



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA

UNAN - MANAGUA

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA MATAGALPA

FAREM MATAGALPA

DEPARTAMENTO DE CIENCIA, TECNOLOGIA Y SALUD

MONOGRAFIA

Para Optar al Título de Ingeniera Agrónoma

TEMA:

Evaluación del efecto de uso de levadura (*Saccharomyces Cerevisiae*) durante fermentación de café en reducción de consumo de agua y calidad de taza en finca San Jorge, San Ramón Matagalpa 2022

AUTORES:

Br. Fátima del Rosario Blandón Sobalvarro

Br. Ingrid Fabiola García

TUTOR:

PhD. Francisco Javier Chavarría Arauz

Matagalpa, marzo 2023



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA MATAGALPA

FAREM-MATAGALPA

DEPARTAMENTO DE CIENCIA, TECNOLOGIA Y SALUD

MONOGRAFIA

Para Optar al Título de Ingeniera Agrónoma

TEMA:

Evaluación del efecto de uso de levadura (*Saccharomyces Cerevisiae*) durante fermentación de café en reducción de consumo de agua y calidad de taza en finca San Jorge, San Ramón Matagalpa 2022

AUTORES:

Br. Fátima del Rosario Blandón Sobalvarro

Br. Ingrid Fabiola García

TUTOR:

PhD. Francisco Javier Chavarría Arauz

Matagalpa, marzo 2023

INDICE

DEDICATORIA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
CARTA AVAL DEL TUTOR.....	iv
RESUMEN.....	v
CAPITULÓ I.....	1
1.2 INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	4
CAPITULO II.....	5
2.1 ANTECEDENTES.....	5
MARCO TEORICO.....	8
2.2 Proceso en el beneficio de café.....	8
2.2.1 Cosecha en su estado de madurez fisiológica.....	8
2.2.2 Calidad fitosanitaria de los frutos maduro.....	8
2.2.3 Despulpado.....	9
2.3 Fermentación.....	9
2.3.1 Fermentación en seco.....	9
2.3.2 Fermentación bajo agua.....	10
2.4 Materiales de fermentación.....	10
2.4.1 Fermentación en pilas de concreto.....	10
2.5 Métodos que se utilizan para determinar la fermentación.....	11
2.5.1 Método del palo.....	11
2.5.2 Método del tacto.....	11
2.5.3 Método para la medición pH en fermentación.....	12
2.6 Descripción de las levaduras.....	12
2.6.2 Microorganismos aeróbicos y anaeróbicos.....	13
2.7 Lavado.....	13
2.8 Secado.....	14
2.9 Análisis de la Calidad física de los granos de café.....	14

2.10 Tostado de café.....	16
2.11 Descripción de las características organolépticas.....	17
2.11.1 Calidad del café	17
2.11.2 Aroma	18
2.11.3 Sabor.....	18
2.11.4 Acidez.....	18
2.11.5 Cuerpo	18
2.12 Diseño experimental y análisis estadístico	19
2.13. Análisis sensorial de café producido bajo diferentes procesos de fermentación.....	19
3.14 Análisis en el perfil de azúcares	20
2.15 Marco legal.....	21
2.16 Acuerdo Internacional del Café de 2007 International Coffee Organization (ICO)	21
2.17 Marco jurídico del sector cafetalero Colombia	21
2.18 Análisis comparativo del marco jurídico e institucional en Centroamérica	22
2.19 Institucionalidad en el sector cafetalero de Costa Rica	22
2.20 Institucionalidad en el sector cafetalero de Guatemala	22
2.21 Institucionalidad en el sector cafetalero de Honduras	23
2.22 Institucionalidad en el sector cafetalero de El Salvador.....	23
2.23 Políticas del sector café en Nicaragua	23
2.24 PREGUNTAS DIRECTRICES.....	25
Pregunta General	25
Pregunta Específicas.....	25
CAPITULO III	28
3.1 DISEÑO METODOLÓGICO	28
3.2 Ubicación del estudio	28
3.3 Tipo de investigación.....	29
3.4 Población y muestra.....	29
3.5 Tipo de muestreo	29
3.6 Operacionalización de variables.....	30
3.7 Métodos y técnicas para el análisis de datos	30
CAPITULO IV	32
4.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	32

4.2 Análisis estadísticos de los datos.....	37
CAPITULO V.....	42
5.1 CONCLUSIONES.....	42
5.2 RECOMENDACIONES	43
5.3 BIBLIOGRAFÍA	44
ANEXO	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de tratamientos con el uso de levaduras en la finca san Jorge	29
Tabla 2. Operacionalización de variables	30
Tabla 4. Resultados de primer muestreo en consumo de agua y peso de grano en finca San Jorge.....	32
Tabla 5. Resultados del segundo muestreo en consumo de agua y peso de grano en finca San Jorge.....	33
Tabla 6. Resultados en el tercer muestreo en consumo de agua y peso de grano en finca San Jorge.....	34
Tabla 7. Clasificación de consumo de agua y facilidad de lavado	35
Tabla 8. Resultados promedios de la evaluación en consumo de agua y peso de grano en finca San Jorge.....	35
Tabla 9. Consumo de agua según tratamientos	37
Tabla 11. Prueba de medias (Tukey) en consumo de agua.....	37
Tabla 12. Peso de granos según tratamientos	38
Tabla 13. Prueba de medias (Tukey) en peso de granos.....	39

TABLAS DE FIGURAS

Ilustración 1: Niveles de tueste.....	18
Ilustración 2: Localización del área de estudio.....	29

ÍNDICE DE GRAFICA

Grafica 1: consumo de agua en los tratamientos	37
Grafica 2: peso de granos en los tratamientos	38

DEDICATORIA

A Dios quien me permitió el regalo más preciado "la vida", quien me ha acompañado en mi camino guiándome, llenándome de sabiduría y dándome fuerzas para superar los obstáculos que se me han presentado.

A mi madre Maritza del Socorro Sobalvarro Castro quien nunca dejo de apoyarme mental, espiritual y económicamente siempre me brindo su mano amiga, su amor estando ahí, a mi lado en los mejores y difíciles momentos de mi vida.

A Francis Elvira González que de manera especial estuvo brindándome su apoyo incondicional como una hija más, es por ello que agradezco sus gestos de aprecio y cariño hacia mi persona.

A mi tutor, Ph.D. Francisco Javier Chavarría Aráuz por depositarnos su confianza y obsequiándonos toda la ayuda necesaria desde el inicio hasta el final de la trayectoria de nuestra investigación monográfica sin importar las condiciones que se presentaran estuvo brindándonos su máximo apoyo incondicional.

A los propietarios de la Finca San Jorge, Odell Javier Calero Herrera y Dulce María Araica Amador por permitirnos desarrollar nuestro trabajo investigativo en sus áreas de producción.

Br. Fátima del Rosario Blandón Sobalvarro.

DEDICATORIA

Principalmente a Dios por todas las bendiciones que me ha dado hasta hoy en día y una de ellas es terminar mi tesis y por estar siempre a mi lado.

A mi hermosa madre, la mejor, quien con su fortaleza, sabiduría y amor incondicional me ha guiado en cada paso de mi vida la que siempre me apoya día a día, a la que siempre está a mi lado, este logro es un triunfo de las dos, eres mi ejemplo para seguir, estoy orgullosa de llamarte madre.

A mi tutor Ph.D. Francisco Javier Chavarría Aráuz por ayudarnos y confiar en nosotras, por dedicar mucho de su tiempo en dar de su enseñanza.

Br. Ingrid Fabiola García

AGRADECIMIENTOS

A Dios padre por darnos sabiduría y permitirnos culminar con esta meta propuesta. A nuestras madres y familias por apoyarnos en todo nuestro transcurso educativo.

Al Ph.D. Francisco Javier Chavarría Aráuz por permitirnos ser nuestro tutor y confiarnos el tema de investigación.

A los propietarios de la Finca San Jorge por acceder a realizar nuestra investigación en sus áreas productivas.

Br. Fátima del Rosario Blandón Sobalvarro.

Br. Ingrid Fabiola García.

CARTA AVAL DEL TUTOR

Por este medio me permito emitir valoración técnica-metodológica del trabajo de tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, realizado por las egresadas y **Fátima del Rosario Blandón Sobalvarro** e **Ingrid Fabiola García**, con el título “Evaluación del efecto de uso de levadura *saccharomyces cerevisiae* durante fermentación de café en reducción de consumo de agua y y facilidad de lavado, en finca San Jorge, San Ramón Matagalpa 2022”, que se llevó a efecto gracias al apoyo de los propietarios de la Finca San Jorge.

El informe de investigación realizado por las egresadas **Blandón** y **García**, según mis consideraciones cumple con lo estipulado por la UNAN Managua en el Reglamento de Régimen Académico. Existe coherencia entre su título, planteamiento del problema, sus objetivos, hipótesis, resultados, conclusiones y recomendaciones.

Los resultados constituyen un importante aporte al desarrollo socioeconómico y ambiental de nuestro país. Qué Dios Jehová les bendiga y guíe siempre.

Francisco Javier Chavarría Aráuz

Tutor

RESUMEN

El presente estudio Evaluación del efecto de uso de levadura *Saccharomyces Cerevisiae* durante fermentación de café en reducción de consumo de agua y facilidad de lavado se realizó en Finca Jorge, San Ramón Matagalpa 2022, como objetivo principal fue evaluar el efecto del uso de levaduras en el proceso de fermentación de café en cuanto a reducción de agua, facilidad en lavado en Finca San Jorge, cosecha del ciclo 2022-2023. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial (Factor A); dos tratamientos de levadura con y sin levadura (Factor B) y dos tipos de lavados, con y sin lavado (Factor C). Se realizó tres repeticiones por tratamiento para un total de 18 unidades experimentales. Entre los principales resultados existe diferencia significativa con un valor a cerca del 19.52% de incremento en el consumo de agua y el usar levadura en recipiente cerrado contra uso de levadura, pero abierto, presenta un efecto muy llamativo, aunque el consumo sigue siendo mayor, este se reduce a cerca de 14%. Concluyendo así que, en la Finca San Jorge, hay mayor reducción de agua en cuanto el efecto de uso de levaduras en el proceso de fermentación, así mismo entre uso con levadura y sin levadura brindando con eficiencia promedio a más del 19% en reducción de consumo de agua. Recomendando que se realice el experimento en la cosecha del ciclo 2023-2024 para ver si existe alguna u otra variación.

Palabras Clave: levaduras, fermentación, consumo de agua, lavado

CAPITULO I

1.2 INTRODUCCIÓN

La fermentación es el proceso bioquímico que se desarrolla de forma natural en origen e inmediatamente después de que las cerezas de café son cosechadas, cuando los azúcares de los tejidos de estos frutos quedan expuestos al contacto con los microorganismos nativos del ambiente. La intensidad del producto resulta mayor o menor, dependiendo de las condiciones ambientales y en especial de las temperaturas como también la actividad del agua a la que está expuesto el sustrato (Forumcafé, 2020).

La fermentación en el café es un elemento importante ya que busca homogenizar y darle un sabor en taza, por tanto el proceso de uso a la adición de levadura en este procesamiento húmedo cumple con aspectos importantes a valorar tanto en reducción de agua, tiempo en lavado y calidad de taza esto con el objetivo de tener mejor expectativa para estandarizar lograr consistencia, con propósito de lograr un café más homogéneo en tanto hacer el trabajo más fácil hacia el productor obteniendo un café limpio con menos defecto para aumentar el cuerpo y la dulzura en la bebida.

Durante el proceso de lavado del café la reducción de agua es un aspecto importante para las actividades de los agricultores, se probó en la finca San Jorge el efecto del uso de levadura en la fermentación de café en las cuales se demuestra reducción considerable del consumo de agua en las muestras CLAL, (Con Levadura Abierta Lavado), CLCL (Con Levadura Cerrado Lavado) y CLCSL (Con Levadura Cerrado Sin Lavado). El ahorro de agua se debe sobre todo a que el mucilago se desprende del grano con facilidad en el caso de uso de levaduras. Este manejo da como resultados satisfactorios que al realizar la adición de levadura en la fermentación de café se obtiene mejor aprovechamiento de la cereza y azúcares en café.

El estudio se determina como un aspecto importante hacia la reducción para el consumo de agua, ya que abarca resultados positivos y se busca medidas para que el productor económico en porcentajes pequeños las pérdidas de los recursos hídricos por lo cual el propósito es de tener nuevas técnicas que ayuden a conservar las fuentes de agua.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La caficultura tiene pasivos ambientales como toda actividad económica agropecuaria o forestal. Uno de los problemas es la generación de aguas mieles y pulpa. Las aguas mieles gestionadas de manera inadecuada, se convierte en una verdadera fuente de contaminación del recurso hídrico y de suelos, conllevando un serio problema de salud en áreas rurales y urbanas en las zonas cafetaleras. El beneficiado húmedo de café por medios tradicionales, ocasiona una demanda considerable de agua, muchas veces compitiendo con el consumo humano y peor aun afectando la calidad de fuentes superficiales con el vertido de aguas mieles debido a la incapacidad de almacenar o tratar esos altos volúmenes de aguas residuales.

