

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**“FERMENTACIÓN DE CAFÉ (*Coffea arabica*), VARIEDAD
CATIMOR, UTILIZANDO DIFERENTES
CONCENTRACIONES DE CEPAS DE *Saccharomyces
cerevisiae*”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Autor: Bach. Susana Bellén Guevara Zapata

Asesores: Dr. Honorato Ccalli Pacco

Mg. Julio Elit Oliva Guevara

JAÉN-PERÚ, DICIEMBRE 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**“FERMENTACIÓN DE CAFÉ (*Coffea arabica*), VARIEDAD
CATIMOR, UTILIZANDO DIFERENTES
CONCENTRACIONES DE CEPAS DE *Saccharomyces
cerevisiae*”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Autor: Bach. Susana Bellén Guevara Zapata

Asesor: Dr. Honorato Ccalli Pacco

Mg. Julio Elit Oliva Guevara

JAÉN-PERÚ, DICIEMBRE 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2019-SUNEDU/CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 20 de Diciembre del año 2019, siendo las 10:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Oscar Wilfredo Díaz Gamboa

Secretario : Mg. Segundo Alipio Cruz Hoyos

Vocal : Mg. Nohy Cristóbal Vilchez Parra, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

() Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "FERMENTACIÓN DE CAFÉ (COFFEA ARABICA), VARIEDAD CATIMOR, UTILIZANDO DIFERENTES CONCENTRACIONES DE CEPAS DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE"

presentado por estudiante/egresado o Bachiller Guevara Zapata Susana Bellén de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

() Aprobar () Desaprobar () Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (<u>15</u>) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 11:30 am horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.....	3
2.1	OBJETIVO GENERAL:.....	3
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	3
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3.1	MATERIALES Y EQUIPOS.....	4
3.1.1	MATERIA PRIMA	4
3.1.2	MATERIALES	4
3.1.3	EQUIPOS	4
3.2	MÉTODOS	5
3.2.1	DISEÑO EXPERIMENTAL	5
3.2.2	LOCALIZACIÓN	7
3.2.3	PROCEDIMIENTO	7
3.2.4	CONTROL DE VARIABLES:.....	8
3.2.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO:.....	10
IV.	RESULTADOS.....	11
	ANÁLISIS DESCRIPTIVO pH EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS: 0.5%, 0.75%, 1% Y TESTIGO (0%).....	11
	ANÁLISIS DESCRIPTIVO °Brix EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS: 0.5%, 0.75%, 1% Y TESTIGO (0%).....	13
	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE TEMPERATURA AMBIENTE EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS: 0.5%, 0.75%, 1% Y TESTIGO (0%)	17
	ANÁLISIS DESCRIPTIVO TEMPERATURA DE MUCÍLAGO DE CAFÉ EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS: 0.5%, 0.75%, 1% Y TESTIGO (0%)	19
	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE TIEMPO Y pH.....	21
	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE TIEMPO Y GRADOS BRUX (°Brix)	25

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE TIEMPO CON TEMPERATURA AMBIENTE.	29
ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE TIEMPO CON TEMPERATURA DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ	34
ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LEVADURA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS: 0.5%, 0.75%, 1% Y TESTIGO (0%).....	39
ANÁLISIS DE COLOR DE GRANOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN	52
V. DISCUSIÓN.....	53
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
DEDICATORIA	57
AGRADECIMIENTO	58
VII. ANEXOS.....	59
ANEXO 1: FOTOS DE LOS CUATRO TRATAMIENTOS	59
ANEXO 2: CONTEO DE LEVADURAS.....	61
ANEXO 3. FIN DE LA FERMENTACIÓN.....	62
ANEXO 4. CÁMARA NEUBAWER	63
ANEXO 5. TOMA DE DATOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Registro de datos durante el proceso de fermentación.....	9
Tabla 2. Resultado de los controles de pH durante el proceso de fermentación.....	11
Tabla 3. Resultados de pH (ANOVA).....	12
Tabla 4. Resultado de los controles de Grados Brix (°Bx) durante el proceso de fermentación.....	13
Tabla 5. Resultados de Grados Brix (ANOVA).....	14
Tabla 6. Comparaciones múltiples-POST HOC (°Brix).....	15
Tabla 7. Resultados HSD Tukey	16
Tabla 8. Resultado de los controles de Temperatura Ambiente durante el proceso de fermentación.....	17
Tabla 9. Resultados de Temperatura ambiente (ANOVA).....	18
Tabla 10. Resultado de los controles de temperatura de mucílago de café durante el proceso de fermentación.....	19
Tabla 11. Resultados de Temperatura del mucílago de Café (ANOVA).....	20
Tabla 12. Resultados de análisis considerando el tiempo en horas y pH durante el proceso de fermentación.	21
Tabla 13. Resultados del Análisis de pH respecto al tiempo (horas) de fermentación (ANOVA).....	23
Tabla 14. Comparación de medias de pH con respecto al tiempo en horas.	23
Tabla 15. Resultados de análisis considerando el tiempo en horas y Grados Brix durante el proceso de fermentación.....	25
Tabla 16. Resultados del Análisis de Grados Brix respecto al tiempo (horas) de fermentación (ANOVA).....	27
Tabla 17. Comparación de medias de °Bx con respecto al tiempo en horas.	27
Tabla 18. Resultados de tiempo en horas con temperatura ambiente durante el proceso de fermentación.....	29
Tabla 19. Resultados del Análisis de temperatura ambiente respecto al tiempo (horas) de fermentación (ANOVA).....	30
Tabla 20. Comparación de medias de temperatura ambiente con respecto al tiempo en horas.	31

Tabla 21. Resultados de tiempo en horas con temperatura del mucílago de café durante el proceso de fermentación.....	34
Tabla 22. Resultados del Análisis de temperatura del mucílago de café respecto al tiempo (horas) de fermentación (ANOVA).....	35
Tabla 23. Comparación de medias de temperatura del mucílago de café con respecto al tiempo en horas.....	36
Tabla 24. Resultados del conteo de levaduras durante el proceso de fermentación.....	40
Tabla 25 . Resultados del Análisis del conteo de levaduras durante el proceso de fermentación (ANOVA).....	41
Tabla 26. Comparación de medias de levaduras/campo.....	42
Tabla 27. Comparación de medias de levaduras/cuadrante.....	43
Tabla 28. Comparación de medias de levaduras/ml.....	44
Tabla 29. Análisis TUKEY de levadura/campo y tiempo en horas.....	47
Tabla 30. Análisis TUKEY de levadura/cuadrante y tiempo en horas.....	49
Tabla 31. Análisis TUKEY de levadura/ml y tiempo en horas.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de diseño experimental.	6
Figura 2. Gráfica de pH durante el proceso de fermentación.	12
Figura 3. Gráfica de pH durante el proceso de fermentación.	16
Figura 4. Gráfica de Temperatura Ambiente durante el proceso de fermentación.	18
Figura 5. Gráfica de temperatura del mucílago de café durante el proceso de fermentación.	20
Figura 6. Gráfica de medias de pH con el tiempo en horas durante el proceso de fermentación.	24
Figura 7. Gráfica de medias de grados Brix con tiempo en horas durante el proceso de fermentación.	28
Figura 8. Gráfica de medias de Temperatura de mucílago de café y tiempo en horas.	38
Figura 9. Gráfica de medias de levaduras/campo y tratamientos.	45
Figura 10. Gráfica de medias de levaduras/cuadrante y tratamientos.	46
Figura 11. Gráfica de medias de levaduras/ml y tratamientos.	46
Figura 12. Gráfica de levaduras/campo y tiempo en horas durante el proceso de fermentación.	48
Figura 13. Gráfica de levaduras/campo y tiempo en horas durante el proceso de fermentación.	50
Figura 14. Gráfica de levaduras/ml y tiempo en horas durante el proceso de fermentación.	52
Figura 15. Distribución de café Tratamiento 0.5% (F1, F2, F3)	59
Figura 16. Distribución de café Tratamiento 0.75% (F4, F5, F6)	59
Figura 17. Distribución de café Tratamiento 1% (F7, F8, F9)	60
Figura 18. Distribución de café Tratamiento 0% (F10, F11, F12)	60
Figura 19. Micropipeta 10-100µl	61
Figura 20. Conteo de levaduras	61
Figura 21. Cuadrante con levaduras.	61
Figura 22. Tratamiento con 1% de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	62
Figura 23. Lavado de café.	62
Figura 24. Uso de Cámara de Neubauer para el conteo de levaduras.	63

Figura 25. Datos tomados durante el proceso de fermentación.....	64
Figura 26. Número de levaduras en el Tratamiento 0.5% con sus tres repeticiones. Desprendimiento de mucílago de café a las 18 horas de iniciado el proceso (6:00 a.m.) ...	65
Figura 27. Número de levaduras en el Tratamiento 0.75% con sus tres repeticiones. Desprendimiento de mucílago de café a las 14 horas de iniciado el proceso (2:00 a.m.) ...	65
Figura 28. Número de levaduras en el Tratamiento 1% con sus tres repeticiones. Desprendimiento de mucílago de café a las 11 horas de iniciado el proceso (11:00 p.m.).	66
Figura 29. Número de levaduras en el Tratamiento 0 % con sus tres repeticiones. Desprendimiento de mucílago de café a las 19 horas de iniciado el proceso (7:00 a.m.) ...	66

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la mejor concentración de cepas de *Saccharomyce cerevisiae*, que permita desprender en el menor tiempo posible el mucílago del grano de café (*Coffea arabica*), en condiciones controladas de fermentación. La variedad utilizada fue Catimor. Se realizaron cuatro tratamientos a diferentes concentraciones (0%; 0.5%; 0.75% y 1%) de cepas de *S. cerevisiae*, cada uno con tres repeticiones en recipientes abiertos, controlando en cada uno de los fermentadores las siguientes variables: pH, grados brix (°Brix), temperatura ambiente, temperatura del mucílago, crecimiento de levaduras y color de granos de café. El proceso inició con la recepción de las muestras de café, las cuales fueron obtenidas de la cosecha, seleccionado y despulpado, procesos realizados en el distrito de Huabal, ubicado a 40 minutos de la ciudad de Jaén. Las muestras se dividieron equitativamente en 12 fermentadores, se procedió a la activación de la levadura (*S. cerevisiae*) para ser agregada en cada uno de los tratamientos, según la concentración que correspondía. El diseño experimental fue completamente al azar, con tres repeticiones, un análisis de varianza de dos factores y, la prueba de Tukey. Siendo los tratamientos con concentración de 1% de levadura (F8, F9, F10) los que fermentaron en 11 horas siendo este el menor tiempo de fermentación.

Palabras clave: mucílago, fermentación, grados brix, despulpado, activación de levadura.

ABSTRACT

The objective of the investigation was to determine the best concentration of *Saccharomyce cerevisiae* strains, which allows the mucilage of the coffee bean (*Coffea arabica*) to be released in the shortest possible time, under controlled fermentation conditions. The variety used was Catimor. Four treatments were performed at different concentrations (0%; 0.5%; 0.75% and 1%) of *S. cerevisiae* strains, each with three repetitions in open containers, controlling the following variables in each of the fermenters: pH, brix degrees (° Brix), room temperature, mucilage temperature, yeast growth and coffee bean color. The process began with the reception of coffee samples, which were obtained from the harvest, selected and pulped, processes carried out in the district of Huabal, located 40 minutes from the city of Jaén. The samples were divided equally into 12 fermenters, the yeast (*S. cerevisiae*) was activated to be added in each of the treatments, according to the corresponding concentration. The experimental design was completely randomized, with three repetitions, an analysis of variance of two factors and, the Tukey test. Being the treatments with a concentration of 1% yeast (F8, F9, F10) which fermented in 11 hours, this being the shortest fermentation time.

Key words: mucilage, fermentation, brix degrees, pulping, yeast activation.

I. INTRODUCCIÓN

“El café tiene una gran importancia económica a nivel mundial, ya que sus semillas, tostadas, molidas y en infusión, constituyen la bebida no alcohólica más consumida actualmente”. (Rojo, 2014, p. 113).

(Queriolo, 2010), detalla en su Tesis “*Promoción del Consumo Interno del Café en el Perú: Lineamientos de Estrategia*” que según la Junta Nacional de Café (JNC), el café en grano es el principal producto agrícola de exportación, cuyo volumen de producción es el octavo en el mundo. (p.7)

“La fermentación es a menudo la primera de una serie de operaciones de elaboración de los alimentos que puede comprender la limpieza, la reducción de tamaño, el remojo y la cocción. En la fermentación espontánea actúan como inóculos los microbios presentes en el material alimentario crudo y en el entorno de elaboración, mientras que para iniciar y acelerar procesos de fermentación no espontáneos o controlados se utilizan inóculos que contienen concentraciones elevadas de microorganismos vivos, denominados cultivos iniciadores”. (FAO, 2010)

El proceso de fermentación en el café es muy importante, pues por medio de este, los azúcares y los almidones se descomponen y se convierten en ácidos o alcohol, lo cual ayudará a estimular las características organolépticas del café en taza.

“El tiempo de fermentación del café dura aproximadamente entre 14 y 18 horas, tiempo suficiente para facilitar el desprendimiento de mucílago del grano y para eliminar las sustancias formadas mediante el lavado”. (Puerta, 2010)

Lograr el desprendimiento del mucílago del café mediante la utilización de activadores como por ejemplo las cepas de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en el menor tiempo posible, traería mucho beneficio a los caficultores, porque se optimizaría el proceso, teniendo más tiempo para que las demás etapas se acorten y pueda llevar a cabo otras tareas.

El presente proyecto de investigación busca determinar la concentración de cepas de *S. cerevisiae* (0%; 0.5%, 0.75%, 1%), que permita el desprendimiento del mucílago en menor

tiempo posible, controlando: pH, °Brix, Temperatura ambiente, Temperatura del mucílago, Crecimiento de cepas de *S. cerevisiae* y color de los granos de café. Registrando los cambios que se presenten en cada una de las variables durante el proceso hasta determinar el tiempo de desprendimiento del mucílago de los granos de café.

