

Estandarización en el proceso de fermentación controlada para mejorar la calidad del café convencional (Coffea Arábica) propuesta para la tasa de la excelencia en la finca InterAgro S.A. en el año 2024

Standardization in the controlled fermentation process to improve the quality of conventional coffee (Coffea Arabica) proposed for the rate of excellence on the InterAgro S.A. farm. in the year 2024

Rosa Maria Gómez Canales¹

gomezcanalesrosa@gmail.com

ORCID: 0009-0001-2522-206X

Cristofer Alexander Herrera López²

cristoferherrera4032@gmail.com

ORCID: 0009-0005-0800-6989

María Elena Ramírez Chavarría³

maria.ramirez@unan.edu.ni

ORCID: 0000-0002-1496-2302

MARZO 2025

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal describir el proceso de fermentación controlada del café en la finca InterAgro S.A., desde la recepción del grano en cereza hasta la obtención del grano pergamino como también identificar las características organolépticas resultantes de este proceso y establecer el tiempo estándar óptimo de fermentación controlada para mejorar la calidad de la taza de café. Se emplearon métodos cualitativos y cuantitativos, se realizaron observaciones directas de la finca para documentar las prácticas utilizadas en cada etapa del proceso, se aplicaron técnicas de análisis sensorial y pruebas físico-químicas para evaluar las

¹ Egresada de Ingeniería Agroindustrial. UNAN-Managua/CUR-Estelí

² Egresado de Ingeniería Agroindustrial. UNAN-Managua/CUR-Estelí

³ Docente de UNAN-Managua/CUR-Estelí

características organolépticas del café. Los datos obtenidos fueron procesados mediante herramientas estadísticas para establecer correlaciones entre las condiciones de fermentación (temperatura, pH, tiempo) y la calidad de la taza obtenida. Los resultados mostraron que la fermentación controlada influye significativamente en las propiedades organolépticas del café, destacándose sabores y aromas más complejos, con una acidez y dulzura balanceadas. Asimismo, se determinó que un tiempo estándar de fermentación de 56 horas con un rango de temperatura de 20°C a 25°C resulta en las mejores cualidades para una taza de excelencia. Este hallazgo fue respaldado por las evaluaciones de catación realizadas por un panel certificado, quienes otorgaron calificaciones superiores a 85 puntos en la escala de la SCA (Specialty Coffee Association). En conclusión, esta investigación es de alta relevancia y pertinencia para el sector cafetalero, ya que proporciona un protocolo detallado de fermentación controlada que puede ser replicado y adaptado en contextos similares, contribuyendo al mejoramiento de la calidad del café producido. Además, el éxito alcanzado en los objetivos propuestos demuestra el impacto positivo de la estandarización en los procesos postcosecha en la finca InterAgro S.A. y su potencial para incrementar el valor del producto en mercados especializados.

Palabras claves: fermentación, procesos, estandarización, calidad.

ABSTRACT

This research was to describe the controlled coffee fermentation process at the InterAgro S.A. farm, from the reception of the cherry bean to the obtaining of the parchment bean, as well as to identify the organoleptic characteristics resulting from this process and establish the optimal standard time. Controlled fermentation to improve the quality of the cup of coffee. Qualitative and quantitative methods were used. Direct observations of the farm were made to document the practices used at each stage of the process, sensory analysis techniques and physical-chemical tests were applied to evaluate the organoleptic characteristics of the coffee. The data obtained were processed using statistical tools to establish correlations between the fermentation conditions (temperature, pH, time) and the quality of the cup obtained. The results showed that controlled fermentation significantly influences the organoleptic properties of coffee, highlighting more complex flavors and aromas, with balanced acidity and sweetness. Likewise, it was determined that a standard fermentation time of 56 hours with a temperature range of 20°C to 25°C results in the best qualities for a cup of excellence. This finding was supported by cupping evaluations carried out by a certified panel, who awarded ratings greater than 85 points on the SCA (Specialty Coffee Association) scale. In conclusion, this research is of high relevance and pertinence for the coffee sector, since it provides a detailed controlled fermentation protocol that can be replicated and adapted in similar contexts, contributing to the improvement of the quality of the coffee produced. Furthermore, the success achieved in the proposed objectives demonstrates the positive impact of standardization in post-harvest processes on the InterAgro S.A. farm. and its potential to increase the value of the product in specialized markets.

Keywords: fermentation, processes, standardization, quality.