En la trayectoria de los años el consumo de agua se ha utilizado de manera excesiva por el mal manejo que el ser humano ocupa para las áreas de agricultura, por tanto, al llegar a la escasez de los recursos hídricos puede afectar en gran parte a la producción de las zonas agrícola ya que esto traerá consecuencias graves para el productor. El uso de levadura para la fermentación de café no es tan conocido y usado en la caficultura nicaragüense no se conoce sobre los beneficios que este proceso tiene tanto en la reducción de consumo de agua como tampoco su impacto en la calidad de tasa. En la finca San Jorge se pretende evaluar el estudio para dar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿Qué impacto tiene el uso de levadura para la fermentación de café sobre reducción de consumo de agua en la finca San Jorge?

Es importante tomar en cuenta que existen diversos factores que pueden afectar la calidad del café como su madurez fisiológica y recolección de la cereza como también formas inapropiadas del proceso del café como despulpado, la fermentación, lavado y secado. La mayoría de los productores cafetaleros realiza la fermentación tradicionalmente, con lo cual se genera variaciones en la calidad de café por los diversos materiales y método que utiliza el productor de café, desconociendo el periodo exacto de fermentación para que sea removido adecuadamente el mucilago, produciendo en la mayoría de los casos características desagradables al momento de realizar el análisis sensorial.

JUSTIFICACIÓN

Es necesario resaltar que los productores que cultivan café son conscientes de su obligación y necesidad de proteger los recursos hídricos y otros componentes del medio ambiente. Para ello se deben realizar mejoras de los procesos productivos y beneficiado en el café, que permitan la optimización en el uso de agua al momento de lavado.

La fermentación de café con uso de levaduras busca reducir el uso de agua a la vez que se mejora o mantiene el peso de grano. Las medidas en el ahorro de agua, así como la reducción de contaminantes, es muy importante para mitigar los efectos del cambio climático. Con la presente investigación se obtuvieron datos valiosos que servirán a los propietarios de la finca San Jorge para reducir el consumo de agua en el proceso de beneficiado sin afectar la calidad de café que producen. Por otro lado, la adopción de estas mejores prácticas les facilitará la gestión de las aguas mieles en el sistema de tratamiento actual.

Mediante este estudio se evaluaron los efectos del uso de levaduras en el proceso de fermentación de café en Finca San Jorge, cosecha del ciclo 2022-2023, a través de visitas a campo y aplicación de diseño experimental en beneficio húmedo del área de producción, abordando las variables; reducción de agua, facilidad en lavado y peso de grano.

En lo académico los datos generados servirán de apoyo básico a docentes y estudiantes, productores e investigadores que deseen indagar un poco más acerca de cómo evaluar el uso de levaduras para determinar efecto en la reducción de consumo de agua en el proceso de lavado y sobre peso del grano.

En lo personal la presente investigación, permitirá aportar de forma práctica a la solución de la problemática de uso adecuado del agua, protección de los recursos hídricos y rendimientos productivos en los cafetales.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar el efecto del uso de levaduras en el proceso de fermentación de café en cuanto reducción de agua, facilidad de lavado y peso de grano, en Finca San Jorge, cosecha del ciclo 2022-2023.

Objetivos Específicos

- Identificar el efecto de levaduras en la reducción de consumo de agua para lavado.
- Determinar efecto del uso de levaduras durante la fermentación en la facilidad y duración de lavado.
- Cuantificar el efecto del uso de levaduras sobre el peso de grano.

CAPITULO II

2.1 ANTECEDENTES

Mediante una extensa revisión de fuentes secundarias se logró constatar que a nivel internacional se han realizados estudios relacionados con el uso de tecnologías y métodos en el beneficio húmedo de café.

En el Distrito de San Nicolás, Provincia de Mendoza (Perú), se llevó a cabo investigación acerca de alternativa para homogenización de la calidad del café mediante el manejo tecnológico. Los factores más influyentes son la presencia de levaduras, el tiempo y temperatura. Se empleó un experimento factorial 3x2, bajo un diseño completamente al azar para la evaluación fisicoquímica. Según la prueba Friedman no existe diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, la evaluación sensorial demostró diferencia en la calificación de perfiles. El factor A, fue la relación tiempo de fermentación (4h; 8h; 12h), y el factor B dosis de levadura (20mL, 40 mL y 60 mL). Se determinó la existencia de un efecto positivo en la calidad. En la calificación de perfil, se demostró que los mejores atributos son de frutas tropicales, siendo el mejor tratamiento, la fermentación con adición de 60 ml de *Saccharomyces sp* y un tiempo de 12 horas (T9), y caracterizado con perfil “Mucha caña, frutos secos, ciruelas, manzana roja, frambuesa” (Sanchez de la Cruz, 2019, p.1).

Por medio de la investigación realizada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras; se evaluó *Saccharomyces cerevisiae* como cultivo inicial para la fermentación controlada durante el beneficiado húmedo de café en dos sistemas de fermentación (abierto y cerrado). Donde se cuantificó los principales microorganismos presentes al final de la fermentación del café, como también determinando el perfil de taza de café fermentado en diferentes condiciones, caracterizando químicamente el tratamiento con mejor puntuación en la evaluación sensorial y determinar la relación que estos poseen con los sabores descritos en el perfil de taza. Para ello se utilizaron tres cepas de levadura *Saccharomyces cerevisiae*: LALCAFÉ ORO™ y LALCAFÉ L2™ y la levadura de nombre comercial FERMIPAN. El proceso de fermentación tuvo una duración de 36 horas para todos los tratamientos (abierto y cerrado). Así mismo el análisis sensorial demostró que el uso de levaduras como cultivo

inicial favorece a una alta calidad de taza, presentando una intensa percepción de notas a tamarindo, bayas y arándano, cuerpo mantecilloso-cremoso prolongado. De esta manera se concluyó que todos los tratamientos presentaron punteo final de taza mayor a 84 puntos, catalogándose dentro de cafés especiales y el uso de *Saccharomyces cerevisiae* L ORO favorece sabores distintivos (arándano, bayas y tamarindo) y de alta calidad sensorial (Piraval & Cruz, 2018, p. 12,13).

En un estudio realizado en la empresa AgroTakesi S.A. La Paz – Bolivia, se logró caracterizar la etapa de lavado y determinar el gasto de agua, utilizando tecnología adaptada al sistema convencional, así mismo se hizo evaluaciones a escala de laboratorio y a escala piloto, se comparó con el gasto de agua bajo el sistema convencional de lavado en canal de correteo (evaluado para referencia). Dentro de este marco la fermentación natural del café se observó el drenado de un residuo que contiene el 20,70% de mucilago. El primer enjuague o “cabeza de lavado” tomó menos 5 minutos para kilogramo de café (kg cg) mucilago seco, por ello el gasto específico promedio de agua limpia en la operación de lavado del café en el tanque convencional modificado se estimó en 5,28 L/kg cps, litros por kilogramo de café pergamino seco (L/kg cps) con relación al sistema convencional en canal de correteo que presentó un promedio de 33,80 L/kg cps, lo cual significa un ahorro de agua en 84%, con relación al lavado convencional en canal de correteo. A partir de las afirmaciones expuestas se logró determinar y caracterizar el gasto de agua en dicha investigación (Lopez, 2013,p. 70,79).

En proceso de investigación para la asociación de productores de café en el municipio de Fresno, Colombia; se evaluó metodología integral en el manejo de recursos hídricos en el proceso beneficio húmedo del café, para una reducción del consumo de agua. Para ello se implementaron capacitaciones sobre uso de dispositivos y prácticas ahorradoras de agua como restrictores de caudal y lavado de café por enjuague en colaboración con los productores con el que se obtuvo un porcentaje positivo para la disminución de agua en lavado de café (Cárdenas & Ortíz, 2014).

Se efectuaron diferentes métodos de fermentación anaeróbica y torrefacción usados para el beneficio del café en la Provincia de El Oro. Se desarrolló en Machala Ecuador. Se evaluó tres tratamientos de fermentación anaeróbica, T1 (Fermentación anaeróbica con café en cereza + agua), T2 (Fermentación anaeróbica con café despulpado + cacao + agua), T3 (Fermentación anaeróbica con café despulpado + agua), como parte de la metodología se cosecharon los frutos maduros, se efectuó el despulpado, fermentación, lavado, secado, trillado, tostado y molido, se procedió a tomar características organolépticas y finalmente actividad antioxidante y contenido de fenoles, se realizó un ANOVA factorial univariado para cada una de las variables evaluadas en el software IBM SPSS STATICS 25 (programa estadístico informático), donde se efectuó pruebas de efectos intersujetos y un diagrama de medias marginales a fin de determinar si existen diferencias significativas entre el tiempo de tostado y el método de fermentación. En el análisis los tratamientos de fermentación anaeróbica no son significativos para los atributos sensoriales, actividad antioxidante y cantidad de fenoles. El tratamiento de fermentación con el tiempo de tostado tiene nivel de significancia (p valor $< 0,05$) para color de crema, densidad de la bebida, cantidad de fenoles y actividad antioxidante presentes, siendo el tratamiento T2 con tiempo de tostado 15 minutos quien tuvo los mejores resultados (Cardona, 2021).

A nivel nacional y local no se encontraron estudios previamente vinculados en referencia a beneficio húmedo de café que nos permitiera tener la opción de guía o propuestas para el estudio.

MARCO TEORICO

2.2 Proceso en el beneficio de café

2.2.1 Cosecha en su estado de madurez fisiológica

El café cuando está en su maduración adecuada, se ve una mayor expresión de las cualidades en su forma, color de grano característico que se encuentre rojo y así mismo brinda un mejor balance de la dulzura y acidez lo que proporciona sabores agradables, además de un gran incremento en el aroma y color en la excelencia del café. Por tanto, el grano para ser cosechado debe ser cortado en su madures optima ya que por medio de esto depende de los sabores gustativos que se obtienen al momento de llevarse a catar.

Según Agrotendencia (2018), refiere que el grado de madurez óptima se manifiesta por el desarrollo pleno del mucílago. La cosecha del café comienza cuando se observan los frutos con un color rojo o amarillo dependiendo de la variedad. La piel externa coloreada, denominada *exocarpio* recubre la pulpa de nombre mesocarpio y esta a su vez se encuentra encima de una membrana translúcida que envuelve las semillas de café.

2.2.2 Calidad fitosanitaria de los frutos maduro

Al momento del corte se evalúan diferentes características y rendimientos específicos como lo es con su punto óptimo de cada proceso del grano de café hasta llegar a la calidad de taza ya que se valora desde el fruto que está en la planta de café. El manejo que se le da desde el momento de prevención de plagas y enfermedades en el punto que está en campo es de gran importancia por lo que el grano no sufrirá de daños ya que con un buen desarrollo productivo se obtendrá rendimientos de calidad.

Cardoza & Jimenez (2007 p. 22) expresa que la calidad fisica del fruto al momento del corte de los mismos, presenta gran importancia al momento del beneficiado humedo, ya que altos porcentajes de frutos flotados, dañados y verdes dificultan esta labor, además tienen un efecto directo en el rendimiento y calidad del grano. En efecto para obtener una excelente calidad fitosanitaria todo dependerá del corte del grano ya que este deberá estar en su punto óptimo de color rojito para asegurar un mejor rendimiento en la producción.

2.2.3 Despulpe

El despulpe consiste en remover la cereza retirándole la pulpa que cubre la semilla ya que este procedimiento se realiza bajo presión sin la utilidad de agua tomando en cuenta que este se realice en un tiempo mínimo y exacto para no perjudicar la calidad del café. Siendo la primera etapa en beneficio húmedo este proceso se realiza con máquinas de despulpe ya calibradas correctamente para que el grano salga sin la cascarilla y sin daños.

Federacion de Cafetero, (2020, p. 154) interpreta que el despulpe consiste en retirar la pulpa de la cereza por medio de presión que ejerce la camisa de la despulpadora y debe iniciarse inmediatamente después de que se cosechan los frutos. El retraso por más de 6 horas afecta la calidad de la bebida y puede originar el defecto llamado “fermento”. El café maduro contiene mucílago, baba o “miel”, que permite el despulpe con solo presionar la cereza. Por tanto, no use agua para despulpar el café.

2.3 Fermentación

El proceso de fermentación es un efecto que acelera la degradación de azúcares que el grano de café ya trae en su interior, esto ocurre en beneficio húmedo y dependiendo de la humedad será su tiempo en fermento ya que de manera natural conlleva a que el grano de café se concentre en un solo punto y este se desprenda del mucílago con el fin de obtener sabores diversos en la taza de café.

Según Puerta, (2012, p. 6) certifica que la fermentación es un proceso catabólico, de oxidación de sustancias orgánicas para producir compuestos orgánicos y energía. Esta fase que el café transcurre contribuye a que la degradación del mucílago atraiga diferentes atributos sensoriales como una biotransformación, esto hace que la calidad del café tenga diferentes características gustativas según el tiempo de fermento.

2.3.1 Fermentación en seco

Este tipo de fermentación en muchas de las fincas cafetaleras en la parte de beneficio húmedo es una técnica por la cual es muy empleada, ya que al momento de fermentar el café debe estar sin pulpa y sin agua, por lo que se puede determinar una fermentación pareja en

las pilas de fermento, este proceso es para obtener una correcta homogenización al tiempo para que el café pueda ser lavado.