ANTECEDENTES:

Peñuela (2010), en su tesis titulada “*Estudio de la Remoción del Mucílago de Café a través de Fermentación natural*”, indica que la fermentación natural y el lavado posterior para la remoción del mucílago se han considerado como etapas básicas dentro del beneficio del café para producir cafés “Suaves lavados”, los cuales son de gran importancia en el mercado internacional. Siendo la fermentación una de las etapas del proceso del café de mayor cuidado, ya que fermentaciones prolongadas o incompletas, producen defectos como grano negro, cardenillo y vinagre, que ocasionan el rechazo de los lotes que contengan estos tipos de granos, lo cual implica pérdidas económicas, tanto para el caficultor como para el gremio cafetalero. (p.12)

Quintero (2010), en su Investigación “*Fundamentos del Proceso de Fermentación en el Beneficio del Café*”, indica que, la separación del mucílago del grano de café es necesaria en el beneficio húmedo, para facilitar el secado del grano y producir bebidas suaves, y además, es crítica para la calidad del grano y de la bebida, debido a que cualquier defectos que se ocasione por falta de control es un daño irreversible, que no se puede modificar en los procesos siguientes del beneficio, ni en la preparación de la bebida. Usualmente, en el beneficio del café, para la etapa de fermentación natural, los granos despulpados se depositan en tanques sin tapa y se dejan allí, con o sin agua, hasta su lavado y secado. (p.2)

En el artículo científico “*Efecto de la adición de levadura (Saccharomyces sp) en el proceso de fermentación de café (Coffea arabica)*”, (Sánchez & Olivares, 2019) afirman que la fermentación es un proceso biológico que consolida las propiedades de un producto, teniendo como factores más influyentes la presencia de levaduras, el tiempo y temperatura.

II. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL:

- Determinar la mejor concentración (0%, 0.5%; 0.75%; 1%) de cepas de *Saccharomyce cerevisae*, que permita desprender el mucílago del grano de café en el menor tiempo posible.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Controlar el proceso de fermentación registrando: pH, °Brix, temperatura del mucílago, temperatura ambiente y color de granos de café.
- Determinar el número de cepas de *Saccharomyces cerevisae*, durante el tiempo de fermentación.
- Determinar el tiempo de desprendimiento del mucílago de los granos de café.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES Y EQUIPOS

3.1.1 MATERIA PRIMA

Café cerezo variedad Catimor: Fue obtenido del caserío de San Antonio de Huabal – Distrito de Huabal. Se recibió habiendo pasado el proceso de despulpado. Llegó en buen estado, y se procedió a la respectiva distribución en los diferentes fermentadores.

3.1.2 MATERIALES

- Fermentadores
- Levadura pulverizada (*Saccharomyces cerevisiae*)
- Cámara de Neubauer
- Punteras estériles
- Tubos de ensayo
- Rejilla para tubos de ensayo
- Vasos de precipitación (100 ml)
- Agua destilada

3.1.3 EQUIPOS

- Balanza analítica con capacidad máxima 2100 gramos.
- Cocina semi industrial
- pHmetro
- Refractómetro (0°-32°Bx)
- Termómetro
- Microscopio electrónico
- Micropipetas

3.2 MÉTODOS

Para cumplir con los objetivos trazados, se realizó cuatro tratamientos de fermentación a diferentes concentraciones (0%; 0.5%; 0.75% y 1%) de cepas de *Saccharomyces cerevisiae*, cada uno con tres repeticiones, controlándose en cada uno de los fermentadores las siguientes variables:

- pH.
- Grados Brix (°Brix)
- Temperatura ambiente.
- Temperatura del mucílago.
- Crecimiento de levaduras.
- Color de los granos de café.

El control de dichas variables se registró cada hora hasta que el proceso de fermentación hubo culminado.

3.2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se recepcionó 120 kg de café cereza de la variedad *Catimor*. Los cuales pasaron por proceso de seleccionado, quedando solo 72 kg para fermentar. En cada fermentador se distribuyó 6 kg de granos de café con su propio mucílago, asignados aleatoriamente.

Se consideró el tiempo de fermentación y color del grano, tomando como patrón los granos de una fermentación natural, que fueron aquellos que se encontraron en los fermentadores (F1, F2, F3) con ausencia de cepas de *Saccharomyces cerevisiae* (0%)

El diseño experimental fue completamente al azar, con tres repeticiones, un análisis de varianza de dos factores y, la prueba de Tukey. A continuación se presenta el siguiente diagrama de Diseño Experimental.

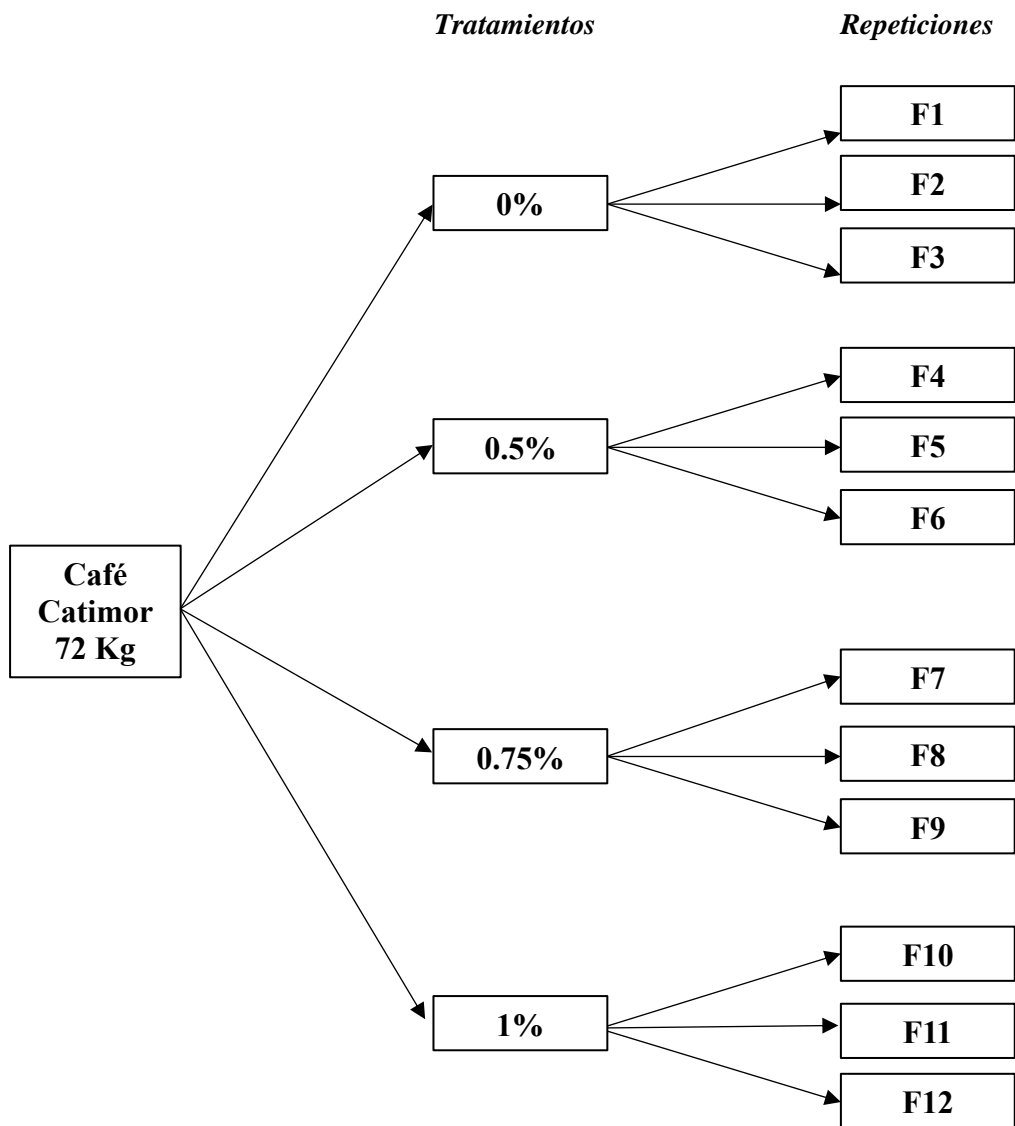


Figura 1. Diagrama de diseño experimental.

Nota: Los porcentajes representan las diferentes concentraciones de levadura (*S. cerevisiae*) presente en cada fermentador (F1-F12)

3.2.2 LOCALIZACIÓN

Las muestras de café fueron obtenidas del pueblo de San Antonio, distrito de Huabal, provincia de Jaén, ubicado a una altitud de 1600 m.s.n.m.

Las pruebas experimentales de fermentación se realizaron en los laboratorios de la Universidad Nacional de Jaén de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

3.2.3 PROCEDIMIENTO

Luego de haber recepcionado el café, se pesó y colocó, homogéneamente en cada uno de los fermentadores.

Para la activación de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, se tomó 100 ml de mucílago de cada fermentador (F3-F12), al cual se le adicionó las cepas de levadura según los porcentajes establecidos (0,5%; 0,75% y 1%) y se llevó a baño maría.

Los fermentadores testigo (F1-F3) no llevaron cepas de levadura y fueron aquellos con los que se comparó los resultados.

En cuanto la levadura se activó, fue agregada inmediatamente, en cada fermentador según la concentración correspondiente (0,5%; 0,75% y 1%).

Se registraron las variables (pH, grados brix, temperatura ambiente, temperatura del mucílago, conteo de levaduras y color de los granos) cada hora, durante todo el proceso de fermentado. Supervisando el momento de desprendimiento del mucílago del grano de café.

3.2.4 CONTROL DE VARIABLES:

- *pH:*

El pHmetro portátil fue ingresado en cada uno de los fermentadores, esperando unos segundos para registrar la lectura, durante todo el proceso de fermentación.

- *Grados Brix (°Brix)*

El contenido de sólidos solubles (grados brix) fue medido utilizando el Refractómetro portátil del Laboratorio de Alimentos de nuestra Carrera Profesional.

- *Temperatura:*

La fermentación del mucílago se comporta como un proceso exotérmico en el que se libera energía desde las primeras horas, dadas las reacciones bioquímicas que se llevan a cabo, para la producción de alcoholes y ácidos. (Peñuela, 2010).

La temperatura ambiente fue medida con un termómetro de mercurio, y el registro de la temperatura del mucílago se realizó utilizando el sensor de temperatura que viene en el pHmetro.

- *Recuento de levaduras:*

Simultáneamente al control de pH, °Brix, Temperatura ambiente y Temperatura del mucílago, se realizó el conteo de levaduras de cada uno de los tratamientos; para ello se hicieron diluciones (1:10) en tubos de ensayo, un tubo por cada fermentador, en tres repeticiones.

Luego, se llevó a la Cámara de Neubauer, 15 ml de cada disolución, se procedió el conteo de cepas de levaduras, llevando dicha cámara al microscopio usando los objetivos 10x y 40x.

Posteriormente se realizaron los cálculos correspondientes, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{partículas por } \mu\text{l vol.} = \frac{\text{partículas contadas}}{\text{superficie contada (mm}^2\text{)} * \text{profundidad cámara (mm)} * \text{dilución}}$$

Fórmula de valoración para el conteo de levaduras a través de la Cámara de Neubauer. Dicha fórmula es válida universalmente. (Laboratorio Clínico BRAND, 2005)

- **Color de los granos de café:**

El cambio de color en los granos de café de cada uno de los fermentadores, fueron evaluados visualmente, comparando con los fermentadores testigos.

Luego de observar el desprendimiento del mucílago del grano de café, se dio por terminada la fermentación, y se procedió al lavado de los granos de cada fermentador.

Los datos obtenidos fueron registrados de la siguiente manera:

Tabla 1. Registro de datos durante el proceso de fermentación.

Fermentador N°				Tratamiento (%)		
HORA	pH	°Brix	T° ambiente	T° mucílago	#Levaduras	Color de los granos de café

3.2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

El análisis estadístico se realizó con el diseño de experimentos completamente al azar con tres repeticiones, utilizando el software estadístico SPSS versión 22.

Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias de la prueba Tukey ($p < 0.05$) para determinar las diferencias entre tratamientos. (0.5%, 0.75%, 1% y el Testigo 0%).

Las variables que se evaluó fueron: pH, grados brix, temperatura del mucílago, temperatura ambiente y crecimiento de levaduras.

IV. RESULTADOS

Durante el proceso de Fermentación se utilizaron tres porcentajes de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) 0.5%, 0.75% y 1%, estos tratamientos fueron comparados con la muestra Testigo, que fueron aquellos fermentadores libres de levadura.

En la Tabla 2 se observa la media más alta en el tratamiento 0.5% siendo el pH de 4.9603 y, la media más baja fue 4.9043 que vino a ser del Fermentador Testigo 0%.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO pH EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS: 0.5%, 0.75%, 1% Y TESTIGO (0%)

Tabla 2. Resultado de los controles de pH durante el proceso de fermentación.

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Fermentador a 0.5%	63	4,9603	,22168	,02793	4,9045	5,0161	4,50	5,70
Fermentador a 0.75%	63	4,9473	,18039	,02273	4,9019	4,9927	4,70	5,66
Fermentador a 1%	63	4,9411	,18522	,02334	4,8945	4,9878	4,60	5,62
Fermentador Testigo 0%	63	4,9043	,22817	,02875	4,8468	4,9617	4,65	5,75
Total	252	4,9383	,20480	,01290	4,9128	4,9637	4,50	5,75

ANÁLISIS DE pH EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS: 0.5%, 0.75%, 1% Y TESTIGO (0%)

Tabla 3. Resultados de pH (ANOVA)

ANOVA					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,109	3	,036	,865	,460
Dentro de grupos	10,419	248	,042		
Total	10,528	251			

En la Tabla 3, el valor de F es 0.865 y la significación es 0.460. Es mayor que $\alpha = 0.05$ por lo que, las diferencias de media entre los tratamientos en cada uno de los fermentadores con pH no son significativas.

GRÁFICA DE MEDIAS DE FERMENTACIÓN CON pH

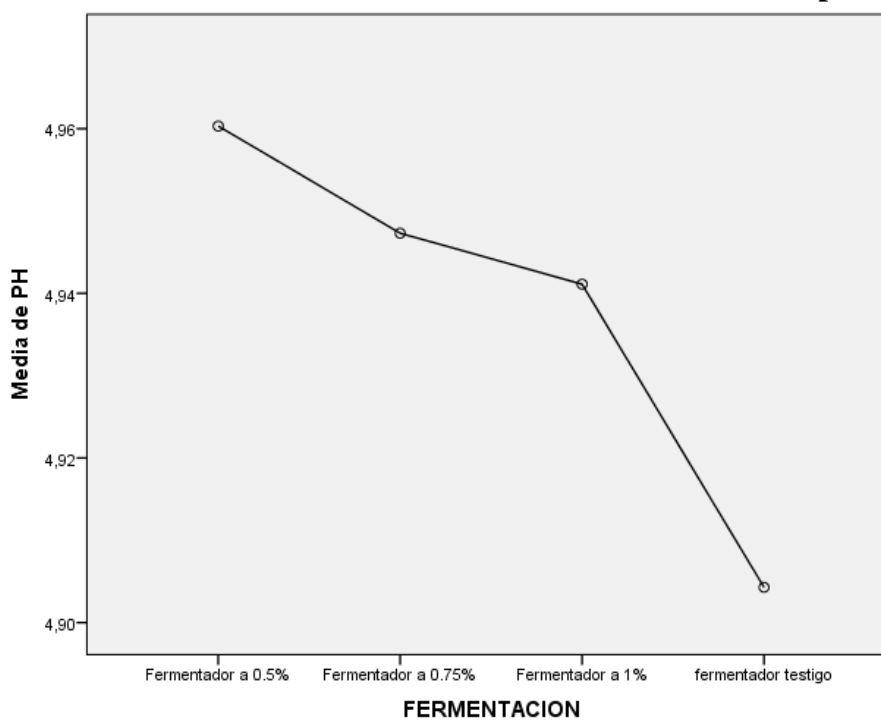


Figura 2. Gráfica de pH durante el proceso de fermentación.

