas cafetaleras	81
9	Pesaje del grano maduro en la evaluación del corte del fruto	81
10	Máquina despulpadora marca Eterna para el proceso de despulpado del grano	81
11	Prueba del orificio en el proceso de fermentación del grano despulpado	81
12	Monitoreo de la temperatura de la masa del grano en el proceso de fermentación del café	81
13	Proceso de lavado del grano en el canal de correteo de concreto	82
14	Evaluación del café pergamino en el proceso de lavado del grano	82

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA	
1	Cuestionario aplicado al productor de café	57
2	Evaluación en campo de café maduro (muestreo por peso) en la finca el Imperio	63
3	Evaluación en campo de café maduro (muestreo por peso) en la finca San Martín	63
4	Evaluación en campo de café maduro (muestreo por peso) en la finca Aguilarod	64
5	Evaluación en campo de café maduro (muestreo por peso) en la finca Juan María Vianney	64
6	Evaluación en campo de café maduro (muestreo por peso) en la finca Santa Martha	65
7	Evaluación en campo de los frutos con mayor densidad de 2 000 g (frutos sedimentados en el agua) en la selección hidráulica en finca El Imperio	65
8	Evaluación en campo de los frutos con mayor densidad de 2 000 g (frutos sedimentados en el agua) en la selección hidráulica en finca San Martín	66
9	Evaluación en campo de los frutos con mayor densidad de 2 000 g (frutos sedimentados en el agua) en la selección hidráulica en finca Aguilarod	66
10	Evaluación en campo de los frutos con mayor densidad de 2 000 g (frutos sedimentados en el agua) en la selección hidráulica en finca Juan María Vianney	67
11	Evaluación en campo de los frutos con mayor densidad de 2 000 g (frutos sedimentados en el agua) en la selección hidráulica en finca Santa Martha	68
12	Evaluación en campo de los frutos con menor densidad de 2 000 g (frutos flotados en el agua) en la selección hidráulica en finca El Imperio	68
13	Evaluación en campo de los frutos con menor densidad de 2 000 g (frutos flotados en el agua) en la selección hidráulica en finca San Martín	69
14	Evaluación en campo de los frutos con menor densidad de 2 000 g (frutos flotados en el agua) en la selección hidráulica en finca Aguilarod	69
15	Evaluación en campo de los frutos con menor densidad de 2 000 g (frutos flotados en el agua) en la selección hidráulica en finca Juan María Vianney	70
16	Evaluación en campo de los frutos con menor densidad de 2 000 g (frutos flotados en el agua) en la selección hidráulica en finca Santa Martha	70
17	Evaluación en campo de calidad del proceso de despulpado del grano de café en la finca El Imperio	71

ANEXO		PÁGINA
18	Evaluación en campo de calidad del proceso de despulpado del grano de café en la finca San Martín	71
19	Evaluación en campo de calidad del proceso de despulpado del grano de café en la finca Aguilarod	72
20	Evaluación en campo de calidad del proceso de despulpado del grano de café en la finca Juan María Vianney	72
21	Evaluación en campo de calidad del proceso de despulpado del grano de café en la finca Santa Martha	73
22	Evaluación en campo de la pulpa residual del proceso de despulpado en la finca El Imperio	73
23	Evaluación en campo de la pulpa residual del proceso de despulpado en la finca San Martín	74
24	Evaluación en campo de la pulpa residual del proceso de despulpado en la finca Aguilarod	74
25	Evaluación en campo de la pulpa residual del proceso de despulpado en la finca Juan María Vianney	75
26	Evaluación en campo de la pulpa residual del proceso de despulpado en la finca Santa Martha	75
27	Evaluación del gasto de agua (litros) en el proceso de despulpado del grano de café en las fincas cafetaleras	76
28	Evaluación del momento final de la fermentación durante el proceso de monitoreo en campo de las fincas cafetalera.	77
29	Evaluación en campo del proceso de lavado del café fermentado en la finca El Imperio	78
30	Evaluación en campo del proceso de lavado del café fermentado en la finca San Martín	78
31	Evaluación en campo del proceso de lavado del café fermentado en la finca Aguilarod	79
32	Evaluación en campo del proceso de lavado del café fermentado en la finca Juan María Vianney	79
33	Evaluación en campo del proceso de lavado del café fermentado en la finca Santa Martha	80
34	Gasto de agua (litros) en el proceso de lavado del grano en las fincas cafetaleras	80
35	Evidencias fotográficas del monitoreo de los procesos de corte y beneficiado húmedo del café en las fincas evaluadas	81
36	Comportamiento de la temperatura (°C) de la masa del café en el proceso de fermentación en cada una de las fincas cafetaleras	82

RESUMEN

El presente estudio se realizó de diciembre 2023 a febrero 2024, en la comunidad Aranjuez, municipio de Matagalpa, con el objetivo de diagnosticar el control de calidad en el corte de fruto y beneficiado húmedo en café (*Coffea arabica* L.) en cinco fincas. El estudio es no experimental, descriptivo con enfoque mixto, el productor como informante clave, se realizaron tres visitas por finca, para la entrevista se usó un cuestionario de preguntas con variables cualitativas que caracterizaron aspectos generales de las fincas, nivel de conocimiento del productor, aspectos socioeconómicos, evaluación de la infraestructura del beneficio y control desde el corte del fruto hasta el transporte a un centro de acopio, por otra parte, se evaluaron variables cuantitativas a través de la medición directa en los procesos de corte, selección, despulpado, fermentación y lavado; se analizaron los datos por medio del programa estadístico Microsoft Excel. Los resultados indicaron que las fincas cuentan con áreas de 2.1 a 11.6 ha⁻¹ bajo sistemas agroforestales, el período de corte del fruto es de enero a marzo, la infraestructura de beneficiado se encuentra en buen estado, cuentan con máquinas despulpadoras con eficiencia de trabajo de 247.82 a 1,363.64 kg/hora, disponen de pilas de concreto y madera para el proceso de fermentación y el 80 % de los productores han recibido capacitaciones sobre diversificación de fincas, fases lunares, manejos de la sombra, manejo de tejidos y comercialización de café, además, el promedio de granos maduros en la selección manual fue de 63.97 a 72.70 % por debajo del valor óptimo con presencia de granos pintos, sobre maduros y enfermos, en el proceso de despulpado muestran un valor de 80.40 a 91.91 % de granos buenos (enteros) y en la pulpa residual un valor de 92.43 a 97.68 % con un gasto óptimo de agua de 1.35 a 4.89 l/kg de grano despulpado, el momento óptimo de fermentación del grano oscila entre 14 -18 horas con temperaturas entre 19.8-26.9 °C y en el proceso de lavado presentan valores de 84.12 a 94.40% de granos normales, lo que indica calidad en el grano final y una taza sana.

Palabras clave: Diagnosticar, caracterización, fincas cafetaleras, despulpado, fermentación, lavado, grano uva

ABSTRACT

This study was carried out from December 2023 to February 2024, in the Aranjuez community, municipality of Matagalpa, with the aim of diagnosing quality control in fruit cutting and wet processing of coffee (*Coffea arabica* L.) on five farms. The study is non-experimental, descriptive with a mixed approach, with the producer as a key informant. Three visits were made per farm. For the interview, a questionnaire of questions with qualitative variables was used that characterized general aspects of the farms, the producer's level of knowledge, socioeconomic aspects, evaluation of the processing infrastructure and control from fruit cutting to transportation to a collection center. On the other hand, quantitative variables were evaluated through direct measurement in the cutting, selection, pulping, fermentation and washing processes; the data was analyzed using the Microsoft Excel statistical program. The results indicated that the farms have areas of 2.1 to 11.6 ha⁻¹ under agroforestry systems, the fruit cutting period is from January to March, the processing infrastructure is in good condition, they have pulping machines with a work efficiency of 247.82 to 1,363.64 kg / hour, they have concrete and wood piles for the fermentation process and 80% of the producers have received training on farm diversification, lunar phases, shade management, tissue management and coffee marketing, in addition, the average of mature beans in the manual selection was 63.97 to 72.70% below the optimal value with the presence of pinto, overripe and diseased beans, in the pulping process they show a value of 80.40 to 91.91% of good beans (whole) and in the residual pulp a value of 92.43 to 97.68% with an optimal water consumption of 1.35 to 4.89 l/kg of pulped grain, the optimal moment of fermentation of the grain ranges between 14 -18 hours with temperatures between 19.8-26.9 °C and in the washing process they present values of 84.12 to 94.40% of normal grains, which indicates quality in the final grain and a healthy cup.

Key words: Diagnose, characterization, coffee farms, pulping, fermentation, washing, grape grain

I. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los rubros importantes en la economía y vida social de Nicaragua, representa el 19.54 % de las exportaciones totales y genera empleo hasta del 63 % en zonas rurales y un 13 % en todo el país, aportando el 8.5 % del Producto Interno Bruto (PIB) nacional y el 24 % del PIB agrícola (Banco Central de Nicaragua [BCN], 2023; Salazar y Jiménez-Martínez, 2022), sin embargo, para el ciclo 2022/2023 el Banco Central de Nicaragua, 2023 reporta en su anuario de estadísticas macroeconómicas una producción de café exportable de 3,751,800 qq equivalentes a 170,226,860.25 kg., la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO, 2024] en su página web reporta una producción exportable similar.

En Nicaragua la producción de café se encuentra localizada en zonas agroecológicas aptas como los departamentos de “Matagalpa, Jinotega y Boaco con el 83.8 % de la producción nacional, Madriz, Nueva Segovia y Estelí, el 13.6 % y Carazo, Granada, Masaya, Managua y Rivas, el 2.6 %” (Escobedo *et al.*, 2017).

Según Merma y Julca (2012) la caracterización consiste en la descripción del predio en función de las dimensiones del análisis agroecológico, técnico-productivo y socio-económico; este proceso es fundamental para obtener conocimientos del entorno, planificación y gestión eficiente de los recursos, además, permite identificar tanto las fortalezas como debilidades, contribuyendo a la mejora continua de la productividad y promoviendo prácticas de manejo sostenible.

En los últimos años la calidad de la taza de café en Nicaragua ha experimentado un crecimiento notable, la cual ha sido catalogada por su excelencia y alta calidad; superando incluso a países centroamericanos productores de café como Costa Rica, El Salvador y Honduras, lo que ha posicionado a Nicaragua como un competidor privilegiado en el mercado global del café (Salinas y Acuña, 2015).

Uno de los puntos críticos que enfrentan los productores de café es el no realizar el monitoreo de la calidad del proceso de cosecha y beneficiado húmedo, afectando la calidad de la taza del grano en cada etapa, la selección de solo grano maduro da una taza sana, el despulpado de grano verde con maduro da taza astringente, la presencia de granos

sobremaduros da taza vinosa y la mezcla con granos brocados y enfermos una taza sucia, este resultado de la falta de selección del grano disminuye la competitividad en el mercado y los ingresos económicos de los productores cafetaleros; es por esto que el enfoque de esta investigación fue identificar los puntos críticos o deficiencia en el control de calidad en el corte de fruto y beneficiado húmedo en café en cinco fincas en la comunidad Aranjuez, Matagalpa.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Diagnosticar el control de calidad en el corte de fruto y beneficiado húmedo en café (*Coffea arabica* L.) mediante el monitoreo de cada etapa del proceso en cinco fincas en la comunidad Aranjuez, Matagalpa, 2024.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar el corte de grano maduro y proceso de beneficiado húmedo a través de la técnica de observación y entrevista al productor disponiendo de las herramientas metodológicas previamente preparadas.
- Clasificar los granos maduros y defectos de café por medio de la separación física por el método manual según su estado y separación por densidad a través del método hidráulico.
- Evaluar la calidad del despulpado del fruto de café separando los estados del fruto sano y defectos determinando el porcentaje a través del peso.
- Identificar el momento óptimo de fermentación del grano de café aplicando el método del orificio en la masa del café (uso del palo) y del tacto, monitoreándose a partir de las 13 horas de la fermentación.
- Determinar la calidad del café lavado clasificándolo por su estado actual realizando muestreo en tres momentos.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Crecimiento y desarrollo del fruto

Según Salazar-Gutiérrez, *et al.*, (1993) “el desarrollo del fruto, desde la floración hasta la maduración transcurren, en promedio, 32 semanas (ocho meses)”.

La primera fase, que abarca desde la floración hasta la octava semana, se caracteriza por un crecimiento lento de los frutos y su color verde; la segunda fase que va desde la novena hasta la vigésima sexta semana donde

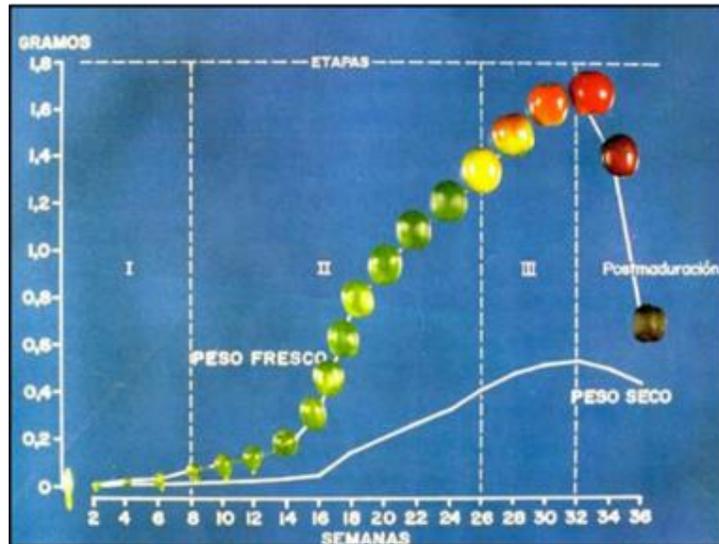


Figura 1. Etapas en el desarrollo del fruto del café (*Coffea arabica*), tomado de Salazar-Gutiérrez, *et al.*, (1993).

ocurre el incremento de tamaño, peso fresco del fruto, endurecimiento y formación de la semilla y, por último, la tercera fase que se destaca desde la vigésima séptima hasta la trigésima segunda semana donde sufre un cambio de color de verde a rojo o amarillo adquiriendo su madurez fisiológica y listo para su cosecha.

3.2. Morfología del fruto del café

Según Cafés Mama Same (2020) el grano de café está conformado por el pericarpio y la semilla, a su vez el pericarpio está dividido en exocarpio o cáscara, mesocarpio o pulpa, y endocarpio o pergamino que es la capa que recubre y protege el grano; por otra parte, la semilla está dividida en perisperma o película vercosa, el endospermo que es la semilla que contiene en el interior y el embrión que posee un hipocótilo y dos cotiledones.

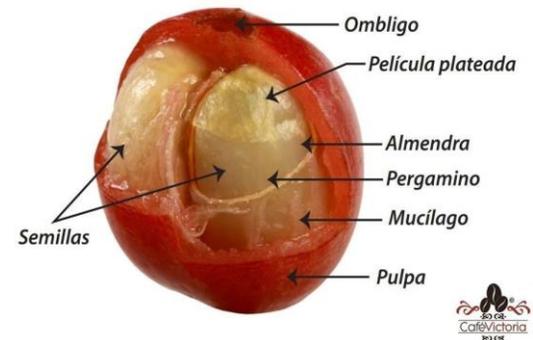


Figura 2. Morfología y partes del fruto del café (*Coffea arabica*), tomado de Ramos *et al.*, (2010).

3.3. Cosecha o corte del café

La cosecha es el proceso de recolección del grano de café (se efectúa de forma manual) de la planta para su posterior transporte al beneficio y así continuar su proceso (Mantilla, 2019). Existen diversos estados del fruto de café al momento de realizar el corte entre estos están: café maduro, verde, sobre maduro, pintos o camagües, secos, y enfermos o brocados.

Uno de los problemas principales en la cosecha del café es el corte de frutos verdes debido al mal procedimiento de los cortadores ocasionando el corte de frutos maduros e inmaduros, sin tomar en cuenta el corte selectivo lo que provoca defoliación y destrucción de yemas reduciendo el volumen de cosechas futuras (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, [IICA], 2010).

Es importante tener en cuenta la actitud de los trabajadores que se encargan de la cosecha de café ya que existen diversos factores como condiciones laborales, ambiente de trabajo y motivación personal que pueden influir de forma directa en el rendimiento y calidad del corte.



Figura 3. Estado de madurez del fruto del café en el momento de la cosecha (Fotografía tomada por Aguilar y Fornos, 2024).

3.4. Procesos de beneficiado del café

El concepto de beneficio de café se refiere a los procesos y ventajas asociadas al procesamiento del café desde la cosecha hasta la obtención del grano oro para su comercialización, existen en uso diferentes tipos de beneficio para el café.

3.5. Beneficiado húmedo

Según Pérez y Úbeda (2013) “es un proceso para transformar los frutos del café de su estado uva a café pergamino”, etapa importante debido a la responsabilidad de conservar la calidad del grano.

Los procesos por los que pasa el grano del café son muy importantes para su correcta limpieza y obtención del grano seco, una mala práctica en este proceso podría ocasionar pérdidas económicas al productor. El beneficiado inicia con la clasificación por el método de sifón o manual, el despulpado, fermentado, lavado y oreado o secado del grano.

3.6. Clasificación del grano uva

El Centro de Investigaciones en Café (CEDICAFÉ, 2018) describe esta práctica como la obtención del grano del campo, seleccionando los granos maduros sin ser mezclados con granos verdes, dañados, enfermos, semi-maduros, sobre maduros, secos o brocados.

Los productores de café en Nicaragua utilizan diversas formas de selección, entre ellas la selección por sifón y selección manual. El proceso de clasificación por flotación es una etapa importante en el procesamiento del café para eliminar impurezas (hojas, ramas y suciedad) y separar las cerezas maduras de las inmaduras y dañadas.

Según Jacto (2023) “el proceso de selección manual consiste en la recolección de pequeñas cantidades del fruto del cultivo del café, garantizando que los frutos contengan una buena calidad”. Por otra parte, Perfect Daily Grind (2021) lo describe como la recepción de café del campo, pasando por una selección donde se separan las cerezas maduras de las verdes o secas colocándolas en sacos o canastas.

3.7. Despulpado

El proceso de despulpado es la separación de la pulpa y el grano de café, realizado de forma mecánica a través de máquinas despulpadoras (Asociación de Cooperativas de Pequeños Productores de Café de Nicaragua [CAFENICA], 2016). Mientras que, Soto (2021) lo define como un proceso unitario de cada grano en el que se retira la pulpa de la cereza de los granos de café mediante la despulpadora comprimiendo y retirando la piel de la parte exterior del fruto.

Arcinieas y Yandar (2022) consideran que es de vital importancia limpiar y lavar la despulpadora después de usarla, debido a que el café bota savia la cual contiene glucosa que hace que se adhiera a las partes de la despulpadora, como lo es el cilindro, la camisa, el pechero, los canales y el depósito.

El no realizar esta práctica antes y después de despulpar, puede afectar gravemente la calidad del café, debido a que la despulpadora después de realizar el proceso de despulpado, almacena residuos de café en los componentes, causando pudrición del equipo y daño a la calidad de la taza (Arcinieas y Yandar, 2022).

Según Laminaco (2014) “una mala calibración de la despulpadora puede dar origen al grano mordido o cortado, el cual, además de afectar la calidad física del grano, genera pérdidas económicas al productor”

3.8. Proceso de fermentación

Es el proceso que consiste en desprender el mucílago o miel del pergamino para favorecer el secado de este, este proceso se realiza de diversas formas al poner el café en cajones, sacos o pilas de concreto (Zúniga y Tardencilla, 2013).