Anacafé, (2018, p. 4) confirma que el café en la pila no debe tener pulpa hay que depositarlo a una altura entre 50 centímetros a 1 metro, con buen drenaje, para evitar fermentaciones disparejas. El punto de fermento o de lavado se puede determinar utilizando un palo rollizo, que se introduce en diferentes puntos de la masa de café hasta llegar al piso, Si al sacarlo queda un agujero este es el momento exacto de fermento.

2.3.2 Fermentación bajo agua

Se describe que la fermentación bajo agua es la mezcla en sí entre una cantidad específica de café más agua con relación a que la fermentación sea pareja por tanto al realizar este tipo de método el café debe tener agua limpia para obtener un buen proceso. Se reduce en un menor porcentaje el uso de agua al momento de lavado, pero este debe ser llevado con un manejo eficiente en las pilas de fermentación, para que el grano no obtenga olores no apropiados a los de él.

Anacafé, (2018,p 5) expresa que la fermentacion bajo agua puede ser por partida o mezcla de partidas en una misma pila y acumular hasta 72 horas para completar la capacidad de secado. Esto depende de la altura a la que esté el beneficio húmedo, siendo la condición clave usar agua limpia, esta última se debe cambiar-lavar a cada 10 a 12 horas y se obtiene una fermentación más homogénea.

2.4 Materiales de fermentación

2.4.1 Fermentación en pilas de concreto

Este método consiste en que la fermentación sea en un transcurso homogéneo durante un tiempo que dependerá de la temperatura ambiental. Durante este proceso de fermentación en esta base de concreto no hay cambios que modifiquen la estructura del grano de café y por tanto se mantiene el mismo dulzor en taza, siendo así que esto no influye ningún cambio hacia el café. Según Camargo & Contreras, (2020, p.38, 39) asegura que la acidez química es la valoración química de las sustancias acidas en el mucílago del café, que incluyen los ácidos acéticos, málico, láctico, cítrico, succínico y otros compuestos. La acidez y el

porcentaje de alcohol a través del tiempo de fermentación del mucilago de café. La velocidad de acidificación del mucilago de café durante la fermentación es rápida hasta las 21-22 horas, luego se presenta una desaceleración que se atribuye al consumo del sustrato y a la reducción de las baterías, debido a las mismas condiciones acidadas. Por el contrario, en ambiente de refrigeración (de 4 – 8 °C), la acidez del mucilago se mantiene por 20 a 25 horas como la del mucilago fresco, por consiguiente, mediante la refrigeración, a temperaturas inferiores a 8 °C, se conserva el mucilago y el café en baba. Los valores de acidez inicial del café en baba dependen de la clasificación del fruto y del grano despulpado, así como del sistema de fermentación.

2.5 Métodos que se utilizan para determinar la fermentación

2.5.1 Método del palo

Este tipo de método se utiliza por ser fácil de emplear, si la fermentación de café ya está en su punto para ser lavado, al momento de colocar una vara en diferentes puntos aleatorios y si esta queda firme nos indicará que el café ya está listo. Es una manera fácil de manejar e indicar el momento que la fermentación del café término por lo tanto estará listo para el proceso de lavado.

Duran , (2010, p. 232) expresa que este tipo de metodo consiste en meter una vara de madera completamente limpia hasta el fondo de la pila de fermentación. La introducción se hace en diferentes partes que se han representativas de todo fermentador del café, luego esto se retira. Si al sacar el palo de la masa queda un hueco bien hecho de las paredes del orificio; significa que la fermentación ha concluido y por tanto el café debe lavarse de inmediato.

2.5.2 Método del tacto

El método del tacto según Duran, (2010) afirma que “consiste en tomar con las manos un puño de café, el cual deberá apretarse fuertemente. Si la muestra examinada es áspera y suena a cascajo entonces la masa se encuentra lista para ser lavada con agua” (p, 232). Esta manera consiste en determinar si la cantidad de café ya está lista para ser lavado, es muy efectiva ya que solo se toman muestras apretándolas con las manos es una táctica fácil de emplear y saber el momento adecuado en el que el café ya suelta fácilmente el mucilago.

2.5.3 Método para la medición pH en fermentación

Este es un método que a través de una cinta pH graduada da una escala exacta, por tanto, esta consiste en obtener medidas en el transcurso de las horas en el que el café se está fermentando. Cuando alcance pH en promedio de 4 indica que el café se encuentra listo para ser lavado.

El método para la medición pH en fermentación según Duran, (2010, p. 232) Consiste en tomar una cinta de pH graduada en escala desde 5.5 a 3.5 por lo general siempre, al inicio de la fermentación al momento del lavado la cinta marca un pH de 5.5 a medida que las horas van transcurriendo, el valor de la cinta va bajando. Lo ideal es que la cinta pH, marque un dato de pH de 4 que es óptimo para el lavado; si esta marca de 3 a 3.5 quiere decir que el café esta sobre fermentado, por tanto, esto influye en la calidad.

2.6 Descripción de las levaduras

Inicialmente la levadura es un hongo que acelera el proceso que hace que se expanda en una masa por lo que al ser agregado a un producto brinde efectividad que los microorganismos actúen de una forma más consistente y rápida para darle un valor al momento de fermentación hacia la masa. Los microorganismos que trae la levadura actúan de muchas formas por la cual esto hace la efectividad al transcurso de la descomposición de distintas sustancias que la masa como tal esta tiene.

Según Mejias & Saavedra, (2021) avala que las levaduras efectivamente, son hongos unicelulares con tamaños de 3 a 40 micrómetros, por lo que no es posible verlas a simple vista, solamente en conjunto formando agregados. Su tiempo de reproducción varía entre especies y es de 2 a 3 horas en las condiciones de crecimiento más favorables. El término levadura proviene del latín “levare”, que significa levantar, ya que produce dióxido de carbono que causa la expansión de las proteínas del gluten en la harina y hace que se expanda la masa. La especie más conocida y utilizada es *Saccharomyces cerevisiae*, su nombre significa levadura comedora de azúcar, entre otros significados similares, *cerevisiae* también se emplea en la fermentación del pan, cerveza, vino y producción de alcohol, esta levadura es la más resistente a etanol, esto hace que al momento de ser agregado a una masa su proceso sea disuelto, efectivo y rápido ya que contiene microorganismos que aceleren el procedimiento.

2.6.2 Microorganismos aeróbicos y anaeróbicos

Fermentación anaeróbica

La fermentación anaeróbica es un sistema utilizado en ambientes cerrados por la que este proceso ayuda a acelerar la degradación de los azúcares provenientes del mucílago que contienen el grano de café, permitiendo la existencia de aromas y sabores agradables que se requiere para una excelente taza. Esta manera de fermentar el café se puede obtener la concentración de aromas que centralizan a un perfil que mejora las características de la calidad en taza sin daños en el grano.

En el proceso de fermentación las levaduras y bacterias poseen enzimas que actúan en la degradación de los azúcares provenientes del mucílago que producen algunos compuestos como ácido láctico, acético, CO₂ y energía (ATP), que permite la aparición de aromas y sabores agradables. Además, el mismo autor indica que las levaduras son microorganismos aeróbicos facultativos, que tienen la capacidad de sobrevivir en ambientes abiertos y cerrados, además metabolizar los azúcares y evitar la aparición de hongos que pueden afectar la calidad de la bebida (Cardona 2021 citando Samaniego 2019, p. 14, 15).

Fermentación Aeróbica

Esta manera se hace de forma abierta en presencia de oxígeno dejando que entre aire y por sí solo actúe la fermentación del café en el transcurso del tiempo, este se puede dejar al aire libre y procederá a trabajar en el fermento, siempre que se lleve un control al momento de que el café este en el proceso de llevarse a cabo la fermentación. Perfect Daily Grind, (2018, p.7), refiere que la fermentación aeróbica, sucede en presencia de oxígeno y respecto a ello señala que es: la técnica para llevar a cabo este tipo de fermentación es sencilla: simplemente se dejan las cerezas recién recolectadas en un tanque o contenedor y los microorganismos hacen su trabajo por sí solos. Debes monitorear el tiempo y la temperatura para poder controlar y analizar el proceso.

2.7. Lavado

Los diferentes tipos de lavados en café se deben realizar de manera adecuadas ya que un mal manejo de lavado se puede producir pérdidas al momento de la taza de excelencia, por ende, el café debe de quedar de una forma que el grano no este liso, este limpio sin el

mucilago. Al igual se hace una selección del grano de café en el momento de lavado ya que es el momento indicado de seleccionar el café y este pueda ser llevado a secado. Federación de Cafetero, (2020 p. 163) manifiesta que el lavado permite retirar totalmente el mucílago fermentado del grano. Use agua limpia para evitar defectos como el grano manchado, sucio, el sabor a fermento y la contaminación. El lavado puede hacerse en el mismo tanque, o pasarse al canal de correteo.

2.8. Secado

Secado natural

El secado natural del café es una práctica conocida ya que se aprovecha la energía solar como al igual que el aire, así mismo hay reducción monetaria y la calidad en café es buena. Por otra parte, esta práctica se debe llevar a cabo un buen control ya que las temperaturas altas pueden hasta llegar a quemar el café pergamino, siendo que el café debe de tener el porcentaje de humedad adecuado. Según Anacafé (2006 p. 174) se entiende que” el secamiento al sol es la práctica más común, en lugares donde puede aprovecharse la energía solar y la energía propia del aire, además los costos en inversión en equipo y los costos de operación son razonablemente más bajos”.

Secado mecánico

El secado mecánico es uno más de los métodos que se utiliza para secar el café Anacafé, (2006) expresa “Se realiza a través de secadora tipo Guardiola de diferentes capacidades en zonas de condiciones climáticas limitantes. Es preferible combinar el escurrimiento del grano (en patio) con un sistema mecánico tipo Guardiola” (p. 174). Este método se define como una máquina útil para zonas que se limitan a las temperaturas ambientales o zonas muy húmedas ya que este mecanismo expulsa aire caliente y se logra homogenizar cada grano de café y este pueda ser almacenado, conservando así la calidad.

2.9 Análisis de la Calidad física de los granos de café

La calidad física de cada característica de los granos consiste en la separación por tamaño, así mismo considerando aquellos que presentan daños o defectos en los mismos ya que cada grano es seleccionado dejando solo la mejor calidad sin defecto alguno. El análisis físico del

café se realiza de manera visual, con mismos aspectos y características que determinando una valoración de los defectos del café, la cantidad de almendra sana, su porcentaje de humedad y rendimiento total para determinar una mejor calidad del café y pueda ser comercializado.

Por tanto, el análisis de calidad física de los granos se divide en dos grupos:

- a) **Granulometría de los granos.** una muestra de café oro por tratamiento y replica, para realizar el proceso de la separación de los granos por tamaño conocido como Cribado, donde el grano oro es pasado por una serie de bandejas o zarandas con diferentes diámetros de perforación que oscilan de criba 14 a criba 20, lo cual determinara el tamaño del grano de café oro sin escoger.
- b) **Granos dañados.** En esta fase, los Granos dañados es considerado aquellos en los que los granos que presentan daños de la despulpadora y trillo, defectos físicos, como diversificación del color, forma del grano (grano caracol, triangular y monstruos), café quebrado o restos de pulpas deben ser eliminados (Cardoza & Jimenez 2007, p. 22).

El aspecto más importante evaluado dentro de la calidad física del café se determina por el conjunto de características químicas, microbiológicas, físicas y organolépticas. La calidad física del café se establece a través de la visualización, con una valoración de los defectos del café verde, así como la evaluación de su aspecto general. La calidad física del café se define como la cantidad de almendra sana, El precio del café obtenido en la comercialización depende de la calidad del café que se lleve al punto de compra.

Análisis en porcentajes para medir la calidad del grano:

- a) **Porcentaje de humedad:** debe estar entre el rango de 10% al 12%.
- b) **Porcentaje de almendra sana:** es la cantidad de granos sanos, sin algún defecto presente en una cantidad determinada de café.
- c) **Factor de rendimiento:** es la cantidad de café pergamino seco que se necesita para obtener un saco de 70 kilogramos de café excelso (Pabon & Osorio 2019, p, 172).

2.10 Tostado de café

Al momento de tueste el café debe de obtenerse en un punto exacto y los sabores sean captados con una mayor concentración agradable ya que este debido a que su nivel de tueste no sea el adecuado puede llegar al punto de tener alteraciones en el gusto o sabor del café. Este proceso de tostado en el café se obtienen características organolépticas diversas que el grano de café maduro podrá obtener un efecto más agradable en la taza con sabores diversos y gustativos.

El tostado es un proceso físico químico a través del cual las características iniciales de la materia prima café verde son alteradas para producir otros componentes, balanceando el sabor, la acidez, el sabor residual y el cuerpo del café de acuerdo a la necesidad del tostador y al gusto del cliente (Infocafé ,2017 p.1).

2.10.1 Cambios producidos por el proceso de tueste

Durante el tueste se producen muchos cambios en el grano de café, esto hará que cambien al momento de ser evaluado en la taza, su concentración y su finalidad serán de gustos diferentes.

La mayor concentración de tueste y su punto óptimo otorga al café un sabor suave y acaramelado, se alcanza incluso a niveles de tostado de niveles bajos.