Se observa en la gráfica que el Tratamiento con 0.5% tiene un promedio mayor de 4.96 y el Tratamiento Testigo tiene un promedio menor de 4.90.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO °Brix EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS: 0.5%, 0.75%, 1% Y TESTIGO (0%)

En la Tabla 4, se observa para cada concentración que, la media más alta es de 8.8317 °Brix que viene a ser del Fermentador Testigo y, la media más baja es de 6.5730 °Brix, del Fermentador a 0.75%.

Tabla 4. *Resultado de los controles de Grados Brix durante el proceso de fermentación.*

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Fermentador a 0.5%	63	7,0667	1,55418	,19581	6,6753	7,4581	5,30	12,20
Fermentador a 0.75%	63	6,5730	1,60365	,20204	6,1691	6,9769	5,20	12,30
Fermentador a 1%	63	6,7044	1,67046	,21046	6,2837	7,1251	5,40	12,50
Fermentador Testigo 0%	63	8,8317	1,40676	,17724	8,4775	9,1860	6,00	11,10
Total	252	7,2940	1,79839	,11329	7,0709	7,5171	5,20	12,50

**ANÁLISIS DE °Brix EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS: 0.5%, 0.75%, 1%
Y TESTIGO (0%)**

Tabla 5. *Resultados de Grados Brix (ANOVA)*

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	206,875	3	68,958	28,272	,000
Dentro de grupos	604,908	248	2,439		
Total	811,783	251			

En la Tabla 5, se muestra que el valor de F es 28.272 y la significación, 0.000; es menor que el $\alpha = 0.05$. Por lo tanto, la diferencia de media entre los grupos en cada uno de los fermentadores con °Brix son significativas.

PRUEBAS POST HOC

Tabla 6. Comparaciones múltiples-POST HOC (^oBrix)

HSD Tukey

(I) FERMENTACION	(J) FERMENTACION	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Fermentador a 0.5%	Fermentador a 0.75%	,49365	,27827	,288	-,2261	1,2134
	Fermentador a 1%	,36222	,27827	,563	-,3575	1,0820
	Fermentador Testigo 0%	-1,76508*	,27827	,000	-2,4848	-1,0453
Fermentador a 0.75%	Fermentador a 0.5%	-,49365	,27827	,288	-1,2134	,2261
	Fermentador a 1%	-,13143	,27827	,965	-,8512	,5883
	Fermentador Testigo 0%	-2,25873*	,27827	,000	-2,9785	-1,5390
Fermentador a 1%	Fermentador a 0.5%	-,36222	,27827	,563	-1,0820	,3575
	Fermentador a 0.75%	,13143	,27827	,965	-,5883	,8512
	Fermentador Testigo 0%	-2,12730*	,27827	,000	-2,8471	-1,4076
Fermentador Testigo a 0%	Fermentador a 0.5%	1,76508*	,27827	,000	1,0453	2,4848
	Fermentador a 0.75%	2,25873*	,27827	,000	1,5390	2,9785
	Fermentador a 1%	2,12730*	,27827	,000	1,4076	2,8471

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

En la Tabla 6, observamos las diferencias entre los grupos formados por los tratamientos del Fermentador 0.5% con el Fermentador a 0.75% es mayor que 0.05 así que no hay diferencias significativas. Sin embargo, el Fermentador Testigo se observa que la significancia es menor que 0.05 por lo tanto, sí existe diferencias significativas.

Tabla 7. Resultados HSD Tukey

FERMENTACIÓN	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Fermentador a 0.75%	63	6,5730	
Fermentador a 1%	63	6,7044	
Fermentador a 0.5%	63	7,0667	
Fermentador Testigo 0%	63		8,8317
Sig.		,288	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 63,000.

GRÁFICA DE MEDIAS DE FERMENTACIÓN CON BRIX

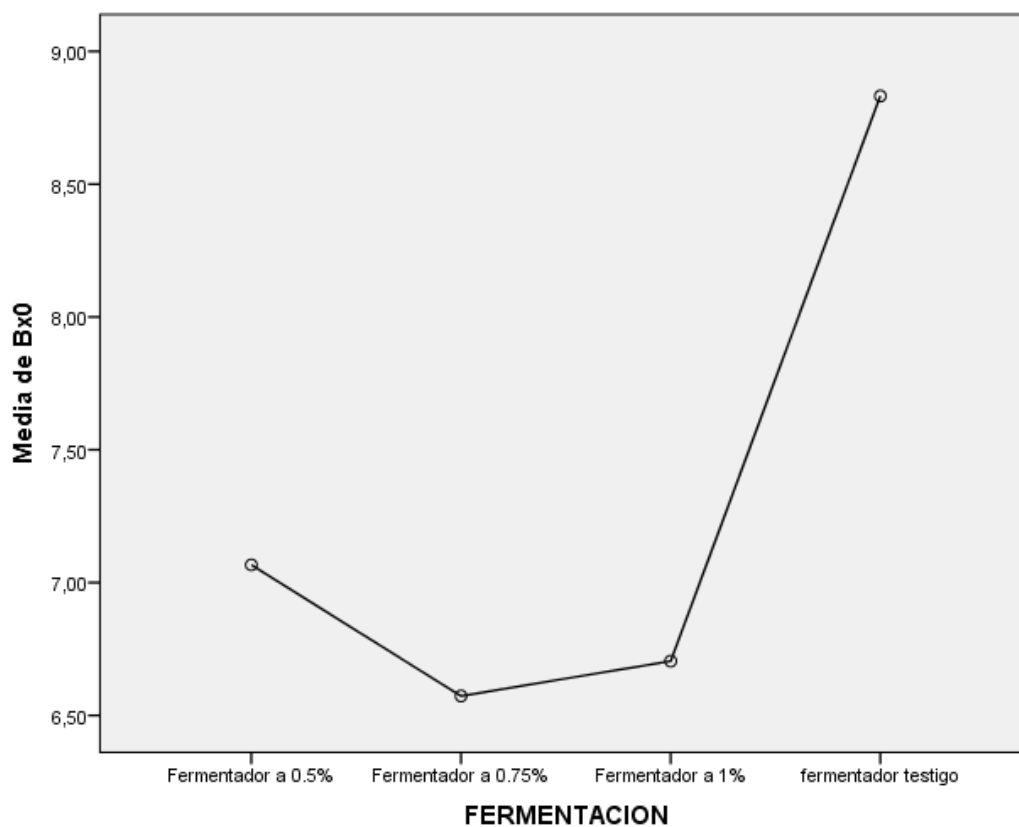


Figura 3. Gráfica de pH durante el proceso de fermentación.

Se observa en la gráfica que el Fermentador Testigo tiene un promedio mayor de 8.8317 °Brix y el fermentador 0.75% tiene un promedio menor de 6.57 de °Brix.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE TEMPERATURA AMBIENTE EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS: 0.5%, 0.75%, 1% Y TESTIGO (0%)

Se observa en la Tabla 8, que los promedios de temperatura ambiente son iguales en cada uno de los fermentadores, eso fue porque la temperatura de aquel día no tuvo grandes variaciones.

Tabla 8. *Resultado de los controles de Temperatura Ambiente durante el proceso de fermentación.*

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Fermentador a 0.5%	63	24,057	4,3231	,5447	22,968	25,146	17,0	30,0
Fermentador a 0.75%	63	24,057	4,3231	,5447	22,968	25,146	17,0	30,0
Fermentador a 1%	63	24,057	4,3231	,5447	22,968	25,146	17,0	30,0
Fermentador Testigo a 0%	63	24,057	4,3231	,5447	22,968	25,146	17,0	30,0
Total	252	24,057	4,2972	,2707	23,524	24,590	17,0	30,0

ANÁLISIS DE TEMPERATURA AMBIENTE EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS: 0.5%, 0.75%, 1% Y TESTIGO (0%)

Tabla 9. Resultados de Temperatura ambiente (ANOVA)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,000	3	,000	,000	1,000
Dentro de grupos	4635,017	248	18,690		
Total	4635,017	251			

Se observa en la Tabla 9, que el valor de F es 0.000 y la significación es 1.000, mayor que el $\alpha = 0.05$, por lo que las diferencias de media entre los grupos en cada uno de los fermentadores respecto a la Temperatura Ambiente no son significativas.

GRÁFICA DE MEDIAS DE FERMENTACIÓN CON TEMPERATURA AMBIENTE

En la gráfica, se observa que el promedio de todos los fermentadores son iguales.

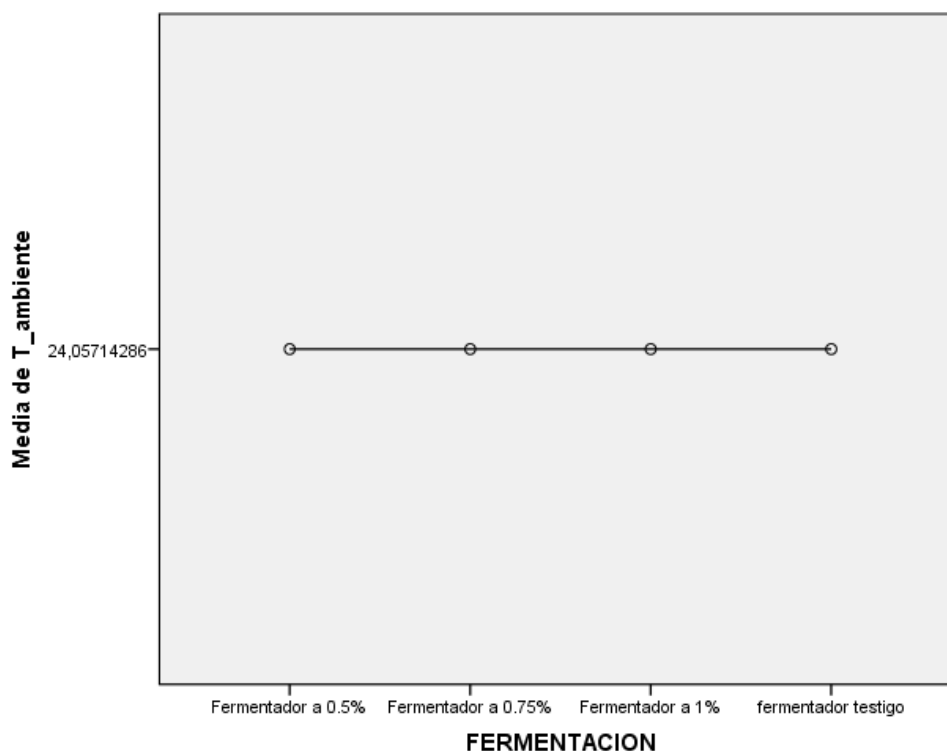


Figura 4. Gráfica de Temperatura Ambiente durante el proceso de fermentación.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO TEMPERATURA DE MUCÍLAGO DE CAFÉ EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS: 0.5%, 0.75%, 1% Y TESTIGO (0%)

Se observa en cada concentración que, la media más alta es de 28.906 °C que viene a ser del Fermentador a 1% y, la media más baja es 28.51°C que viene a ser del Fermentador Testigo a 0%.

Tabla 10. *Resultado de los controles de temperatura de mucílago de café durante el proceso de fermentación.*

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Fermentador a 0.5%	63	28,6313	1,21575	,15317	28,3251	28,9375	26,40	31,10
Fermentador a 0.75%	63	28,6238	1,18481	,14927	28,3254	28,9222	26,70	30,90
Fermentador a 1%	63	28,9016	,97641	,12302	28,6557	29,1475	26,80	31,20
Fermentador Testigo a 0%	63	28,5111	1,15355	,14533	28,2206	28,8016	24,10	29,70
Total	252	28,6669	1,13874	,07173	28,5257	28,8082	24,10	31,20

ANÁLISIS DE TEMPERATURA DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS: 0.5%, 0.75%, 1% Y TESTIGO (0%)

Tabla 11. *Resultados de Temperatura del mucílago de Café (ANOVA)*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5,196	3	1,732	1,341	,262
Dentro de grupos	320,286	248	1,291		
Total	325,482	251			

En la Tabla 11 se muestra que el valor de F es 1.341 y la significación es 0.262, mayor que el $\alpha = 0.05$; por lo tanto, las diferencias de medias entre los grupos en cada uno de los fermentadores con Temperatura del mucílago de café no son significativas.

GRÁFICA DE MEDIAS DE FERMENTACION CON TEMPERATURA DE MUCÍLO DE CAFÉ

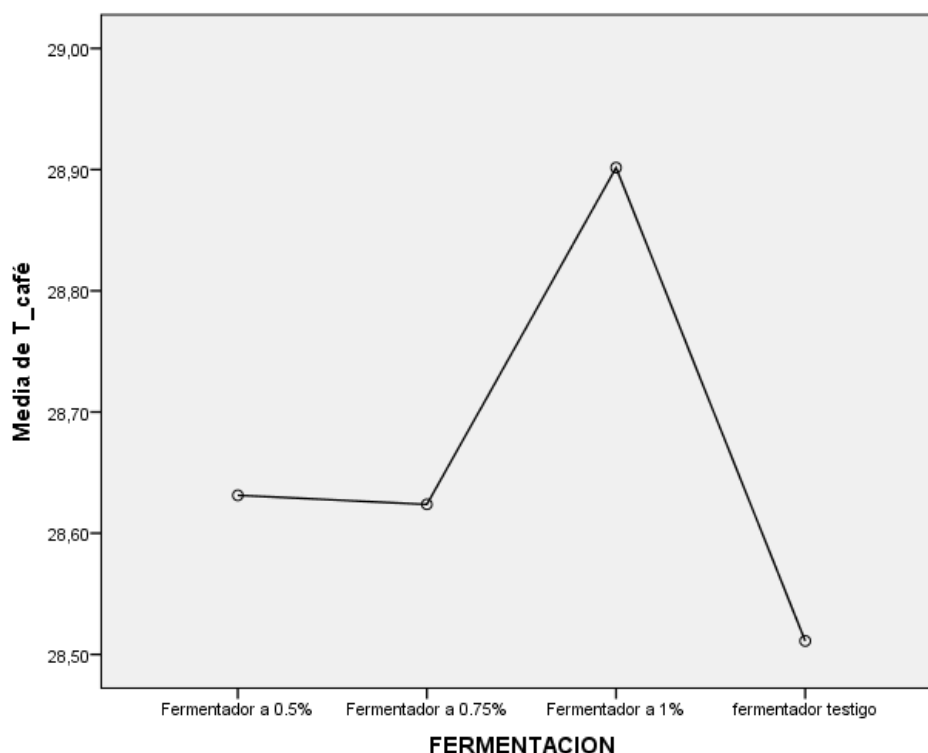


Figura 5. Gráfica de temperatura del mucílago de café durante el proceso de fermentación.