Una de las formas de fermentación del grano de café despulpado es bajo agua (fermentación natural) y, de acuerdo con Peñuela (2010) es el proceso más utilizado por los productores y consiste en remover el mucílago mediante la fermentación del grano. Las enzimas naturales se encargan de desintegrar la estructura del mucílago residual presente después del despulpado y antes del lavado.

Según Todo para café (2022) "la fermentación es un proceso bioquímico que influye en la calidad de la taza, lo que sucede, es que microorganismos como *Saccharomyces cerevisiae* y las bacterias *Lactobacillus* consumen y metabolizan los azúcares y ácidos, que contienen las cerezas de café" Además, existen diferentes factores que afectan la calidad del fruto del café, entre estos debemos de tener en cuenta que, si la calidad del café que llega del campo es mala, ningún proceso de fermentación podrá mejorar la calidad de la taza, por otra parte, si el proceso de beneficiado y fermentado es inadecuado, dará como resultado una taza con defecto.

3.9. Fermentación en seco

Cárdenas y Pardo (2014) describen la fermentación en seco como una alternativa de fácil aplicación, consiste en poner el grano de café cereza a sobre madurarse, para luego hacer una deshidratación del fruto en un periodo de 15-20 días, este proceso puede ser de manera natural

(bajo sol) o por medio mecánico con el objetivo de desprender y remover la piel seca y el mucílago, obteniendo así el café pergamino.

3.10. Proceso de lavado

Hidalgo (2012) describe el lavado como la operación de remover la miel que cubre el pergamino por medio de la sumersión y paso de corriente de agua, este lavado se realiza utilizando bombas de impulsor abierto en canales rectos con una pendiente casi uniforme con el objetivo de crear un flujo laminar constante, toda esta agua retorna al tanque recolector el cual está presente en la parte más baja del beneficio.

3.11. Beneficio seco

Jarquín (2021) define el beneficiado seco del café como la transformación del grano pergamino a grano oro, consta de las siguientes etapas: secado con el objetivo de alcanzar una humedad del “10 al 12 %”; el descascarillado que es el desprendimiento del pergamino de los granos de café; y clasificación del grano (color, tamaño, peso y calidad del grano).

3.12. Beneficio tipo honey

Según la Asociación Española Del Café (AECafé, s.f) se describe el proceso honey o miel al café que se obtiene a través de la eliminación de la mayor parte de la cereza, pero se deja el mucílago. A mayor cantidad de mucílago, más oscuro será el color del grano, por otra parte, los granos de color blancos contienen menor cantidad de mucílago, al pasar la fase de despulpado parcial se prosigue con el secado, eliminando el proceso de fermentación y lavado.

Según Boyacá (2018) la calidad en taza para este tipo de beneficio, se encuentra estrechamente relacionada con la porción pulpa/mucílago y el secado al sol o en cubierta, se ha reportado que para el beneficio honey, en condiciones ambientales húmedas, se producen perfiles con sutiles toques de fermento asociados al whisky de centeno, con dulzor alto característico de este beneficio, pero al no realizar mediciones y control en el proceso pueden llegar a presentarse defectos relacionados con el sabor vinagre y fermento indeseable.

3.13. Secado

Es un proceso por el cual el grano de café pierde humedad y es uno de los más complicados que existen ya que después de la eliminación del agua superficial se debe reducir gradualmente la humedad interna en un rango comprendido entre “10 y 12 %” (Proyecto de Café para Centroamérica, 2007).

Perfect Daily Grind (2020) menciona que el secado del café se realiza en camas elevadas bajo el sol y la utilización de secadoras mecánicas, donde el grano antes de ser secado presentará una humedad del “40 al 50 %” y este se reducirá drásticamente al “11 o 12 %”. Es uno de los procesos más complicados en la etapa de postcosecha de la producción, los granos lavados y semi lavados que son secados al sol, duran de “7 a 9 días”, mientras que el café honey dura de “10 a 14 días”

3.14. Secado natural o al sol

Según Berrocal y Venegas (2019) el método de secado tradicional a nivel mundial es el secado por medio del sol, es considerado el método más económico, ya que no requiere de una inversión alta, dado a que utiliza el calor del sol y el viento para poder llevar a cabo el proceso del secado del grano.

3.15. Secado Mecánico

Cano, *et al.*, (2018) indica que la aplicación del secado mecánico ayuda a tener mayores índices de conductividad eléctrica y lixiviación de potasio en granos secados mecánicamente a altas temperaturas lo que reduce la calidad de la fisiología de cada grano, debido a la actividad de enzimas relacionadas al deterioro.

3.16. Problemas encontrados en otros procesos evaluativos

Según Puerta, *et al.*, (2016) menciona que “se estima que más del 80 % de los defectos de grano, que incluyen los vinagres, decolorados, flojos y mohosos son ocasionados por un inadecuado beneficio y secado” Los principales problemas fueron originados por inadecuadas prácticas en el beneficio (fermentación y lavado), por retrasos de la materia prima y por inadecuado secado.

Loor (2017) relata que “en el procesamiento de café por vía húmeda, los principales problemas lo constituyen el excesivo uso del agua y la generación de aguas residuales con altos niveles de contaminación orgánica”, por otra parte, Gómez y Molina (2022) reafirman que los principales problemas son los subproductos generados (pulpa y aguas mieles) que son altamente contaminantes para el medio ambiente.

3.17. Conceptos en la catación del café

3.17.1. Taza sana

Se refiere a la prueba de catación de granos sanos que se caracteriza por no presentar defectos o sabor extraño en el café (Osorio, 2021), mientras que el Proyecto de Café para Centroamérica (2008) indica que presenta sabor transparente y se aprecian todos los atributos.

3.17.2. Taza Vinosa

Según Puerta (2015) se refiere a la cantidad de granos sobre maduros caracterizados por presentar sabores agrios similar al vinagre ocasionado por la fermentación del grano, por otra parte, el Proyecto de Café para Centroamérica (2008) afirma que se relaciona con los ácidos que se generan posterior a la maduración ocasionando un sabor agrio.

3.17.3. Taza Astringente

Se refiere a la cantidad de granos con un bajo porcentaje de humedad que reflejan los granos inmaduros (verdes, pintos) generando una sensación de sequedad en la boca (Puerta, 2015), además, el Proyecto de Café para Centroamérica (2008) menciona, que la astringencia se percibe como sabores ácidos y amargos referente a frutas no maduras.

3.17.4. Taza Sucia

Según Puerta (2015) se refiere a la cantidad de granos con afectaciones por plagas y enfermedades, asimismo, el Proyecto de Café para Centroamérica (2008) la categoriza por la presencia de una mancha que no permite apreciar los atributos del café sin definición exacta del defecto.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El presente estudio se realizó en la reserva natural “El Arenal”, comunidad Aranjuez, Matagalpa a cuatro kilómetros de la carretera a Jinotega, presenta una altitud de 1,357 metros sobre el nivel del mar con coordenadas UTM 618667.51 m Este y 1440255.84 m Norte, el cual se realizó en el período de diciembre 2023 a febrero 2024 en cinco fincas productoras de café de la zona (Figura 4).

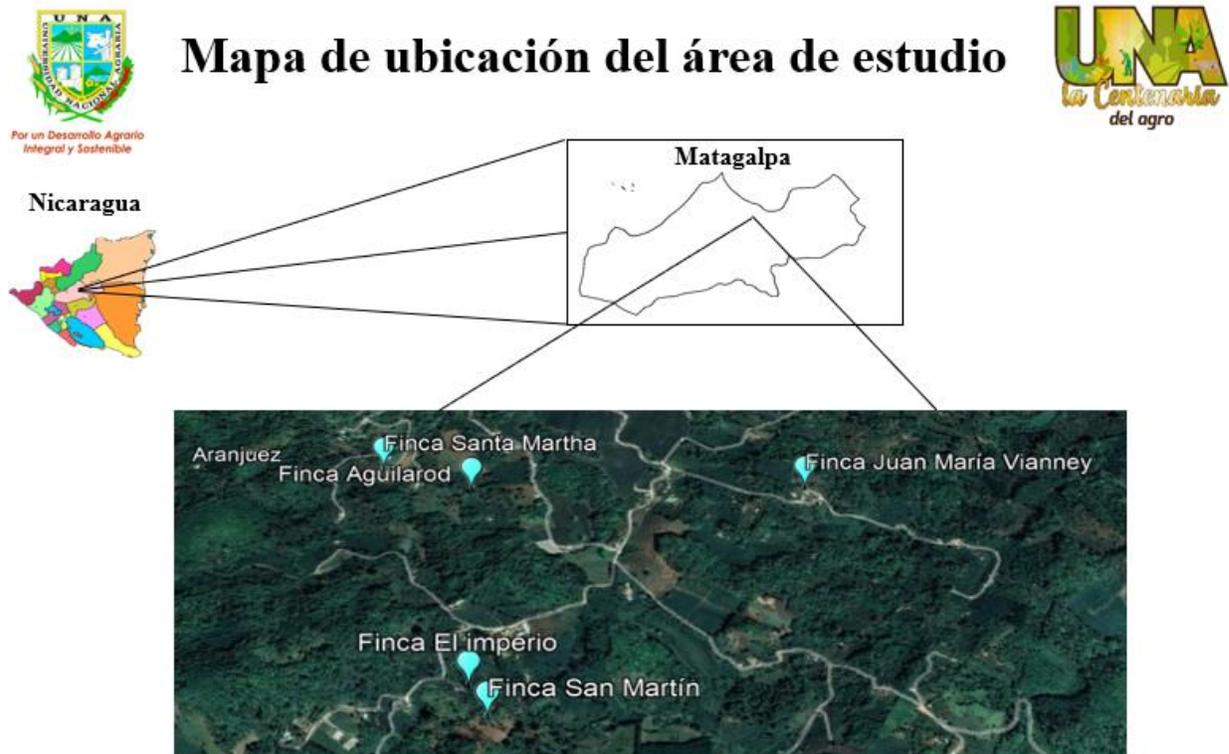


Figura 4. Ubicación geográfica del área de estudio, Aranjuez, Matagalpa, 2024. Tomado de Google, 2024.

4.1.1. Condiciones ambientales

El comportamiento de las precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas en la zona de Aranjuez-Matagalpa en base a los datos obtenidos en la página web de National Aeronautics and Space Administration (NASA) de mayo del año 2023 al mes de abril de 2024.

Se presenta el período seco desde enero a abril donde la presencia de lluvias registraron un valor máximo de 50.82 mm en abril y un valor mínimo de 12.68 mm en enero, la intensidad de la canícula no se presenta de forma notoria ya que hay presencia de lluvias entre julio y agosto con valores hasta de 153.41 mm; por otra parte, el período lluvioso oscila de mayo a diciembre donde las precipitaciones se mantienen de forma constante presentando un valor máximo de 252.85 mm registrados en octubre y mínimas de 92.34 mm en julio, teniendo una disponibilidad de agua en grandes cantidades, mejorando el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Se muestran las temperaturas registradas de forma mensual con máximas en la época seca de 32.21 °C en el mes de abril y mínimas de 18.10 °C en febrero; por otra parte, en el período lluvioso se presentan temperatura máximas de 33.08 °C en mayo y mínimas de 20.81 °C en noviembre; el cultivo del café demanda temperaturas que oscilan de 18 a 24 °C, lo que demuestra que este es afectado en el período seco (verano) por su alta exposición a los rayos solares, lo que causa un daño directo a la planta, además, se presenta un cambio radical en la temperatura máxima y mínima entre enero y marzo lo que generó la concentración de la cosecha del café en un solo momento en las fincas cafetaleras (Figura 5).

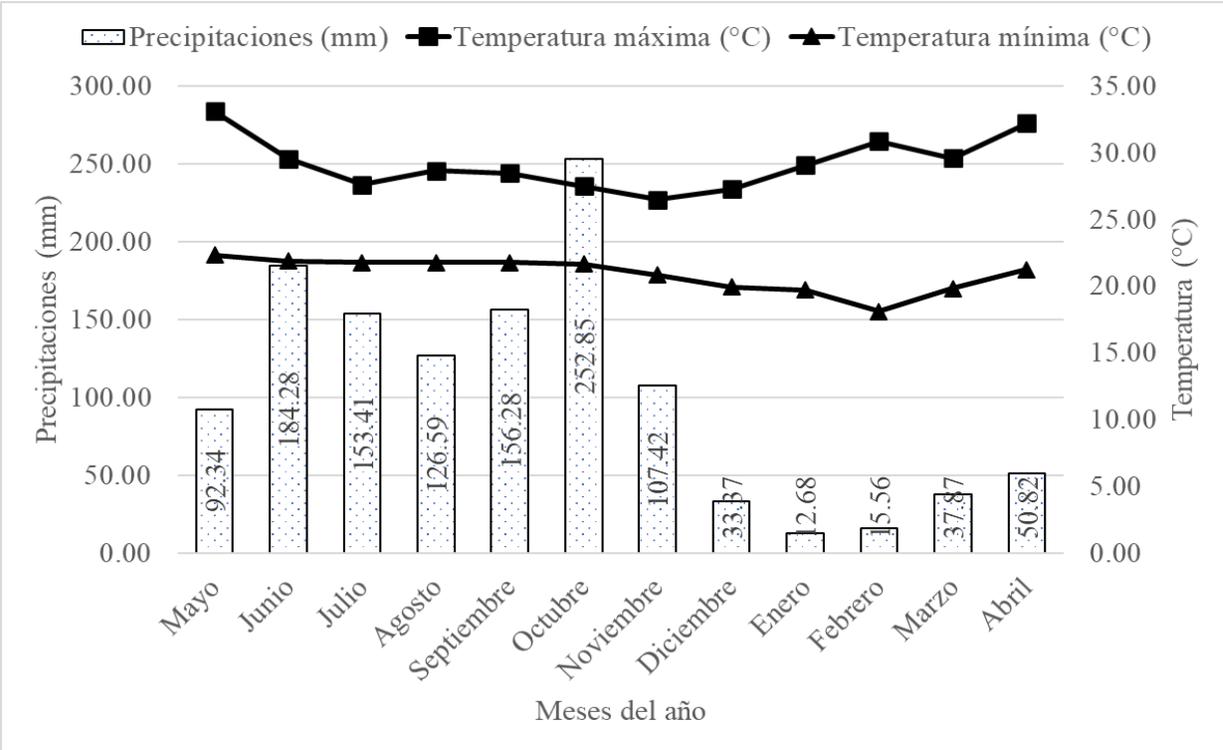


Figura 5. Climograma de la comunidad Aranjuez, Matagalpa tomando en cuenta temperaturas y precipitaciones mensuales de mayo 2023 a abril 2024, tomado de National Aeronautics and Space Administration (NASA, 2024).

De acuerdo con los datos de la NASA (2024) en la figura 6 se representan las precipitaciones, temperaturas máximas y mínimas, identificando que los años con menores precipitaciones acumuladas fueron 2015 con 823.85 mm, seguido de 2020 con 1,015.14 mm y 2023 con 1,141.18 mm; por otra parte, el comportamiento de las temperaturas máximas refleja un aumento desde el año 2021 hasta el 2023 pasando de 28.04 °C a 29.11 °C y hasta el momento promediando el 2024 hasta mayo una temperatura máxima de 30.86 °C, con respecto a las temperaturas mínimas se han comportado de forma descendente desde el 2019 hasta el 2022 pasando de 20.40 °C a 20.09 °C, con excepción del año 2023 que aumentó a 20.77 °C.

El comportamiento de las temperaturas de los últimos años del 2016 refleja un aumento de “0.2 a 1.6 °C”, según Betanco y Zúniga (2016) en Nicaragua es debido a la creciente destrucción de bosques, contaminación y explotación de fuentes hídricas en el proceso de beneficiado húmedo en la caficultura, incendios forestales y agrícolas, erosión del suelo, extinción de especies marinas, acuáticas y terrestres.

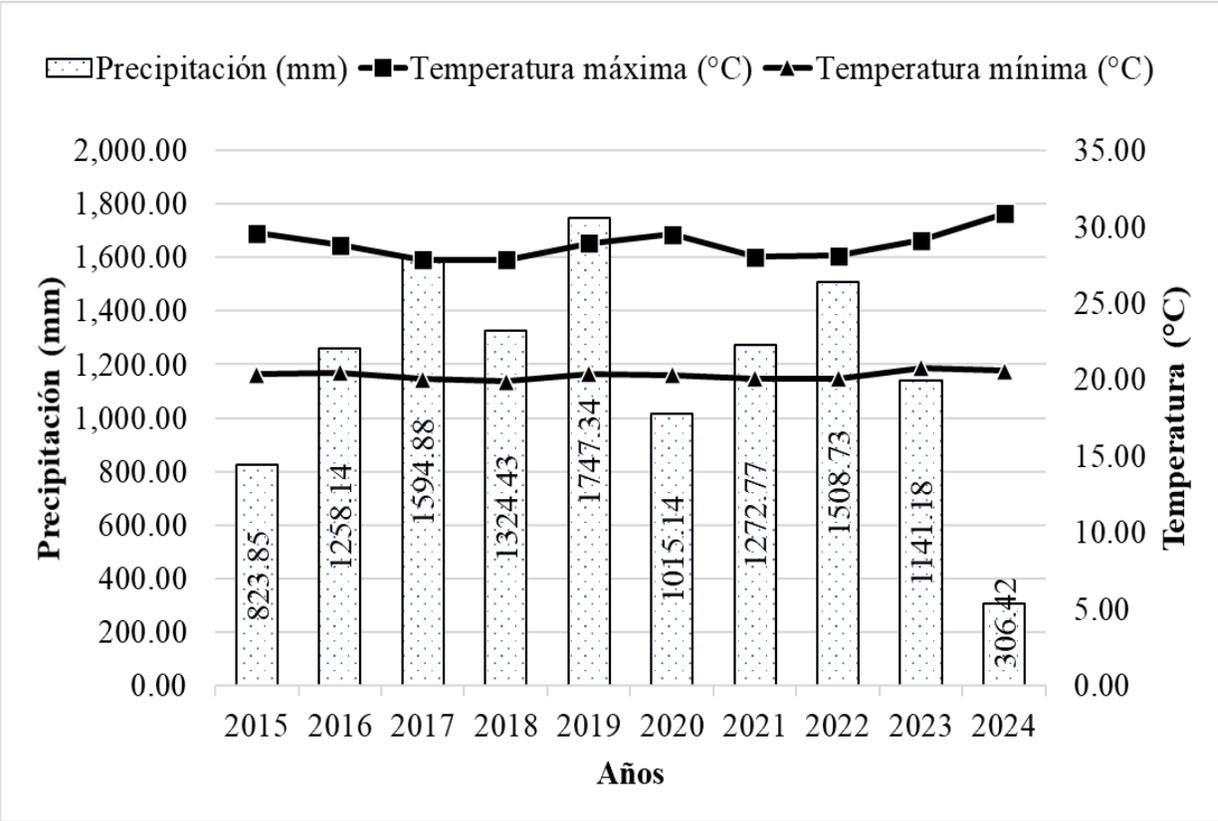


Figura 6. Climograma de la comunidad Aranjuez, Matagalpa tomando en cuenta temperaturas y precipitaciones del año 2015 al 2023, 2024 datos de enero a mayo, tomado de NASA (2024).

De acuerdo con Bastida (2023), el cultivo de café es exigente en cuanto a los requerimientos climáticos, los cuales tienen un impacto directo en la calidad y cantidad de producción. Uno de estos requisitos es la temperatura, la cual debe mantenerse en un rango de “18-24 °C”. Temperaturas mayores a 30 °C o menores de 13 °C afectan negativamente el desarrollo del arbusto y la formación y maduración de los frutos.