INTRODUCCIÓN

La fermentación controlada del café ha emergido como un elemento fundamental en la búsqueda de la excelencia en la industria cafetalera. Este proceso, que involucra la manipulación cuidadosa de las condiciones de fermentación durante la etapa post cosecha, ha revolucionado la manera en que se perciben y se disfrutan los perfiles de sabor en una taza de café. A lo largo de los años, la fermentación ha sido reconocida como un paso crucial en el proceso de transformación del fruto del café en un producto de alta calidad, pero su control preciso y deliberado ha sido el punto de inflexión que ha permitido a los productores y tostadores explorar un espectro más amplio de sabores y aromas.

La fermentación es un proceso natural que ocurre cuando los azúcares presentes en el fruto del café interactúan con microorganismos, descomponiéndose y liberando una serie de compuestos que contribuyen a los perfiles de sabor del café. Tradicionalmente, este proceso ocurría de manera espontánea, influenciado por factores como la temperatura ambiente, la altitud y la humedad. Sin embargo, la fermentación controlada introduce una nueva dimensión al permitir a los productores ejercer un mayor

control sobre estos factores, lo que a su vez influye en los sabores finales del café.

Uno de los aspectos más destacados de la fermentación controlada es su capacidad para potenciar y resaltar las características inherentes de los granos de café. Al ajustar variables como la duración de la fermentación, la temperatura y la presión, los productores pueden influir en la complejidad y la intensidad de los sabores, creando perfiles únicos que reflejan la diversidad de los cafetaleros.

Además de mejorar la calidad sensorial del café, la fermentación controlada también puede tener un impacto positivo en la sostenibilidad y la rentabilidad de las fincas cafetaleras. Al producir café de alta calidad con perfiles de sabor distintivos, los productores pueden acceder a mercados Premium y obtener precios más altos por sus cosechas. Esto no solo incentiva la adopción de prácticas de cultivo y procesamiento más sostenibles, sino que también contribuye al desarrollo económico de las comunidades cafetaleras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

La investigación se realizó a través de un diseño mixto ajustando distintas técnicas cualitativas y cuantitativas.

Para fines de estudio fue seleccionada la finca InterAgro S.A. ya que es una empresa que cuenta con el proceso y el equipo necesario

para realizar una fermentación controlada de café.

Población y muestra

La población y muestra a seleccionar para esta investigación fue la Finca InterAgro S.A.

Procesamiento y análisis de datos

Se utilizó método observacional, para identificar las variables que afectan durante el proceso de fermentación de café.

Se realizó monitoreo de temperatura, para asegurar que resulte un café de alta calidad con las características sensoriales deseadas.

Se tomo medición del PH durante la fermentación de café para controlar la actividad microbiana y prevenir defectos en el producto final.

Para la recolección de la información de la entrevista, se aplicó un cuestionario de 10 preguntas cerradas las que están enfocadas en conocer la disposición de los productores en optar por la tecnología de la fermentación controlada del café en sus fincas.

El primer paso será diagnosticar la situación actual de la empresa InterAgro S.A. Recolectando información que compone la fermentación controlada del café, y así mismo establecer un tiempo estándar de la fermentación controlada para mejorar los factores de calidad del café, a través de un manual de procedimientos para la producción de este café especial para la tasa de la excelencia en la finca InterAgro S.A.

Para establecer un tiempo estándar en la fermentación controlada del café, se monitorean variables como temperatura, pH y actividad microbiana, ajustando el proceso según el tipo de grano y las condiciones ambientales. Esto asegura una

descomposición uniforme de la mucilaginosa sin afectar negativamente los sabores y aromas deseados, logrando así una calidad consistente en el producto final.

Para elaborar un manual de procedimientos para la línea de producción de café especial para la Tasa de la Excelencia mediante fermentación controlada, se deben incluir los siguientes pasos:

1. Selección de Cosecha: Recolección manual de cerezas maduras.
2. Fermentación Controlada: Monitoreo de temperatura, pH y tiempo, con registros detallados.
3. Despulpado: Remover la cáscara de las cerezas.
4. Lavado y Secado: Eliminación de mucilaginosa y secado controlado al sol o en secadores.
5. Clasificación y Almacenamiento: Clasificación de granos según tamaño y calidad, almacenamiento en condiciones óptimas.
6. Tostado y Molienda: Tostado específico para resaltar perfiles de sabor, molienda según requerimientos.
7. Control de Calidad: Catas y pruebas constantes para asegurar estándares de excelencia.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Preparación del cultivo microbiano

Para comenzar la fermentación controlada de café primero realizamos un cultivo de

microorganismos (liquido o mosto) con el primer graniteo del cualquier lote de la cosecha la concentración se realizó en

biodigestores, por ejemplo 30 litros de mosto, para esto se requieren 50 Kg de café, se procedió a lavarlo usando agua potable sin desinfectarlo por completo para no perder los microorganismos que provienen del grano.