Se observa que el Fermentador 1% tiene un promedio mayor de 28.90 °C y el Fermentador Testigo un promedio menor de 28.51 °C.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE TIEMPO Y pH

En la Tabla 12 se observa que, el promedio mayor de pH fue de 5.6617 y se dio a las 7:00 p.m. y, el promedio menor fue de 4.8450, a las 12:00 a.m.

Tabla 12. *Resultados de análisis considerando el tiempo y pH durante el proceso de fermentación.*

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
12: 00 p.m.	12	4,9117	,14421	,04163	4,8200	5,0033	4,60	5,07
1: 00 p.m.	12	4,9725	,10695	,03087	4,9045	5,0405	4,79	5,10
2: 00 p.m.	12	4,9075	,12934	,03734	4,8253	4,9897	4,60	5,07
3: 00 p.m.	12	4,8883	,08706	,02513	4,8330	4,9436	4,80	5,04
4: 00 p.m.	12	4,8958	,12923	,03730	4,8137	4,9779	4,60	5,07
5: 00 p.m.	12	4,8700	,14091	,04068	4,7805	4,9595	4,50	5,05
6: 00 p.m.	12	4,8792	,06557	,01893	4,8375	4,9208	4,80	4,99
7: 00 p.m.	12	5,6617	,05424	,01566	5,6272	5,6961	5,60	5,75
8: 00 p.m.	12	4,8867	,05140	,01484	4,8540	4,9193	4,80	4,96
9: 00 p.m.	12	4,8517	,06713	,01938	4,8090	4,8943	4,77	4,99

Continuación

10: 00 p.m.	12	4,8725	,08946	,02582	4,8157	4,9293	4,70	4,98
11: 00 p.m.	12	4,8717	,10347	,02987	4,8059	4,9374	4,75	4,99
12: 00 a.m.	12	4,8450	,11310	,03265	4,7731	4,9169	4,64	4,97
1: 00 a.m.	12	4,9033	,08510	,02457	4,8493	4,9574	4,77	4,99
2: 00 a.m.	12	4,8850	,09520	,02748	4,8245	4,9455	4,70	4,98
3: 00 a.m.	12	4,8633	,07935	,02291	4,8129	4,9138	4,73	4,96
4: 00 a.m.	12	4,9208	,10723	,03096	4,8527	4,9890	4,73	5,10
5: 00 a.m.	12	5,1358	,24066	,06947	4,9829	5,2887	4,75	5,40
6: 00 a.m.	12	4,8800	,10063	,02905	4,8161	4,9439	4,71	4,98
7: 00 a.m.	12	4,9000	,13591	,03924	4,8136	4,9864	4,65	4,99
8: 00 a.m.	12	4,9008	,13970	,04033	4,8121	4,9896	4,65	4,99
Total	252	4,9383	,20480	,01290	4,9128	4,9637	4,50	5,75

ANÁLISIS DE TIEMPO Y pH

Tabla 13. Resultados del Análisis de pH respecto al tiempo (horas) de fermentación (ANOVA)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7,458	20	,373	28,054	,000
Dentro de grupos	3,070	231	,013		
Total	10,528	251			

En la Tabla 13, se muestra que el valor de F es 28.054 y la significación, 0.000 es menor que $\alpha = 0.05$; por lo tanto existe diferencias significativas entre los grupos en cada uno de los tiempos en horas de fermentación con pH.

ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY DE TIEMPO CON pH

En la Tabla 14, se observa que en el primer grupo del tiempo en horas con pH no existe diferencias significativas comparando con el segundo grupo de tiempo en horas de 1:00 p.m., 5:00 a.m. y el tercer grupo que es 7:00 p.m. Hay diferencias en tiempo en horas.

Los resultados se ordenan automáticamente de mayor a menor.

Tabla 14. Comparación de medias de pH con respecto al tiempo en horas.

HSD Tukey ^a				
TIEMPO HORAS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
12: 00 a.m.	12	4,8450		
9: 00 p.m.	12	4,8517		
3: 00 a.m.	12	4,8633		
5: 00 p.m.	12	4,8700		
11: 00 p.m.	12	4,8717		
10: 00 p.m.	12	4,8725		
6: 00 p.m.	12	4,8792		
6: 00 a.m.	12	4,8800		
2: 00 a.m.	12	4,8850		
8: 00 p.m.	12	4,8867		
3: 00 p.m.	12	4,8883		
4: 00 p.m.	12	4,8958		

Continuación

7: 00 a.m.	12	4,9000		
8: 00 a.m.	12	4,9008		
1: 00 a.m.	12	4,9033		
2: 00 p.m.	12	4,9075		
12: 00 p.m.	12	4,9117		
4: 00 a.m.	12	4,9208		
1: 00 p.m.	12	4,9725	4,9725	
5: 00 a.m.	12		5,1358	
7: 00 p.m.	12			5,6617
Sig.		,449	,077	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12,000.

GRÁFICA DE MEDIAS DE TIEMPO CON pH

En la siguiente gráfica se observa que el menor tiempo en horas es de 12:00 a.m. y presenta 4.8450 de pH, y el mayor tiempo es a las 7: 00 p.m. con 5.6617 de pH.

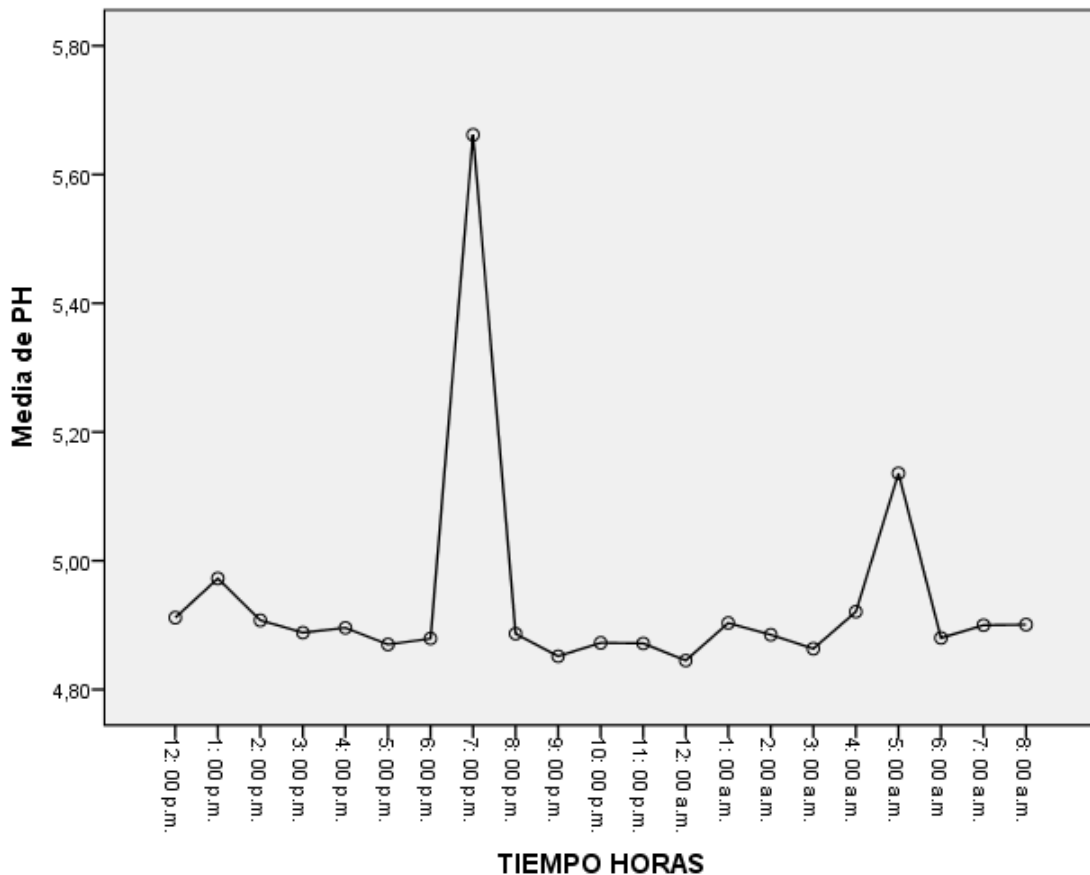


Figura 6. Gráfica de medias de pH con el tiempo en horas durante el proceso de fermentación.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE TIEMPO Y GRADOS BRIX (°Brix)

Tabla 15. Resultados de análisis considerando el tiempo y Grados Brix durante el proceso de fermentación.

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
12: 00 p.m.	12	11,6917	,97184	,28055	11,0742	12,3091	10,00	12,50
1: 00 p.m.	12	10,2167	,18505	,05342	10,0991	10,3342	10,00	10,60
2: 00 p.m.	12	9,2417	1,14690	,33108	8,5130	9,9704	8,00	11,10
3: 00 p.m.	12	7,9667	1,85831	,53645	6,7859	9,1474	6,30	11,00
4: 00 p.m.	12	7,4250	1,71471	,49499	6,3355	8,5145	6,10	10,60
5: 00 p.m.	12	7,1500	1,50846	,43546	6,1916	8,1084	6,00	9,90
6: 00 p.m.	12	7,0167	1,41924	,40970	6,1149	7,9184	5,90	9,80
7: 00 p.m.	12	7,1750	1,73054	,49956	6,0755	8,2745	5,90	10,10
8: 00 p.m.	12	7,1417	1,71383	,49474	6,0528	8,2306	5,80	10,00
9: 00 p.m.	12	6,9917	1,43809	,41514	6,0779	7,9054	6,00	9,90
10: 00 p.m.	12	6,9667	1,40411	,40533	6,0745	7,8588	6,00	9,70
11: 00 p.m.	12	6,8167	1,17073	,33796	6,0728	7,5605	6,00	9,00
12: 00 a.m.	12	6,6833	,91635	,26453	6,1011	7,2656	6,00	8,40
1: 00 a.m.	12	6,6500	,85334	,24634	6,1078	7,1922	6,00	8,00

Continuación

2: 00 a.m.	12	6,6417	,85436	,24663	6,0988	7,1845	6,00	8,00
3: 00 a.m.	12	6,6250	,85613	,24714	6,0810	7,1690	6,00	8,00
4: 00 a.m.	12	6,5083	,68816	,19865	6,0711	6,9456	6,00	8,00
5: 00 a.m.	12	6,3250	,53449	,15429	5,9854	6,6646	6,00	7,50
6: 00 a.m.	12	6,2325	,46451	,13409	5,9374	6,5276	5,89	7,00
7: 00 a.m.	12	6,0783	,43921	,12679	5,7993	6,3574	5,80	7,00
8: 00 a.m.	12	5,6292	,47600	,13741	5,3267	5,9316	5,20	6,50
Total	252	7,2940	1,79839	,11329	7,0709	7,5171	5,20	12,50

En la Tabla 15, se observa que el promedio mayor de °Brix es de 5.6292 a las 8:00 p.m., y el menor promedio es de 11.6917 dado a las 12:00 p.m. Se observa que a medida que transcurren las horas, los Grados Brix van disminuyendo.

Los grados Brix del mucílago de café fresco, son un indicador de la madurez del grano despulpado y su medición durante la fermentación permite hacer seguimiento y control de procesos. (Puerta, 2012, p. 8)

ANÁLISIS DE TIEMPO Y GRADOS BRIX

Tabla 16. *Resultados del Análisis de Grados Brix respecto al tiempo (horas) de fermentación (ANOVA)*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	495,590	20	24,780	18,103	,000
Dentro de grupos	316,193	231	1,369		
Total	811,783	251			

En la Tabla 16, el valor de F es 18.103 y la significación es 0.000 es menor que el $\alpha = 0.05$; por lo tanto, en las diferencias de medias entre los grupos en cada uno de los tiempos en horas de fermentación con Grados Brix existen diferencias significativas.

ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY DE TIEMPO EN HORAS CON BRIX (°Brix)

Tabla 17. *Comparación de medias de °Brix con respecto al tiempo en horas.*

HSD Tukey^a

TIEMPO HORAS	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
8: 00 a.m.	12	5,6292					
7: 00 a.m.	12	6,0783	6,0783				
6: 00 a.m.	12	6,2325	6,2325				
5: 00 a.m.	12	6,3250	6,3250	6,3250			
4: 00 a.m.	12	6,5083	6,5083	6,5083			
3: 00 a.m.	12	6,6250	6,6250	6,6250			
2: 00 a.m.	12	6,6417	6,6417	6,6417			
1: 00 a.m.	12	6,6500	6,6500	6,6500			
12: 00 a.m.	12	6,6833	6,6833	6,6833			
11: 00 p.m.	12	6,8167	6,8167	6,8167			
10: 00 p.m.	12	6,9667	6,9667	6,9667			
9: 00 p.m.	12	6,9917	6,9917	6,9917			
6: 00 p.m.	12	7,0167	7,0167	7,0167			
8: 00 p.m.	12	7,1417	7,1417	7,1417			
5: 00 p.m.	12	7,1500	7,1500	7,1500			
7: 00 p.m.	12	7,1750	7,1750	7,1750			
4: 00 p.m.	12		7,4250	7,4250			
3: 00 p.m.	12			7,9667	7,9667		

2: 00 p.m.	12			9,2417	9,2417		
1: 00 p.m.	12				10,2167	10,2167	
12: 00 p.m.	12					11,6917	
Sig.		,146	,370	,084	,479	,897	,210

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12,000.

En la Tabla 17, se observa que en el primer, segundo y tercer grupo del tiempo en horas con °Brix no existe diferencias significativas comparando con el cuarto, quinto y sexto grupo en los que sí hay diferencias significativas.