Otro requerimiento importante son las precipitaciones anuales, las cuales deben estar comprendidas entre “1,500-3,000 mm” y distribuidas de forma equitativa a lo largo del año (Bastida, 2023). En 2017, 2019 y 2022 se obtuvieron precipitaciones que oscilaron en el rango anteriormente señalado, sin embargo, en el 2023 totalizaron una precipitación por debajo del rango óptimo del requerimiento de 1,141.18 mm. Esta situación afecta especialmente el inicio tardío del periodo de floración y la formación de frutos por consiguiente una cosecha tardía, perjudicando la producción y calidad del grano de café.

Los suelos de las fincas cafetaleras son mayormente franco arenoso fértiles por la presencia de bosques en la reserva natural, presentan erosión por sus pendientes elevadas con valores de 21 % mínimos y 60 % máximo (Ministerio Ambiental y de los Recursos Naturales [MARENA], 2017; Jarquín, 2024).

4.1.2. Caracterización de las fincas

Para caracterizar cada una de las fincas en estudios se solicitó a los productores información general de los sistemas productivos desde el nombre del propietario y de la finca, área total y productiva de las fincas en hectárea y coordenadas geográficas en el sistema UTM georreferenciadas por la herramienta de navegación satelital BinaryEarth (2023) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Matriz para recopilar información general de los productores de café en la comunidad Aranjuez, Matagalpa

No.	Propietario	Nombre de la finca	Área (ha)	Área café (ha)	Coordenadas (UTM)	
					X	Y
1	Orlando Gómez	El Imperio	11.6	2	619387.00	1439534.00
2	Luís Gómez	San Martín	5.6	4.9	619442.00	1439451.00
3	Anastasio Aguilar	Aguilarod	9.15	6.86	619378.23	1440226.33
4	Baltazar Montenegro	Juan María Vianney	2.8	1.7	620106.00	1440327.00
5	Feliciano López	Santa Martha	2.1	1.4	619043.00	1440286.00

4.2. Diseño metodológico

El estudio es no experimental del tipo cuantitativo y cualitativo, descriptivo, consistió en la realización de tres visitas por finca cafetalera en el período de cosecha y en particular se evaluó las etapas del proceso de beneficiado húmedo (selección, despulpado, fermentado, lavado, oreado) en el período de diciembre 2023 a febrero 2024.

El proceso metodológico consistió en aplicar herramientas como entrevistas previamente elaboradas, la aplicación de formularios o encuestas en los temas de infraestructura, equipos, procesos de beneficiado húmedo (Anexo 1).

Mediante el método cualitativo-descriptivo se obtuvo un análisis de calidad del proceso de corte del grano y proceso de beneficiado húmedo del cultivo de café, abarcando aspectos que caracterizaron dichos procesos, el nivel de conocimiento del productor y evaluación de la infraestructura del beneficio. La aplicación cuantitativa fue necesaria para medir las distintas variables para la evaluación de la calidad de los diversos procesos (corte, selección, despulpado, fermentación y lavado).

4.2.1. Material biológico

El material biológico utilizado fue el grano en estado maduro de café indistintamente de las variedades (Catimor, Caturra, Catuaí, Costa Rica 95 y Parainema) establecidas por los productores y que pasan por el proceso de corte y beneficiado húmedo en las fincas.

4.3. Metodología de control de calidad en la cosecha y beneficiado húmedo

Se utilizó la guía metodológica de control de calidad en la cosecha y beneficiado húmedo para producir cafés de especialidad elaborada por el Proyecto de café para Centroamérica en el año 2008, que consiste en cada etapa del proceso de cosecha y beneficiado húmedo de clasificar los granos uva, despulpados y lavados según su calidad, que establece un conjunto de variables cuantitativas cuya unidad de medida fue el peso (g).

Se realizaron tres evaluaciones por finca, se midieron variables en el beneficio húmedo, que incluyó el área de recepción del grano cosechado (aplicó método de selección manual e hidráulica), en el área de la máquina despulpadora se evaluó la pulpa y granos despulpados, en la pila de fermentación del grano (se valora el tiempo óptimo de fermentación), y en el lavado del grano se evaluó la calidad del grano a entregar.

4.4. Variables evaluadas

Para este estudio se definieron indicadores en los aspectos que definen las etapas del proceso como corte de frutos y selección hidráulica, despulpado, fermentado y lavado del grano de café con una frecuencia promedio entre visitas de 15 días y para cada uno se establecieron las variables que a continuación se describen:

4.4.1. Clasificación de la calidad del corte del fruto (selección manual e hidráulica)

Para la realización de este indicador se identificó la calidad de la recolección del fruto de dos formas (manual e hidráulica). Se realizó de forma manual cuando el café se encontraba en sacos para evitar vaciar el café a los recibidores y realizar una infestación de los frutos ya recolectados, se tomó una muestra de 2 kg en diferentes puntos.

Se clasificaron en las siguientes variables: café maduro, verde, sobre maduro, camagües, secos, enfermos y brocado. Al finalizar, se anotaron en la matriz de control de datos (Cuadro 2).

Para la selección hidráulica se tomó una muestra de 2 kg de frutos en diferentes puntos y se introdujeron en un balde con agua, se tomó el peso en gramos de los frutos con mayor densidad (frutos sedimentados en el agua) y los frutos con menor densidad (frutos flotados en el agua) evaluando las siguientes variables: café maduro, verde, sobre maduro, camagües, secos, enfermos y brocado. Después, se anotaron en la matriz de evaluación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Formato para la práctica de evaluación de café maduro (muestreo por peso). Tomado de Proyecto de Café para Centroamérica (2008)

Tipo	Selección manual		Selección hidráulica (2000 g)				Taza que origina
			Flotados		Sedimentados		
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Maduros							Sana
Sobre maduros							Vinosa
Camagües (pintos o bayos)							Áspera y/o astringente
Verdes							Áspera y/o astringente
Secos (bolitas)							Sucia
Enfermos							Sucia
Brocados							Sucia
Otros							
Total, de la muestra (g)	2000	100		100		100	

4.4.2. Clasificación de calidad del despulpado

Para la evaluación de calidad del despulpado se realizó al producto grano despulpado y la pulpa que se separa en la despulpadora, para cada indicador se tomó un peso de 2 kg homogenizado del total de café despulpado en el día y se procedió a realizar la clasificación de las siguientes dos formas:

Café que sale de los despulpadores: se tomó en una cubeta una muestra de 2 kg y se separó la cantidad de granos buenos, granos sin despulpar, granos quebrados, granos pelados, granos brocados y enfermos, y pulpa para evaluar el estado y calibración de la despulpadora, a cada

estado de clasificado se pesó utilizando una balanza y se anotó en la matriz de control de datos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Formato para la evaluación del grano café despulpado que sale de los despulpadores. Tomado de Proyecto de Café para Centroamérica (2008)

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3	
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Granos buenos						
Granos sin despulpar						
Granos quebrados						
Granos pelados						
Granos brocados o enfermos						
Pulpa						
Otros						
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100

Evaluación de la pulpa: de igual forma que la evaluación anterior se tomó 2 kg de muestra de la pulpa y se separaron los estados en granos grandes, granos medianos, granos pequeños, granos quebrados y pulpa. A cada clasificación se le pesó utilizando una balanza y se anotaron los datos en la matriz de evaluación (Cuadro 4).

Cuadro 4. Formato para la evaluación de la pulpa residual del proceso de despulpado. Tomado de Proyecto de Café para Centroamérica (2008)

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3	
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Granos grandes						
Granos medianos						
Granos pequeños						
Granos quebrados						
Pulpa						
Otros						
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100

4.4.3. Período de fermentación

Para este indicador se utilizó el método del orificio de la masa (prueba del palo) y del tacto o cascajo y la medición de la temperatura cada media hora hasta llegar al punto óptimo de fermento del café listo para el proceso de lavado, monitoreando a partir de las 13 horas después del despulpado del grano.

Método del orificio de la masa: esta prueba consistió en introducir un trozo de madera de diámetro circular en la masa del café a una profundidad de 30 cm en diferentes puntos de la pila de fermentación hasta el momento que se formara un agujero sin derrame de granos, indicando el momento óptimo (Peñuela *et al.*, 2012), se utilizó el formato establecido en el cuadro 5.

Método del tacto: consistió en tomar una muestra de granos fermentados con la mano (25 a 30 g), lavados con agua limpia y se frotaron entre las manos; si se escucha un sonido similar a un cascajo es indicador del punto óptimo de fermentación (Peñuela *et al.*, 2012), se utilizó el formato establecido en el cuadro 5.

Temperatura de la masa del café (°C): con la ayuda de un termómetro estilo pistola laser Fisher Scientific se midió la temperatura de la masa en cinco puntos de la pila de fermentación con una frecuencia de muestreo de cada media hora.

Cuadro 5. Identificación del momento final de la fermentación del grano despulpado de café. Tomado de Proyecto de Café para Centroamérica (2008)

Finca	Visita	Hora fermento	Tiempo fermentación	Método del orificio de la masa				Método del tacto				Temperatura de la masa del café (°C)
				A	B	C	D	A	B	C	D	

Método del orificio de la masa: A = No se forma orificio, sigue la masa de grano, B = Hay derrame de grano, queda ondulado el punto, C = Forma el círculo, pero se derraman granos, D = Forma el orificio y no se derraman granos.

Método del tacto (cascajo): A = granos muy lisos, presencia de mucílago, B = granos menos lisos, presencia de mucílago, C= Granos poco carrasposos, D = Granos carrasposos, suena a cascajo.

4.4.4. Clasificación de calidad del café lavado

Al finalizar el lavado de los granos después de su fermentación, se evaluó este indicador tomando una muestra de 2 kg de peso de café lavado en diversos puntos de la pila para conocer el estado de los granos con mucílago o miel e indicar la calidad del lavado. Las variables que se evaluaron son: granos normales, granos verdes, granos sobre fermentados, granos brocados, granos pelados, granos quebrados, granos enfermos y se anotaron en formato matriz correspondiente (Cuadro 6).

Cuadro 6. Formato para la práctica de evaluación del café lavado (muestreo porcentual). Tomado de Proyecto de Café para Centroamérica (2008)

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Granos normales							Sana
Granos verdes (*)							Vinosa
Granos sobre fermentados (**)							Áspera y/o astringente
Granos brocados							Sucia
Granos pelados							Sucia
Granos quebrados, enfermos							Sucia
Otros							
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100	

*Granos verdes: el color del pergamino no es amarillo dorado, sino se ve un color verdoso.

**Granos sobre fermentados: el color no es homogéneo, tiende a ser manchado con tonos amarillentos y café.

Adicionalmente se evaluaron datos que complementan los valores de las mediciones en cada uno de los procesos del beneficiado húmedo que incluyen parámetros para su caracterización como: datos generales de las fincas, datos socio económicos, acceso a la finca, variedades establecidas, composición familiar, cantidad de trabajadores, tipo de selección del café, cantidad y estado de la despulpadora, tiempo de uso de recurso agua durante el despulpado, lavado, tiempo estimado de fermentación, tipo de fermentado, tipo de lavado realizado y el uso de la pulpa residual.

Los datos se recolectaron por medio de una entrevista estructurada la cual se completó de la mano con el productor y de la observación del entorno de la finca con el propósito de identificar algunas limitantes presentes que afecten directamente al desarrollo del sistema productivo.

4.5. Análisis de datos

El análisis de datos en este estudio se realizó por medio de la hoja electrónica y estadístico programa Microsoft Excel Profesional 2021, se utilizó un análisis descriptivo para las variables cualitativas que representan la caracterización del estado de la infraestructura de los beneficios y la calidad de los procesos desde la cosecha hasta el beneficiado húmedo y para las variables cuantitativas se realizó un análisis estadístico para el cálculo de porcentajes y promedios de los datos obtenidos en el monitoreo del proceso de beneficiado por finca con el objetivo de facilitar una información detallada de los puntos críticos que respondan a los objetivos del estudio.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Condiciones socioeconómicas y productivas de las fincas cafetaleras

5.1.1. Aspectos generales y productivos de las fincas

Los productores de café en la comunidad Aranjuez presentan edades de 53 a 75 años, lo que puede generar riesgos en el manejo del sistema agroforestal al no participar activamente en las labores del rubro productivo, poseen fincas tituladas con áreas totales de producción que oscilan entre los 2.1 a 11.6 ha⁻¹ de las cuales de 1.4 a 6.8 ha⁻¹ son de café (*Coffea arabica* L.), tres de ellos poseen toda su área en producción (100 %) y los otros dos poseen áreas improductivas que varía entre 1.40-2.46 ha situación que se da por renovación o rehabilitación; debido a la edad del café y afectaciones por roya (*Hemileia vastatrix*) (Cuadro 8), el acceso a la finca es por camino carretero, trocha, y sus rendimientos varían entre los 4,402.00 a 6,442.80, el mayor rendimiento de los productores se presenta por edades de 4 años en las plantaciones y variedades de alta producción como el catimor. No existen datos recientes sobre rendimientos en la zona de Aranjuez, por lo tanto, esta investigación brinda información al respecto (Cuadro 7).

Cuadro 7. Caracterización general de los sistemas productivos de la comunidad Aranjuez, Matagalpa, 2024

No	Nombre de la finca	Propietario	Edad del productor (años)	Tenencia de la tierra	Acceso a la finca	Área (ha)	Área de café (ha)	Cosecha en pergamino	
								Total (kg)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
1	El Imperio	Orlando Gómez	53	Propia	Camino carretero	11.60	2.10	10,484.77	4,992.75
2	San Martín	Luis Gómez	65	Propia	Trocha	5.60	4.93	23,822.36	4,832.12
3	Aguilarod	Anastasio Aguilar	75	Propia	Trocha	9.15	6.86	33,881.54	4,939.00
4	Juan María Vianney	Baltazar Montenegro	70	Propia	Camino carretero	2.80	2.11	9,288.22	4,402.00
5	Santa Martha	Feliciano López	68	Propia	Camino carretero	2.10	1.40	9,018.80	6,442.80

Cuadro 8. Área productiva e improductiva (ha) en las fincas de café en estudio

Finca	Área total de café (ha ⁻¹)	Área de café productivo (ha ⁻¹)	Área de café no productivo (ha ⁻¹)
El Imperio	4.57 (39.40)	2.11 (46.2)	2.46 (53.8)
San Martín	4.93 (88.03)	4.93 (100)	-
Aguilarod	6.82 (74.53)	5.42 (79.5)	1.40 (20.5)
Juan María Vianney	2.11 (75.35)	2.11 (100)	-
Santa Martha	1.40 (66.66)	1.40 (100)	-

(): Dato en porcentaje

5.1.2. Organización a la que pertenecen y experiencia en café de los productores

Los productores manifestaron poseer alta experiencia en el manejo del cultivo de café señalando que han trabajado de 20-30 años. Tres de los productores son miembros activos de la cooperativa Solidaridad R.L cuya sede se encuentra localizada en la comunidad Aranjuez, ellos manifiestan el apoyo de la cooperativa en la mejora del conocimiento técnico y comercialización a través de capacitaciones constantes y acompañamiento en la venta de café a compradores externos del país, que han permanecido por un tiempo de 6 a 30 años en la cooperativa, por otra parte, los productores no perteneciente a la cooperativa gestionan el acceso a otros segmentos de mercado y disponen de transporte propio para la movilización del grano (Cuadro 9).

Cuadro 9. Organización y experiencia de los productores en el manejo del cultivo de café

No	Nombre la finca	Propietario	Experiencia de trabajar en café (años)	Cooperativa a la que pertenece	Tiempo en pertenecer en cooperativa
1	El Imperio	Orlando Gómez	20	Solidaridad R.L	6
2	San Martín	Luís Gómez	34	Solidaridad R.L	30
3	Aguilarod	Anastasio Aguilar	25	Individual	No pertenece
4	Juan María Vianney	Baltazar Montenegro	30	Solidaridad R.L	22
5	Santa Martha	Feliciano López	30	Individual	No pertenece

5.1.3. Variedades cultivadas y obtención de semillas

Las variedades de café establecidas en las áreas productivas son: Catimor, Caturra, Catuaí, Costa Rica 95 y Parainema (Cuadro 10). Velásquez (2020) menciona que una diversidad de variedades en un sistema productivo genera beneficios para su sustentabilidad, debido a que existe una diversidad genética, mejora de la calidad de los sabores, estabilidad de ingresos y una adaptabilidad del entorno evitando la incidencia de enfermedades, ya que algunas de ellas son tolerantes a plagas y enfermedades comunes de la zona.

Las plantaciones presentan edades desde los 4 hasta los 40 años, las de mayor edad presentan el riesgo de reducción del rendimiento por agotamiento fisiológico del café. Los productores obtienen sus semillas de forma propia, a través del vecino y por medio de la cooperativa, en relación con el tipo de sistema que manejan en el café, el 100 % de los productores tienen sistemas agroforestales establecidos, contando con más de cuatro especies de árboles maderables, frutales o cultivos temporales (banano).

Cuadro 10. Variedades de café (*Coffea arabica*) presentes en los sistemas productivos de la comunidad Aranjuez, 2024

Finca	Variedades	Edad (años)	Área (ha)
El Imperio	Catimor híbrido	8	0.70
	Catimor colombiano	30	2.11
	Costa Rica 95	8	0.70
	Caturra	8	1.06
San Martín	Caturra	40	2.81
	Costa Rica 95	7	2.12
Aguilarod	Catimor	12	0.10
	Caturra Amarillo	8	3.57
	Catuaí	5	3.15
Juan María Vianney	Catimor	15	1.23
	Caturra	15	0.52
	Parainema	4	0.36
Santa Martha	Catimor	4	1.40

5.1.4. Condiciones socioeconómicas de las fincas

Composición familiar

Los productores cafetaleros tienen una composición familiar de 4-5 miembros que incluyen además de los hijos e hijas a hermanos y nietos, no todos viven en las fincas. Entre el 60-80 % de los miembros pertenecen al sexo masculino, mientras que el resto es femenino. La mayoría de los miembros de la familia se encuentran casado. Los miembros de la familia cuentan con un nivel de escolaridad variable dado que al menos cursaron primaria o secundaria y en algunos casos alcanzaron el nivel de escolaridad técnico o universitario destacándose una finca donde los cinco miembros son profesionales (Cuadro 11).

En relación con el manejo del café el 80 % de los productores cuentan con apoyo familiar para el manejo del cultivo y el proceso de beneficiado húmedo (Cuadro 12).

Cuadro 11. Estructura familiar de cada uno de los productores de las fincas en estudio

Indicador	Variable	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
Parentesco	Esposa	1	1	1	1	1
	Hijos	1	2	3	3	2
	Hermanos	1	1	0	0	0
	Nietos	1	0	1	0	0
Sexo	Masculino	4	2	4	3	3
	Femenino	1	2	1	2	1
Estado civil	Soltero	1	2	1	0	0
	Casado	4	1	4	5	4
	Divorciado	0	1	0	0	0
Escolaridad	Primaria	2	0	0	1	2
	Secundaria	2	1	0	3	1
	Técnico	0	2	0	0	1
	Universitario	1	1	5	1	0

Cuadro 12. Incorporación de los miembros de la familia en el manejo de campo y beneficiado húmedo del cultivo de café

Finca	Manejo de campo	Parentesco	Beneficio húmedo	Parentesco
El Imperio	3	Dos hijos y nuera	2	Hijos
San Martín	0	-	0	-
Aguilarod	2	Hijo y nieto	1	Nieto
Juan María Vianney	0	-	2	Hijos
Santa Martha	1	Hijo	1	Hijo

Contratación de personal para realizar las actividades del cultivo de café

Para los diferentes procesos de manejo, corte y beneficiado húmedo, los productores afirman que la mano de obra es una limitante fuerte para la realización de las actividades de campo, donde el 60 % de las fincas cuentan con trabajadores fijos, los cuales siempre permanecen atendiendo a las actividades agronómicas.