- a) Pierde peso, alrededor del 15-20%, debido en gran parte a la evaporación de su humedad y en menor parte de otros componentes.
- b) El grano aumenta de volumen, entre un 100 y un 130% en función del tiempo de tueste.
- c) Su color amarillo verdoso se transforma en un marrón, más o menos oscuro en función del grado de tueste escogido.
- d) Los azúcares han sido caramelizados.
- e) Se han creado más de setecientos nuevos compuestos aromáticos responsables del gusto y la degradación de los aminoácidos ha dado lugar a *oxazol* y a *pirazina* en diferentes cantidades, responsables entre otras reacciones, del aroma del café.
- f) Disminuyen los azúcares y los ácidos cloro génicos, aumentan las sustancias grasas debido a las altas temperaturas.

- g) Además, una vez tostado el café, éste tiene un alto contenido de gases, que hace difícil (pero no imposible) que podamos preparar el café inmediatamente. Estos gases se desprenden de forma rápida en las primeras horas y van decreciendo de forma continuada en un proceso que puede llegar a durar hasta 20 días.
- h) La acidez decrece gradualmente (Infocafé, 2017, p. 15, 17).

Durante este proceso de tueste, los granos de café pasan de verde a amarillo, de marrón claro a oscuro y de marrón más oscuro a negro. Por lo tanto, normalmente la mayoría de los tostadores diferencian su nivel de tueste y el grado en el que se desea dejar. El grado de tueste en la figura N° 1 se puede clasificar de manera general en el café color claro 95 a 75, medio 65 a 55 y oscuro 45 a 25 como se puede observar en la figura.

Ilustración 1: Niveles de tueste



Fuente: (Sanchez, 2018)

2.11 Descripción de las características organolépticas

2.11.1 Calidad del café

Según Estrada (2005), Citando a Shankaranarayana y Abraham (1986) afirman que “la calidad de café se refiere a las cualidades o característica del grano de café y de su infusión por tanto si será o no una bebida agradable por las personas, esto involucra sensaciones olfativas, gustativas y, táctiles” (p, 8). El análisis de calidad de café se determinará por 2 factores esenciales los cuales son: El análisis de calidad en físico del grano, el análisis de calidad en taza, si tomamos en cuenta estos dos factores son los claves para tener una excelencia en la calidad de café.

2.11.2 Aroma

Según menciona Guzmán y Centeno (2007) citando Becker y Freytag (1992, p. 23, 24) “el aroma es una de las principales cualidades del café que denota su sabor, esta es una de la categoría utilizada por los catadores profesionales de café (catadores) y es determinado por los componentes olfativos”. El aroma del café está concentrado en su grano ya sean granos verdes o rojos que se llama cerezo en el cual cada aroma es esencial este sabor se desarrolla al momento de tostado y procesado para su pronta degustación.

2.11.3 Sabor

“Para muchos un buen café es aquel donde el sabor se equilibra y ninguno predomina sobre el otro, sin embargo, existen cafés con características gustativas específicas que las hacen merecedores de premios a nivel mundial por su excelente calidad” (Bernal, 2021). Las variedades de café tienen diferentes sabores cabe destacar que hay variedades para taza de excelencia y otras para producción de semilla, para los consumidores un buen café es de acuerdo al sabor que este tenga y se caracterice sin predominar algún otro teniendo como si la perspectiva del gusto del cliente.

2.11.4 Acidez

La caracterización de la acidez en el café refiere a varios componentes en el cual hacer la diferencia en aroma o sabores hace que esta caracterización sea aún más exponencial al momento de catación. La acidez dependerá del tipo o variedad de café que se vaya a catar al igual que la valoración del grano que se tome como muestra. Forúmcafé, (2020) menciona que una acidez positiva en el café es refrescante, afrutada, elegante, le da dimensión al sabor y al cuerpo del café. Mientras que una mala acidez es aguda, punzante, agria, astringente, vacía el café en el sentido que se convierte en el absoluto protagonista eliminando el resto de sabores.

2.11.5 Cuerpo

Para Mamani, (2021) citando Lingle, expresan que “El término cuerpo es utilizado para describir la sensación del café en la boca básicamente, se determina al deslizar suavemente la lengua a través del cielo de la boca, provocando una sensación táctil” (p, 21). Para obtener

una excelencia en la taza del café es muy importante hacer una captación de calidad en el cual se refiere a tener aroma, sabor, dulzura, consistencia en el cual será una base fundamental.

2.12 Diseño experimental y análisis estadístico

Esta técnica estadística de varianza hacia un modelo experimental, Según Pulido (2008) menciona que el diseño experimental es precisamente la forma más eficaz de hacer pruebas, consiste en determinar cuáles pruebas se deben realizar y de qué manera, para obtener datos que, al ser analizados estadísticamente, proporcionen evidencias objetivas que permitan responder las interrogantes planteadas y de esa manera clarificar los aspectos inciertos de un proceso, resolver un problema o lograr mejoras. Algunos problemas típicos que pueden resolverse con el diseño y el análisis de experimentos son los siguientes:

1. Comparar a dos o más materiales con el fin de elegir al que mejor cumple los requerimientos.
2. Comparar varios instrumentos de medición para verificar si trabajan con la misma precisión y exactitud.
3. Determinar los factores (las x vitales) de un proceso que tienen impacto sobre una o más características del producto final.
4. Encontrar las condiciones de operación (temperatura, velocidad, humedad, por ejemplo) donde se reduzcan los defectos o se logre un mejor desempeño del proceso.
5. Reducir el tiempo de ciclo del proceso.
6. Hacer el proceso insensible o robusto a oscilaciones de variables ambientales.
7. Apoyar el diseño o rediseño de nuevos productos o procesos.
8. Ayudar a conocer y caracterizar nuevos materiales (pág. 4)

2.13. Análisis sensorial de café producido bajo diferentes procesos de fermentación

Al hacer la fermentación en café, conlleva a tener una excelente taza de calidad en el cual cumpla los estándares de calidad como el aroma, sabor, y acidez o dulzura en este proceso.

Este aspecto es valorado por equipos profesionales que muestran la calidad como tal, ya que es un análisis que muestra las principales características del café ya en taza. Este proceso dependerá de varias fases en el que se encuentre el café, este comienza desde el manejo que se le da en el beneficio húmedo hasta llegar a catación.

El análisis o evaluación sensorial según Puerta, (2012 p.1), describe que es una disciplina científica usada para describir, medir, analizar e interpretar las características del café, que son percibidas por los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y oído). Durante el beneficio de café, los granos despulpados se mantienen hasta su lavado, inmersos en el mucílago fermentado, que contienen los diversos productos de la fermentación, mediante la práctica del proceso de fermentación, lavado y secado controlados, se obtienen bebidas de café con aromas y sabores de buena calidad y especiales, en donde ocurre varios procesos, básicamente las levaduras y las bacterias del mucílago.

3.14 Análisis en el perfil de azúcares

Los azúcares son constituyentes del mucílago por lo cual debido al proceso de fermento en esta composición existan modificaciones o cambios naturales que al momento de taza se obtengan distintas características organolépticas que cambien la taza de café. Estos cambios pueden trascurrir mediante la degradación de la fase en la que el mucílago se desprende del grano.

Durante el proceso de fermentación natural en el café, según Betanco, (2015) menciona que existen diversos procesos biológicos en lo que las enzimas producidas por la levadura y las bacterias comienzan a descomponer los azúcares del mucílago por tanto el azúcar degrada sus lípidos, proteínas y ácidos que viene a cambiar tanto en taza el aroma, acidez, cuerpo, fragancia, sabor, suavidad, dulzura y un balance de los diferentes aspectos del café en la taza.

2.15 Marco legal

Internacional

2.16 Acuerdo Internacional del Café de 2007 International Coffe Organization (ICO)

El Acuerdo Internacional del Café de 2007, el séptimo tratado cafetero desde 1962, fue convenido por los 77 Miembros del Consejo Internacional del Café reunidos en Londres el 28 de septiembre de 2007. Fue oficialmente adoptado por el Consejo en virtud de la Resolución Número 431 y entró en vigor definitivamente el 2 de febrero de 2011. Los Miembros son Gobiernos exportadores y Gobiernos importadores (incluida la Unión Europea con 27 Estados miembros), y seis nuevos Miembros (Liberia, Sierra Leona, Túnez, Turquía y Yemen) están entre los Gobiernos que han llevado a término los trámites de afiliación al Acuerdo de 2007 (ICO, 2007).

2.17 Marco jurídico del sector cafetalero Colombia

Además del Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 a continuación se relacionan algunas de las normas legales y reglamentarias más relevantes en materia de recursos naturales renovables, medio ambiente y relativos al sector cafetero.

La Constitución política de 1991 estableció un conjunto importante de derechos y deberes del Estado, las instituciones y los particulares en materia ambiental, enmarcado en los principios del desarrollo sostenible. Los artículos 8, 79 y 80 de la Constitución Política señalan que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, fomentar la educación para el logro de estos fines, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Que así mismo, el artículo 8 y el numeral 8 del artículo 95 de la Constitución Política disponen que es obligación de los particulares proteger los recursos naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano. En caso de violación de lo dispuesto en las citadas normas y en la demás normatividad ambiental vigente dará lugar a la imposición de las

medidas preventivas y sancionatorias previstas en el Artículo 85 de la Ley 99 de 1993 (federación de cafetaleros, 2020).

2.18 Análisis comparativo del marco jurídico e institucional en Centroamérica

Los países centroamericanos tienen una vasta experiencia fortaleciendo la institucionalidad del rubro cafetalero. Se puede observar la flexibilidad en los cambios que se han ido introduciendo a lo largo de cinco décadas. Dichos cambios normalmente han respondido a problemas coyunturales propios de la caficultura, como son volatilidad de precios y la afectación por plagas y enfermedades, por lo que la conformación de cada una de las instituciones, leyes y normativas que regulan el rubro responden a necesidades propias de cada país. Los países de la región que más estabilidad institucional muestran son: Costa Rica, Guatemala y Honduras. El Salvador, por el contrario, representa a un país cuya institucionalidad se vio socavada en la década de los 80's y desde entonces el rubro declinó estrepitosamente. Los aspectos clave a comparar en las instituciones que lideran y ejecutan las políticas nacionales de café son sus objetivos, la composición de sus cuerpos directivos y sus fuentes de financiamiento (Nicafe, 2019, p. 20).

2.19 Institucionalidad en el sector cafetalero de Costa Rica

El historial del marco institucional en Costa Rica data desde el año 1961, cuando se promulgó la Ley 2762: “Ley sobre Régimen de Relaciones entre productores, beneficiadores y exportadores de café”, la cual provee las definiciones de los actores claves en el rubro cafetalero y las condiciones generales bajo las cuales éstos deben interactuar. Adicionalmente, el sector cuenta con el Reglamento a la Ley 2762 y el Reglamento de Administración de Bienes Muebles (Nicafe, 2019, p. 21).

2.20 Institucionalidad en el sector cafetalero de Guatemala

La política cafetalera en Guatemala se rige por el Decreto Número 16-69 aprobado en abril de 1969, correspondiente a Ley del Café, a través de la cual se crean y establecen las disposiciones generales de las dos principales Instituciones del gremio en este país: el Consejo de Política Cafetalera y la Asociación Nacional de Café (ANACAFE). Por su parte, el Consejo define la política cafetalera y para sus efectos está constituido por el Ministro de

Agricultura, Ministro de Economía, Ministro de Hacienda y Crédito Público, Ministro de Relaciones Exteriores, presidente de la Junta Monetaria y Presidente de la Asociación Nacional del Café (Nicafe, 2019, p. 23).

2.21 Institucionalidad en el sector cafetalero de Honduras

Honduras cuenta con tres instituciones principales: El Consejo Nacional del Café (CONACAFE), el Instituto Hondureño del Café (IHCAFE) y el Fondo Nacional Cafetalero. CONACAFE fue creado en el año 2000 mediante decreto legislativo No. 145-2000 como una entidad pública-privada que define la política cafetalera de Honduras y asesora al Presidente de la República en la implementación de la misma (Nicafe citando IICA, 2019, p.24).

2.22 Institucionalidad en el sector cafetalero de El Salvador

Entre el período de 1955 -1975, El Salvador contó con el Instituto Salvadoreño para Investigaciones de Café (ISIC), época en la que el país obtuvo el mayor rendimiento por hectárea en el mundo: en 1967 el país producía en promedio 16.29 qq/mz, mientras que para el año 2016 dichos rendimientos se redujeron a 4.29 qq/mz (FAO, 2018). Luego, en 1981, el gobierno de El Salvador cerró el Instituto y al siguiente año aprobó el Decreto Legislativo No. 124 para reabrirlo, pero esta vez bajo la conducción del sector público. Para la ejecución de los aspectos tecnológicos de la caficultura, el Gobierno contrató los servicios privados de PROCAFÉ, pero a partir del 2012 se terminó el contrato con dicha institución y se trasladó la responsabilidad de investigaciones y desarrollo al Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdoba” (CENTA). Desde entonces, el CENTA ejecuta las políticas que tienen que ver con la tecnología (Nicafe, 2019, p. 25).