GRÁFICA DE MEDIAS EN TIEMPO HORAS CON °Brix

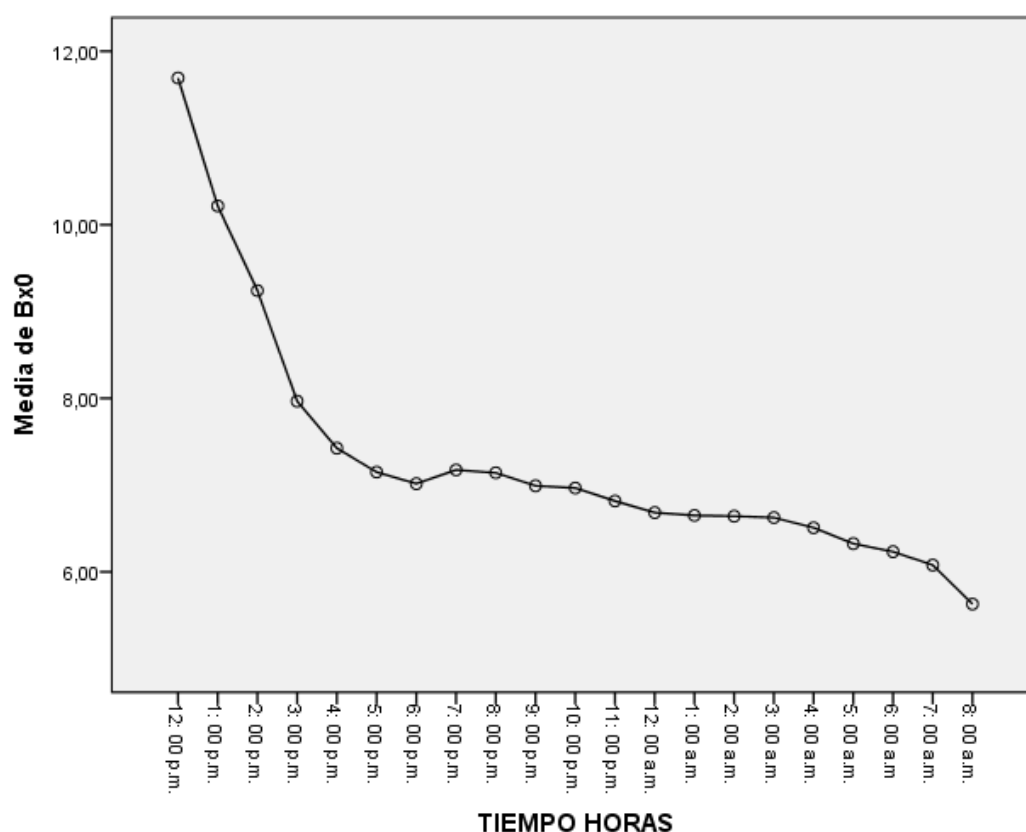


Figura 7. Gráfica de medias de grados Brix con tiempo en horas durante el proceso de fermentación.

En la gráfica se observa que la mayor cantidad de Grados Brix fue a las 12:00 p.m. con 11.6917; y la menor cantidad de Grados Brix fue a las 8: 00 a.m. con 4.6292.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE TIEMPO CON TEMPERATURA AMBIENTE

Se observa en la Tabla 18, que el promedio mayor de temperatura ambiente es de 30°C durante la 1:00 p.m. y 2: 00 p.m.; y la menor es de 17°C a las 8:00 a.m.

Tabla 18. *Resultados de tiempo con temperatura ambiente durante el proceso de fermentación.*

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
12: 00 p.m.	12	29,100	,0000	,0000	29,100	29,100	29,1	29,1
1: 00 p.m.	12	30,000	,0000	,0000	30,000	30,000	30,0	30,0
2: 00 p.m.	12	30,000	,0000	,0000	30,000	30,000	30,0	30,0
3: 00 p.m.	12	29,000	,0000	,0000	29,000	29,000	29,0	29,0
4: 00 p.m.	12	29,000	,0000	,0000	29,000	29,000	29,0	29,0
5: 00 p.m.	12	28,000	,0000	,0000	28,000	28,000	28,0	28,0
6: 00 p.m.	12	28,100	,0000	,0000	28,100	28,100	28,1	28,1
7: 00 p.m.	12	27,000	,0000	,0000	27,000	27,000	27,0	27,0
8: 00 p.m.	12	26,500	,0000	,0000	26,500	26,500	26,5	26,5
9: 00 p.m.	12	26,000	,0000	,0000	26,000	26,000	26,0	26,0
10: 00 p.m.	12	24,000	,0000	,0000	24,000	24,000	24,0	24,0
11: 00 p.m.	12	22,000	,0000	,0000	22,000	22,000	22,0	22,0
12: 00 a.m.	12	20,500	,0000	,0000	20,500	20,500	20,5	20,5

Continuación

1: 00 a.m.	12	20,000	,0000	,0000	20,000	20,000	20,0	20,0
2: 00 a.m.	12	20,000	,0000	,0000	20,000	20,000	20,0	20,0
3: 00 a.m.	12	20,000	,0000	,0000	20,000	20,000	20,0	20,0
4: 00 a.m.	12	20,000	,0000	,0000	20,000	20,000	20,0	20,0
5: 00 a.m.	12	20,000	,0000	,0000	20,000	20,000	20,0	20,0
6: 00 a.m.	12	20,000	,0000	,0000	20,000	20,000	20,0	20,0
7: 00 a.m.	12	19,000	,0000	,0000	19,000	19,000	19,0	19,0
8: 00 a.m.	12	17,000	,0000	,0000	17,000	17,000	17,0	17,0
Total	252	24,057	4,2972	,2707	23,524	24,590	17,0	30,0

ANÁLISIS DE TEMPERATURA AMBIENTE Y TIEMPO

Tabla 19. Resultados del Análisis de temperatura ambiente respecto al tiempo (horas) de fermentación (ANOVA)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4635,017	20	231,751	4.965E+32	,000
Dentro de grupos	,000	231	,000		
Total	4635,017	251			

En la Tabla 19 el valor de la F es 4.965E+32 y la significación es 0.000 es menor que $\alpha = 0.05$ la diferencia de medias entre los grupos en cada uno de los tiempos en horas de fermentación con temperatura ambiente tiene diferencias significativas.

ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY DE TEMPERATURA AMBIENTE Y TIEMPO

En la Tabla 20, se observa que en tercer grupo del tiempo en horas con Temperatura ambiente no existe diferencias significativas comparando con el grupo 1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 y 14 grupos en los que sí hay diferencias significativas.

Tabla 20. *Comparación de medias de temperatura ambiente con respecto al tiempo en horas.*

TIEMPO		Subconjunto para alfa = 0.05													
HORAS	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8: 00 a.m.	12	17.000													
7: 00 a.m.	12		19.000												
1: 00 a.m.	12			20.000											
2: 00 a.m.	12			20.000											
3: 00 a.m.	12			20.000											
4: 00 a.m.	12			20.000											
5: 00 a.m.	12			20.000											
6: 00 a.m.	12			20.000											
12: 00 a.m.	12				20.500										
11: 00 p.m.	12					22.000									
10: 00 p.m.	12						24.000								
9: 00 p.m.	12							26.000							

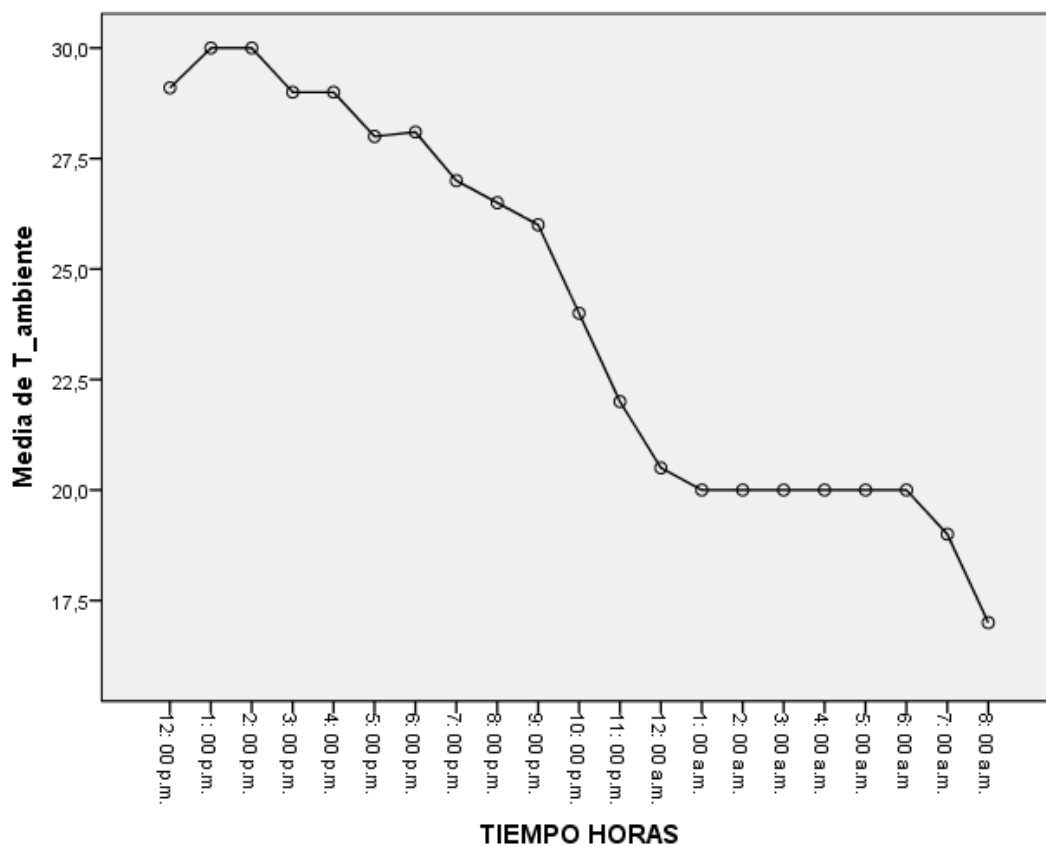
Continuación

8: 00 p.m.	12								26.500						
7: 00 p.m.	12									27.000					
5: 00 p.m.	12										28.000				
6: 00 p.m.	12											28.100			
3: 00 p.m.	12												29.000		
4: 00 p.m.	12												29.000		
12: 00 p.m.	12													29.100	
1: 00 p.m.	12														30.000
2: 00 p.m.	12														30.000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12,000.

GRÁFICA DE MEDIAS TEMPERATURA AMBIENTE Y TIEMPO



En la gráfica se observa que la menor temperatura fue 17°C a las de 8:00 a.m. y, la mayor temperatura fue de 30°C a la 1:00 p.m. y 2:00 p.m. La temperatura fue descendiendo a medida que avanzaban las horas.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE TIEMPO CON TEMPERATURA DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ

Tabla 21. *Resultados de tiempo en horas con temperatura del mucílago de café durante el proceso de fermentación.*

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
12: 00 p.m.	12	26,4000	1,45164	,41905	25,4777	27,3223	24,10	28,30
1: 00 p.m.	12	27,9500	,55186	,15931	27,5994	28,3006	27,30	28,90
2: 00 p.m.	12	29,0000	1,24536	,35950	28,2087	29,7913	27,00	30,20
3: 00 p.m.	12	30,0333	1,53287	,44250	29,0594	31,0073	27,40	31,10
4: 00 p.m.	12	30,2000	1,10864	,32004	29,4956	30,9044	28,30	31,20
5: 00 p.m.	12	29,7250	,83244	,24030	29,1961	30,2539	28,40	30,90
6: 00 p.m.	12	29,4750	,50295	,14519	29,1554	29,7946	28,60	30,00
7: 00 p.m.	12	29,2250	,16026	,04626	29,1232	29,3268	29,00	29,50
8: 00 p.m.	12	29,0750	,52764	,15232	28,7398	29,4102	28,50	29,70
9: 00 p.m.	12	28,8833	,16422	,04741	28,7790	28,9877	28,60	29,10
10: 00 p.m.	12	27,8500	,58698	,16945	27,4771	28,2229	27,00	28,70
11: 00 p.m.	12	28,8583	,47760	,13787	28,5549	29,1618	28,10	29,50
12: 00 a.m.	12	28,8833	,30699	,08862	28,6883	29,0784	28,40	29,30
1: 00 a.m.	12	28,9250	,53957	,15576	28,5822	29,2678	28,00	29,60
2: 00 a.m.	12	28,8083	,58846	,16987	28,4344	29,1822	28,00	29,60

Continuación

3: 00 a.m.	12	28,2583	,51427	,14846	27,9316	28,5851	27,40	28,90
4: 00 a.m.	12	28,2250	,66212	,19114	27,8043	28,6457	27,10	28,90
5: 00 a.m.	12	27,8583	,83389	,24072	27,3285	28,3882	27,00	29,30
6: 00 a.m.	12	28,0000	,81464	,23517	27,4824	28,5176	26,80	28,90
7: 00 a.m.	12	28,4392	,46324	,13373	28,1448	28,7335	27,57	28,90
8: 00 a.m.	12	27,9333	,80265	,23170	27,4234	28,4433	27,00	28,90
Total	252	28,6669	1,13874	,07173	28,5257	28,8082	24,10	31,20

Se observa en la Tabla 21 que, el promedio mayor de temperatura del mucílago de café es de 30.2°C a las 4:00 p.m.; y el promedio menor es de 26.4°C a las 12: 00 p.m.

ANÁLISIS DE TEMPERATURA DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ CON TIEMPO

Tabla 22. Resultados del Análisis de temperatura del mucílago de café respecto al tiempo (horas) de fermentación (ANOVA)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	182,003	20	9,100	14,651	,000
Dentro de grupos	143,479	231	,621		
Total	325,482	251			

En la Tabla 22, el valor de F es 14.651 y la significación es 0.000 es menor que el $\alpha = 0.05$ la diferencia de medias entre los grupos en cada uno de los tiempos en horas de fermentación con temperatura del mucílago de café tiene diferencias significativas.

ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY DE TEMPERATURA DE MUCÍLAGO DE CAFÉ Y TIEMPO

Tabla 23. Comparación de medias de temperatura del mucílago de café con respecto al tiempo en horas.

HSD Tukey^a

TIEMPO HORAS	N	Subconjunto para alfa = 0.05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
12: 00 p.m.	12	26,4000							
10: 00 p.m.	12		27,8500						
5: 00 a.m.	12		27,8583						
8: 00 a.m.	12		27,9333	27,9333					
1: 00 p.m.	12		27,9500	27,9500					
6: 00 a.m.	12		28,0000	28,0000					
4: 00 a.m.	12		28,2250	28,2250	28,2250				
3: 00 a.m.	12		28,2583	28,2583	28,2583				
7: 00 a.m.	12		28,4392	28,4392	28,4392	28,4392			

2: 00 a.m.	12	28,8083	28,8083	28,8083	28,8083	28,8083			
11: 00 p.m.	12	28,8583	28,8583	28,8583	28,8583	28,8583			
9: 00 p.m.	12	28,8833	28,8833	28,8833	28,8833	28,8833	28,8833		
12: 00 a.m.	12	28,8833	28,8833	28,8833	28,8833	28,8833	28,8833		
1: 00 a.m.	12	28,9250	28,9250	28,9250	28,9250	28,9250	28,9250		
2: 00 p.m.	12	29,0000	29,0000	29,0000	29,0000	29,0000	29,0000		
8: 00 p.m.	12		29,0750	29,0750	29,0750	29,0750	29,0750	29,0750	
7: 00 p.m.	12			29,2250	29,2250	29,2250	29,2250	29,2250	
6: 00 p.m.	12				29,4750	29,4750	29,4750	29,4750	
5: 00 p.m.	12					29,7250	29,7250	29,7250	
3: 00 p.m.	12						30,0333	30,0333	
4: 00 p.m.	12							30,2000	
Sig.		1,000	,056	,061	,201	,153	,350	,056	,071

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12,000.