Posteriormente se introduce al biodigestor y se agregan 30 litros de agua desinfectada con peróxido de hidrógeno 50 Kg de café y una concentración del 3 a 5% de Cloruro de Sodio o bien conocido como sal, con el propósito de evitar que se reproduzcan hongos como los del género *aspergillus* debido que pueden interferir de manera negativa en el proceso de la fermentación y afectar para la calidad del café.

Luego se deja en reposo durante 7 días en temperatura ambiente y 7 días en un clima frío entre 15° a 20° C.

Ya que el crecimiento microbiano en levaduras, bacterias lácticas etc tienen tasa de crecimiento a temperaturas moderadas, 20-35°C. Al entrar el proceso de refrigeración normalmente entre 4-10°C reduce la velocidad en las reacciones metabólicas de los microorganismos.

Preparación del inóculo

El inóculo se prepara cultivando los microorganismos en medios específicos que favorecen su crecimiento. Este cultivo inicial se realiza en condiciones controladas de temperatura, pH y oxígeno. Al asegurar que los microorganismos estén saludables y activos, se mejora su efectividad durante la fermentación del café.

Conservación de los cultivos

Una vez cultivados, los microorganismos pueden almacenarse para usarse cuando sea

necesario. Para almacenamiento a corto plazo, se refrigeran a 4-8 °C. Para periodos más largos, se usan técnicas como la criopreservación a -80 °C o la liofilización, lo que asegura su estabilidad y viabilidad durante meses o incluso años.

Escalamiento del inóculo

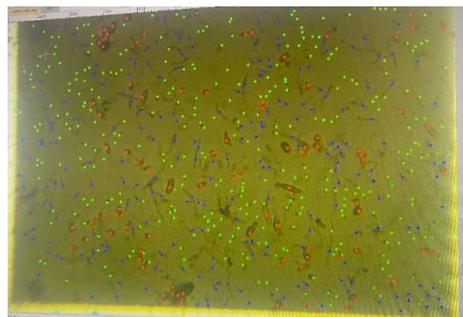
Antes de iniciar la fermentación, se realiza un proceso de reactivación y escalamiento del inóculo. Esto implica reactivar los microorganismos en un medio fresco y asegurarse de que estén en su fase de crecimiento más activa. Este paso garantiza una fermentación eficiente y reduce el riesgo de contaminación.

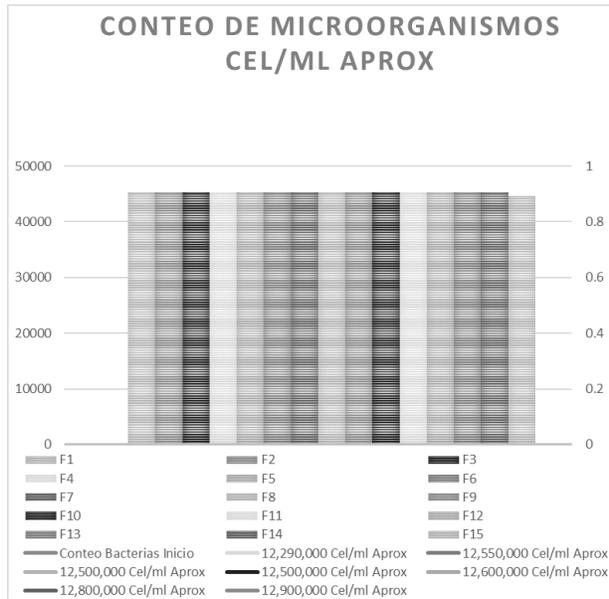
Sincronización con el procesamiento

Para evitar retrasos en la fermentación, el inóculo debe estar listo antes de procesar los granos de café. Esto permite iniciar la fermentación inmediatamente después del despulpado o lavado, asegurando un proceso continuo y eficiente, sin interrupciones que puedan afectar la calidad del café.