Se observa que las fincas en su totalidad hacen contrataciones temporales con el objetivo de realizar las actividades agronómicas que corresponden al desarrollo fenológico del cultivo. Sin embargo, en el momento de cosecha de grano maduro realizan contrataciones entre 5-13 cortadores de los cuales dos de los productores movilizan personal desde otras comunidades vecinas a los cuales se les garantiza alimentación y alojamiento, mientras que los otros tres productores contratan mano de obra local. Durante el beneficiado húmedo solo un productor realiza contratación de mano de obra de dos personas para realizar las actividades del proceso de beneficiado (Cuadro 13).

Cuadro 13. Mano de obra contratada para el manejo de campo y beneficiado húmedo en el ciclo productivo

Finca	Manejo de campo			Beneficio húmedo
	Fijos	Eventuales	Cortadores	Contratados
El Imperio	1	1	5	0
San Martín	2	2	5	0
Aguilarod	1	2	10	2
Juan María Vianney	0	2	10	0
Santa Martha	0	1	13	0

Nivel de vida en las fincas cafetaleras

El 60 % de los productores de café han mejorado su nivel de vida debido a la producción de café en la instalación de techos de zinc y paredes de madera o canteras en sus casas, compra de vehículos para el transporte del café al centro de acopio y apoyo en la educación académica de sus hijos; el 40 % de los productores han comprado tierras para incrementar áreas de producción del rubro y adquisición de máquinas despulpadoras de café; y el 100 % ha mejorado en la alimentación al disponer de recursos para la compra de productos varios (Cuadro 14).

Cuadro 14. Mejora del nivel de vida de los productores por la producción de café

Servicios	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
Mejora de su casa	Si	No	No	Si	Si
Estudio de sus hijos	Si	Si	Si	No	No
Comprado vehículo	Si	No	Si	No	Si
Mejorada alimentación	Si	Si	Si	Si	Si
Comprado de equipo despulpadora	No	Si	Si	No	No
Comprado de tierras	No	No	Si	No	No
Tipo de pared de vivienda	Bloque y madera	Madera	Madera	Falda de cantera y madera	Bloque
Techo de vivienda	Zinc	Zinc	Zinc	Zinc	Zinc

Servicios básicos

Las familias productoras poseen un nivel satisfactorio de servicios básicos en sus hogares ya que todos cuentan con vivienda propia, en la comunidad hay disponibilidad de centro escolar de preescolar y primaria, tienen acceso a energía eléctrica, servicios higiénicos y teléfono móvil para la comunicación personal; solo un productor no dispone del servicio de agua potable (Cuadro 15).

Cuadro 15. Disposición de servicios básicos de los productores en los sistemas productivos

Servicios	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha	%	
						Si	No
Vivienda	Si	Sí	Si	Sí	Sí	100	0
Agua potable	Si	Si	No	Si	Si	80	20
Centro escolar cerca	Si	Sí	Si	Sí	Sí	100	0
Energía eléctrica	Si	Sí	Si	Sí	Sí	100	0
Servicios higiénicos	Si	Sí	Si	Sí	Sí	100	0
Teléfono	Si	Sí	Si	Sí	Sí	100	0

5.2. Condiciones de beneficiado húmedo de café

5.2.1. Corte y selección del grano uva maduro

El periodo de duración del corte de café para todos los productores de la comunidad Aranjuez comúnmente inicia en el mes de noviembre con excepción del productor de la finca Aguilarod que da inicios a su proceso de cosecha en el mes de octubre debido a su mayor área de café en comparación con los otros productores y como estrategia para mantener la mano de obra en todo el período de cosecha ya que comúnmente los habitantes de la comunidad Aranjuez cortan café en haciendas con grandes áreas como La Tolosa, Marsellesa y la Cumplida; finalizando de cosechar a finales de febrero o inicios de marzo (Figura 7).

En la cosecha del ciclo 2023-2024 ocurrió el fenómeno de una maduración tardía del fruto que afectó la cosecha de forma directa, los productores iniciaron en la mayoría de los casos a finales de diciembre y finalizaron en marzo (Figura 7); este fenómeno se explica en el comportamiento no descendente de las temperaturas en el periodo noviembre y diciembre del 2023 (Anexo 2), que normalmente en este periodo ocurren temperaturas menores que provocan cambios fisiológicos y morfológicos del fruto.

Otra condición que explica este fenómeno es el inicio tardío de las lluvias en época húmeda que comúnmente da inicios en mayo del 2023, el café sufre mayor estrés hídrico ya que se presentaron según los datos de la NASA (2024) hasta el 25 de mayo con 34.11 mm de lluvia estabilizándose en el mes de junio, retrasando la floración y posteriormente el corte del café en más de un mes en comparación a años anteriores que impactó en el rendimiento.

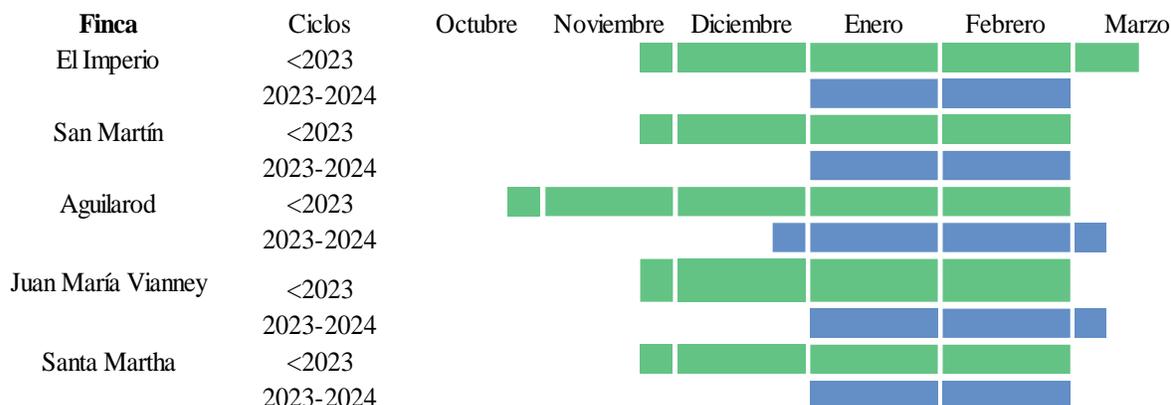


Figura 7. Gráfico de tiempo de corte de las fincas cafetaleras en ciclos anteriores al 2023 y ciclo actual 2023-24 en la comunidad Aranjuez.

Supervisión de trabajadores

Los productores realizan supervisión activa aplicando estrategias que consisten en llegar a los cafetales de forma repentina y observar con frecuencia a los cortadores determinando la eficiencia de cada uno, esta se realiza cada 2 o 3 horas al día durante el corte con el objetivo de disminuir la cantidad de granos indeseados (verdes y secos) y obtener un café de calidad.

Proceso de selección o clasificación de los granos uva

Ninguno de los productores cafetaleros realiza el proceso de selección o clasificación de los frutos de café cosechados antes del despulpado, debido a su tiempo limitado, asegurando que este proceso se complementa con el lavado del café ya que ahí se realiza la separación de granos vanos o vacíos y frutos verdes que se deben eliminar en el proceso de selección.

5.2.2. Despulpado del grano de café

Ubicación y estado del despulpador

Los productores cuentan con máquinas despulpadoras e infraestructuras en buen estado donde, en su totalidad cuentan con techado el cual protege de oxidaciones del equipo. Estas infraestructuras de acuerdo con la información dada por los productores fueron construidas en diferentes años, las estructuras con menor tiempo fueron construidas en el año 2013 y 2019; y las de mayor antigüedad de 1984 a 1998 (Cuadro 16).

Cuadro 16. Año de construcción y estado de la infraestructura de los beneficios húmedos de las fincas cafetaleras

Fincas	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
Año	2019	1984	2013	1998	1996
Estado de la infraestructura	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado

Máquina despulpadora

Los productores de café en cada finca cuentan con despulpadora de combustión a gasolina, con cilindros horizontales y relativamente nuevas ya que su compra no sobrepasa los cinco años de antigüedad con marca Eterna y Armenia en diferentes modelos que varían de 2 ½ a 4 boquillas, con pecheros de bronce y hierro con una antigüedad máxima de 20 años (Cuadro 17).

Cuadro 17. Especificaciones técnicas de las máquinas despulpadoras de las fincas cafetaleras

Finca	Marca	Modelo	Capacidad (kg por hora)	Año de compra	Tipo de pechero	Cilindro	Estado del equipo	Fuente de energía
El Imperio	Eterna	N° 2 1/2	190	2020	Bronce	Horizontal	Regular	Gasolina
San Martín	Armenia	N° 4	390	2004	Bronce	Horizontal	Regular	Manual y Gasolina
Aguilarod	Eterna	N° 2 1/2	190	2021	Bronce	Horizontal	Bueno	Gasolina
Juan María Vianney	Eterna	N° 4	390	2019	Bronce	Horizontal	Bueno	Gasolina
Santa Martha	Eterna	N° 3	300	2020	Hierro	Horizontal	Bueno	Gasolina

Mantenimiento de los equipos

Durante el proceso del despulpado el 60 % de los productores realizan un lavado antes de despulpar, después de despulpar y retiran objetos extraños de la despulpadora; mientras que la Finca San Martín solo retira objetos extraños y la Finca El Imperio realiza el lavado después de despulpar y retira objetos extraños (Cuadro 18).

Cuadro 18. Prácticas de lavado del despulpador para el proceso de despulpado de las fincas cafetaleras

Indicador	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha	%	
						Si	No
Antes de despulpar	No	No	Si	Si	No	40	60
Después de despulpar	Si	No	Si	Si	Si	80	20
Retira objetos extraños	Si	Si	Si	Si	Si	100	0

Los productores cafetaleros realizan mantenimiento a la máquina despulpadora revisando el buen funcionamiento de sus partes, razón por la cual la han conservado por varios años (Cuadro 19), cada una de ellas cumpliendo un rol importante para separar los granos de café de su pulpa a través de una serie de cuchillas que cortan por el movimiento del cilindro o tambor separando los residuos de pulpa y el grano despulpado.

Cuadro 19. Funcionamiento de las partes de las máquinas despulpadoras presentes en los sistemas productivos

Elementos de la despulpadora	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha	%	
						Si	No
Pechero	Si	Si	Si	Si	Si	100	0
Venas del pechero	Si	Si	Si	Si	Si	100	0
Rodaje	Si	Si	Si	Si	Si	100	0
Eje regulador	Si	Si	Si	Si	Si	100	0
Camisa dentada	Si	Si	Si	Si	Si	100	0
Tornillos y tuercas	Si	Si	Si	Si	Si	100	0
Ajusta y engrasa	Si	Si	Si	Si	Si	100	0
Cambia las necesarias	Si	Si	Si	Si	Si	100	0

Calibración del equipo despulpadora

El 100 % de los productores de café realizan de una a dos pruebas de calibración de la máquina despulpadora durante en el período de cosecha y el 40 % de ellos calibran según el tamaño de los frutos según la variedad presente en el sistema productivo ajustando la máquina (Cuadro 20).

Cuadro 20. Prueba de calibración de la máquina despulpadora de los productores cafetaleros

Fincas	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha	%	
						Si	No
¿Prueba de calibración?	Si	Si	Si	Si	Si	100	0
¿Calibra según el tamaño?	Si	Si	No	No	No	40	60
¿Cuántas veces calibra?	Una vez	Dos veces	Una vez	Dos veces	Una vez	60 % *	40 % **

*Una vez **Dos veces

Tiempo de despulpado

Los productores cafetaleros antes de realizar el proceso de despulpado realizan una previa revisión del equipo para garantizar el buen funcionamiento de este, una vez el grano es medido se deposita el café en la tolva dando inicio al proceso de despulpado del grano, el tiempo que tarda en ser despulpado varía en dependencia del tiempo de salida de los trabajadores que está entre 2:00 a 4:00 p.m. en las fincas (Cuadro 21).

Cuadro 21. Proceso de despulpado del fruto de café de los productores de la comunidad Aranjuez

Fincas	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
¿Despulpado inmediato al corte?	Si	Si	Si	Si	Si
¿Tiempo que dura del corte al despulpado?	Una hora	Una hora	Una hora	Dos horas	Una hora

Los productores despulpan el café después de la entrega por los cortadores, este proceso dura entre 13 a 63 minutos en dependencia del volumen de grano cortado (Cuadro 22). La eficiencia de trabajo de la despulpadora se determinó a partir del volumen del grano y el tiempo de trabajo, dando resultado que en la finca San Martín al realizar el proceso de manera manual su eficiencia es baja alcanzando los 246.82 kg/hora. Para el caso de las fincas que utilizan motor para el despulpado como El Imperio, San Martín, Aguilarod y Juan María Vianney su eficiencia fue de 562.50 a 713.05 kg/hora. Por último, la finca Santa Martha con la eficiencia de trabajo más alta con 1,363.64 kg/hora (Cuadro 22).

Bonasa Comercial (2014) afirma que el proceso de despulpado puede aumentar el doble o triple de la capacidad de la despulpadora al ser sometido a un motor de combustión, por ejemplo, una despulpadora N°2 puede llegar a despulpar hasta 500 kg/hora y 250 kg/hora de manera manual; por otra parte, una despulpadora N° 4 tiene una capacidad de despulpado de 700 kg/hora y 350 kg/hora de forma manual.

Cuadro 22. Tiempo de duración del proceso de despulpado y eficiencia de granos despulpados en una hora en las fincas cafetaleras de la comunidad Aranjuez

Indicador	El Imperio	San Martín		Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
		Manual	Motor			
Tiempo (minutos)	13	46	26	52	58	63
Eficiencia de trabajo (kg)	713.05	246.82	566.32	562.50	692.32	1,363.64

Manejo del agua en el despulpado

El 80 % de los productores cafetaleros utilizan agua para el proceso de despulpado del grano de café utilizando fuentes hídricas naturales, algunos cuentan con tanque de almacenamiento de agua adquirido por medio de un proyecto de parte de la cooperativa. El imperio es la única finca que no realiza dicho proceso utilizando el recurso agua. El uso del agua es para generar una movilización de la pulpa y evitar acumulación en la máquina despulpadora evitando el atraso en el funcionamiento (Cuadro 23).

Los cuatro productores cafetaleros que utilizan agua para despulpar no cuantifican la cantidad que utilizan para el proceso, lo justifican aduciendo que tienen una amplia disponibilidad del recurso, realizan limpiezas constantes y revisiones de mangueras que transportan el agua hasta la despulpadora, por otra parte, afirman que el agua que se utiliza para despulpar es limpia y clara, mientras que la resultante al final del proceso es turbia debido al desprendimiento de mucílago lo que genera suciedad en la misma (Cuadro 23).

Cuadro 23. Utilización del recurso hídrico para el proceso de despulpado de grano uva en las fincas productivas

Fincas	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
¿Utiliza agua?	No	Si	Si	Si	Si
¿Origen del agua?	No utiliza	Ojo de agua	Ojo de agua	Ojo de agua	Ojo de agua
¿Ha cuantificado el agua?	No	No	No	No	No
¿Cómo califica el agua que utiliza?	No utiliza	Limpia y clara	Limpia y clara	Limpia y clara	Limpia y clara
¿Cómo califica el agua que resulta del despulpado?	No utiliza	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia

Revisión del grano despulpado

Los productores de café revisan periódicamente los granos despulpados en busca de daños en el mismo ocasionados de manera mecánica por el despulpador, sin embargo, no determinan el porcentaje de granos enteros y quebrados (Cuadro 24).

Cuadro 24. Determinación del estado de grano despulpado (quebrado o entero) en el proceso de despulpado en los sistemas productivos de café

Pregunta	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha	%	
						Si	No
¿Revisa el estado del grano despulpado?	Si	Si	Si	Si	Si	100	0
¿Determina el grano quebrado y entero?	No	No	No	No	No	0	100

Problemas durante el proceso de despulpado

Los productores presentan problemas durante el proceso de despulpado del café, la causa de las fallas proviene de las bandas del despulpador, debido a una baja tensión de ésta en la polea del punto de tracción del motor a la polea de la despulpadora, falta de limpieza frecuente del carburador, mantenimiento del motor con respecto al cambio de aceite oportuno y daños de golpe en eje principal presentes en el despulpador no reparados.

5.2.3. Fermentado del grano de café

Ninguno de los productores realiza el proceso de fermentado utilizando el recurso agua ya que las condiciones climáticas en la comunidad no permiten realizar este proceso debido a temperaturas bajas y alta nubosidad ya que se encuentra a una altitud hasta 1,500 msnm, lo que genera un mayor tiempo de fermentación hasta de 18 horas para todos los productores resultando en entregas tardías de café a los diferentes centros de acopio (Cuadro 25).

Puerta (2012) describe que, al utilizar agua durante el proceso de fermentado, aumentaría entre “16 a 24 horas” para lograr una fermentación homogénea del grano del café, a diferencia de la fermentación sin presencia de agua, que dura de “12 horas a 18 horas”; esto es debido a que al agregar agua para dicho proceso la cantidad de microorganismos que actúan durante el proceso de fermentado disminuyen. De forma natural sin presencia de agua, se aproxima que estén presentes entre “5 a 9 millones de microorganismos”; mientras que al utilizar agua se aproxima la presencia de “1,5 a 4,9 millones de microorganismos”

Estructuras para el proceso de fermentación

El 80 % de los productores cuentan con pilas de concreto para realizar el proceso de fermentación del café después del despulpado a excepción de la finca El Imperio que utiliza cajón de madera, donde la principal diferencia radica en las corrientes de aires y el tiempo de fermentación del grano del café a causa de la presencia de oxígeno presente durante el proceso de fermentado (Cuadro 25).

González (s.f) menciona que la fermentación puede ser de manera anaeróbica (ausencia de oxígeno) o aeróbica (presencia de oxígeno). La anaeróbica, genera una fermentación acelerada, mientras que la aeróbica, genera una fermentación tardía, ésta última es utilizada por todos los productores en la comunidad Aranjuez que explica el tiempo de fermentación del café en las fincas evaluadas.

Cuadro 25. Proceso de fermentado y sus condiciones de beneficiado en las fincas cafetaleras

Pregunta	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
¿Fermentado con agua?	No	No	No	No	No
¿Estructura de fermentado?	Cajón de madera	Pila de concreto	Pila de concreto	Pila de concreto	Pila de concreto

Tiempo de fermentación

El tiempo de fermentación del grano de café en las fincas cafetaleras oscila de 14 a 18 horas en un período de las 4:00 p.m. a las 11:00 a.m. del siguiente día destacando una práctica realizada por los productores que consiste en el acumulado de café cortado en las pilas de fermentación por dos días cuando cortan poco volumen, este sistema de manejo de sobre fermentación al café del día anterior contamina al resto cuya consecuencia es la pérdida de la calidad del grano (Cuadro 26).