Se observa que en el grupo 2,3,4,5,6,7 y 8 del tiempo en horas con Temperatura de mucílago de café no existe diferencias significativas, comparando con el grupo 1 hay diferencias significativas.

GRÁFICO DE MEDIAS DE TEMPERATURA DE MUCÍLAGO DE CAFÉ Y TIEMPO

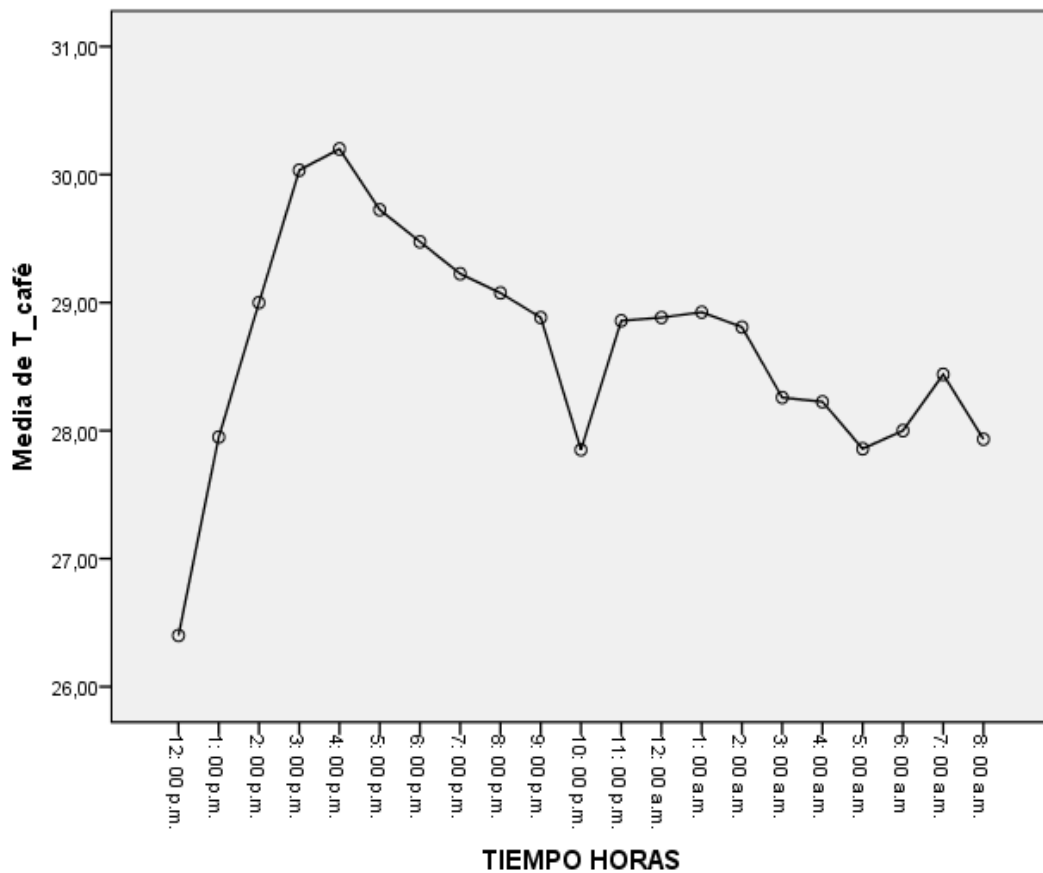


Figura 8. Gráfica de medias de Temperatura de mucílago de café y tiempo en horas.

En la gráfica se observa que el menor tiempo en horas de 12: 00 p.m. cuenta con una Temperatura del mucílago de café de 26.4°C y el mayor tiempo en horas de 4: 00 p.m., con 30.2°C

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LEVADURA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS: 0.5%, 0.75%, 1% Y TESTIGO (0%)

Estos análisis se separaron en tres grupos para un mejor entendimiento:

- Levadura/campo: número de levaduras en una parte del cuadrante.
- Levadura/cuadrante: número total de levaduras en el cuadrante observado.
- Levadura/ml: número total de levaduras aplicando la fórmula universal para determinar el número total de levaduras en cada mililitro de mucílago:

$$\text{partículas por } \mu\text{l volumen} = \frac{\text{partículas contadas}}{\text{superficie contada (mm}^2\text{)} * \text{profundidad cámara (mm)} * \text{dilución}}$$

En la Tabla 24, se observa según las tablas para la levadura/campo, la fermentación a 1% tiene un promedio mayor de 409.65 de levaduras y la Fermentación Testigo tiene un promedio menor de 77.70 de levaduras. Seguidamente para la levadura/cuadrante, la fermentación a 1% un promedio mayor de 81.930 de levaduras y el Fermentador Testigo un promedio menor de 15.540 y por ultimo; para la levadura/cuadrante, la Fermentación a 1% tiene un promedio mayor de 204825000.00 y el Fermentador Testigo promedio menor de 38850000.00.

Tabla 24. Resultados del conteo de levaduras durante el proceso de fermentación.

		N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Levadura/campo	Fermentación a 0.5%	60	397,35	85,684	11,062	375,22	419,48	180	549
	Fermentación a 0.75%	60	381,98	67,886	8,764	364,45	399,52	229	488
	Fermentación a 1%	60	409,65	99,986	12,908	383,82	435,48	190	623
	Fermentación Testigo	60	77,70	27,394	3,537	70,62	84,78	16	129
	Total	240	316,67	157,528	10,168	296,64	336,70	16	623
Levaduras/cuadrante	Fermentación a 0.5%	60	79,470	17,1369	2,2124	75,043	83,897	36,0	109,8
	Fermentación a 0.75%	60	76,397	13,5771	1,7528	72,889	79,904	45,8	97,6
	Fermentación a 1%	60	81,930	19,9972	2,5816	76,764	87,096	38,0	124,6
	Fermentación Testigo	60	15,540	5,4787	,7073	14,125	16,955	3,2	25,8
	Total	240	63,334	31,5056	2,0337	59,328	67,340	3,2	124,6
Levaduras/ml	Fermentación a 0.5%	60	198675000,00	42842223,846	5530907,316	187607680,02	209742319,98	90000000	274500000
	Fermentación a 0.75%	60	190991666,67	33942809,786	4381997,901	182223309,12	199760024,21	114500000	244000000
	Fermentación a 1%	60	204825000,00	49992950,774	6454062,193	191910451,38	217739548,62	95000000	311500000
	Fermentación Testigo	60	38850000,00	13696869,616	1768258,264	35311723,39	42388276,61	8000000	64500000
	Total	240	158335416,67	78763967,320	5084192,229	148319866,05	168350967,28	8000000	311500000

ANÁLISIS DE LEVADURA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS: 0.5%, 0.75%, 1% Y TESTIGO (0%)

Tabla 25 . Resultados del Análisis del conteo de levaduras durante el proceso de fermentación (ANOVA)

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Levaduras/campo	Entre grupos	4591622,113	3	1530540,704	269,724	,000
	Dentro de grupos	1339174,883	236	5674,470		
	Total	5930796,996	239			
Levaduras/cuadrante	Entre grupos	183664,884	3	61221,628	269,724	,000
	Dentro de grupos	53566,995	236	226,979		
	Total	237231,880	239			
Levaduras/ml	Entre grupos	1147905528124999 940,000	3	3826351760416666 20,000	269,724	,000
	Dentro de grupos	3347937208333333 10,000	236	1418617461158192, 000		
	Total	1482699248958333 180,000	239			

En la Tabla 25, el valor de F es 269.724 y la significación 0.000; es menor que $\alpha = 0.05$, por lo tanto la diferencia de medias entre cada tratamiento si son significativas.

Tabla 26. Comparación de medias de levaduras/campo

HSD Tukey

(I) FERMENTACION	(J) FERMENTACION	Diferencia de		Sig.	95% de intervalo de confianza	
		medias (I-J)	Error estándar		Límite inferior	Límite superior
Fermentación a 0.5%	Fermentación a 0.75%	15,367	13,753	,679	-20,22	50,95
	Fermentación a 1%	-12,300	13,753	,808	-47,89	23,29
	Fermentación Testigo	319,650*	13,753	,000	284,06	355,24
Fermentación a 0.75%	Fermentación a 0.5%	-15,367	13,753	,679	-50,95	20,22
	Fermentación a 1%	-27,667	13,753	,187	-63,25	7,92
	Fermentación Testigo	304,283*	13,753	,000	268,70	339,87
Fermentación a 1%	Fermentación a 0.5%	12,300	13,753	,808	-23,29	47,89
	Fermentación a 0.75%	27,667	13,753	,187	-7,92	63,25
	Fermentación Testigo	331,950*	13,753	,000	296,36	367,54
Fermentación Testigo	Fermentación a 0.5%	-319,650*	13,753	,000	-355,24	-284,06
	Fermentación a 0.75%	-304,283*	13,753	,000	-339,87	-268,70
	Fermentación a 1%	-331,950*	13,753	,000	-367,54	-296,36

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Tabla 27. Comparación de medias de levaduras/cuadrante

HSD Tukey

(I) FERMENTACION	(J) FERMENTACION	Diferencia de			95% de intervalo de confianza	
		medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Límite inferior	Límite superior
Fermentación a 0.5%	Fermentación a 0.75%	3,0733	2,7506	,679	-4,044	10,190
	Fermentación a 1%	-2,4600	2,7506	,808	-9,577	4,657
	Fermentación Testigo	63,9300*	2,7506	,000	56,813	71,047
Fermentación a 0.75%	Fermentación a 0.5%	-3,0733	2,7506	,679	-10,190	4,044
	Fermentación a 1%	-5,5333	2,7506	,187	-12,650	1,584
	Fermentación Testigo	60,8567*	2,7506	,000	53,740	67,974
Fermentación a 1%	Fermentación a 0.5%	2,4600	2,7506	,808	-4,657	9,577
	Fermentación a 0.75%	5,5333	2,7506	,187	-1,584	12,650
	Fermentación Testigo	66,3900*	2,7506	,000	59,273	73,507
Fermentación Testigo	Fermentación a 0.5%	-63,9300*	2,7506	,000	-71,047	-56,813
	Fermentación a 0.75%	-60,8567*	2,7506	,000	-67,974	-53,740
	Fermentación a 1%	-66,3900*	2,7506	,000	-73,507	-59,273

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Tabla 28. Comparación de medias de levaduras/ml

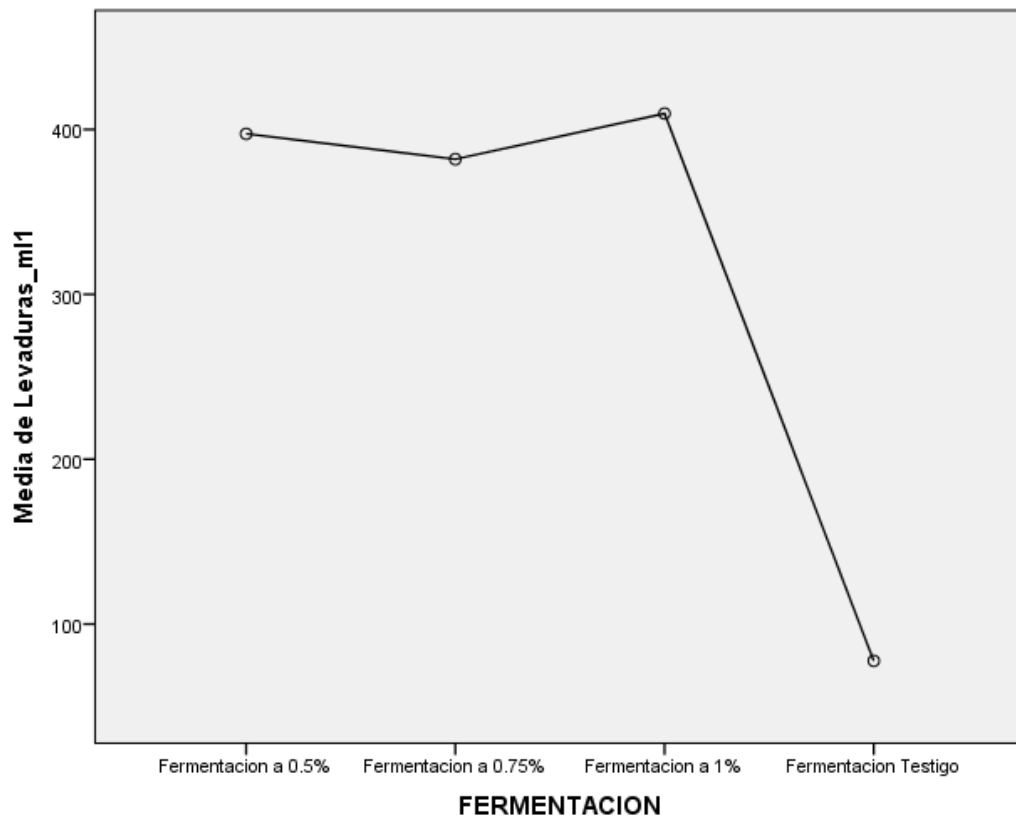
HSD Tukey

(I) FERMENTACION	(J) FERMENTACION	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Fermentación a 0.5%	Fermentación a 0.75%	7683333,333	6876572,453	,679	-10109310,81	25475977,48
	Fermentación a 1%	-6150000,000	6876572,453	,808	-23942644,15	11642644,15
	Fermentación Testigo	159825000,000*	6876572,453	,000	142032355,85	177617644,15
Fermentación a 0.75%	Fermentación a 0.5%	-7683333,333	6876572,453	,679	-25475977,48	10109310,81
	Fermentación a 1%	-13833333,333	6876572,453	,187	-31625977,48	3959310,81
	Fermentación Testigo	152141666,667*	6876572,453	,000	134349022,52	169934310,81
Fermentación a 1%	Fermentación a 0.5%	6150000,000	6876572,453	,808	-11642644,15	23942644,15
	Fermentación a 0.75%	13833333,333	6876572,453	,187	-3959310,81	31625977,48
	Fermentación Testigo	165975000,000*	6876572,453	,000	148182355,85	183767644,15
Fermentación Testigo	Fermentación a 0.5%	-159825000,000*	6876572,453	,000	-177617644,15	-142032355,85
	Fermentación a 0.75%	-152141666,667*	6876572,453	,000	-169934310,81	-134349022,52
	Fermentación a 1%	-165975000,000*	6876572,453	,000	-183767644,15	-148182355,85

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Según las Tablas 26, 27, 28; en las comparaciones múltiples se observa que la diferencia entre los grupos comparados de levaduras campo, cuadrante y ml con el fermentador A 0.5% y el fermentador a 0.75% es mayor que 0.05 se dice que no hay diferencia significativa. Sin embargo, al ser comparado con el Fermentador Testigo se observa que la significancia es menor que 0.05 se dice que si existe diferencia significativa.