2.23 Políticas del sector café en Nicaragua

La política orientada al sector café obedece a los lineamientos y objetivos generales del Plan de Producción, Consumo y Comercio, que se elabora anualmente y contiene de forma específica la ejecución del Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH) correspondiente a la parte agropecuaria de la sección de desarrollo socio-productivo. En el primero se incluyen las proyecciones productivas de café para cada año, medidas de protección al medio ambiente

como el cultivo de café bajo sombra y la dirección de la parte institucional como el establecimiento de un modelo de alianzas y el campo de acción del CONATRADEC. A su vez, lo contenido en el Plan de Producción, Consumo y Comercio se fundamenta en la Ley 853 y su reforma (Ley 948), dirigido a la transformación y desarrollo de la caficultura. A partir de la Ley 948 se crea la Estrategia Nacional para la Transformación de la Caficultura Nicaragüense (ENTCN) 2017-2021 sobre la que se desarrollan los programas y proyectos dirigidos a la actividad cafetalera y de la cual pasa a formar parte el PNTDC (Nicafé, 2019, p. 27, 28).

2.24 PREGUNTAS DIRECTRICES

Pregunta General

¿Qué efecto tiene la levadura en fermentación de café en cuanto a consumo de agua y facilidad de lavado en el beneficio húmedo de la Finca San Jorge, Comarca San Pablo, San Ramón – Matagalpa cosecha 2022 - 2023?

Pregunta Específicas

¿Cuál es el impacto que tiene el uso de levadura en la fermentación de café sobre reducción de consumo de agua en la finca San Jorge?

¿Cuál es el efecto de uso de levadura en fermentación de café y la relación con el recurso hídrico de la Finca San Jorge?

¿Cómo se demuestra el ahorro de agua respecto al experimento?

HIPÓTESIS 1

Hipótesis de investigación (H_i)

El efecto del uso de levadura en fermentación de café permite el consumo de agua en el beneficio húmedo de la Finca San Jorge, Comarca San Pablo, San Ramón – Matagalpa cosecha 2022 – 2023.

Hipótesis nula (H₀)

El efecto del uso de levadura en fermentación de café no permite el consumo de agua en el beneficio húmedo de la Finca San Jorge, Comarca San Pablo, San Ramón – Matagalpa cosecha 2022 – 2023.

Hipótesis alternativa (H_a)

El efecto del uso de levadura en fermentación de café permite de manera positiva el consumo de agua en el beneficio húmedo de la Finca San Jorge, Comarca San Pablo, San Ramón – Matagalpa cosecha 2022 – 2023.

HIPÓTESIS 2

Hipótesis de investigación (H_i)

El efecto del uso de levadura en fermentación de café permite la facilidad y duración de lavado en el beneficio húmedo de la Finca San Jorge, Comarca San Pablo, San Ramón – Matagalpa cosecha 2022 – 2023.

Hipótesis nula (H₀)

El efecto del uso de levadura en fermentación de café no permite la facilidad y duración de en el beneficio húmedo de la Finca San Jorge, Comarca San Pablo, San Ramón – Matagalpa cosecha 2022 – 2023.

Hipótesis alternativa (H_a)

El efecto del uso de levadura en fermentación de café permite de manera positiva la facilidad y duración de lavado en el beneficio húmedo de la Finca San Jorge, Comarca San Pablo, San Ramón – Matagalpa cosecha 2022 – 2023.

HIPÓTESIS 3

Hipótesis de investigación (H_i)

El efecto del uso de levadura en fermentación de café no afecta el peso del grano en el beneficio húmedo de la Finca San Jorge, Comarca San Pablo, San Ramón – Matagalpa cosecha 2022 – 2023.

Hipótesis nula (H₀)

El efecto del uso de levadura en fermentación de café afecta el peso del grano en el beneficio húmedo de la Finca San Jorge, Comarca San Pablo, San Ramón – Matagalpa cosecha 2022 – 2023.

Hipótesis alternativa (H_a)

El efecto del uso de levadura en fermentación de café no afecta de manera negativa el peso del grano en el beneficio húmedo de la Finca San Jorge, Comarca San Pablo, San Ramón – Matagalpa cosecha 2022 – 2023.

CAPITULO III

3.1 DISEÑO METODOLÓGICO

3.2 Ubicación del estudio

El estudio se realizó en la finca San Jorge, localizada en el Departamento de Matagalpa municipio de San Ramón, a 145 km al norte de la capital Managua. Las comunidades colindantes a la finca son: al norte Santa Emilia, al sur San Pablo, al este San Francisco y al oeste San José. El estudio realizado en la Finca cafetalera San Jorge consta aproximadamente con 200 mz de café, sus propietarios Odell Javier Calero Herrera y Dulce María Araica Amador con localización departamental de Matagalpa, en la comarca San Pablo con alturas entre 789 msnm – 1137 msnm, así mismo la altura del beneficio donde se hizo la investigación es de 836.2 msnm con latitud norte 12,95696 y longitud oeste – 85,8753333 datos levantado con GPS donde se hizo dicho estudio (Anexo 1).

Ilustración 2: Localización del área de estudio



Fuente: Google Earth (2022)

3.3 Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental con enfoque cuantitativo y descriptivo. Es cuantitativo debido a que se trabajó con datos medibles a partir de la recopilación de datos obtenidos en campo como el nivel de duración en fermentación, consumo de agua en lavado. Es descriptivo, porque debido a que la investigación se realizó con la incorporación de levaduras sabremos los efectos y en que escala se encuentra el peso del grano de café y facilidad de lavado en el periodo transcurrido.

3.4 Población y muestra

Se muestra la descripción de los tratamientos que se utilizó para modelo experimental en la tabla siguiente:

Tabla 1. Descripción de tratamientos con el uso de levaduras en la finca san Jorge

Tratamiento	Descripción	Repeticiones
CLAL	Con levadura (1g/kg), recipiente abierto, lavado	3
CLCL	Con levadura (1g/kg), recipiente cerrado, lavado	3
CLCSL	Con levadura (1g/kg), recipiente cerrado, sin lavado	3
SLAL	Sin levadura, recipiente abierto, lavado	3
SLCL	Sin levadura, recipiente cerrado, lavado	3
SLASL	Sin levadura, recipiente abierto, sin lavado	3

Fuente: Elaboración propia

La población del estudio comprende la finca San Jorge, es decir se trata de una sola unidad de producción, localizada en el municipio de San Ramón. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) Se realizó tres repeticiones por tratamiento (estás fueron las fechas de corte); para un total de 18 unidades experimentales.

3.5 Tipo de muestreo

Muestreo aleatorio simple teniendo en si los indicadores de las variables que se quiere muestrear ya que se determinó el tamaño de la muestra y los números de individuos que se efectuó las repeticiones.

3.6 Operacionalización de variables

Indicadores de variables de estudio

En el cuadro 2 se refleja los indicadores a utilizar ya que se determinarán factores correspondientes demostrando datos concisos y precisos que se obtendrá en la investigación experimental, que estos nos permitirán obtener un registro del estudio en la misma (Anexo 2).

Tabla 2. Operacionalización de variables

Objetivo		Variables	Indicador	Medición	Instrumentos
Evaluar el efecto del uso de levaduras en el proceso de fermentación en cuanto a reducción de agua, tiempo en lavado y peso de granos.	Identificar el efecto de levaduras en la reducción de consumo de agua para lavado.	Reducción de consumo de agua para el lavado.	Lavado de café fermentado	En reducción de consumo de agua en lavado, se medirá en litros, el método que se utilizara es de volumetría.	Café Recipientes Envase volumétrico Agua
	Determinar el efecto del uso de levaduras durante la fermentación en la facilidad y duración de lavado.	Facilidad y duración de lavado	Uso de levadura Tiempo de fermentación	Tiempo en fermentación se determinará en 18hrs correspondiente, determinando la facilidad de lavado al momento de lavarse a mano el café.	Cronometro Levadura Observación directa Hoja de campo lápiz Calculadora
	Cuantificar el efecto de uso de levaduras sobre el peso de granos.	Peso de grano		El peso del volumen del grano de café se toma en kg	Pesa

Fuente: Elaboración propia

3.7 Métodos y técnicas para el análisis de datos

En el procedimiento se utilizó recipientes para la fermentación, baldes plásticos con capacidad de dos kilogramos de café. Se usó 1 gr/levadura por cada kilogramo de grano despulpado. Se necesitó 18 baldes; nueve de ellos no requieren de tapa. Cada balde representó una unidad experimental.

Se aplicó encuesta a propietarios y encargados de la finca los cuales poseen criterios considerables en cuanto a beneficiado húmedo y utilización de hoja de campo permitiéndonos recopilar información acerca del estudio (Anexo 3 y 4).

En los datos obtenidos se evidencia, por medio de las guías fotográficas realizada en campo que permiten la validez del estudio en la Finca San Jorge (Anexo 5).

En el caso de factor (fermentación en ambiente cerrado), se necesita adicionar un tercio de la capacidad del contenedor con agua para promover la anaerobiosis durante la fermentación. El proceso de fermentación se evaluó en (nivel de duración): a las 18 horas y en ambos métodos de fermentación (abierto y cerrado), (Anexo 5, fotografía 5).

Lavado del café: Al finalizar el proceso de fermentación según nivel de duración (18 horas, respectivamente), se procedió a realizar el lavado del café (solo para los tratamientos con lavado), con el propósito de remover el mucílago del grano post-fermentado. Para remoción del mucílago se introduce cada muestra dentro de un contenedor realizando lavados continuos agitando la masa de café removiendo el mucílago. Los lavados se realizaron hasta el punto donde el agua no cambie su tonalidad cristalina natural. (Anexo 5, fotografía 7).

Los datos se analizaron por medio de un estudio de varianza (ANDEVA), con el uso un modelo general lineal (GLM) y una separación de medias ajustadas (LS-MEANS). El nivel de significancia utilizado fue de 95%. Para los análisis estadísticos se utilizó Infostat.

Secado de granos: El proceso de secado del grano se realizó después del lavado del café, siguiendo tratamiento de café especial. El secado se realizó con restricción de luz de tal manera que los granos fueron colocados dentro de sacos de yute, esparcidos en el interior de los sacos cuidando que se forme una capa delgada (1.5 cm de grosor). El objetivo de este secado es evitar el contacto directo del sol con el grano y prolongar el tiempo de secado para evitar daños en el mismo.

CAPITULO IV

4.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan resultados obtenidos en la fase de campo realizada con diversos muestreos en la zona de estudio, se inició el primer muestreo el día 21 de noviembre del 2022, el segundo el 28 de noviembre del 2022 y finalmente el 16 de enero del 2023 Correspondiente a la evaluación al efecto del uso de levaduras en el proceso de fermentación de café.

Tabla 4. Resultados de primer muestreo en consumo de agua y peso de grano en finca San Jorge.

CON LEVADURA							
Fecha de ejecución del experimento		Peso húmedo después de lavado (kg)			Consumo de agua por cada repetición en litros	No. de repeticiones	Gasto total de agua
21/11/2022		Rep1	Rep2	Rep3			
Tratamiento	Fecha	Rep1	Rep2	Rep3			
CLAL	22/11/22	0.73	0.73	0.73	3	3	9
CLCL		0.73	0.73	0.73	3.2	3	9.6
CLCSL		1.0	1.0	1.0	0.0	3	0.0

SIN LEVADURA							
Fecha de ejecución del experimento		Peso húmedo después de lavado (kg)			Consumo de agua por cada repetición en litros	No. de repeticiones	Gasto total de agua
21/11/2022		Rep1	Rep2	Rep3			
Tratamiento	Fecha	Rep1	Rep2	Rep3			
SLAL	22/11/22	0.73	0.73	0.73	3	3	9
SLCL		0.73	0.73	0.73	3.2	3	9.6
SLASL		1.0	1.0	1.0	0.0	3	0.0

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

Se evaluó el primer muestreo, los primeros tratamientos con levadura presentaron las siguientes características: el primer tratamiento fue más fácil en el momento de su lavado y que soltó más rápido el mucilago, el segundo tratamiento su aroma fue agrio suave con facilidad de lavado, con un mayor componente de grumo. El tercer tratamiento posee un aroma agrio fuerte, es pegajoso ya que este es sin lavado. Los últimos 3 tratamientos sin levadura a diferencia de los primeros, presentaron diferencia en el aroma es decir un aroma muy común en la mayoría del café. En todos los tratamientos, el peso se redujo de 1 kg a 0.73 kg debido que al momento de lavar se desprende el mucilago y se disminuye su peso húmedo.

En la siguiente tabla se presentan los resultados encontrados en el área de estudio para la evaluación del efecto de uso de levadura durante fermentación de café.

Tabla 5. Resultados del segundo muestreo en consumo de agua y peso de grano en finca San Jorge.

CON LEVADURA							
Fecha de ejecución del experimento		Peso húmedo después de lavado (kg)			Consumo de agua por cada repetición en litros	No. de repeticiones	Gasto total de agua
28/11/2022		Rep1	Rep2	Rep3			
tratamiento	Fecha	Rep1	Rep2	Rep3			
CLAL	29/11/22	0.538	0.542	0.547	1.06	3	3.18
CLCL		0.564	0.561	0.559	0.90	3	2.7
CLCSL		1.0	1.0	1.0	0.0	3	0.0

SIN LEVADURA							
Fecha de ejecución del experimento		Peso húmedo después de lavado (kg)			Consumo de agua por cada repetición en litros	No. de repeticiones	Gasto total de agua
28/11/2022		Rep1	Rep2	Rep3			
Tratamiento	Fecha	Rep1	Rep2	Rep3			
SLAL	29/11/22	0.651	0.593	0.578	1.36	3	4.08
SLCL		0.572	0.588	0.593	1.20	3	3.6
SLASL		1.0	1.0	1.0	0.0	3	0.0

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

En la segunda evaluación se recolectó los mismos datos, Se logró determinar que los 3 tratamientos con levadura tenían la misma textura y aroma en el café fermentado. Uno de los hallazgos más sobresalientes se refiere a la reducción significativa en el consumo de agua en los tratamientos CLAL (Con Levadura Abierto Lavado) y CLCL (Con Levadura Cerrado Lavado). Para el caso de los últimos tratamientos CLCSL (Con Levadura Cerrado Sin Lavado) y SLCL (sin levadura cerrado lavado) no se utilizó agua y el mucilago se desprende fácilmente, estos tratamientos presentan un aroma muy agradable.