Cuadro 26. Tiempo de fermentación del grano de café despulpado en las fincas cafetaleras

Pregunta	Indicador	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
Tiempo de fermentación	Hora de inicio	5:00 pm	5:00 pm	4:00 pm	5:30 pm	4:30 pm
	Hora que finaliza	9:00 am	9:00 am	5:30 am	11:00 am	9:30 am
	Tiempo (Horas)	16	16	14	18	17

Método para determinar el punto de fermento

Los productores aplican la prueba del tacto, que consiste en lavar y frotar el grano de café, evaluando el sonido que debe ser similar a un cascajo y lo carrasposo del grano, además, utilizan la prueba del orificio que consiste en introducir un trozo de madera de sección circular (palo) a la masa del café en diferentes puntos de la pila y retirándolo, observando de manera detallada la caída de los granos dentro del agujero (Cuadro 27).

Cuadro 27. Aplicación de métodos para determinar el nivel de fermentación de los granos de café por los productores cafetaleros

Fincas	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
¿Qué método utiliza?	Prueba del orificio y tacto	Prueba del orificio	Prueba del tacto	Prueba del tacto	Prueba del tacto

5.2.4. Lavado del café pergamino

Los productores cuentan con canal de correteo de concreto para la realización del lavado del café pergamino, expresando una grata satisfacción a la calidad y la disminución de daño durante el proceso; mientras que uno de ellos cuenta con un canal de madera, presentando imperfecciones como fuga de agua, daños por la fricción al grano y pérdidas ocasionadas por los espacios entre tablas resultante de la construcción del canal (Cuadro 28).

Todos los productores cafetaleros lavan el grano de café una sola vez y lo remueven antes de lavarlo con el objetivo de desprender el mucílago facilitando el proceso, disminuyendo el tiempo y la cantidad de agua utilizada con la ayuda de escobas, además, no realizan medición directa de la cantidad de agua que se utiliza, esto debido al tiempo limitado de los productores y al acceso de agua por medio de fuente de agua natural.

Cuadro 28. Condiciones del canal para realizar el proceso de lavado en las fincas cafetaleras

Fincas	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
¿Condiciones para el lavado?	Canal de madera	Canal de concreto	Canal de concreto	Canal de concreto	Canal de concreto

El proceso de lavado se efectúa en un período de tiempo que oscila de 30 minutos a dos horas y media, lo que justifica la diferencia de tiempo es la producción de volúmenes menores en algunas fincas (Cuadro 29).

Cuadro 29. Tiempo de realización del proceso de lavado del café en las fincas cafetaleras

Pregunta	Indicador	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
Tiempo lavado	Hora de inicio	10:30 am	10:00 am	6:00 am	7:00 am	10:00 am
	Hora que finaliza	11:00 am	10:40 am	8:30 am	8:05 am	11:40 am
	Tiempo	30 min	40 min	2 h, 30 min	1 h, 5 min	40 min

Determinación de lavado correcto

La calidad del lavado del grano se determina a través de la técnica de la prueba de tacto y observación en la coloración del agua conocidas por la experiencia en trabajar en el rubro productivo (Cuadro 30).

Cuadro 30. Determinación de la calidad del proceso de lavado del grano de café en las fincas caficultoras

Fincas	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
¿Cómo lo determina?	Prueba de tacto y coloración del agua	Color del grano y tacto	Prueba de tacto y coloración del agua	Prueba del tacto	No aplica

5.2.5. Oreado del café lavado

Con respecto a la determinación del grado de humedad al final del lavado del grano pergamino ninguno de los productores cafetaleros lo determina, debido a que no disponen de tecnologías que permitan dicha medición (probador de humedad), esto es una debilidad de los productores ya que son afectados de forma directa al momento de entrega del café al centro de acopio donde se les impone un porcentaje de humedad en base a criterios subjetivos.

Con respecto al oreado del grano pergamino el 60 % de productores no realizan este proceso, mientras que el 40 % lo hacen en un período de dos a tres horas en días soleados, debido al interés económico porque al entregarlo así en el centro de acopio obtienen un mejor precio y por ende mayores ingresos. Sin embargo, cuando se dan condiciones de alta nubosidad y presencia de lluvias todos los productores deciden su entrega inmediata al beneficio.

El 80 % de las fincas cuentan con bandeja de madera con malla de zaranda para realizar el secado utilizadas para disminuir la humedad del grano del café distribuido de manera uniforme. En el almacenamiento del grano pergamino todas las fincas señalan que lo almacenan en sacos de Nylon para la entrega al beneficio, teniendo como prioridad que cada saco esté limpio y libre de cualquier suciedad interna y externa (Cuadro 31).

Cuadro 31. Condiciones para el proceso de oreado de café de los productores de las fincas cafetaleras

Fincas	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
¿Determina el grado de humedad?	No	No	No	No	No
¿Cómo entrega el café?	Oreado	Oreado	Mojado	Mojado	Mojado
¿Realiza oreado y cuántas horas dura?	Dos horas	Tres horas	No lo realiza	No lo realiza	No lo realiza
¿Qué condición para el oreado?	Bandejas de secado	Bandejas de secado	Bandejas de secado	Ninguna	Bandejas de secado
¿En qué almacena?	Saco Nylon				

El traslado del grano

Con respecto al tiempo de entrega del café al beneficio o centro de acopio la finca Juan María Vianney y Santa Martha tardan en entregar el café mojado un día debido a la disponibilidad de transporte propio y alquilado, aprovechando entregar la mayor cantidad de café, de igual forma la finca San Martín tarda un tiempo de dos días debido a la ubicación de difícil acceso a la carretera para el transporte automotriz por lo que utiliza dos medios de transporte (bestia y camioneta alquilada), Aguilarod tarda tres horas para entregar el café con disponibilidad de camioneta propia, por último, El Imperio tarda una hora debido a la cercanía del centro de acopio y disponibilidad de moto propia (Cuadro 32).

Cuadro 32. Tiempo y transporte utilizado para la movilización del café oreado o mojado al centro de acopio o mercado local

Fincas	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
¿Tiempo de entrega del café oreado?	Una hora	Dos días	Tres horas	Un día	Un día
¿Tipo de medio de transporte?	Moto propia	Bestia y camioneta alquilada	Camioneta propia	Camioneta alquilada	Camioneta propia

5.2.6. Manejo de la pulpa del café

Las fincas cafetaleras cuentan con un área asignada para la acumulación y descomposición de la pulpa de café como abono puro de forma natural en el período de cosecha con el objetivo de generar un reciclaje de nutrientes mejorando la composición física, química y biológica del suelo; además, se disminuye la cantidad de químicos utilizados y optimiza la nutrición de las plantaciones de los productores (Cuadro 33).

Cuadro 33. Aprovechamiento de la pulpa residual del café por los productores cafetaleros

Fincas	El imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
¿Proceso con la pulpa?	La distribuye directo en campo	La descompone en abono puro			
¿Cómo aprovecha?	Incorpora al cultivo	Incorpora al cultivo	Incorpora al cultivo	Incorpora al cultivo	Incorpora al cultivo

5.2.7. Manejo de las aguas mieles

Ninguno de los productores realiza recolecta y aprovechamiento de las aguas mieles por tiempo limitado en el proceso de lavado y desconocimiento de técnicas para elaboración de fertilizantes como biol o reutilización para riego en viveros, además, solo el 80 % brindan tratamiento a las aguas mieles por medio de fosas de infiltración que consisten en dos excavaciones cada una conectado con un canal en el suelo hasta el canal de correteo y solo un productor las vierte en el río que circula en el área de la finca (Cuadro 34).

Cuadro 34. Tratamiento de las aguas mieles realizado por los productores cafetaleros en la comunidad Aranjuez

Fincas	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
¿Cómo recolecta las aguas mieles?	No recolecta	No recolecta	No recolecta	No recolecta	No recolecta
¿Aprovechamiento?	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
¿Tratamiento?	Fosas de infiltración	Fosas de infiltración	Fosas de infiltración	Fosas de infiltración	Vierte al río

5.2.8. Capacitación y adopción de tecnología de beneficiado húmedo

Los propietarios de las fincas han recibido capacitación para mejorar y aumentar la eficiencia de sus sistemas productivos, mejorando el conocimiento ante adversidades en el manejo del cultivo del café; solo uno de los propietarios señala no haber recibido ningún tipo de capacitación, que puede implicar el desconocimiento de las tecnologías más apropiadas para el manejo del proceso de beneficiado húmedo de su café (Cuadro 35).

Los productores que han recibido capacitaciones han adaptado los conocimientos adquiridos en temáticas abordadas entre 2019-2021 como las fases lunares para el manejo de café (siembra, podas, fertilización, etc.), formulación de abono para fertilización edáfica y manejo de estratos de sombra.

Cuadro 35. Capacitaciones recibidas por los productores cafetaleros en los últimos años

Fincas	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
¿Qué temas ha recibido?	Diversificación de fincas, Manejo de tejidos y follaje y Fases lunares en el manejo de café.	Diversificación de fincas, Manejo de tejidos y follaje y Fases lunares en el manejo de café.	Fertilización edáfica, Combinación de materia prima	Diversificación de fincas, Comercialización de café, Manejo de sombras en sus diversos estratos	Ninguna
¿Cómo califica las capacitaciones?	Buena	Buena	Buena	Buena	No las califica
¿Qué temas ha implementado y en qué año?	Fases lunares en el manejo de café, 2019	-	Fertilización edáfica, 2021	Manejo de sombra, 2019	-

5.3. Monitoreo de la calidad del proceso de corte y beneficiado húmedo del café

5.3.1. Clasificación de la calidad del corte del fruto (selección manual e hidráulica)

Se aplicaron dos técnicas de muestreo que valoran la calidad del corte realizado por los trabajadores de campo, la primera consiste en una selección o clasificación de los frutos según su estado de manera manual y la segunda consiste en una selección hidráulica que separa los frutos en alta y baja densidad. A continuación, los resultados respectivos:

En la técnica de selección manual posterior al corte de granos uva los sistemas productivos dieron valores de grano maduro de 63.97 a 72.70 %, grano pinto de 10.78 a 15.93 %, sobremaduros de 5.62 a 10.28 %, los enfermos de 1.85 a 14.80 % y con respecto a las variables de grano verde, seco, brocado y otros (ramas, hojas) presentaron valores menores al 3 % (Cuadro 36).

Según Peñuela-Martínez *et al.*, (2022) la calidad en el corte del grano se caracteriza por presentar valores de grano maduro mayor al 80 %, frutos verdes y pintones no más del 2.5 %, y frutos sobre maduros menor al 17.5 % (Citado por Paredes *et al.*, 2022). Por otra parte, Meneses *et al.*, (2021) afirma que los valores óptimos de granos enfermos no deben de sobrepasar el 10 %. Los resultados indican que ninguno de los productores monitoreados cumple con los requisitos de un buen corte con respecto a granos maduros y pintos, por otra parte, solo un productor presenta problemas con granos enfermos por ataque de Antracnosis (*Colletotrichum spp*) y ojo de gallo (*Mycena citricolor*); presentan valores óptimos de grano sobre maduro menor al 17.5 %.

El valor presentado con respecto al porcentaje de granos maduros es de suma importancia ya que generan un efecto de taza sana en la calidad del café lo que implica mejores ingresos económicos, por otra parte, los valores altos de café pinto repercutan en un efecto de taza áspera o astringente lo que implica un descenso en la calidad del café, además, el café sobre maduro genera mejores beneficios al brindar un efecto de taza vinosa que para muchos consumidores es aceptable y agradable siempre y cuando no se presente en exceso. El café enfermo, seco y brocado genera un efecto de taza sucia que no se presenta de forma significativa en los frutos que cosechan los productores.

Cuadro 36. Evaluación promedio de café maduro (selección manual) en las tres visitas a las fincas cafetaleras en base a una muestra de 2 000 gramos

Tipo	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha	Taza que origina
Maduros (%)	72.70	69.60	63.97	72.47	70.30	Sana
Sobre maduros (%)	8.83	8.53	5.62	10.28	8.10	Vinosa
Camagües (pintos o bayos) (%)	11.87	15.00	10.78	13.73	15.93	Áspera y/o astringente
Verdes (%)	0.03	0.20	1.32	0.27	0.05	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas) (%)	1.93	1.33	2.50	1.23	0.80	Sucia
Enfermos (%)	4.43	5.03	14.80	1.85	2.68	Sucia
Brocados (%)	0.12	0.00	0.73	0.00	1.88	Sucia
Otros (%)	0.08	0.30	0.28	0.17	0.28	

Cuadro 37. Evaluación del corte de café utilizando la técnica de selección hidráulica a partir de una muestra de 2 000 gramos

Tipo	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha	Promedio (%)
Frutos sedimentados (%)	93.62	94.35	92.12	96.45	89.40	93.19
Frutos flotados (%)	6.38	5.65	7.88	3.55	10.60	6.81

El método de selección hidráulica es un proceso crucial para la producción de calidad de café debido a la separación de frutos maduros con su peso óptimo y frutos vanos o vacíos con residuos de cosecha como hojas, ramas, tallos, entre otros. Este es un proceso que genera mayor tiempo, mayor costo en términos de mano de obra y gasto de recurso hídrico, pero influye directamente en el valor del café al seleccionar solamente frutos con su maduración óptima.

En la técnica de selección hidráulica los frutos sedimentados son los que presentan mayor densidad y presentaron valores promedios de 93.19 % equivalente a granos que son aprovechados y que poseen el peso óptimo del fruto; el monitoreo de los frutos sedimentados indica valores no óptimos de granos maduros de 58.70 a 77.83 %, óptimos de granos sobre maduros de 3.53 a 9.16 %, no óptimos de granos pintos de 6.16 a 15.79 % y enfermos de 1.67 a 19.48 % de los cuales solo uno presenta valores que ocasionan daños económicos (Cuadro 38).

Cuadro 38. Evaluación de la calidad del corte de granos uva de café con mayor densidad en la selección hidráulica en base a una muestra de 2 000 gramos

Tipo	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha	Taza que origina
Maduros (%)	58.70	69.98	75.81	74.31	77.83	Sana
Sobre maduros (%)	9.16	4.81	3.53	6.90	3.99	Vinosa
Camagües (pintos o bayos) (%)	11.07	12.87	6.16	15.79	12.58	Áspera y/o astringente
Verdes (%)	0.16	0.02	1.15	0.08	0.52	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas) (%)	0.52	0.28	2.14	0.29	0.00	Sucia
Enfermos (%)	19.48	8.33	7.73	1.67	1.76	Sucia
Brocados (%)	0.05	0.26	0.38	0.00	0.96	Sucia
Otros (%)	0.84	3.41	3.05	0.92	2.34	

Por otra parte, los frutos flotados en la selección hidráulica son los de menor densidad y presentaron valores promedios de 6.81 % equivalente a granos que no son aprovechados por los productores denominados como vanos (no presentan dos cotiledones) e incompletos en peso que según Salazar-Gutiérrez, *et. al.*, (1993) un grano maduro de calidad debe tener un peso de 1.8 gramos; el monitoreo destaca un valor de grano maduro de 26.21 a 37.23 % que no es significativo para la selección del grano (Cuadro 39).

Cuadro 39. Evaluación de la calidad del corte de granos uva de café con menor densidad en la selección hidráulica en base a una muestra de 2 000 gramos

Tipo	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha	Taza que origina
Maduros (%)	26.21	28.11	28.56	26.59	37.23	Sana
Sobre maduros (%)	24.96	10.49	7.35	17.74	4.51	Vinosa
Camagües (pintos o bayos) (%)	14.44	21.76	14.55	14.73	28.80	Áspera y/o astringente
Verdes (%)	0.00	0.00	1.74	0.00	0.18	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas) (%)	7.57	11.40	24.10	14.93	4.91	Sucia
Enfermos (%)	21.02	19.63	11.41	7.68	12.34	Sucia
Brocados (%)	0.00	1.53	2.65	0.00	5.21	Sucia
Otros (%)	5.77	7.05	9.61	18.29	6.81	

5.3.2. Clasificación de calidad del despulpado

En el proceso del despulpado del grano de café se evaluaron dos parámetros importantes las fincas cafetaleras: la evaluación del café que sale de los despulpadores presenta valores de granos buenos (enteros) de 80.40 a 91.91 %, granos sin despulpar de 3.47 a 8.15 % debido a la diversificación de variedades en los sistemas productivos, mientras que los valores de granos quebrados, pelados, brocados, enfermos y pulpa presentan datos menores al 3 % (Cuadro 40).

El valor de granos buenos indica calidad en el proceso y buen funcionamiento de las máquinas despulpadoras, sin embargo, en menor proporción se presentan granos sin despulpar que indican una pérdida mínima de calidad.

Cuadro 40. Evaluación de calidad del proceso de despulpado del grano de café en las fincas cafetaleras tomando en cuenta una muestra representativa de 2 000 g

Tipo	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
Granos buenos (%)	89.56	91.91	80.40	89.98	87.45
Granos sin despulpar (%)	5.28	4.35	8.15	5.00	3.47
Granos quebrados (%)	0.61	0.73	0.18	0.11	0.15
Granos pelados (%)	0.51	0.50	0.26	0.16	0.42
Granos brocados o enfermos (%)	1.36	0.56	0.60	0.33	2.17
Pulpa (%)	0.38	0.25	0.33	0.85	0.90
Otros (%)	2.26	1.68	10.06	3.55	5.42

El segundo aspecto es la evaluación de pulpa residual mostrando valores casi óptimos de pulpa residual de 92.43 a 97.68 % según Oliveros *et al.*, (2001) que afirma que el valor óptimo de pulpa durante el proceso de despulpado debe ser de 98 a 99 %, por otra parte, los datos de granos grandes, medianos, pequeños y quebrados representan un valor menor al 1 % (Cuadro 41).

Cuadro 41. Evaluación de la pulpa residual del proceso de despulpado en las fincas cafetaleras tomando en cuenta una muestra de 2 000 g

Tipo	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
Granos grandes (%)	0.10	0.35	0.15	0.07	0.05
Granos medianos (%)	0.08	0.43	0.28	0.10	0.05
Granos pequeños (%)	0.17	0.15	0.25	0.05	0.03
Granos quebrados (%)	0.57	0.90	0.70	0.18	0.23
Pulpa (%)	97.68	92.48	92.43	94.27	96.93
Otros (%)	1.40	5.68	6.18	5.33	2.73

En la evaluación del gasto de agua en el despulpado se midió el tiempo de llenado de un recipiente de 20 litros presentando gastos de agua de 1,065.15 a 2,384.61 litros en dependencia del volumen a despulpar que varía de 230.11 a 1,431.82 kg de café, destacando que una de las fincas no realiza este proceso con agua pero presenta una cantidad de grano despulpado de 154.49 kg en 13 minutos, por lo tanto, contribuye de forma más ecológica al medio ambiente evitando la contaminación del agua y disminuyendo su uso (Cuadro 42).

La cantidad de agua utilizada presentó variaciones en cada productor en dependencia de la cantidad de grano despulpado y la disponibilidad del agua. Todos los productores tienen un gasto de agua que va desde 1.35 hasta 4.89 litros kg^{-1} de granos de café despulpado, siendo un valor óptimo según Merchán y Henao (1976) afirmando que para poder despulpar un kilogramo de café se necesitan de “4 a 5 litros”, esto en dependencia de la calidad de despulpado que realice la máquina y la fuerza del flujo de agua.

Cuadro 42. Evaluación del gasto de agua (litros) en el proceso de despulpado del grano de café en las tres visitas a las fincas cafetaleras

Parámetros	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
Tiempo de despulpado	39 minutos	52 minutos	58 minutos	1 hora 03 minutos
Cantidad de grano despulpado (kg)	230.11	487.50	669.32	1,431.82
Gasto de agua (l)	1,065.15	2,384.61	2,058.49	1,938.46
Gasto de agua (l/kg) de grano uva despulpado	4.62	4.89	3.07	1.35

5.3.3. Período de fermentación

En las tres visitas realizadas a los productores se identificó que el tiempo de fermentación aplicando la prueba del orificio y del tacto se presenta los siguientes resultados: la finca Aguilarod entre 14-15 horas siendo la de menor tiempo, San Martín entre 15-16 horas, El Imperio entre 16-17 horas, Juan María Vianney y Santa Martha entre 16-18 horas resultando ser los de mayor tiempo (Cuadro 43).