GRÁFICA DE MEDIAS DE FERMENTACIÓN CON LEVADURAS/CAMPO

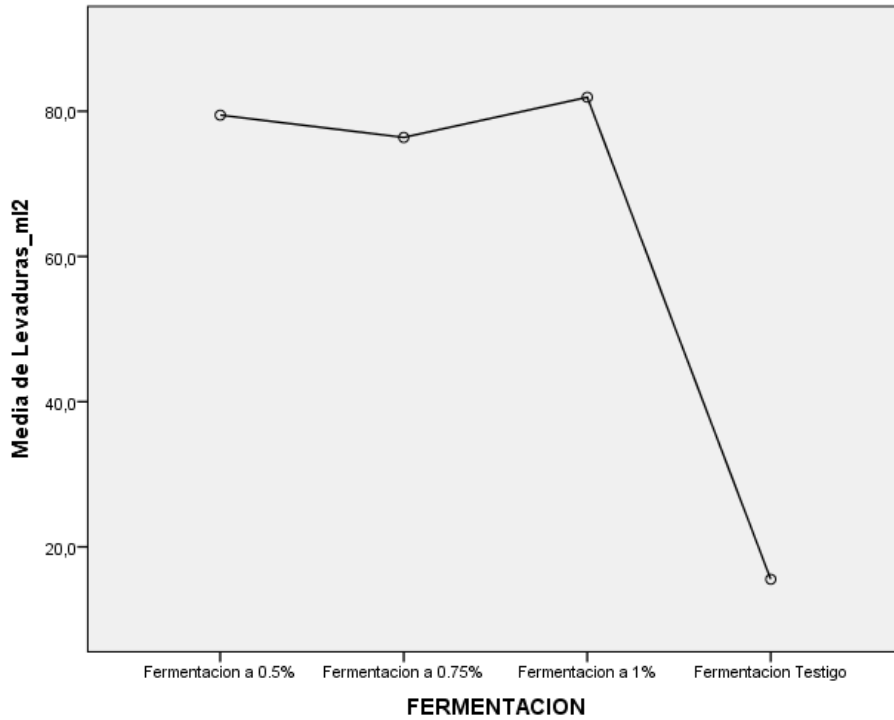


*Levaduras_m1 = Levaduras/campo

Figura 9. Gráfica de medias de levaduras/campo y tratamientos.

En la Figura 9, se observa que el mayor promedio de número de levaduras se da en el Tratamiento a 1% y el menor promedio, en el Tratamiento Testigo (0%). Esto mismo sucede en las Tablas 10 y 11.

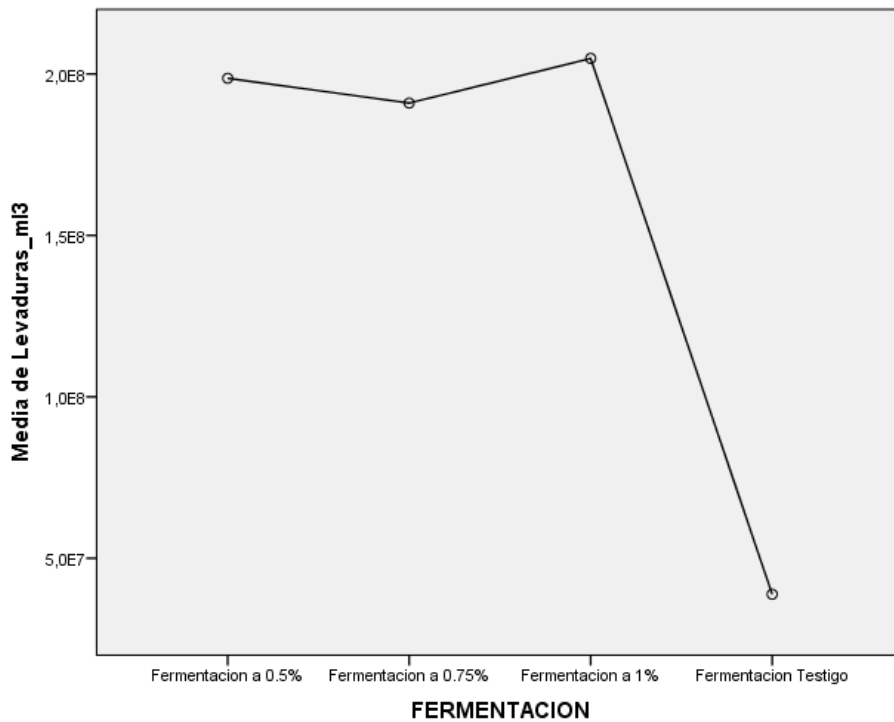
GRÁFICA DE MEDIAS DE FERMENTACIÓN CON LEVADURAS/CUADRANTE



*Levaduras_ml2 = Levaduras/cuadrante

Figura 10. Gráfica de medias de levaduras/cuadrante y tratamientos.

GRAFICA DE MEDIAS DE FERMENTACION CON LEVADURAS MI3



*Levaduras_ml3 = Levaduras/ml

Figura 11. Gráfica de medias de levaduras/ml y tratamientos.

Tabla 29. Análisis *TUKEY* de levadura/campo y tiempo en horas.

HSD Tukey^a

TIEMPO HORAS	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
3: 00 p.m.	12	218,83
1: 00 p.m.	12	242,33
2: 00 p.m.	12	245,33
4: 00 p.m.	12	252,25
8: 00 a.m.	12	258,08
5: 00 a.m.	12	315,08
4: 00 a.m.	12	324,42
2: 00 a.m.	12	325,08
12: 00 a.m.	12	329,33
1: 00 p.m.	12	330,67
10: 00 p.m.	12	332,08
9: 00 p.m.	12	332,17
11: 00 p.m.	12	337,67
6: 00 p.m.	12	341,33
3: 00 a.m.	12	347,33
6: 00 a.m.	12	349,33
7: 00 p.m.	12	350,75
7: 00 a.m.	12	361,25
8: 00 p.m.	12	368,08
5: 00 p.m.	12	372,00
Sig.		,672

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12,000.

GRÁFICA DE MEDIAS DE LEVADURA/CAMPO Y TIEMPO EN HORAS.

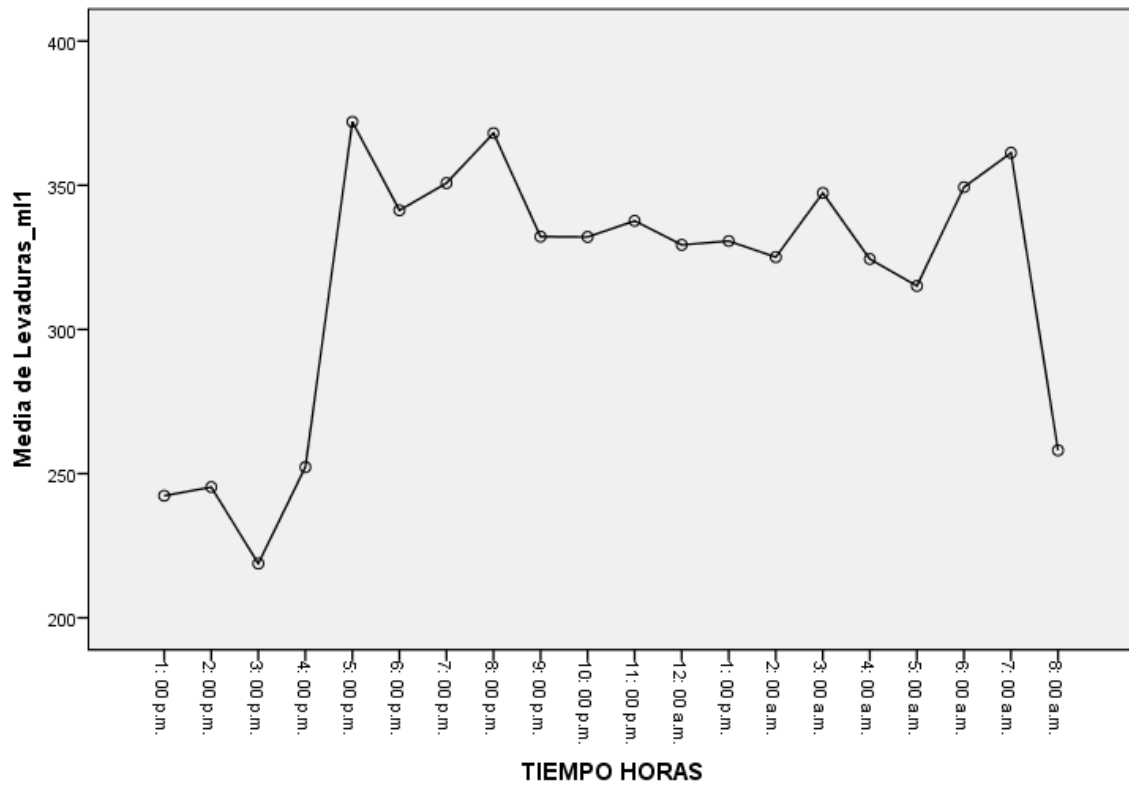


Figura 12. Gráfica de levaduras/campo y tiempo en horas durante el proceso de fermentación.

Tabla 30. Análisis *TUKEY* de levadura/cuadrante y tiempo en horas.

HSD Tukey^a

TIEMPO HORAS	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
3: 00 p.m.	12	43,767
1: 00 p.m.	12	48,467
2: 00 p.m.	12	49,067
4: 00 p.m.	12	50,450
8: 00 a.m.	12	51,617
5: 00 a.m.	12	63,017
4: 00 a.m.	12	64,883
2: 00 a.m.	12	65,017
12: 00 a.m.	12	65,867
1: 00 p.m.	12	66,133
10: 00 p.m.	12	66,417
9: 00 p.m.	12	66,433
11: 00 p.m.	12	67,533
6: 00 p.m.	12	68,267
3: 00 a.m.	12	69,467
6: 00 a.m.	12	69,867
7: 00 p.m.	12	70,150
7: 00 a.m.	12	72,250
8: 00 p.m.	12	73,617
5: 00 p.m.	12	74,400
Sig.		,672

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12,000.

GRÁFICA DE MEDIAS DE LEVADURA/CUADRANTE Y TIEMPO EN HORAS.

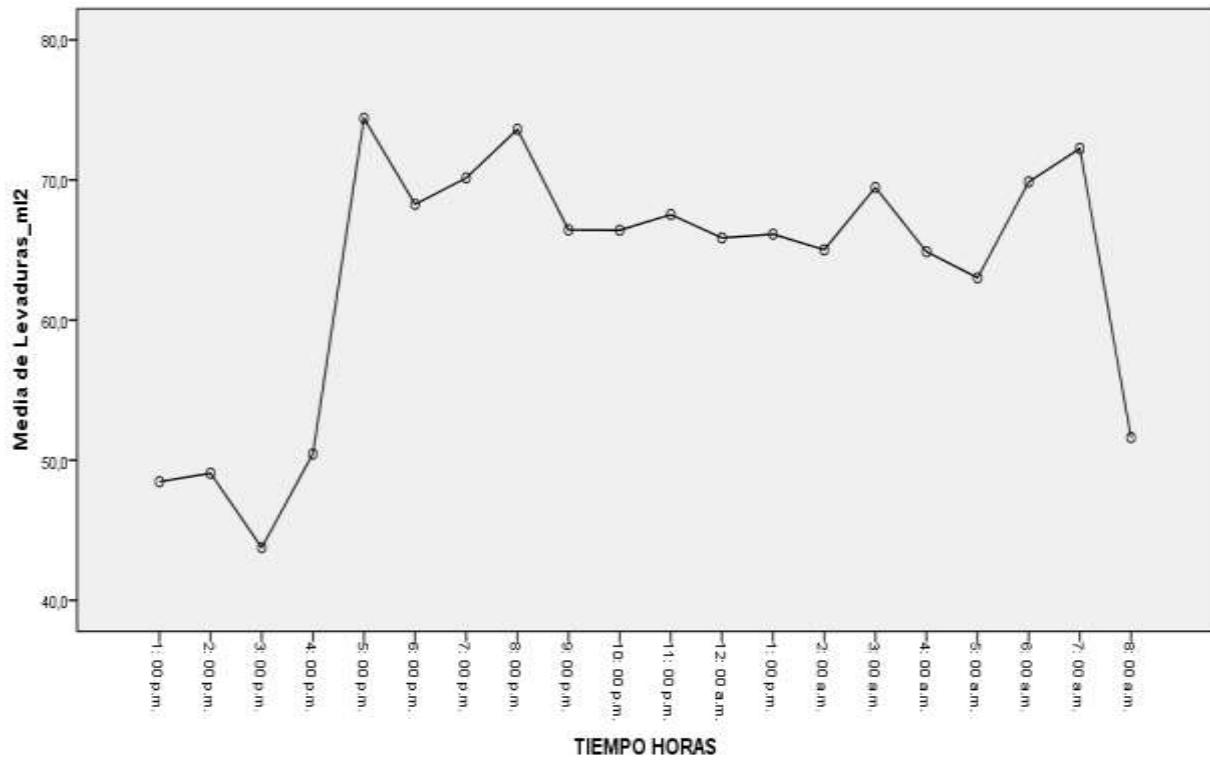


Figura 13. Gráfica de levaduras/campo y tiempo en horas durante el proceso de fermentación.

Tabla 31. Análisis *TUKEY* de levadura/ml y tiempo en horas.

HSD Tukey^a

TIEMPO HORAS	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
3: 00 p.m.	12	109416666,67
1: 00 p.m.	12	121166666,67
2: 00 p.m.	12	122666666,67
4: 00 p.m.	12	126125000,00
8: 00 a.m.	12	129041666,67
5: 00 a.m.	12	157541666,67
4: 00 a.m.	12	162208333,33
2: 00 a.m.	12	162541666,67
12: 00 a.m.	12	164666666,67
1: 00 p.m.	12	165333333,33
10: 00 p.m.	12	166041666,67
9: 00 p.m.	12	166083333,33
11: 00 p.m.	12	168833333,33
6: 00 p.m.	12	170666666,67
3: 00 a.m.	12	173666666,67
6: 00 a.m.	12	174666666,67
7: 00 p.m.	12	175375000,00
7: 00 a.m.	12	180625000,00
8: 00 p.m.	12	184041666,67
5: 00 p.m.	12	186000000,00
Sig.		,672

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12,000.

GRÁFICA DE MEDIAS DE LEVADURA/ML Y TIEMPO EN HORAS.