Posteriormente, se detallan los resultados logrado para la valoración de las variables utilizada en la zona de estudio.

Tabla 6. Resultados en el tercer muestreo en consumo de agua y peso de grano en finca San Jorge.

CON LEVADURA							
Fecha de ejecución del experimento		Peso húmedo después de lavado (kg)			Consumo de agua por cada repetición en litros	No. de repeticiones	Gasto total de agua
tratamiento	Fecha	Rep1	Rep2	Rep3			
16/01/2023							
CLAL	17/01/23	0.735	0.733	0.734	1.0	3	3.0
CLCL		0.765	0.765	0.764	1.5	3	4.5
CLCSL		1.0	1.0	1.0	0.0	3	0.0

SIN LEVADURA							
Fecha de ejecución del experimento		Peso húmedo después de lavado (kg)			Consumo de agua por cada repetición en litros	No. de repeticiones	Gasto total de agua
Tratamiento	Fecha	Rep1	Rep2	Rep3			
16/01/2023							
SLAL	17/01/23	0.788	0.787	0.786	1.7	3	5.1
SLCL		0.788	0.789	0.788	2.0	3	6.0
SLASL		1.0	1.0	1.0	0.0	3	0.0

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

Los resultados de consumo de agua, obtenidos en la valoración de parámetros utilizados en campo que se muestran en los cuadros N°: 4, 5, y 6 en los estándares antes mencionados de las características del muestreo 1, 2, y 3 con respectos al uso de levaduras, en consumo de agua se logró resultados con un promedio óptimo de 1 litro en 1kg de café pergamino siendo así que se define medio litro por libra de café despulpado, sin embargo de manera general en los tratamientos de los muestreos antes mencionados el consumo de agua sin el uso de levadura aumenta 0.5 litros con relación al uso de levadura puesto así que define un promedio de 1.5 litros en 1kg de café, por lo tanto brinda un grado de alteración aceptable ya que se evidencia que en la finca el gasto de agua general por día es de 1.5 litros por libras mientras que con el experimento llegamos a lavar 3 libras con esa misma cantidad por consiguiente es gratificante que dicho trabajo muestre datos relevantes que conlleven a la disminución y ahorro de agua en las fincas cafetaleras.

Tabla 7. Clasificación de consumo de agua y facilidad de lavado

Tratamiento	Nivel	Descripción del resultado
CLAL	Alto	Menor cantidad de agua en su consumo y mayor facilidad de lavado
CLCL	Medio	Menos consumo de agua y fácil lavado
SLAL	Bajo	Mayor consumo de agua y facilidad lavado
SLCL	Muy bajo	Exceso en consumo de agua y facilidad lavado

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

Los resultados muestran efecto del uso de levaduras sobre consumo de agua y facilidad de lavado en los tratamientos CLAL (con levadura abierto lavado) como también CLCL (con levadura cerrado lavado) donde la descripción del resultado brindó un nivel alto y medio respecto a los tratamientos antes mencionados, mientras que SLAL (sin levadura abierto lavado) y SLCL (sin levadura cerrado lavado) se obtuvieron un nivel bajo y muy bajo respectivamente reflejado en el cuadro anterior, por lo tanto, vemos asimismo que tienen similitud en gasto de agua y facilidad de lavado.

Es importante señalar los resultados promedios que se encontró con respecto a las variables, resaltando que se realizaron con los tres diferentes muestreos que se llevaron a cabo en la finca San Jorge.

Tabla 8. Resultados promedios de la evaluación en consumo de agua y peso de grano en finca San Jorge.

CON LEVADURA								
Tratamiento	Peso café lavado (kg)				Agua promedio (l/kg)			
	M1	M2	M3	PROM	M1	M2	M3	PROM
CLAL	0.73	0.542	0.734	0.669	3.00	1.06	1.00	1.69
CLCL	0.73	0.561	0.765	0.685	3.20	0.90	1.50	1.87
CLCSL	1	1.000	1.000	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00

SIN LEVADURA								
Tratamiento	Peso café lavado (kg)				Agua promedio (l/kg)			
	M1	M2	M3	PROM	M1	M2	M3	PROM
SLAL	0.73	0.607	0.787	0.708	3.00	1.36	1.70	2.02
SLCL	0.73	0.584	0.788	0.701	3.20	1.20	2.00	2.13
SLASL	1	1.000	1.000	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

El análisis estadístico de los tratamientos empleados con levadura en dos niveles (abierto y cerrado) desarrolla perfiles proximales y de azúcares que se distinguen del sistema tradicional en calidad de taza, el sistema de fermentación abierto presenta mayor crecimiento que el sistema cerrado, esto se debe a que un sistema de fermentación abierto permite el crecimiento de microorganismos exógenos. Mientras que, el sistema cerrado restringe el crecimiento de los mismos y permite el desarrollo de las cepas inoculadas como cultivo inicial (Piraval & Cruz, 2018, p. 9,10,11).

Los resultados promedios muestran que el uso de levadura en la fermentación de café contribuye de manera sustancial en la reducción del consumo de agua. Al comparar el consumo de agua entre uso de levadura y sin levadura. Este último registra incremento de más de 19% en el consumo de agua.

El hecho de fermentar café haciendo uso de levadura en recipiente cerrado contra uso de levadura, pero abierto, presenta un efecto muy llamativo, aunque el consumo sigue siendo mayor, este se reduce a cerca de 14%. Este resultado se explica por el hecho de mantener una mayor temperatura en recipiente cerrado con lo cual se acelera proceso de fermentación y se facilita el lavado posterior.

El proceso de lavado de café se hace más fácil con la utilización de levadura, reduciendo los tiempos de lavado, al facilitar desprender el mucilago de los granos. Esto tiene un efecto favorable en la reducción de costos de mano de obra, pero además reduce en menor maltrato del grano con contacto entre concreto de los canales y las palas utilizadas para el lavado.

4.2 Análisis estadísticos de los datos

Se determinó el análisis de varianza como también la prueba de medias Tukey en las diferentes variables de consumo de agua y peso de grano en los diversos tratamientos.

Tabla 9. Consumo de agua según tratamientos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Consumo agua	18	0.87	0.77	44.17

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20.93	7	2.99	9.29	0.0011
Tratamiento	15.19	5	3.04	9.44	0.0015
Repetición	5.74	2	2.87	8.92	0.006
Error	3.22	10	0.32		
Total	24.15	17			

Fuente: Resultado de la investigación

Al realizar análisis de varianza para determinar efecto de los tratamientos sobre variable consumo de agua, se logra determinar diferencia estadística altamente significativa (valores de p menores al 0.05) tanto para los tratamientos como para las repeticiones. En el análisis de los datos se encontró un coeficiente de variación de 44.17% y un valor del coeficiente de determinación (R²) de 0.87, lo que indica que los datos se corresponden con un modelo lineal, es decir que los tratamientos o variables independientes están relacionados de forma positiva con la variable dependiente (en este caso consumo de agua).

A continuación, se muestra la tabla de pruebas medias Tukey en determinación de las categorías A y B respecto a los tratamientos.

Tabla 11. Prueba de medias (Tukey) en consumo de agua

tratamiento	Medias	n	E.E.		
Sin levadura lavado cerrado	2.13	3	0.33	A	
Sin levadura lavado abierto	2.02	3	0.33	A	
Levadura lavado cerrado	1.87	3	0.33	A	
Levadura lavado abierto	1.69	3	0.33	A	
Sin levadura sin lavar abierto	0	3	0.33		B
Levadura sin lavar cerrado	0	3	0.33		B

Fuente: Resultado de la investigación

Para lograr identificar los tratamientos que sobresalen en cuanto al efecto sobre consumo de agua, se procedió a realizar la prueba de separación de medias (Tukey), la que dividió a los tratamientos en dos categorías (A y B). Los tratamientos con igual letra son similares entre sí. En la categoría A, se incluyeron los tratamientos SLLC, SLLA, CLLC y CLLA. Es decir que estadísticamente no se demuestra diferencias entre uso o no uso de levaduras tanto para recipientes cerrado como abierto.

Previamente se muestra en la tabla 11 los resultados obtenidos en el análisis de varianza respectivamente en la variable del peso de los granos en la finca san Jorge.

Tabla 12. *Peso de granos según tratamientos*

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Peso kg	18	0.94	0.89	6.9

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.44	7	0.06	21.06	<0.0001
Tratamiento	0.39	5	0.08	25.69	<0.0001
Repetición	0.06	2	0.03	9.48	0.0049
Error	0.03	10	3.00E-03		
Total	0.47	17			

Fuente: Resultado de la investigación

La tabla 11 refleja el análisis de varianza con respecto al efecto de los tratamientos sobre variable peso en grano, logrando determinar diferencia estadística altamente significativa (valores de p menores al 0.05) tanto para los tratamientos como para las repeticiones. En el análisis de los datos se encontró un coeficiente de variación de 6.9 % y un valor del coeficiente de determinación (R^2) de 0.94, lo que indica que los datos se correspondiente a un modelo lineal.

Tabla 13. Prueba de medias (Tukey) en peso de granos

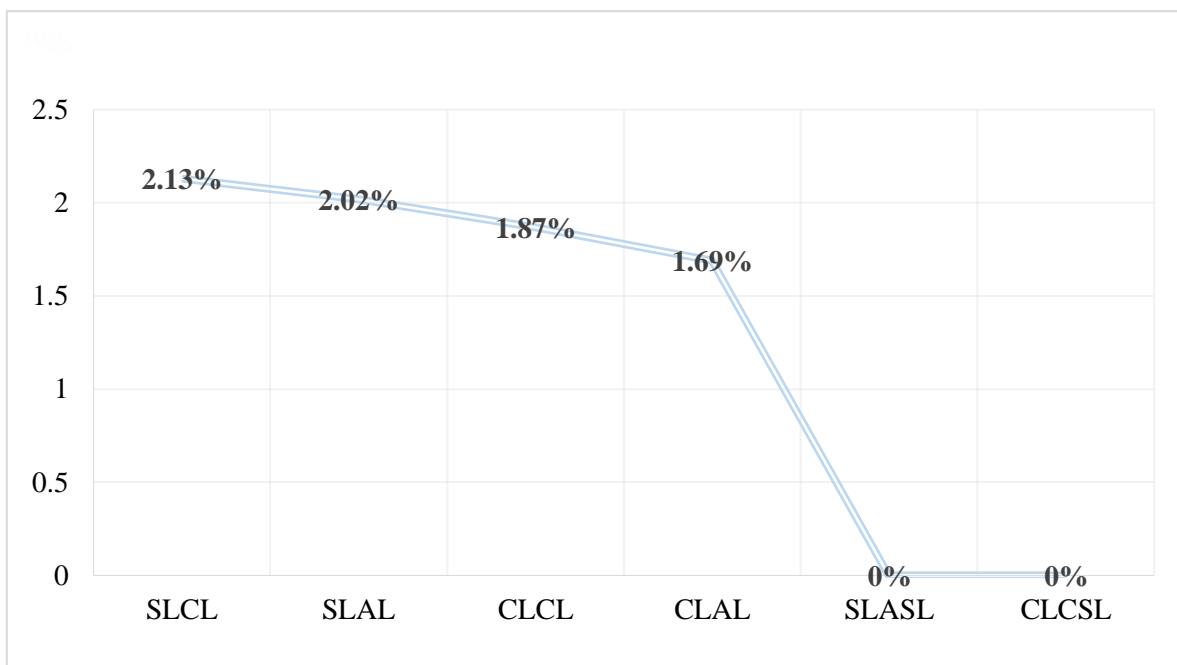
tratamiento	Medias	n	E.E.		
Sin levadura sin lavar abierto	1	3	0.03	A	
Levadura sin lavar cerrado	1	3	0.03	A	
Sin levadura lavado abierto	0.71	3	0.03		B
Sin levadura lavado cerrado	0.7	3	0.03		B
Levadura lavado cerrado	0.69	3	0.03		B
Levadura lavado abierto	0.67	3	0.03		B

Fuente: Resultado de la investigación

La separación de medias, referente a los tratamientos que sobresalen en cuanto al peso de granos, dividió a los tratamientos en dos categorías (A y B). En la categoría A, se incluyeron los tratamientos SLSLA, y CLSLC. Es decir que estadísticamente no se demuestra diferencias entre uso o no uso de levaduras tanto para recipientes cerrado como abierto en este caso ambos están sin lavar. Sin embargo, en la categoría B se encuentran los tratamientos SLLA, SLLC, CLLC Y CLLA en los que existió similitud entre todos.