Con respecto a la temperatura de la masa se presenta un comportamiento ascendente y descendente en el proceso de fermentación en las fincas cafetaleras con valores que oscilan de 19.7 a 26.9 °C, siendo estos valores óptimos en relación a lo mencionado por Puerta (2012) el cual describe que, durante el proceso de fermentado la masa del café está expuesto a temperaturas mínimas de 12 °C y máximas de 34 °C, siendo esta variable en dependencia de la temperatura de la zona y la exposición al aire exterior.

Cuadro 43. Evaluación del momento final de la fermentación durante el proceso de monitoreo en las tres visitas a las fincas cafetaleras

Parámetros de evaluación	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
Método del orificio de la masa	16-17 horas	15-16 horas	14-15 horas	16-18 horas	16-18 horas
Método del tacto	16-17 horas	15-16 horas	14-15 horas	16-18 horas	16-18 horas
Temperatura de la masa del café (°C)	20.9-26.9	19.8-23.1	22.3-24.4	19.7-22.6	22.5-24.8

5.3.4. Clasificación de calidad del café lavado

La evaluación del café lavado indica que las fincas cafetaleras presentan valores de granos normales de 89.58 a 94.40 % valores óptimos de gran importancia ya que generan un efecto de taza sana en la calidad del café lo que implica mayores ingresos económicos por calidad de grano, por otra parte, los valores de grano sobre fermentado, verdes, brocado, pelado y quebrados o enfermos repercutan en un efecto de taza áspera, astringente y sucia lo que implica un descenso en la calidad del café, pero, estos efectos no se presenta de forma significativa con valores menores al 3 % en los resultados en el proceso de lavado de los productores (Cuadro 44).

Cuadro 44. Evaluación del proceso de lavado del café fermentado en las fincas cafetaleras tomando en cuenta una muestra significativa de 2 000 g

Tipo	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha	Taza que origina
Granos normales (%)	89.58	84.12	91.23	94.40	93.70	Sana
Granos sobre fermentados (%)	0.25	0.37	0.25	0.33	0.20	Vinosa
Granos verdes (%)	0.92	1.23	0.75	0.57	0.25	Áspera y/o astringente
Granos brocados (%)	0.10	0.07	0.50	0.08	1.88	Sucia
Granos pelados (%)	0.78	1.08	1.17	0.60	0.43	Sucia
Granos quebrados, enfermos (%)	1.33	2.02	0.58	0.67	0.65	Sucia
Otros (%)	7.03	11.12	5.52	3.35	4.90	

Se evaluó la cantidad de agua utilizada durante el proceso de lavado identificando la utilización de mangueras de tubos de diferentes tamaños, se midió el tiempo de llenado de 20 litros de cada manguera y se calculó conforme al tiempo que cada manguera es utilizada en todo el proceso. Los productores generan un gasto de agua que oscila de 406.47 a 8,938.48 en un período de tiempo de 29 minutos a 1 hora con 23 minutos en dependencia del volumen del grano (Cuadro 45).

Según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC, 2021] el gasto de agua en el proceso de lavado de café no debe sobrepasar los 10 litros/kilogramo de café pergamino; el 80 % los productores presentan valores de 1.20 a 8.40 l/kg lo que indica un gasto óptimo de agua generando conciencia ecológica, por otra parte, solo uno de los productores no cumple con el valor óptimo generando un gasto de agua de 26.19 l/kg, este valor se justifica por el hecho de realizar la técnica del lavado, separando con divisiones de tablas de madera en tres partes para realizar un lavado de calidad, además, se utiliza agua para realizar un prelavado dentro de la pila de concreto y por cada vez que se lava en el canal de correteo se procede a realizar un proceso de clasificación manual donde se utiliza agua para la salida del grano, además, no se limitan a cerrar las mangueras debido a la disponibilidad de agua proveniente de fuentes naturales.

Cuadro 45. Evaluación del gasto de agua (litros) en el proceso de lavado del grano de café en las tres visitas a las fincas cafetaleras

Parámetros	El Imperio	San Martín	Aguilarod	Juan María Vianney	Santa Martha
Tiempo de lavado	29 minutos	35 minutos	1 hora 23 minutos	57 minutos	39 minutos
Cantidad de grano lavado (kg)	108.14	161.07	341.25	468.52	1,002.27
Gasto de agua (l)	406.47	1,354.55	8,938.48	4,382.87	1,206.67
Gasto de agua (l/kg) de grano pergamino lavado	3.75	8.40	26.19	9.35	1.20

VI. CONCLUSIONES

- a) Las principales conclusiones de la caracterización del corte de grano maduro y beneficiado húmedo son:
- ✓ Se evaluaron pequeñas fincas bajo sistemas agroforestales donde el corte es supervisado por el propio productor durante el período de enero a marzo, no hacen selección previa ya sea manual o hidráulica de los granos cortados antes de llegar al beneficio.
 - ✓ Cuentan con infraestructuras para el beneficio húmedo en buen estado, disponen de despulpadoras en estado regular y bueno, realizan el proceso de fermentación en pilas de concreto y madera en un período de 14-18 horas de forma aeróbica, el proceso de lavado del grano la mayoría lo realiza en canales de concreto, le dan aprovechamiento a la pulpa y las aguas mieles las depositan en fosas de infiltración sin aprovecharlas.
- b) La evaluación realizada determinó que en las fincas garantizan valores de 63.97 a 72.70 % de granos maduros por debajo del valor óptimo encontrándose más granos pintos, sobre maduros y enfermos en la selección manual.
- c) La valoración en el proceso de despulpado encontró que las fincas cafetaleras alcanzaron valores de 80.40 a 91.91 % de granos buenos (enteros) y para el caso de la pulpa residual un valor de 92.43 a 97.68 % lo que se aproxima a un valor óptimo (98 a 99 %), además, realizan un gasto óptimo de agua de 1.35 a 4.89 l/kg de grano despulpado.
- d) El momento óptimo de fermentación del grano de café en las fincas cafetaleras oscila entre 14-18 horas en dependencia de las temperaturas de la masa que osciló entre 19.8-26.9 °C.
- e) Se determina que los productores en el proceso de lavado tienen rangos de 84.12 a 94.40 % de granos normales alcanzando una taza sana, gastan un promedio de 406.47 a 8,938.48 litros de agua, en dependencia del volumen de grano a lavar.

VII. RECOMENDACIONES

Que los productores dueños de las parcelas apliquen una estricta supervisión a los cortadores del grano maduro, así como el reconocimiento económico a los que realizan el proceso según las normas técnicas establecidas durante el período de cosecha.

Se recomienda a los productores aplicar la selección hidráulica antes del despulpado por ser una técnica sencilla y de fácil realización permitiéndoles mejorar la calidad del grano entregado al beneficio.

Capacitarse constantemente para su actualización en tecnologías del proceso de beneficiado y su adopción.

VIII. LITERATURA CITADA

- Arcinieas Toro, D. H., y Yandar Riascos, G. A. (2022). *Manual práctico de operación y mantenimiento preventivo para despulpadoras de café de cilindro horizontal marcas Enco y Penagos Hermanos en el municipio de Yacuanquer (Nariño)*. http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/6938/2/2022_DamirHerneyArcinieasToro
- Asociación de cooperativas de pequeños productores de café de Nicaragua. (28 de junio de 2016). Manual de beneficiado húmedo de café para pequeños productores. [Presentación diapositivas]. https://issuu.com/cafenica/docs/2010_manual_de_beneficiado_humedo_d
- Asociación Española Del Café. (s.f). *Proceso de beneficiado*. Recuperado el 20 de noviembre de 2023. <https://www.asociacioncafe.com/proceso-de-beneficiado-cafe/>
- Banco Central de Nicaragua. (2023). *Anuario de estadísticas macroeconómicas 2023*. <https://www.bcn.gob.ni/sites/default/files/documentos/Anuario%20de%20Estad%20C3%A2%20Dsticas%20Macroecon%20C3%B3micas%202023.pdf>
- Bastida Cañada, O. A. (30 de septiembre de 2023). *Clima, suelo y agua para la producción del cultivo del café*. Blog Agricultura. <https://blogagricultura.com/clima-suelo-cafe/>
- Berrocal Rojas, C. M., y Venegas Venegas, N. P. (2019). *La gestión de calidad en el proceso de secado del café de especialidad natural en Costa Rica. Casos de estudio: micro beneficios Coffea diversa, vista al Valle, don Elí y el Pilón*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Costa Rica]. Repositorio institucional UNA. https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/17316/LA%20GESTI%20C3%93N%20DE%20CALIDAD%20EN%20EL%20PROCESO%20DE%20SECADO%20DEL%20CAF%20C3%89%20DE%20ESPECIALIDAD%20NATURAL%20EN%20COSTA%20RICA_.pdf?sequence=1
- Betanco Ponce, C. A., y Zúniga González, C. A. (2016). Cambio Climático y sus consecuencias en Nicaragua. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 2(1), 180-188. <https://revistas.unanleon.edu.ni/index.php/REBICAMCLI/article/view/36/33>
- BinaryEarth. (2023). *Handy GPS (versión 42.7)* [Aplicación móvil]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=binaryearth.handygps>
- Bonasa Comercial. (23 de junio del 2014). *Despulpadora BONASA*. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=woynMZ51kmU>
- Boyacá Vásquez, L. A. (2018). *Estudio exploratorio de la obtención de café verde mediante beneficio Honey y la determinación de su calidad en taza* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/69512/LicettAndreaBoyac%20C3%A1V%20C3%A1squez.2018.pdf?sequence=1>
- Cafés Mama Same. (06 de diciembre de 2020). *Cereza del café: Anatomía*. Recuperado el 13 de noviembre de 2023. <https://www.cafesmamasame.com/es/blog/cereza-del-cafe-anatomia>

- Cano Suárez, H. F., Ciro Velásquez, H. J., y Arango Tobón, J. C. (2018). Efecto del secado y presecado mecánico previo al almacenamiento en la calidad del grano de café (*Coffea arabica* L.). *Revista U.D C. A Act. & Div. Cient* 21(2), 439-448. https://www.researchgate.net/publication/331769831_Efecto_del_secado_y_presecado_mecanico_previo_al_almacenamiento_en_la_calidad_del_grano_de_cafe_Coffea_arabica_L
- Cárdenas Díaz, J. P., y Pardo Pinzón, J. D. (2014). *Caracterización de las etapas de fermentación y secado del café la primavera*. [Tesis de Licenciatura, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito]. Repositorio institucional. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/handle/001/159/C%C3%A1rdenas%20D%C3%ADaz%2C%20Juan%20Pablo%20-%202014.pdf?sequence=1>
- Centro de investigaciones en café. (2018). *Buenas prácticas de beneficiado húmedo del café, fundamentales para mantener la calidad*. <https://www.anacafe.org/uploads/file/1296dfe8b18b492583788afbfb8420d9/Boletin-Tecnico-CEDICAFE-2018-10.pdf>
- Escobedo, A., Bendaña, E., y Gutiérrez, R. (2017). *Café de Nicaragua. Aspectos clave del sector cafetalero en Nicaragua*. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8657/Cafe_de_Nicaragua_Cartilla.pdf
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2021). *Reduzca hasta el 100 % la contaminación por vertimientos durante el beneficio del café*. <https://fncantioquia.org/wp-content/uploads/2021/09/Cartilla-REDUZCA-LA-CONTAMINACION-POR-VERTIMIENTOS-DURANTE-EL-BENEFICIO-DEL-CAF-89-HASTA-EL-100.pdf>
- Gómez Llanos, M. J., y Molina Añazco, J. F. (2022). *Diseño del sistema de gestión ambiental para el proceso de beneficio húmedo de café de la finca “Cana Edén”* [Tesis de Ingeniería, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio Institucional USIL. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/997dffe7-b775-4d89-843c-ee30df449120/content>
- González, S. (s.f). *¿Qué es la fermentación anaeróbica y como afecta al café?* Beber Café. <https://beber-cafe.com/que-es-la-fermentacion-anaerobica-y-como-afecta-al-cafe/>
- Google. (2024). *Google Earth* (versión 9.151.0.2) [Software de geovisualización]. <https://earth.google.com/>
- Hidalgo Molina, E. M. (2012). *“Sistematización de las experiencias en la comercialización de café pergamino de pequeño y mediano productor en el municipio de la democracia, Huehuetenango, Guatemala, C.A”*. [Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2788.pdf
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2010). *Guía técnica para el beneficiado de café protegido bajo una indicación geográfica o denominación de origen*. (1. Ed.)

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/14124/BVE21011258e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Jacto. (28 de agosto de 2023). *Cosecha de café exitosa: ¿Cómo llevarla a cabo?* Recuperado el 30 de noviembre de 2023. <https://bloglatam.jacto.com/cosecha-de-cafe/#:~:text=Las%20dos%20principales%20t%C3%A9cnicas%20de%20cosecha%20del%20caf%C3%A9%2C,f%C3%ADsicamente%20para%20los%20trabajadores.%20...%202%202.%20Striping>
- Jarquín Díaz, J. R. (2021). Módulo de Manejo de cultivos perennes. Unidad II: cultivos agroindustriales. Cultivo de café.
- Jarquín Gómez, J. E. (2024). Incidencia del manejo agronómico bajo tres niveles de insumo en la productividad del café en Matagalpa, Nicaragua, ciclo 2022-2023 [Tesis de Ingeniería]. Universidad Nacional Agraria.
- Laminaco. (08 de noviembre de 2014). *La importancia de una buena camisa despulpadora de café en cobre*. Recuperado el 30 de noviembre de 2023. <https://www.laminaco.com/notas-de-interes/61-la-importancia-de-una-buena-camisa-despulpadora-de-cafe-en-cobre.html#:~:text=La%20m%C3%A1quina%20despulpadora%20se%20debe%20mantener%20en%20perfectas,f%C3%ADsica%20del%20grano%2C%20genera%20p%C3%A9rdidas%20econ%C3%B3micas%20al%20productor.>
- Loor López, G. F. (2017). *Tratamiento de aguas residuales del beneficiado húmedo de café mediante la digestión anaerobia en la procesadora de café El Porvenir de la parroquia de Noboa*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Estatal del sur de Manabí]. Repositorio institucional UNESUM. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1884>
- Mantilla Duarte, J. (2019). *Optimización del proceso conocido como “Beneficio húmedo y seco” en la industria de café. Caso: finca “Villa Ilma María” en el municipio de Toledo, norte de Santander*. [Tesis de Licenciatura, Fundación Universidad de América]. Repositorio institucional Uamerica. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7287/1/294526-2019-I-GE.pdf>
- Meneses, N., Ordoñez, M., Morales, Y., Matute, O., Pineda, J., Jiménez, G., Erazo, A., Sosa, Á., Lizardo, C., Palma, M., Hernández, J. y Ruiz, J. (2021). *Manual técnico para una caficultura sostenible y productiva. Instituto Hondureño Del Café (IHCAFE)*. https://issuu.com/cesarmaradiaga2/docs/pdf_manual_tcnico_para_una_caficultura_sostenible/196
- Merchán, A., y Henao, A. (1976). *Normas para el diseño de beneficiaderos de café*. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/649/3/avt0058.pdf>
- Merma, I., y Julca, A. (2012). Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas en alto Urubamba, Cusco, Perú. *Ecología aplicada*, 11(1), 1-11. <https://www.redalyc.org/pdf/341/34123961001.pdf>
- Ministerio ambiental y de los recursos naturales. (2017). Plan de manejo del área protegida reserva natural cerro arenal.

- National Aeronautics and Space Administration (2024). *NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER) / Data Access Viewer Enhanced (DAVe)*. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Oliveros, C., Moya, N. y Ramírez, G. (2001). *Nueva Despulpadora para una caficultura competitiva*. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0294.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Crops and livestock products*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Osorio, V. (2021). *La calidad del Café. En Centro Nacional de Investigaciones de Café, Guía más agronomía, más productividad, más calidad*. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4290/1/219-234.pdf>
- Paredes-Espinosa, R., Arias Ricaldi, J. N., Abarca Piñan, V. E., y Montañez Artica, A. G. (2022). *Cosecha y beneficio húmedo para cafés especiales*. Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA. https://www.researchgate.net/publication/366682608_Cosecha_y_beneficio_humedo_para_cafes_especiales
- Peñuela Martínez, A. E. (2010). *Estudio de la remoción del mucílago de café a través de fermentación natural*. [Tesis de maestría, Universidad de Manizales]. https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/1072/Pe%20Pe%C3%B1uela_Martinez_Aida_Esther_2010.pdf
- Peñuela Martínez, A. E., Sanz Uribe, J. R., y Pabón-Usaquén, J. P. (2012). Método para identificar el momento final de la fermentación de mucílago del café. *Cenicafé*, 63(1), 120-131. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/517/1/arc063%281%29120-131.pdf>
- Peñuela-Martínez, A. E., Guerrero, A., y Sanz-Uribe, J. R. (2022). Herramienta para identificar los estados de madurez de las variedades de café de fruto rojo. *Avances Técnicos Cenicafé*, 535, 1-8. <https://doi.org/10.38141/10779/0535>
- Pérez Martínez, Z. J., y Úbeda Zeledón, R. (2013). *“Incidencia del proceso de beneficiado húmedo y factores ambientales en la calidad del café obtenida por los productores de las cooperativas COOMPROCOM, COOAPANTE y ASOCAFEMAT, para una propuesta de denominación de origen en el departamento de Matagalpa”*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería]. <https://ribuni.uni.edu.ni/363/1/Agro1.pdf>
- Perfect Daily Grind. (30 de noviembre de 2020). *Guía para el secado del café*. Recuperado el 30 de noviembre de 2023. <https://perfectdailygrind.com/es/2020/11/30/guia-para-el-secado-de-cafe/>
- Perfect Daily Grind. (20 de enero de 2021). *Recolección selectiva: cómo influye en la calidad del café*. Recuperado el 30 de noviembre de 2023. <https://perfectdailygrind.com/es/2021/01/20/recoleccion-selectiva-como-influye-en-la-calidad-del-cafe/>
- Proyecto de café para Centroamérica. (2007). *Manual de buenas prácticas para cosecha y beneficio húmedo de café de calidad*.