Figura 1

Identificación y Conteo promedio del cultivo de microorganismos en el aislamiento





Beneficios del cultivo anticipado

Preparar cultivos anticipados aporta múltiples beneficios, como garantizar la eficiencia del proceso, reducir riesgos de contaminación y asegurar la reproducibilidad de perfiles sensoriales entre lotes. Esto permite a los productores ofrecer cafés de alta calidad de manera consistente.

Tabla 1
Determinación de tiempo estándar en la preparación del cultivo

Etapa	Tiempo óptimo	Tiempo estándar
Inoculación del cultivo	0.083	0.067- 0.1
Cultivo de microorganismos	336	336-360
Lavado del cultivo	0.17	0.13 - 0.17
Introducción en reactor	0.033	0.033 – 0.05
Mezclado en salmuera	0.33	0.25 – 0.33 min
Reposo		
Total, tiempo horas	336.616	336.48 – 360.65

También se llevó registro del tiempo en el proceso productivo, en la siguiente tabla se muestra el resultado.

Tabla 2
Determinación de tiempo estándar en el proceso de fermentación del café

Etapa	Tiempo óptimo	Tiempo estándar
Recepción de materia prima	0.033	0.033 – 0.05
Selección y Lavado	0.17	0.13 - 0.17
Transporte	0.017	0.017
Recepción del café en InterAgro	0.083	0.083
Alimentación en Biorreactor	0.17	0.17 – 0.25
Fermentado	66	65 - 66
Lavado	0.33	0.33 – 0.42
Despulpado Mecánico	1	1
Secado	504	168-504
Reposo y Almacenamiento	56	48 a 72
Total tiempo horas	627.803	282.763 – 643.99

CONCLUSIONES

El proceso de fermentación controlada implementado en Finca InterAgro S.A. desde la recepción del grano en cereza hasta la obtención del grano en pergamino permitió optimizar la calidad del café al aplicar un manejo preciso en cada etapa. Comenzando con la recepción y selección del grano en cereza, se asegura que solo los frutos maduros y de alta calidad ingresen al proceso. El despulpado y clasificación de los granos permitió eliminar impurezas y homogeneizar el material, preparando el café para una fermentación controlada eficiente.

En la etapa de fermentación controlada, la regulación de factores como la temperatura, de en un rango de 22° C a 25° C el tiempo y el pH con rangos que varían de 4.7 de inicio a un 3.5 a su final que permitió maximizar la producción de compuestos que enriquecieron el perfil sensorial del café, controlando al mismo tiempo el crecimiento de microorganismos no deseados (*Hongos aspergillus*). Finalmente, el lavado y secado del grano hasta alcanzar el estado de pergamino garantizó una calidad estable y una consistencia en el producto final, preservando los atributos sensoriales adquiridos durante la fermentación.

Esta descripción detallada de las etapas demuestra cómo el control cuidadoso y la estandarización del proceso de fermentación contribuyen a cumplir con los altos estándares de calidad requeridos para alcanzar clasificaciones en el certamen de la Tasa de la Excelencia, permitiendo que el café de Finca InterAgro S.A. se destaque en el mercado de café especiales.

La identificación de las características organolépticas del café en el contexto de la

fermentación controlada fue necesaria para comprender y potenciar los atributos sensoriales deseados en el producto final. A través del análisis de las propiedades como acidez, dulzura, cuerpo, aroma y notas específicas (florales, frutales, especiadas, entre otras), se logró establecer un perfil sensorial que orienta el diseño y control del proceso de fermentación en Finca InterAgro S.A.

El conocimiento detallado de estas características permitió seleccionar y ajustar parámetros de fermentación (como temperatura, tiempo y microorganismos específicos) de tal manera que potencio la expresión de los atributos más valorados en el café de especialidad. Esta identificación y control no solo contribuyó a obtener un café de alta calidad, sino que también permitió alcanzar consistencia en cada lote, lo cual es fundamental para destacarse en un certamen como la Tasa de la Excelencia.

El establecimiento de un tiempo estándar para la fermentación controlada en Finca InterAgro S.A. Con un tiempo de inicio correspondiente al cultivo de microorganismos, de 7 días en temperatura ambiente y 7 días en frío para detener el crecimiento de Microorganismos, así mismo el tiempo de fermentación dentro del biorreactor de 66 horas y, el tiempo de secado luego de la fermentación oscila entre 7 a 21 días hasta obtener un nivel de humedad de un 10% a 12% y un reposo mínimo de 48 a 72 horas. Esto Demostró ser fundamental para optimizar los factores de calidad del café destinado a participar en la tasa de la excelencia.