Se presenta en la grafica 1 y 2 los resultados en determinacion al promedio general de los diversos muestreo en cuanto a las variables consumo de agua y peso de grano en la valoracion del efecto del uso de levadura en la fermentacion de café realizado en la zona de estudio.

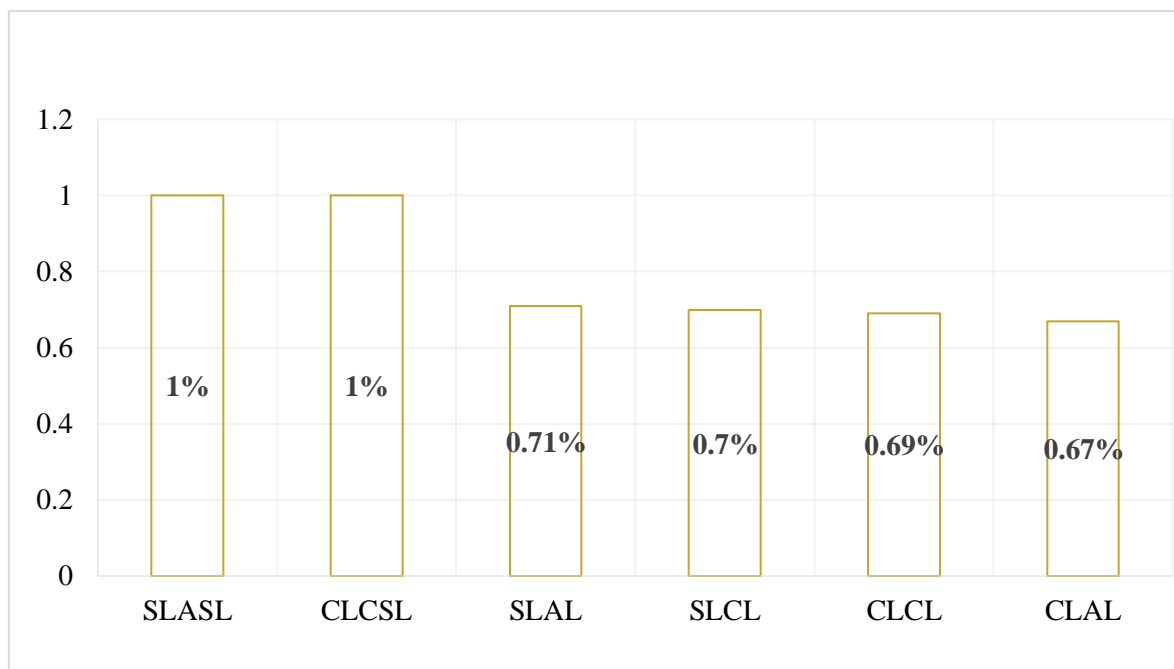
Grafico 1. Consumo de agua en los tratamientos



Fuente: Resultado de la investigación

En el grafico 1 muestra los resultados sobre consumo de agua en el área experimental que se llevó a cabo en la Finca San Jorge donde el tratamiento con mayor consumo de agua fue SLCL con un promedio de 2.13 litros, seguidamente SLAL con 2.02 litros a diferencia de los tratamientos con levadura existe un menor consumo de agua respectivamente los tratamientos CLCL con 1.87 litros y CLAL 1.69 litros siendo así que hay diferencia significativa, mientras que SLASL Y LSLC no se muestra consumo de agua porque ambos tratamientos son sin lavar.

Grafico 2. Peso de granos en los tratamientos



Fuente: Resultado de la investigación

En el grafico 2 muestra los resultados correspondientes al peso de los granos con los tratamientos como lo es SLASL Y CLCSL con un peso de 1kg cada uno, mientras que los tratamientos SLAL 0.71 kg Y SLCL 0.7 kg, por otra parte, están los tratamientos con CLCL Y CLAL con un peso de 0.69 y 0.67 kg por cada tratamiento.

CAPITULO V

5.1 CONCLUSIONES

- Mayor reducción de agua en cuanto el efecto de uso de levaduras en el proceso de fermentación, así mismo entre uso con levadura y sin levadura brindando con eficiencia promedio a más del 19% en reducción de consumo de agua.
- Mejor facilidad y duración de lavado en la fermentación de café al usar levadura obteniendo mayor eficiencia ya que el desprendimiento del mucilago se da de manera más fácil.
- Se cuantifico el peso donde se demuestra similitud entre uso y no uso de levaduras tanto para recipientes cerrado como abierto, es decir que no hay afectación al hacer el experimento, por tanto, no afecta al peso y ni daña el grano del café asimismo brinda la capacidad de emplear el trabajo en determinado tiempo, al usar la levadura en el proceso de fermentación.
- Menor contaminación hacia los recursos hídricos y de suelos, en áreas rurales y urbanas en las zonas cafetaleras por las aguas residuales ya que al reducir el consumo de agua la demanda de estas afectaciones será en porcentajes bajos a sí mismo para brindar un uso adecuado.

5.2 RECOMENDACIONES

A los propietarios de la Finca San Jorge

Replicar experimento en la cosecha del ciclo 2023-2024, realizando más muestreos que ayuden a entender variaciones que podría estar explicadas en los cambios de temperaturas y humedad relativa.

Implementar opciones que le permitan captar el mucilago en las pilas de fermento a fin de utilizarse en la preparación de biofertilizantes o como acelerar en la descomposición de la pulpa o en la elaboración de abonos orgánicos.

Realizar costo beneficio con respecto al uso de la levadura en la fermentación de café y gasto de agua por temporada en cortes de café en la finca San Jorge

A la UNAN Managua-FAREM Matagalpa

Continuar estudios en el uso de levaduras para determinar efecto en la reducción de consumo de agua en el proceso de lavado y sobre peso obtenido.

Evaluar opciones tecnológicas para facilitar fermentación, recolección de mucilago y el lavado del café una vez fermentado en la finca San Jorge.

5.3 BIBLIOGRAFÍA

- Agrotendencia. (2018). Cafe y Cafeto- Cultivo , Siembra y Manejo. Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-cafe/>
- Anacafe. (2006). Guia tecnica de caficultura. Guatemala: edicion 2006, guia tecnica de caficultura.
- Anacafe. (octubre de 2018). *Buenas practicas del beneficiado humedo del cafe*. Obtenido de <https://www.anacafe.org/bcms-media/Files/Download?id=2f31e515-41e9-45e0-9435-a9b9011b554a>
- Betanco Velásquez, W. E. (Agosto de 2015). *Calidad física-organoléptica del café (Coffea arabica L.), en manejo orgánico y manejo convencional en fincas de San Juan del Río Coco*. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria . Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3248/1/tnq04b562.pdf>
- Cafes Bernal. (3 de noviembre de 2021). Los sabores y aromas del café según su origen. Obtenido de <https://www.cafesbernal.es/los-sabores-y-aromas-del-cafe-segun-su-origen/#:~:text=Para%20muchos%20un%20buen%20caf%C3%A9,mundial%20por%20su%20excelente%20calidad.>
- cafetalero, G. a. (s.f.). (2020). 1, 2, 3. Obtenido de <https://federaciondefcafeteros.org/static/files/6Capitulo4.pdf>
- Cafetero, F. N. (2020). Cartilla, 20. Obtenido de https://caldas.federaciondefcafeteros.org/app/uploads/sites/11/2020/07/Cartilla_20-Beneficio-del-caf%C3%A9-I.-Despulpado-remoci%C3%B3n-de-mucilago-y-lavado..pdf
- Camargo Caysahuana , A., & Contreras Rodriguez, J. H. (diciembre de 2020). Influencia del proceso de fermentación del café. Obtenido de <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/prospectiva/article/download/1395/1570>
- Cárdenas Garzón, R. C., & Ortíz Prieto, J. E. (2014). *Manejo integrado del recurso agua en el beneficio húmedo*. Obtenido de <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/1265>
- Cardona Aguirre, L. Y. (27 de Abril de 2021). *Evaluación de nuevas tecnologías para el beneficio del café*. Machala. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16547/1/TTUACA-2021-IA-DE00013.pdf>
- Cardona Aguirre, L. Y. (27 de ABRIL de 2021). *Evaluación de nuevas tecnologías para el beneficio del café en la granja experimental Santa Inés*. Machala. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16547/1/TTUACA-2021-IA-DE00013.pdf>
- Cardoza Olivas, M. F., & Jimenez Meza, E. O. (2007). *Evaluacion de rendimiento del grano de cafe*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01c268.pdf>
- Caysahuana, A. C. (diciembre de 2020). Obtenido de <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/prospectiva/article/download/1395/1570>

- Cruz, I. G. (2019). Obtenido de <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/480/598>
- Duran Ramirez , F. (2010). Cultivo del cafe. En F. Duran Ramirez. Colombia: Grupo Latino Editores S.A.S.
- Espinoza, L. R. (2012). *guia de buenas practicas en sector cafe*. honduras. Obtenido de https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/356/guia_de_buenas_practicas_ambientales_en_el_subsector_cafe.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Estrada, L. D. (2005). *Efectos de la altitud, sombra, producción y fertilización sobre la calidad del café (Coffe Arabica L. Var Caturra) producido en sistema agroforestales de la zona cafetalera norcentral de Nicaragua*. Costa Rica. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/294580053_Efectos_de_la_altitud_sombra_produccion_y_fertilizacion_sobre_la_calidad_del_cafe_Coffea_arabica_L_var_Caturra_producido_en_sistemas_agroforestales_de_la_zona_cafetalera_norcentral_de_Nicaragua
- Estrada, L. D. (2005). *Efectos de la altitud, sombra, producción y fertilización sobre la calidad del café (Coffe Arabica L. Var Caturra) producido en sistema agroforestales de la zona cafetalera norcentral de Nicaragua*. Costa Rica. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/294580053_Efectos_de_la_altitud_sombra_produccion_y_fertilizacion_sobre_la_calidad_del_cafe_Coffea_arabica_L_var_Caturra_producido_en_sistemas_agroforestales_de_la_zona_cafetalera_norcentral_de_Nicaragua
- federación de cafetaleros . (s.f.). Guia ambiental para el sector cafetero . 1, 2, 3. Obtenido de <https://federaciondefeteros.org/static/files/6Capitulo4.pdf>
- Federacion de Cafetero. (2020). Cartilla 20- beneficio del cafe I. 154. Obtenido de https://caldas.federaciondefeteros.org/app/uploads/sites/11/2020/07/Cartilla_20-Beneficio-del-caf%C3%A9-I.-Despulpado-remoci%C3%B3n-de-mucilago-y-lavado..pdf
- Forúmcafé. (2020). Obtenido de <https://www.revistaforumcafe.com/acidez#:~:text=%E2%80%9CUna%20acidez%20positiva%20en%20el,eliminando%20el%20resto%20de%20sabores.>
- Forumcafé. (20 de 12 de 2020). Nuevos procesos de fermentación del café. Obtenido de <http://www.forumdelcafe.com/noticias/nuevos-procesos-fermentacion-cafe#:~:text=La%20fermentaci%C3%B3n%20es%20el%20proceso,los%20microorganismos%20nativos%20del%20ambiente.>
- Guzman Mendoza, A. M., & Centeno Cruz , A. (2007). *Características organolépticas de la tasa de café variedad Colombia (Coffea arábica) producido en sistema agroforestal (Guamo Inga ssp) y a exposición solar en la vereda Criollo del Municipio de Timaná del departamento del Huila*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/344723637.pdf>
- Guzman, A. M., & Centeno cruz, A. (2017). *Características organolépticas de la tasa de café variedad Colombia (Coffea arábica) producido en sistema agroforestal*