- Proyecto de café para Centroamérica. (2008). Guía práctica para el control de calidad en la cosecha y beneficiado húmedo para producir cafés de especialidad.
- Puerta Quintero, G. I. (2012). *Factores, Procesos y Controles en la fermentación del café*. Cenicafé. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/327/1/avt0422.pdf>
- Puerta Quintero, G. I. (2015). *Buenas Prácticas para la prevención de los defectos de la calidad del café: fermento, reposado, fenólico y mohoso*. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/675/1/avt0461.pdf>
- Puerta Quintero, G. I., González Rizo, F. O., Correa Piedrahita, A., Álvarez Lizcano, I. E., Ardila Calderón, J. A., Girón Ospina, O. S., Ramírez Quimbayo, C. J., Baute Balcázar, J. E., Sánchez Arciniegas, P. M., Santamaría Burgos, M. D., y Montoya, D. F. (2016). Diagnóstico de la calidad del café según altitud, suelos y beneficio en varias regiones de Colombia. *Revista Cenicafé*, 67(2), 15-51. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/727/1/arc067%2802%2915-51.pdf>
- Ramos, P., Sanz, J y Oliveros, C. (2010). Identificación y clasificación de frutos de café en tiempo real a través de la medición de color. *Revista Cenicafé*, 61(4), 315-326. [https://www.cenicafe.org/es/publications/arc061\(04\)315-326.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc061(04)315-326.pdf)
- Salazar-Gutiérrez, M. R., Arcila-Pulgarín, J., Riaño-Herrera, N. M., Bustillo-Pardey, A. E. (1993). *Crecimiento y desarrollo del fruto de café y su relación con la broca*. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/1045/1/avt0194.pdf>
- Salazar Hatcher, R. A. y Jiménez-Martínez, E. S. (2022). Caracterización fitosanitaria de sistemas de producción de café (*Coffea arabica* L.) en Boaco, Nicaragua. *Revista del Caribe Nicaragüense Wani*, 38(77), 25-38. <https://doi.org/10.5377/wani.v38i77.14989>
- Salinas Artica, K. O, y Acuña Hernández, N. D. (2015). *Proceso de producción para la exportación de café de calidad al mercado internacional por parte de la empresa CISA Exportadora durante el período 2014-2015*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unan.edu.ni/1923/1/17318.pdf>
- Soto, L. R. (2021). *Recibo y clasificación-Despulpado y clasificación*. [Diapositiva PowerPoint]. https://www.conatradec.net/gallery/Recibo%20y%20Despulpado_Taller%20Procesos_RSoto.pdf
- Todo para café. (15 de mayo de 2022). *Todo sobre la fermentación de café: Guía inicial completa*. Recuperado el 25 de noviembre de 2023. <https://www.todoparacafe.com/fermentacion-de-cafe-guia-completa>
- Velásquez, R. A. (2020). *Guía de variedades de café*. [3ra Ed.]. <https://www.anacafe.org/uploads/file/8ee92f426ab648318001477e70d0bbe1/Gu%c3%ada-de-variedades-Anacaf%c3%a9-2020.pdf>
- Zúniga Peralta, P. P., y Tardencilla Castillo, C. (15 de mayo de 2013). *Beneficiado húmedo de café*. Recuperado el 26 de noviembre de 2023. https://www.engormix.com/agricultura/cafe/beneficiado-humedo-cafe_a30188/

IX. ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario aplicado al productor de café

ENTREVISTA A PRODUCTORES DE CAFÉ EN LA COMUNIDAD DE ARANJUEZ, MATAGALPA

La presente herramienta para aplicar a productores de café que tienen en su sistema productivo beneficios húmedos que les permite realizar el proceso para obtener grano verde en calidad de pergamino húmedo.

Fecha y hora		Encuestador	
Municipio		Comunidad	
Departamento		Coordenadas	X <input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/>

1) DATOS GENERALES DE LA FINCA

Propietario	
Edad del productor	
Área total (mz) de la finca	
Área total (mz) café productivo	
Área total (mz) café no productivo	
Cooperativa a la que pertenece	
Nombre de la finca	
Experiencia de trabajar en café (años)	
Área total (mz) de café	
Edad (años) del área café productiva	
Edad (años) del área café no productiva	
Tiempo en pertenecer a la cooperativa	

Tenencia de la tierra

Propia Alquilada Prestada Comunal

¿Qué tipo de acceso a la finca dispone?

Carretera pavimentada Camino carretero Trocha Camino vecinal

¿Qué variedad(es) de café cultiva en la finca?

No.	Variedad	Área (mz)	Edad (años)	Producción uva (QQ)	Rendimiento pergamino (QQ mz ⁻¹)

¿Dónde obtiene la semilla para siembra?

Propia Vecino INTA DISAGRO CISAGRO OTROS

¿Tipo de sistema de producción maneja en café?

Café sin sombra Café + 1 especie de sombra Café + 2 a 4 especies de sombra Café + de 4 especies sombra de

2) DATOS SOCIOECONÓMICOS

Composición familiar

No.	Nombre y apellidos	Parentesco				Sexo		Edad (años)	Estado civil			Escolaridad					
		E	H	Sob	Her	M	F		S	C	V	P	S	T	U		

E: Esposo o Esposa, H: Hijo o hija, Sob: Sobrina o sobrino, Her: Hermano o Hermana, M: Masculino, F: Femenino, S: Soltero, C: Casado, V: Viudo, P: Primaria, S: Secundaria, T: Técnico medio, U: Universitario. En escolaridad indicar el último grado aprobado

¿Cuántos miembros de la familia se incorporan a las actividades del cultivo de café?

Manejo de campo	Miembros de la familia	<input type="text"/>	Parentesco	<input type="text"/>
En beneficio húmedo	Miembros de la familia	<input type="text"/>	Parentesco	<input type="text"/>

¿Cuánto personal contrata para realizar las actividades del cultivo de café?

Manejo de campo	Trabajadores	<input type="text"/>
En beneficio húmedo	Trabajadores	<input type="text"/>

¿La producción de café ha mejorado de alguna forma su nivel de vida?

Sí <input type="text"/>		No <input type="text"/>	
Comprado tierras <input type="text"/>	Mejora de su casa <input type="text"/>	Ampliado su casa <input type="text"/>	Mejorada alimentación <input type="text"/>
Estudios de sus hijos <input type="text"/>	Comprado vehículo <input type="text"/>	Compra de equipo despulpadora <input type="text"/>	<input type="text"/>

¿En qué condiciones tiene la vivienda que dispone?

Paredes				Techo			
Bloque	Cantera	Madera	Adobe	Zinc	Teja	Zinc	Plástico

¿Qué servicios básicos dispone el productor y su familia?

Vivienda <input type="text"/>	Energía Eléctrica <input type="text"/>	Energía fotovoltaica <input type="text"/>
Agua potable <input type="text"/>	Salud pública <input type="text"/>	Teléfono <input type="text"/>
Centro escolar cerca <input type="text"/>	Servicio higiénico <input type="text"/>	Energía por generador <input type="text"/>

3) PROCESO DE BENEFICIADO HÚMEDO DE CAFÉ

Corte y selección inicial de calidad de grano uva

¿Indique el periodo de duración del corte de café en su finca?

Fecha de inicio Fecha que finaliza

¿Supervisa el corte de café que realizan los trabajadores?

Si No

¿Realiza el proceso de selección o clasificación previa de los granos uva cortados antes de despulparlos?

No <input type="text"/>	Selección manual <input type="text"/>	Sifón estacionario <input type="text"/>	Sifón paso continuo <input type="text"/>
Canal de clasificación <input type="text"/>	Tanque <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

¿Cuándo hace separación en grano uva, que porcentaje de grano no apto para despulpar obtiene?

2	4	6	8	10	12	14	16	18	+ 20
<input type="text"/>									

Despulpado del grano de café

¿Cuenta con despulpadora de grano uva?

Si No

De la maquina despulpadora

Marca	Modelo	Capacidad (QQ por día)	Año de compra	Tipo de pechero			Cilindro			Estado del equipo		
				H	B	Hi	Ho	V	D	B	R	M

Tipo de pechero: H= Hule, B= Bronce, Hi= Hierro

Cilindro: Ho= Horizontal, V= Vertical, D= Disco

Estado del equipo: B= Bueno, R= Regular, M= Malo

¿Qué condiciones tiene el área donde se localiza la despulpadora?

Sin techo Techado Piso de ladrillo Piso de tierra
 Piso de concreto Piso de madera

¿Sí dispone de infraestructura del beneficio húmedo (techo, piso), año que fue construido?

Año que fue construido la infraestructura

¿Estado de la infraestructura del beneficiado húmedo?

Buen estado Regular estado Mal estado

¿Qué tipo de fuente de energía utiliza la despulpadora?

Manual Energía convencional (gasolina) Energía fotovoltaica Generador eléctrico

¿Realiza práctica de lavado en el despulpador?

Antes de despulpar Sí No
 Después de despulpar Sí No
 Retira los objetos extraños Sí No

¿Corroboras el estado de desgaste de los elementos que conforman la despulpadora?

Pechero Sí No
 Venas del pechero Sí No
 Rodaje Sí No
 Eje regulador Sí No
 Camisa dentada Sí No

¿Verifica el estado de las piezas?

Tornillos y tuercas Sí No
 Ajusta y engrasa Sí No
 Cambia las necesarias Sí No

¿Realiza pruebas de calibración antes del despulpe del grano uva?

Si No

¿Si tiene diferentes variedades en producción, realiza calibración según tamaño del grano uva?

Si No

¿Cuántas veces realiza la calibración durante el ciclo de despulpe del grano uva?

Una vez Dos veces Tres veces Cuatro veces

¿Realiza el despulpe inmediato al corte de los frutos uva?

Si No

¿Cuánto tiempo dura del corte del grano uva a despulparlo?

1 hora Dos horas Tres a cuatro horas Mas de cinco horas

¿Cuánto tiempo diario dura el periodo de despulpado?

Hora de inicio Hora que finaliza Tiempo (horas)

¿Utiliza agua para despulpar el grano uva?

Si No

¿Cuál es el origen del agua que utiliza para despulpar?

Pozo propio Ojo de agua Agua potable
Rio-quebrada Tanque Otro

¿Ha cuantificado el agua que utiliza para despulpar el grano uva?

Si No

¿Sí lo cuantifica, cuánta agua en litros utiliza por lata de grano uva?

Cantidad de agua litros

¿Cómo califica la calidad del agua que utiliza para despulpar?

Limpia y clara Turbia Muy turbia

¿Cómo califica la calidad del agua que resulta del despulpar?

Limpia y clara Turbia Muy turbia

¿Revisa el estado del grano despulpado?

Si No

¿Determina el porcentaje de grano quebrado o sin despulpar?

Grano quebrado	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Porcentaje	<input type="text"/>
Grano entero	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Porcentaje	<input type="text"/>

¿Para ambos problemas de la pregunta anterior efectúa calibración de equipo?

Si No

¿Mencione los problemas que tiene durante el despulpado?

Fermentado del grano de café

¿Realiza el fermentado con agua?

Si No

¿Cuántos litros de agua utiliza por alta de grano despulpado para la fermentación?

¿Estructura para realizar la fermentación del grano despulpado?

Pila de concreto Cajón de madera Pila plástica Barril plástico
Bidón plástico Saco nylon Bolsa plástica Sacos

¿Cuál es el tiempo promedio de fermentación del grano despulpado?

8 horas 10 horas 12 horas 14 horas 16 horas

¿Periodo de fermento durante la fermentación?

Hora de inicio Hora final Tiempo (hr, min)

¿Qué método utiliza para medir el punto de fermentación de los granos despulpados?

Prueba del Palo Prueba de cascajo Ninguno

Lavado del café pergamino

¿Qué condiciones tiene para el lavado del café pergamino?

Canal de concreto	<input type="checkbox"/>	Canal de madera	<input type="checkbox"/>	Cajón de madera	<input type="checkbox"/>
Pila de concreto	<input type="checkbox"/>	Barril plástico	<input type="checkbox"/>	Saco nylon	<input type="checkbox"/>
Baldes	<input type="checkbox"/>	Bidón plástico	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>

¿Antes del lavado, al final de la fermentación del grano lo remueve para desprender mucilago?

Si No

¿Cuándo hace lavado el café, cuantas veces lo realiza?

Una vez Dos veces Tres veces Cuatro veces

¿Ha cuantificado el agua que utiliza para lavado del grano pergamino?

Si No

¿Sí lo cuantifica, cuánta agua en litros utiliza por lata de grano pergamino?

Cantidad de agua por lata litros

¿Cuántas horas duras el proceso de lavado del grano pergamino?

Hora de inicio Hora que finaliza Tiempo (horas)

¿Como determina el lavado correcto del grano pergamino? Explique brevemente.

Oreado del café lavado

¿Determina el grado de humedad al final del lavado del grano pergamino?

Si No

¿Realiza el oreado del grano pergamino después de su lavado? Y si lo realiza ¿Cuántas horas dura?

Una hora Dos horas Tres horas No lo realiza

¿Qué condición dispone para realizar el oreado del grano pergamino lavado?

Bandejas de secado	<input type="checkbox"/>	Cajillas	<input type="checkbox"/>	Plástico negro	<input type="checkbox"/>
Patio de ladrillos	<input type="checkbox"/>	Patio de concreto	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>

¿En que almacena el grano oreado?

Saco nylon Saco de yute Bolsa plástica

¿Seca su café o lo entrega oreado?

Seca el café Café oreado Café mojado

¿Cuánto tiempo tarda para hacer entrega del café oreado al beneficio de la cooperativa o mercado local?

Una hora Dos horas Tres horas Cuatro horas

¿En qué tipo de medio transporta el grano oreado para su entrega en el centro de acopio?

Bus Camioneta Camión Carreta
 Bestia Llegan a acopiar Moto

¿Qué modalidad de transporte utiliza para el traslado del café oreado al centro de acopio?

Propio Prestado Compartido Alquilado
 Cooperativa Servicio privado

Manejo de la pulpa del café

¿Qué proceso realiza con la pulpa de café?

Deja amontonada La descompone La tira al río La distribuye en campo

Si la descompone, ¿qué proceso aplica?

Abono puro Composta Humus de lombriz Ninguna

¿Qué aprovechamiento le da a la pulpa de café?

Composteo y abona Alimentación al ganado Incorpora al cultivo

Manejo de las aguas mieles

¿De qué manera recolecta las aguas mieles?

Baldes Barriles Bolsas No recolecta

¿Qué aprovechamiento les da a las aguas mieles?

Abono foliar Herbicida Mezcla con abonos Ninguna

¿Qué tratamiento les da a las aguas mieles?

Ninguno Sedimentación natural Fosas de infiltración Lagunas aeróbicas
 Laguna sirios de agua Aplica al cultivo Vierte al río Pilas de oxidación

Capacitación y adopción de tecnología de beneficiado húmedo

¿Ha recibido capacitaciones en los cinco años anteriores?

Si No

¿Qué temas ha recibido en los cinco años anteriores?

No.	Año	Tema recibido	Facilitador
	2023		
	2022		
	2021		
	2020		
	2019		

¿Cómo califica las capacitaciones recibidas?

Buena Regular Mala

¿De las capacitaciones recibidas que aprendizaje de tecnologías maneja y ha aplicado?

No.	Prácticas tecnología aplicada en el proceso	Año que aplicó	Como la califica		
			Buena	Regular	Mala

Anexo 2. Evaluación en campo de café maduro (muestreo por peso) en la finca El Imperio

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Maduros	1,333	66.65	1,573	78.65	1,456	72.80	Sana
Sobre maduros	225	11.25	97	4.85	208	10.40	Vinosa
Camagües (pintos o bayos)	271	13.55	251	12.55	190	9.50	Áspera y/o astringente
Verdes	0	0	0	0	2	0.10	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas)	17	0.85	23	1.15	76	3.80	Sucia
Enfermos	154	7.70	55	2.75	57	2.85	Sucia
Brocados	0	0	0	0	7	0.35	Sucia
Otros	0	0	1	0.05	4	0.20	
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100	

Anexo 3. Evaluación en campo de café maduro (muestreo por peso) en la finca San Martín

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Maduros	1,029	51.45	1,417	70.85	1,730	86.50	Sana
Sobre maduros	273	13.65	175	8.75	64	3.20	Vinosa
Camagües (pintos o bayos)	437	21.85	326	16.30	137	6.85	Áspera y/o astringente
Verdes	4	0.20	7	0.35	1	0.05	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas)	57	2.85	15	0.75	8	0.40	Sucia
Enfermos	200	10.00	43	2.15	59	2.95	Sucia
Brocados	0	0	0	0	0	0	Sucia
Otros	0	0	17	0.85	1	0.05	
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100	

Anexo 4. Evaluación en campo de café maduro (muestreo por peso) en la finca Aguilarod

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Maduros	811	40.55	1,475	73.75	1,552	77.60	Sana
Sobre maduros	142	7.10	100	5.00	95	4.75	Vinosa
Camagües (pintos o bayos)	235	11.75	144	7.20	268	13.40	Áspera y/o astringente
Verdes	50	2.50	16	0.80	13	0.65	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas)	72	3.60	27	1.35	51	2.55	Sucia
Enfermos	665	33.25	215	10.75	8	0.40	Sucia
Brocados	25	1.25	16	0.80	3	0.15	Sucia
Otros	0	0	7	0.35	10	0.50	
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100	

Anexo 5. Evaluación en campo de café maduro (muestreo por peso) en la finca Juan María Vianney

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Maduros	1,217	60.85	1,730	86.50	1,401	70.05	Sana
Sobre maduros	319	15.95	63	3.15	235	11.75	Vinosa
Camagües (pintos o bayos)	370	18.50	156	7.80	298	14.90	Áspera y/o astringente
Verdes	6	0.30	8	0.40	2	0.10	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas)	26	1.30	22	1.10	26	1.30	Sucia
Enfermos	52	2.60	21	1.05	38	1.90	Sucia
Brocados	0	0	0	0	0	0	Sucia
Otros	10	0.50	0	0	0	0	
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100	

Anexo 6. Evaluación en campo de café maduro (muestreo por peso) en la finca Santa Martha

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Maduros	1,374	68.70	1,438	71.90	-	-	Sana
Sobre maduros	113	5.65	211	10.55	-	-	Vinosa
Camagües (pintos o bayos)	391	19.55	246	12.30	-	-	Áspera y/o astringente
Verdes	0	0	2	0.10	-	-	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas)	10	0.50	22	1.10	-	-	Sucia
Enfermos	83	4.15	24	1.20	-	-	Sucia
Brocados	19	0.95	56	2.80	-	-	Sucia
Otros	10	0.50	1	0.05	-	-	
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100	

Anexo 7. Evaluación en campo de los frutos con mayor densidad de 2 000 g (frutos sedimentados en el agua) en la selección hidráulica en finca El Imperio

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Maduros	699	36.65	1,454	77.21	1,137	62.23	Sana
Sobre maduros	70	3.67	51	2.70	386	21.12	Vinosa
Camagües (pintos o bayos)	150	7.86	265	14.07	206	11.27	Áspera y/o astringente
Verdes	0	0	9	0.47	0	0	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas)	0	0	11	0.58	18	0.98	Sucia
Enfermos	980	51.38	68	3.61	63	3.44	Sucia
Brocados	3	0.15	0	0	0	0	Sucia
Otros	5	0.26	25	1.32	17	0.93	
Total, de frutos asentados (g)	1,907	100	1,883	100	1,827	100	

Anexo 8. Evaluación en campo de los frutos con mayor densidad de 2 000 g (frutos sedimentados en el agua) en la selección hidráulica en finca San Martín

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Maduros	1,102	59.89	1,257	66.47	1,613	83.57	Sana
Sobre maduros	107	5.81	82	4.33	83	4.30	Vinosa
Camagües (pintos o bayos)	290	15.76	290	15.33	145	7.51	Áspera y/o astringente
Verdes	0	0	0	0	1	0.05	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas)	12	0.65	1	0.05	3	0.15	Sucia
Enfermos	309	16.79	80	4.23	77	3.98	Sucia
Brocados	9	0.48	6	0.31	0	0	Sucia
Otros	11	0.59	175	9.24	8	0.41	
Total, de frutos asentados (g)	1,840	100	1,891	100	1,930	100	

Anexo 9. Evaluación en campo de los frutos con mayor densidad de 2 000 g (frutos sedimentados en el agua) en la selección hidráulica en finca Aguilarod