A través de pruebas y análisis de fermentación en diferentes condiciones temporales, se ha determinado un tiempo óptimo que permite un desarrollo balanceado de compuestos que intensifican las características organolépticas necesarias, como acidez brillante, dulzura equilibrada y notas aromáticas complejas.

Este tiempo estándar no solo maximizó el perfil sensorial del café, sino que también contribuyó a una mayor consistencia y predictibilidad en la calidad de cada lote. Al establecer un protocolo temporal claro, el

proceso de fermentación se volvió replicable y controlado, lo cual fue esencial para cumplir con los exigentes estándares de la tasa de la excelencia y posicionar el café de Finca InterAgro S.A. en el mercado de alta gama.

De esta manera se verifica el supuesto de investigación planteado en este estudio, lográndose establecimiento de una línea de fermentación efectiva para obtener la calidad del grano oro, a través de la propuesta de estandarización en el proceso de fermentación controlada de café.

BIBLIOGRAFÍA

Borém, F. M. (2014). *Post-harvest technology of coffee*. Obtenido de post-harvest technology of coffee: <https://doi.org/10.1016/j.agrev.2019.01.008>

Coffee Quality Institute. (2021). *Coffee Quality Institute (CQI) Post-harvest Processing*. Obtenido de <https://www.coffeeinstitute.org/>

Córdova, D. D. (11 de 04 de 2018). *renati*. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2907652>

COUOH, F. E. (16 de 11 de 2021). *digital*. Obtenido de <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/52218/MayCouohFelipe.pdf?sequence=1>

Díaz, R. (2015). *scielo*. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75262015000100003&script=sci_arttext

Gómez Posada, S. (14 de marzo de 2024). *Fermentación del café: El secreto de la calidad en taza*. Obtenido de quecafe.info: <https://quecafe.info/fermentacion-del-cafe-calidad-en-taza/>

González Montero, V. (2022). *Repositorio bibliográfico de la Universidad de Antioquia*. Recuperado el 2024, de https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/26469/2/Gonza%CC%81lezValentina_2022_EstudioRelacio%CC%81nProcesos.pdf

Guevara., L. A. (02 de 2020). *Repositorio UNAN MANAGUA*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/16966/1/16966.pdf>

Harrington. (1991). *The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness*.

Hendon, D. C. (2015). *University of Bath, focusing on the optimization of coffee fermentation processes*. Obtenido de

- <https://www.baristamagazine.com/professor-chris-hendon-simplifies-coffee-with-science/>
- MENDOZA, M. J. (27 de 02 de 2017). *Repositorio UNAN MANAGUA*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/4373/1/96867.pdf>
- Narloch, U., & Moutinho, G. (2018). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Obtenido de *Journal of Agricultural and Food Chemistry*: <https://doi.org/10.1021/jafc.8b01164>
- Paz, B. (2023). *Innovative Practices in Controlled Coffee Fermentation*". *Specialty Coffee Journal*. Obtenido de <https://www.specialtycoffeejournal.com>
- Sampieri, R. H. (2014). *McGraw-Hill Education*. Obtenido de McGraw-Hill Education: <https://www.mheducation.com.co/metodologia-de-la-investigacion-9786071520319-col>
- Santos, & Lima. (2019). *Agricultural sciences Riview*. Obtenido de *Agricultural sciences Riview*: <https://doi.org/10.1016/j.agrev.2019.01.008>
- Sarmiento, R. C. (23 de 04 de 2018). *Docplayer*. Obtenido de <https://docplayer.es/107701751-Universidad-de-guayaquil-facultad-de-ciencias-medicas-carrera-de-obstetricia.html>
- Silva, L. P. (2004). *Estudio de protocolo de estandarización en el proceso de la fermentación controlada del café*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6921>.
- Silva, M., & Días, R. (2018). *International Journal of Food Science and Technology*, Obtenido de *International Journal of Food Science and Technology*, <https://doi.org/10.1111/ijfs.13750>
- Solis, L. (2020). *Fermentation Science and Café Quality: An Interview with Lucia Solís*". *Interview by Coffee Geek Magazine*. Obtenido de <https://www.coffeegeek.com>
- Velázquez, P. (2017). *Revista científica del café*. Obtenido de *Revista científica del café*: <https://doi.org/10.25186/cs.journal.2017.v.12.122>