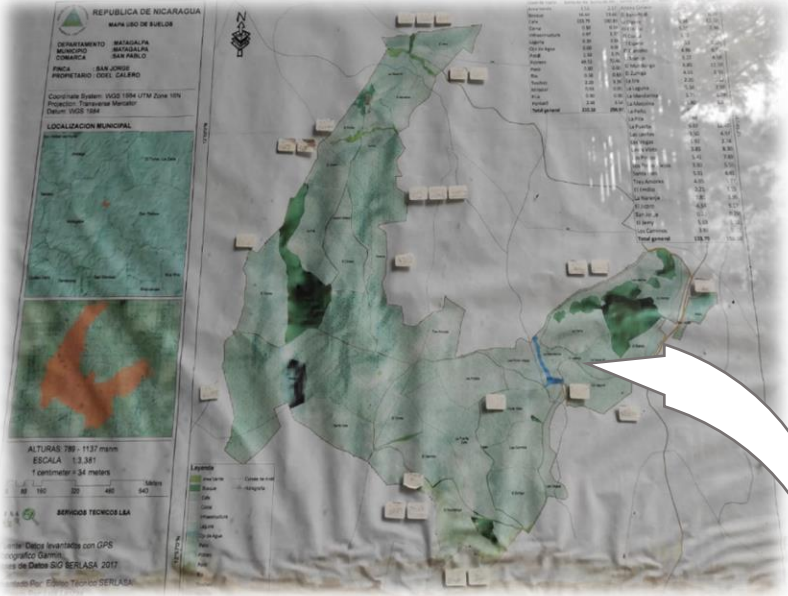
- (*Guamo Inga ssp*) y a exposición solar en la vereda Criollo del Municipio de Timaná del departamento del Huila. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/344723637.pdf>
- Infocafe. (2017). Manual básico de buenas prácticas para el tostado de cafe. 12. Obtenido de <http://infocafes.com/porta/wp-content/uploads/2017/06/ManualTuesteCafe.pdf>
- International Coffe Organization. (2007). Acuerdo Internacional del Café de 2007. Obtenido de https://www.ico.org/ES/ica2007c.asp?section=Qui%E9nes_somos
- Leon, D. d. (2019). *intitucionalidad del secor cafe nicaragua*. Obtenido de https://assets.rikolto.org/institucionalidad_del_cafe.pdf
- Lopez Blanco, C. (2013). *Eficiencia del uso del agua en el lavado de café*. Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4049/TM-1870.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Mamani, R. C. (Marzo de 2021). *Zonificación de la calidad del café especial para identificar sitios potenciales en la región norte de la paz*. Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/25927/T-2895.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mejias Baraja , J. A., & Saavedra Molina, A. (7 de marzo de 2021). Conociendo las levaduras - Saber mas. Obtenido de <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/97-numero-131/193-conociendo-las-levaduras.html>
- Meza, M. F. (2007). *Tesis final - CENIDA – UNA*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01c268.pdf>
- Nicafés. (2019). *Intitucionalidad del secor cafe Nicaragua*. Nicaragua. Obtenido de https://assets.rikolto.org/institucionalidad_del_cafe.pdf
- Pabon Usaquen, J. P., & Osorio Perez, V. (2019). *Factores e indicadores de la calidad física, sensorial y química del cafe*. Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4227/1/Cap07.pdf>
- Padilla, R. O. (2018). Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6232/1/AGI-2018-T019.pdf>
- Pérez, J. P. (2019). *Factores e indicadores de la calidad física, sensorial* . Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4227/1/Cap07.pdf>
- Perfect Daily Grind. (2 de Julio de 2018). Fermentación: Qué es & Cómo Mejora la Calidad del Café. Obtenido de <https://perfectdailygrind.com/es/2018/07/02/fermentacion-que-es-como-mejora-la-calidad-del-cafe/#:~:text=Aer%C3%B3bica%3A%20esto%20es%20lo%20que,su%20trabajo%20por%20s%C3%AD%20solos>.
- Piraval Cruz, R. O., & Cruz Padilla, J. E. (2018). *evaluación del efecto de Saccharomyces cerevisiae sobre la caracterización sensorial del café en dos sistemas de fermentación*. Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6232/1/AGI-2018-T019.pdf>
- Puerta Quintero, G. I. (2011). *Composicion Química del Mucilago del Cafe*. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/documents/2.pdf>

- Puerta Quintero, G. I. (Agosto de 2012). *CENICAFE*. Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/327/1/avt0422.pdf>
- Puerta Quintero, G. I. (2015). Fermentacion Controlada del Cafe. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0454.pdf>
- Puerta Quintero, G. I. (abril de 2015). Fermentacion Controlada del Cafe. 1. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0454.pdf>
- Pulido Gutiérrez, H. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. Mexico: Universidad de Guadalajara . Obtenido de https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis_y_diseno_experimentos.pdf
- Ramirez, F. D. (s.f.). Cultivo del cafe . En F. D. Ramirez. Colombia : Grupo Latino Editores S.A.S .
- Sanchez de la Cruz, I. G. (2019). Agroproduccion Sustentable. Obtenido de <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/480/598>
- Sanchez, L. (2018). Adecuación de un colorímetro para la medición del punto de tueste en café tostado y molido usando la escala Agtron gourmet. *PeakD*. Obtenido de <https://steemkr.com/entropia/@luigisanchez86/adequacion-de-un-colorimetro-para-la-medicion-del-punto-de-tueste-en-cafe-tostado-y-molido-usando-la-escala-agtron-gourmet>

Anexo

Anexo 1

mapa de campo de la finca San Jorge



Anexo 2

Operacionalización de variables

Objetivo	Variables	Indicador	Medición	Instrumentos	
Evaluar el efecto del uso de levaduras en el proceso de fermentación en cuanto a reducción de agua, tiempo en lavado y peso de granos.	Identificar el efecto de levaduras en la reducción de consumo de agua para lavado.	Reducción de consumo de agua para el lavado.	Lavado de café fermentado	En reducción de consumo de agua en lavado, se medirá en litros, el método que se utilizara es de volumetría. Café Recipientes Envase volumétrico Agua	
	Determinar el efecto del uso de levaduras durante la fermentación en la facilidad y duración de lavado.	Facilidad y duración de lavado	Uso de levadura Tiempo de fermentación	Tiempo en fermentación se determinará en 18hrs correspondiente, determinando la facilidad de lavado al momento de lavarse a mano el café.	Cronometro Levadura Observación directa Hoja de campo lápiz Calculadora
	Cuantificar el efecto de uso de levaduras sobre el peso de granos.	Peso de grano		El peso del volumen del grano de café se toma en kg	Pesa

Anexo 3

Encuesta a productor de café para conocer las prácticas de manejo de la calidad del café en el beneficiado húmedo para el estudio de la finca San Jorge.

1. Ubicación de la unidad productiva.

Comunidad: _____ Municipio: _____

Departamento: Matagalpa

Coordenadas: x: _____ y: _____ Altitud: _____

2. Datos generales del productor.

Nombres y Apellidos: _____ Edad _____

Sexo: _____ N° de cedula: _____

Años de cultivar café: _____ Nombre de la finca: _____

3. Datos de la infraestructura productiva.

Beneficio húmedo

¿Cuenta con beneficio húmedo?: si _____ no _____

¿Su BH está techado?: si _____ no _____

¿El piso del BH es: de tierra _____ concreto _____ otros _____

¿La ubicación del BH en la finca está a menos de 100mts de?

La vivienda: si _____ no _____ de las fuentes de agua de la finca: si _____ no _____

¿Las fuentes de agua en la finca con relación a la ubicación del beneficio están a?

Mayor altura que el BH: _____ A menor altura que el BH: _____

Altitud donde está ubicado el BH _____msnm

Años de haberse construido el BH: _____

Estado general del BH: _____

¿Cantidad máxima de latas de café uva procesadas en un día pico de la temporada?

4. Recolección.

Características del grano recolectado: sólo rojito _____ pinto _____ pinto y rojito _____ pinto y verde _____ sobre maduro _____ corte parejo _____

Realiza una selección de granos previa al despulpe: si _____ no _____

¿Cuál es la forma de clasificar el café uva cortado?: manual _____ canal de selección _____ flotador _____ otro _____ especificar: _____

Materiales usados en la recepción del café uva cortado:

sacos _____ tolva de madera _____ concreto _____ otro _____ especificar:

¿Tiempo que transcurre entre el corte y el despulpe?: inmediatamente después del corte _____ menos de 3 horas después del corte _____ entre 3 a 5 horas después del corte, _____ más de 5 horas _____ al día siguiente _____

4. Despulpado.

¿Cuál es la marca de la despulpadora? _____

Tipo de despulpadora: horizontal _____ vertical _____ disco _____

Estado de la despulpadora: bueno _____ regular _____ malo _____

Fuerza motriz que impulsa a la despulpadora: manual _____ motor estacionario _____
energía eléctrica _____

Explique cómo se da cuenta si la despulpadora no está calibrada:

¿Cuántas veces calibra la despulpadora en el ciclo de cosecha? _____

¿Utiliza agua en el despulpado? si _____ no _____

Origen del agua que utiliza: pozo _____ río _____ quebrada _____ ojo de
agua _____ captación de lluvia _____ potable _____ otros _____
especificar: _____

¿Cuánta agua utiliza para despulpar una lata de café uva: _____ ltrs

¿Realiza manejo de la pulpa? sí _____ no _____

¿Cuenta con pulpero? sí _____ no _____

Tipo de pulpero que tiene en su finca: de concreto y piso revestido _____ de madera
_____ de plástico negro _____ otro _____ especificar:

¿Cuál es el destino de la pulpa de café? se aplica fresca al cultivo _____ se hace
abono orgánico _____ se descompone y no se usa _____ otro

especificar: _____ Si

no utiliza la pulpa, ¿qué manejo le da, ¿qué le aplica? describa

brevemente: _____

6. Fermentación.

¿En qué hace la fermentación? pilas de madera _____ pilas de concreto _____
sacos _____ balde _____ pila de lavado y fermentación _____
barril _____ otro _____ especificar:

Si utiliza pilas de concreto, qué altura tienen las pilas: _____ mts

Estado de las pilas: _____

¿Utiliza agua en la fermentación del café? sí _____ no _____

Tiempo de fermentación: menos de 15 horas _____ de 15 a 36 horas _____ más
de 36 horas _____

Método para conocer el punto de fermentación: método del palo _____
manual _____ midiendo el pH _____ otro _____ especificar:

Describe brevemente como determina cuando finaliza el fermentado

Otros procesos de fermentación que realiza: natural _____ honey _____
anaeróbico _____ otro _____ especificar:

7. Lavado del café.

¿En qué lava el café pergamino? cajas de madera _____ canal de concreto
_____ sacos _____ Balde _____ pila de lavado y fermentación
barril _____ otro _____

especificar:

Origen del agua que utiliza: pozo _____ rio _____ quebrada _____ ojo de agua
_____ captación de lluvia _____ potable _____ otros _____

especificar: _____

Ha realizado algún estudio físico químico al agua que utiliza para el beneficiado:

sí _____ no _____ cual: _____

dónde: _____

¿Adónde vierte las aguas mieles? a fuente de agua _____ fosa excavada _____

fosa revestida _____ otros _____ especifique: _____

¿Aplica algo para el tratamiento de las aguas mieles? sí _____ no _____

si la respuesta es sí, describir qué aplica:

8. Secado.

Tipo de secado /oreado: zaranda _____ cajillas _____ plásticos negros _____
patio de concreto _____ secador solar/túnel _____ otro _____
especifique: _____

Tiempo de secado del café húmedo: _____ días _____ horas por día

Realiza selección de los granos cuando se están oreando: si _____ no _____

¿A qué porcentaje de humedad entrega su café? _____

8. Almacenamiento y Transporte.

¿En qué almacena el café una vez se ha secado? sacos _____ bolsas _____
otro _____

¿Cuenta con bodega de almacenamiento? si _____ no _____

Estado general de la bodega: bueno _____ regular _____ malo _____

¿Qué otro producto almacena en la bodega con el café? agroquímicos _____
productos orgánicos _____ granos básico _____ alimentos _____
herramientas _____ combustibles _____ otro _____ especificar:

¿En qué transporta el café al centro de acopio? _____

días promedio desde que el grano sale del beneficiado húmedo y llega al centro de acopio
_____ días. _____

Firma del productor encuestado:

Nombre y Firma del encuestador:

Fecha: _____

Anexo 5

Fotografías del estudio

Fotografía 1: Selección y limpieza de envases a utilizar en las unidades experimentales en la finca san Jorge



Fuente: Resultado de la investigación

Fotografía 2: Corte del café en su etapa de madurez fisiológica



Fuente: Resultado de la investigación

Fotografía 3: Selección del café cereza a prueba de flote para proceder al despulpado



Fuente: Resultado de la investigación

Fotografía 4: Peso de muestras café con mucílago y levadura respectivamente después de despulpado en la finca san Jorge



Fuente: Resultado de la investigación

Fotografía 5: Proceso experimental en ambiente abierto y cerrado en los diferentes tratamientos en la finca san Jorge



Fuente: Resultado de la investigación

Fotografía 6: Finalización precedente a esperar el proceso de fermentación



Fuente: Resultado de la investigación

Fotografía 7: Lavado continuo por cada muestra midiendo el consumo de agua



Fuente: Resultado de la investigación

Fotografía 8: Peso de café después de lavado por cada tratamiento y peso con granos con defectos en la finca san Jorge



Fuente: Resultado de la investigación

Fotografía 9: Proceso de secado de café por cada tratamiento en cuanto al uso de levadura



Fuente: Resultado de la investigación

Fotografía 10: Proceso de secado de café en los diferentes tratamientos sin uso de levadura



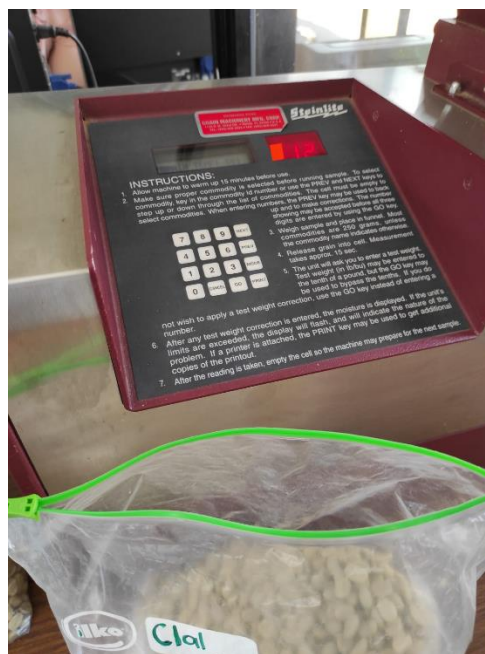
Fuente: Resultado de la investigación

Fotografía 11: Secado de café óptimo en los diferentes tratamientos



Fuente: Resultado de la investigación

Fotografía 12: Peso de muestras para determinar % de humedad



Fuente: Resultado de la investigación