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Maduros	1,298	75.07	1,362	72.52	1,533	79.84	Sana
Sobre maduros	59	3.41	93	4.95	43	2.23	Vinosa
Camagües (pintos o bayos)	42	2.42	112	5.96	194	10.10	Áspera y/o astringente
Verdes	38	2.19	13	0.69	11	0.57	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas)	42	2.42	53	2.82	23	1.19	Sucia
Enfermos	184	10.64	184	9.79	53	2.76	Sucia
Brocados	17	0.98	3	0.15	0	0	Sucia
Otros	49	2.80	58	3.07	63	3.27	
Total, de frutos asentados (g)	1,729	100	1,878	100	1,920	100	

Anexo 10. Evaluación en campo de los frutos con mayor densidad de 2 000 g (frutos sedimentados en el agua) en la selección hidráulica en finca Juan María Vianney

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Maduros	1,377	72.55	1,570	80.55	1,355	69.84	Sana
Sobre maduros	144	7.58	92	4.72	163	8.40	Vinosa
Camagües (pintos o bayos)	332	17.49	202	10.36	379	19.53	Áspera y/o astringente
Verdes	1	0.05	2	0.10	2	0.10	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas)	3	0.15	6	0.30	8	0.41	Sucia
Enfermos	40	2.10	33	1.69	24	1.23	Sucia
Brocados	0	0	0	0	0	0	Sucia
Otros	1	0.05	44	2.24	9	0.46	
Total, de frutos asentados (g)	1,898	100	1,949	100	1,940	100	

Anexo 11. Evaluación en campo de los frutos con mayor densidad de 2 000 g (frutos sedimentados en el agua) en la selección hidráulica en finca Santa Martha

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Maduros	1,351	72.90	1,426	82.76	-	-	Sana
Sobre maduros	66	3.56	76	4.41	-	-	Vinosa
Camagües (pintos o bayos)	332	17.91	125	7.25	-	-	Áspera y/o astringente
Verdes	0	0	18	1.04	-	-	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas)	0	0	0	0	-	-	Sucia
Enfermos	30	1.61	33	1.91	-	-	Sucia
Brocados	13	0.70	21	1.21	-	-	Sucia
Otros	61	3.29	24	1.39	-	-	
Total, de frutos asentados (g)	1,853	100	1,723	100	-	100	

Anexo 12. Evaluación en campo de los frutos con menor densidad de 2 000 g (frutos flotados en el agua) en la selección hidráulica en finca El Imperio

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Maduros	9	9.67	55	47.00	38	21.96	Sana
Sobre maduros	16	17.20	10	8.54	85	49.13	Vinosa
Camagües (pintos o bayos)	14	15.05	27	23.07	9	5.20	Áspera y/o astringente
Verdes	0	0	0	0	0	0	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas)	8	8.60	3	2.56	20	11.56	Sucia
Enfermos	40	43.01	14	11.96	14	8.09	Sucia
Brocados	0	0	0	0	0	0	Sucia
Otros	6	6.45	8	6.83	7	4.04	
Total, de frutos que flotaron	93	100	117	100	173	100	
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100	

Anexo 13. Evaluación en campo de los frutos con menor densidad de 2 000 g (frutos flotados en el agua) en la selección hidráulica en finca San Martín

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Maduros	32	20.00	39	35.77	20	28.57	Sana
Sobre maduros	13	8.12	13	11.92	8	11.42	Vinosa
Camagües (pintos o bayos)	33	20.62	16	14.67	21	30.00	Áspera y/o astringente
Verdes	0	0	0	0	0	0	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas)	27	16.87	8	7.33	7	10.00	Sucia
Enfermos	50	31.25	13	11.92	11	15.71	Sucia
Brocados	0	0	5	4.58	0	0	Sucia
Otros	5	3.12	15	13.75	3	4.28	
Total, de frutos que flotaron	160	100	109	100	70	100	
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100	

Anexo 14. Evaluación en campo de los frutos con menor densidad de 2 000 g (frutos flotados en el agua) en la selección hidráulica en finca Aguilarod

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Maduros	97	35.79	38	31.14	15	18.75	Sana
Sobre maduros	13	4.79	18	14.75	2	2.50	Vinosa
Camagües (pintos o bayos)	24	8.85	15	12.29	18	22.50	Áspera y/o astringente
Verdes	12	4.42	1	0.81	0	0	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas)	48	17.71	30	24.59	24	30.00	Sucia
Enfermos	40	14.76	7	5.73	11	13.75	Sucia
Brocados	6	2.21	7	5.73	0	0	Sucia
Otros	31	11.43	6	4.90	10	12.50	
Total, de frutos que flotaron	271	100	122	100	80	100	
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100	

Anexo 15. Evaluación en campo de los frutos con menor densidad de 2 000 g (frutos flotados en el agua) en la selección hidráulica en finca Juan María Vianney

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Maduros	22	21.56	11	21.56	22	36.66	Sana
Sobre maduros	13	12.74	13	25.49	9	15.00	Vinosa
Camagües (pintos o bayos)	22	21.56	9	17.64	3	5.00	Áspera y/o astringente
Verdes	0	0	0	0	0	0	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas)	13	12.74	7	13.72	11	18.33	Sucia
Enfermos	9	8.82	3	5.88	5	8.33	Sucia
Brocados	0	0	0	0	0	0	Sucia
Otros	23	22.54	8	15.68	10	16.66	
Total, de frutos que flotaron	102	100	51	100	60	100	
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100	

Anexo 16. Evaluación en campo de los frutos con menor densidad de 2 000 g (frutos flotados en el agua) en la selección hidráulica en finca Santa Martha

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Maduros	67	45.57	80	28.88	-	-	Sana
Sobre maduros	0	0	25	9.02	-	-	Vinosa
Camagües (pintos o bayos)	47	31.97	71	25.63	-	-	Áspera y/o astringente
Verdes	0	0	1	0.36	-	-	Áspera y/o astringente
Secos (bolitas)	7	4.76	14	5.05	-	-	Sucia
Enfermos	14	9.52	42	15.16	-	-	Sucia
Brocados	1	0.68	27	9.74	-	-	Sucia
Otros	11	7.48	17	6.13	-	-	
Total, de frutos que flotaron	147	100	277	100	-	100	
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100	

Anexo 17. Evaluación en campo de calidad del proceso de despulpado del grano de café en la finca El Imperio

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3	
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Granos buenos	1,849	92.45	1,848	92.40	1,677	83.85
Granos sin despulpar	64	3.20	54	2.70	199	9.95
Granos quebrados	6	0.30	12	0.60	19	0.95
Granos pelados	10	0.50	13	0.65	8	0.40
Granos brocados o enfermos	66	3.30	9	0.45	7	0.35
Pulpa	5	0.25	10	0.50	8	0.40
Otros	0	0	54	2.70	82	4.10
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100

Anexo 18. Evaluación en campo de calidad del proceso de despulpado del grano de café en la finca San Martín

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3	
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Granos buenos	1,795	89.75	1,862	93.1	1,858	92.90
Granos sin despulpar	168	8.40	31	1.55	62	3.10
Granos quebrados	14	0.70	13	0.65	17	0.85
Granos pelados	12	0.60	10	0.50	8	0.40
Granos brocados o enfermos	8	0.40	13	0.65	13	0.65
Pulpa	3	0.15	7	0.35	5	0.25
Otros	0	0	64	3.20	37	1.85
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100

Anexo 19. Evaluación en campo de calidad del proceso de despulpado del grano de café en la finca Aguilarod

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3	
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Granos buenos	1,550	77.50	1,657	82.85	1,617	80.85
Granos sin despulpar	258	12.90	91	4.55	140	7.00
Granos quebrados	4	0.20	5	0.25	2	0.10
Granos pelados	10	0.50	5	0.25	1	0.05
Granos brocados o enfermos	19	0.95	15	0.75	2	0.10
Pulpa	5	0.25	12	0.60	3	0.15
Otros	154	7.70	215	10.75	235	11.75
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100

Anexo 20. Evaluación en campo de calidad del proceso de despulpado del grano de café en la finca Juan María Vianney

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3	
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Granos buenos	1,919	95.95	1,726	86.30	1,754	87.7
Granos sin despulpar	21	1.05	145	7.25	134	6.70
Granos quebrados	5	0.25	1	0.05	1	0.05
Granos pelados	4	0.20	4	0.20	2	0.10
Granos brocados o enfermos	9	0.45	4	0.20	7	0.35
Pulpa	7	0.35	29	1.45	15	0.75
Otros	35	1.75	91	4.55	87	4.35
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100

Anexo 21. Evaluación en campo de calidad del proceso de despulpado del grano de café en la finca Santa Martha

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3	
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Granos buenos	1,829	91.45	1,669	83.45	-	-
Granos sin despulpar	23	1.15	116	5.80	-	-
Granos quebrados	5	0.25	1	0.05	-	-
Granos pelados	14	0.70	3	0.15	-	-
Granos brocados o enfermos	47	2.35	40	2.00	-	-
Pulpa	27	1.35	9	0.45	-	-
Otros	55	2.75	162	8.10	-	-
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100

Anexo 22. Evaluación en campo de la pulpa residual del proceso de despulpado en la finca El Imperio

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3	
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Granos grandes	3	0.15	1	0.05	2	0.10
Granos medianos	2	0.10	1	0.05	2	0.10
Granos pequeños	7	0.35	1	0.05	2	0.10
Granos quebrados	9	0.45	11	0.55	14	0.70
Pulpa	1,974	98.70	1,923	96.15	1,964	98.20
Otros	5	0.25	63	3.15	16	0.80
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100

Anexo 23. Evaluación en campo de la pulpa residual del proceso de despulpado en la finca San Martín

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3	
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Granos grandes	18	0.90	3	0.15	0	0
Granos medianos	22	1.10	4	0.20	0	0
Granos pequeños	5	0.25	3	0.15	1	0.05
Granos quebrados	15	0.75	17	0.85	22	1.10
Pulpa	1,935	96.75	1,827	91.35	1,787	89.35
Otros	5	0.25	146	7.30	190	9.50
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100

Anexo 24. Evaluación en campo de la pulpa residual del proceso de despulpado en la finca Aguilarod

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3	
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Granos grandes	5	0.25	1	0.05	3	0.15
Granos medianos	5	0.25	3	0.15	9	0.45
Granos pequeños	4	0.20	5	0.25	6	0.30
Granos quebrados	13	0.65	14	0.70	15	0.75
Pulpa	1,888	94.4	1,923	96.15	1,735	86.75
Otros	85	4.25	54	2.70	232	11.60
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100

Anexo 25. Evaluación en campo de la pulpa residual del proceso de despulpado en la finca Juan María Vianney

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3	
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Granos grandes	2	0.10	1	0.05	1	0.05
Granos medianos	4	0.20	1	0.05	1	0.05
Granos pequeños	1	0.05	1	0.05	1	0.05
Granos quebrados	6	0.30	3	0.15	2	0.10
Pulpa	1,892	94.6	1,881	94.05	1,883	94.15
Otros	95	4.75	113	5.65	112	5.60
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100

Anexo 26. Evaluación en campo de la pulpa residual del proceso de despulpado en la finca Santa Martha

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3	
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Granos grandes	1	0.05	1	0.05	-	-
Granos medianos	1	0.05	1	0.05	-	-
Granos pequeños	0	0	1	0.05	-	-
Granos quebrados	5	0.25	4	0.20	-	-
Pulpa	1,936	96.80	1,941	97.05	-	-
Otros	57	2.85	52	2.60	-	-
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100

Anexo 27. Evaluación del gasto de agua (litros) en el proceso de despulpado del grano de café en las fincas cafetaleras

Finca	Visitas	Tiempo de despulpado	Cantidad de grano despulpado (kg)	Gasto de agua (l)
El Imperio	1	No lo realiza	No lo realiza	No lo realiza
	2	No lo realiza	No lo realiza	No lo realiza
	3	No lo realiza	No lo realiza	No lo realiza
San Martín	1	No utilizó agua	No utilizó agua	No utilizó agua
	2	52 minutos	214.77	1,451.16
	3	26 minutos	245.45	679.14
Aguilarod	1	43 minutos	361.36	1,984.61
	2	51 minutos	419.32	2,353.84
	3	1 hora 01 minuto	681.82	2,815.38
Juan María Vianney	1	1 hora 05 minutos	531.82	2,282.52
	2	49 minutos	664.77	1,734.13
	3	1 hora 01 minuto	811.36	2,158.81
Santa Martha	1	1 hora 04 minutos	1472.73	1,969.23
	2	1 hora 02 minutos	1390.91	1,907.69

Anexo 28. Evaluación del momento final de la fermentación durante el proceso de monitoreo en campo de las fincas cafetaleras

Finca	Visita	Hora fermento	Tiempo fermentación	Método del orificio de la masa				Método del tacto				Temperatura de la masa del café (°C)
				A	B	C	D	A	B	C	D	
El Imperio	1	9:30 a.m.	17 horas									24.7
	2	8:30 a.m.	16 horas									20.9
	3	9:00 a.m.	16.5 horas									26.9
San Martín	1	8:30 a.m.	15.5 horas									23.1
	2	9:30 a.m.	16 horas									19.8
	3	9:00 a.m.	16 horas									22.9
Aguilarod	1	5:30 a.m.	14 horas									24.4
	2	5:30 a.m.	14 horas									24.1
	3	6:30 a.m.	14.5 horas									22.3
Juan María Vianney	1	11:00 a.m.	17.5 horas									19.9
	2	9:30 a.m.	16 horas									19.7
	3	11:00 a.m.	17.5 horas									22.6
Santa Martha	1	11:00 a.m.	18 horas									22.5
	2	9:30 a.m.	16 horas									24.8

Método del orificio de la masa: A = No se forma orificio, sigue la masa de grano, B = Hay derrame de grano, queda ondulado el punto, C = Forma el círculo, pero se derraman granos, D = Forma el orificio y no se derraman granos.

Método del tacto (cascajo): A = granos muy lisos, presencia de mucilago, B = granos menos lisos, presencia de mucilago, C = Granos poco carraosos, D = Granos carraosos, suena a cascajo.

Anexo 29. Evaluación en campo del proceso de lavado del café fermentado en la finca El Imperio

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Granos normales	1,717	85.85	1,849	92.45	1,809	90.45	Sana
Granos sobre fermentados	6	0.30	6	0.30	3	0.15	Vinosa
Granos verdes	31	1.55	14	0.70	10	0.50	Áspera y/o astringente
Granos brocados	4	0.20	2	0.10	0	0	Sucia
Granos pelados	5	0.25	26	1.30	16	0.80	Sucia
Granos quebrados, enfermos	23	1.15	29	1.45	28	1.40	Sucia
Otros	214	10.70	74	3.70	134	6.70	
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100	

Anexo 30. Evaluación en campo del proceso de lavado del café fermentado en la finca San Martín

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Granos normales	1,518	75.90	1,799	89.95	1,730	86.50	Sana
Granos sobre fermentados	5	0.25	12	0.60	5	0.25	Vinosa
Granos verdes	50	2.50	13	0.65	11	0.55	Áspera y/o astringente
Granos brocados	1	0.05	3	0.15	0	0	Sucia
Granos pelados	19	0.95	21	1.05	25	1.25	Sucia
Granos quebrados, enfermos	25	1.25	26	1.30	70	3.50	Sucia
Otros	382	19.10	126	6.30	159	7.95	
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100	

Anexo 31. Evaluación en campo del proceso de lavado del café fermentado en la finca Aguilarod

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Granos normales	1,758	87.90	1,810	90.50	1,906	95.30	Sana
Granos sobre fermentados	8	0.40	4	0.20	3	0.15	Vinosa
Granos verdes	36	1.80	3	0.15	6	0.30	Áspera y/o astringente
Granos brocados	15	0.75	14	0.70	1	0.05	Sucia
Granos pelados	48	2.40	14	0.70	8	0.40	Sucia
Granos quebrados, enfermos	21	1.05	10	0.50	4	0.20	Sucia
Otros	114	5.70	145	7.25	72	3.60	
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100	

Anexo 32. Evaluación en campo del proceso de lavado del café fermentado en la finca Juan María Vianney

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Granos normales	1,893	94.65	1,886	94.30	1,885	94.25	Sana
Granos sobre fermentados	7	0.35	5	0.25	8	0.40	Vinosa
Granos verdes	22	1.10	5	0.25	7	0.35	Áspera y/o astringente
Granos brocados	1	0.05	1	0.05	3	0.15	Sucia
Granos pelados	15	0.75	16	0.80	5	0.25	Sucia
Granos quebrados, enfermos	9	0.45	17	0.85	14	0.70	Sucia
Otros	53	2.65	70	3.50	78	3.90	
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100	

Anexo 33. Evaluación en campo del proceso de lavado del café fermentado en la finca Santa Martha

Tipo	Visita 1		Visita 2		Visita 3		Taza que origina
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	
Granos normales	1,859	92.95	1,809	94.45	-	-	Sana
Granos sobre fermentados	6	0.30	2	0.10	-	-	Vinosa
Granos verdes	5	0.25	5	0.25	-	-	Áspera y/o astringente
Granos brocados	31	1.55	44	2.20	-	-	Sucia
Granos pelados	10	0.50	7	0.35	-	-	Sucia
Granos quebrados, enfermos	8	0.40	18	0.90	-	-	Sucia
Otros	81	4.05	115	5.75	-	-	
Total, de la muestra (g)	2000	100	2000	100	2000	100	

Anexo 34. Gasto de agua (litros) en el proceso de lavado del grano en las fincas cafetaleras

Finca	Visitas	Tiempo de lavado	Gasto de agua (l)
El Imperio	1	47 minutos	648.28
	2	11 minutos	177.95
	3	30 minutos	393.19
San Martín	1	20 minutos	937.69
	2	29 minutos	1,018.90
	3	55 minutos	2,107.06
Aguilarod	1	1 hora 31 minutos	6,571.98
	2	2 horas 40 minutos	10,365.41
	3	2 horas 57 minutos	11,304.97
Juan María Vianney	1	45 minutos	3,370.20
	2	1 hora 04 minutos	4,844.77
	3	1 hora 02 minutos	4,933.63
Santa Martha	1	35 minutos	1,080.00
	2	43 minutos	1,333.33

Anexo 35. Evidencias fotográficas del monitoreo de los procesos de corte y beneficiado húmedo del café en las fincas evaluadas



Figura 8. Evaluación del café maduro cortado en una de las fincas cafetaleras



Figura 9. Pesaje del grano maduro en la evaluación del corte del fruto



Figura 10. Máquina despulpadora marca Eterna para el proceso de despulpado del grano

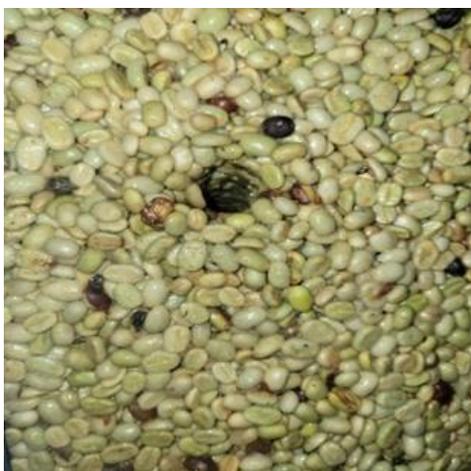


Figura 11. Prueba del orificio en el proceso de fermentación del grano despulpado



Figura 12. Monitoreo de la temperatura de la masa del grano en el proceso de fermentación del café



Figura 13. Proceso de lavado del grano en el canal de correteo de concreto



Figura 14. Evaluación del café pergamino en el proceso de lavado del grano

Anexo 36. Comportamiento de la temperatura (°C) de la masa del café en el proceso de fermentación en cada una de las fincas cafetaleras