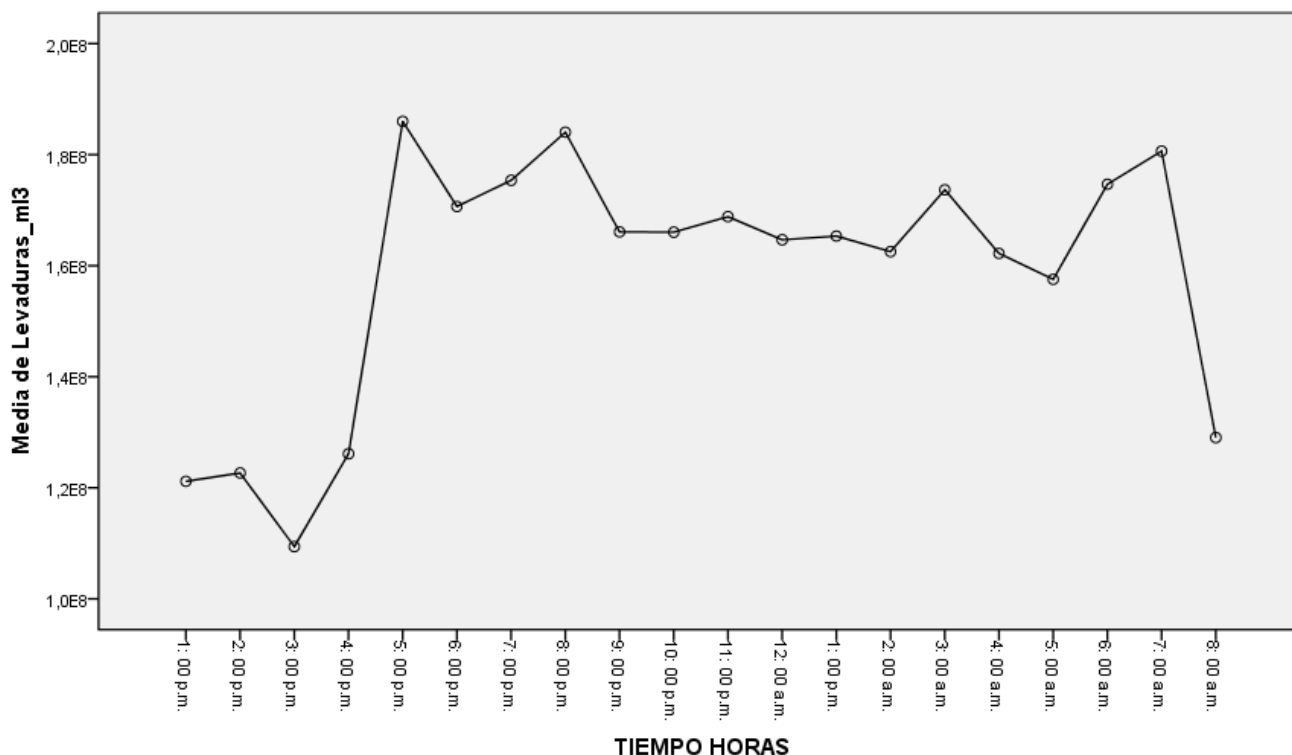


Figura 14. Gráfica de levaduras/ml y tiempo en horas durante el proceso de fermentación.

ANÁLISIS DE COLOR DE GRANOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

El color de los granos de café, al iniciar la fermentación fue de tono marrón oscuro y, al finalizar el color obtenido en cada fermentador fue un marrón más claro. No varió en los tratamientos por lo que se puede decir que la levadura no influyó en el cambio de color, sino que fue igual al de la fermentación natural.

V. DISCUSIÓN

En la fermentación del café, las levaduras y bacterias del mucílago, mediante sus enzimas naturales, oxidan parcialmente los azúcares y producen energía (ATP), etanol, ácido láctico, ácido acético y CO₂. También se degradan los lípidos del mucílago de café y cambian el color, olor, densidad, acidez, pH, sólidos solubles, temperatura y composición química y microbiana de este sustrato”. (Puerta, 2012, p. 1)

El pH del café en baba fresco es ácido, con valores que dependen de la madurez, del tiempo entre la recolección y el despulpado, la manipulación los frutos. En general, valores de pH del mucílago fermentado entre 3,7 y 4,1 son adecuados y seguros para interrumpir la fermentación y lavar el café. (Puerta, 2012, p. 8). En este proceso de fermentación, el pH tuvo un comportamiento decreciente a medida que aumentaban las horas. Los resultados obtenidos indican que el Tratamiento con 0.5% de concentración de levadura *Saccharomyces cerevisaie* tiene un promedio mayor de 4.96 y el Tratamiento con 0% de levadura *S. cerevisaie* (Fermentadores Testigo) tiene un promedio menor de 4.90. Según el análisis de varianza, no existen diferencias significativas entre las muestras evaluadas.

Durante la fermentación, se encontró un decrecimiento en los Grados Brix (°Brix), con valores máximos al inicio del proceso entre 10 y 12 °Brix, y valores mínimos al final entre 5 y 6 °Brix. Lo anterior se debe a que los sólidos solubles son fuente de sustrato que consumen los microorganismos presentes en la degradación del mucílago del café. (Córdoba & Guerrero, 2016). La diferencia de medias entre cada tratamiento si fue significativa, por lo cual se tuvo que aplicar la prueba de Tukey para el análisis.

La temperatura en este proceso de fermentación fue monitoreada a nivel externo (temperatura ambiente) e interno (temperatura del mucílago de café). Se evidenció con un 95% de confianza, que no existen diferencias significativas entre las medidas de la temperatura ambientes (ya que fue constante). En cuanto al mucílago, se evidenció un incremento con valores mínimos en la temperatura. El Tratamiento con 1% de *S. cerevisaie* tuvo un promedio mayor de 28.90°C y el Tratamiento con 0%, un promedio menor de 28.51. Si bien, no hubo diferencia estadística en la temperatura ambiental, la variación en éste parámetro puede llegar afectar el proceso, por lo cual, debe ser monitoreada constantemente.

De acuerdo a lo anterior, (Córdoba & Guerrero, 2016) establecen que las condiciones de temperatura tanto externa como interna, son importantes dentro del proceso, puesto que mantienen la viabilidad de los microorganismos y enzimas que actúan dentro de la fermentación.

En cuanto al crecimiento de levaduras, se pudo observar que a medida que transcurría el proceso de fermentación, el número de *Saccharomyces cerevisiae* se incrementaron. Se observó que el mayor promedio de número de levaduras fue en el Tratamiento a 1% 204825000.00 levadura/ml; y el menor promedio en el Tratamiento Testigo (0%) 38850000.00 levadura/ml. Siendo las 5:00 p.m. el tiempo en horas donde más proliferación de levaduras hubo.

Wilboux (1972), citado por (Peñuela, 2010) indica que, la fermentación en café arábica, dura frecuentemente entre 48 a 60 horas y a veces más en regiones frías. En esta investigación, el tiempo de fermentación fue diferente en cada Tratamiento. Siendo el Tratamiento con 1% de levadura el que fermentó más rápido (11 horas). Mientras que en los fermentadores correspondientes al Tratamiento con 0%, duró 19 horas. Se podría explicar esta reducción de tiempo de fermentación por la adición de la levadura *S. cerevisiae*.

El color de los granos de café, al iniciar la fermentación fue de tono marrón oscuro y, al finalizar el color obtenido en cada fermentador fue un marrón más claro. Se dice que, el color, aspecto y olor del mucílago de café fermentado cambia dependiendo del tiempo y del sistema de fermentación. (Puerta, "Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad", 2015)

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Tratamiento con 1% de levadura *Saccharomyces cerevisiae* fue la concentración que desprendió en el menor tiempo el mucílago del grano de café, en condiciones controladas de fermentación. Concluyendo con el proceso de fermentación en 11 horas.

Se registraron las variables: **pH, °Brix, Temperatura ambiente, Temperatura del mucílago y color de granos de café**, durante todo el proceso de fermentación. Observando que en los fermentadores del Tratamiento con 0.5%, 0.75 y 1% la diferencia de valores fue mínima. Sin embargo, al comparar con el Tratamiento Testigo, el cual carecía de levadura, se pudo observar que hubo grandes diferencias en los valores, debido a la adición de la misma.

Los valores de pH y °Brix descendieron a medida que transcurrían las horas en el proceso de fermentación, la temperatura ambiente tuvo pequeñas variaciones pero todas ellos dentro de los parámetros normales y la temperatura del mucílago de café se fue en aumento.

Durante cada hora, se controló el crecimiento de levaduras *S. cerevisiae* fue un trabajo arduo, ya que el conteo tomó bastante tiempo. El cambio de color de los granos de café se comparó con el Tratamiento Testigo, ya que no contaba con concentración de levadura, debido a que no hay bibliografía que detalle un patrón específico en el color. No hubo diferencias en cuanto al color.

El tiempo de desprendimiento del mucílago de los granos de café en cada Tratamiento fue:

- Tratamiento 0%: 19 horas
- Tratamiento 0.5%: 18 horas
- Tratamiento 0.75%: 14 horas
- Tratamiento 1%: 11 horas

Se recomienda usar tanques y recipientes limpios, de materiales inertes, superficies lisas y de bordes redondeados que puedan lavarse fácilmente. No se recomiendan fermentadores de madera, ni de metales que se corroan, debido al medio ácido; tampoco superficies que desprendan pinturas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Córdoba, C. N., & Guerrero, F. J. (19 de Abril de 2016). "Caracterización de los Procesos Tradiciones de Fermentación de Café en el Departamento de Nariño". *Scielo*, 14(2), 9. doi:10.18684/BSAA(14)75-83
- FAO. (2010). Las biotecnologías en la agroindustria en los países en desarrollo. *Biotecnologías Agrícolas*. Recuperado el 07 de Diciembre de 2019, de <http://www.fao.org/biotech/sectoral-overviews/agro-industry/es/>
- Laboratorio Clínico BRAND. (2005). "*Cámaras de recuento*". Recuperado el 20 de Octubre de 2017, de https://www.brand.de/fileadmin/user/pdf/GK900/Zaehlkammern/GK900_05_Clinical_Lab_Zaehlkammern_s.pdf
- Peñuela, A. M. (2010). "*Estudio de la Remoción del Mucílago de Café a través de Fermentación Natural*". Tesis de Maestría, Universidad de Manizales, Caldas. Recuperado el Octubre de 2017, de http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1072/Peñuela_Martinez_Aida_Esther_2010.pdf?sequence=1
- Puerta, G. I. (2010). "*Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café*". CENICAFE, Caldas. Recuperado el 18 de Setiembre de 2017, de www.cenicafe.org/es/publications/avt0402.pdf
- Puerta, G. I. (2012). "*Factores, procesos y controles en la fermentación del café*". CENICAFÉ. Recuperado el 03 de Octubre de 2017, de <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0422.pdf>
- Puerta, G. I. (2015). "*Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad*". CENICAFE, Caldas, Colombia. Recuperado el 04 de Setiembre de 2018
- Queriolo. (2010). "*Promoción del consumo interno del café en el Perú: Lineamientos de Estrategia*". Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Recuperado el 05 de Setiembre de 2018, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/7523>
- Sánchez, I. G., & Olivares, S. V. (03 de Marzo de 2019). *ALICIA CONCYTEC*. doi:Artículo original
- Wilbaux, R. (1972). "Beneficio de Café" Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. FAO. (20), 63-88. Recuperado el 15 de Agosto de 2019

DEDICATORIA

*A mi hermana **Keyly Anaís**, quien con valentía, fe, esperanza y gozo enfrenta una prueba llamada Cáncer.*

*A la pequeña **Anny Christine**, quien llegó a matizar mis días con su sonrisa, y quien con solo medio año de vida me enseña el significado de paciencia, entrega y amor.*

AGRADECIMIENTO

*En primer lugar a **Dios**, mi creador. “Porque en él fueron creadas todas las cosas, las que hay en los cielos y las que hay en la tierra, visibles e invisibles; sean tronos, sean dominios, sean principados, sean potestades; todo fue creado por medio de él y para él. Y él es antes de todas las cosas, y todas las cosas en él subsisten. Colosenses 1:16-17”*

*A mis padres: **César Guevara Ortiz** y **Alicia Fantina Zapata García**, por su amor y apoyo incondicional.*

*Al **Dr. Honorato Ccalli Pacco** por su asesoramiento y paciencia durante el desarrollo del trabajo de tesis.*

*Al **Ing. Julio Elit Oliva Guevara** por su gran apoyo durante la ejecución de esta tesis.*

*Al **Ing. Santos Alavan Huamán** por su colaboración en cuanto a lo estadístico.*

*A las **Bachilleres: Fanny Barrios Livia, Yahelita Péres Campos** y **Jenny Contreras de los Eros**, por su ayuda en la toma de datos.*

*A **Rocio Adrianzén** y **José Chumacero**, por ser de impulso en la finalización de este proyecto.*

*A **Blanca Vásquez Ochoa**, mi mejor amiga durante los cinco años de estudio.*

VII. ANEXOS

ANEXO 1: FOTOS DE LOS CUATRO TRATAMIENTOS



Figura 15. Distribución de café Tratamiento 0.5% (F1, F2, F3)



Figura 16. Distribución de café Tratamiento 0.75% (F4, F5, F6)



Figura 17. Distribución de café Tratamiento 1% (F7, F8, F9)



Figura 18. Distribución de café Tratamiento 0% (F10, F11, F12)

ANEXO 2: CONTEO DE LEVADURAS



Figura 19. Micropipeta 10-100µl



Figura 20. Conteo de levaduras

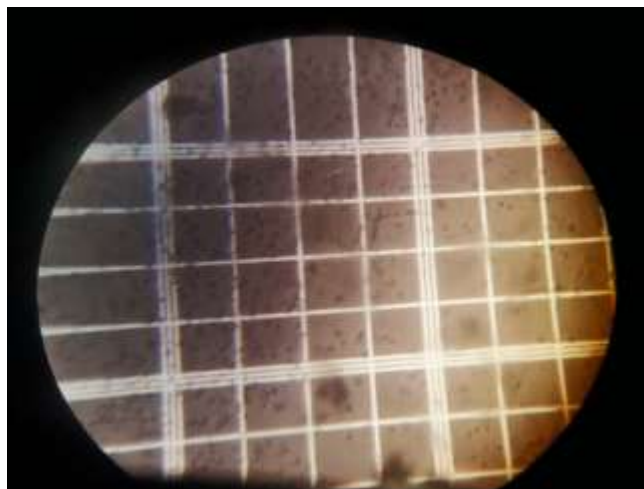


Figura 21. Cuadrante con levaduras.

ANEXO 3. FIN DE LA FERMENTACIÓN



Figura 22. Tratamiento con 1% de Saccharomyces cerevisiae.



Figura 23. Lavado de café.

ANEXO 4. CÁMARA NEUBAUER

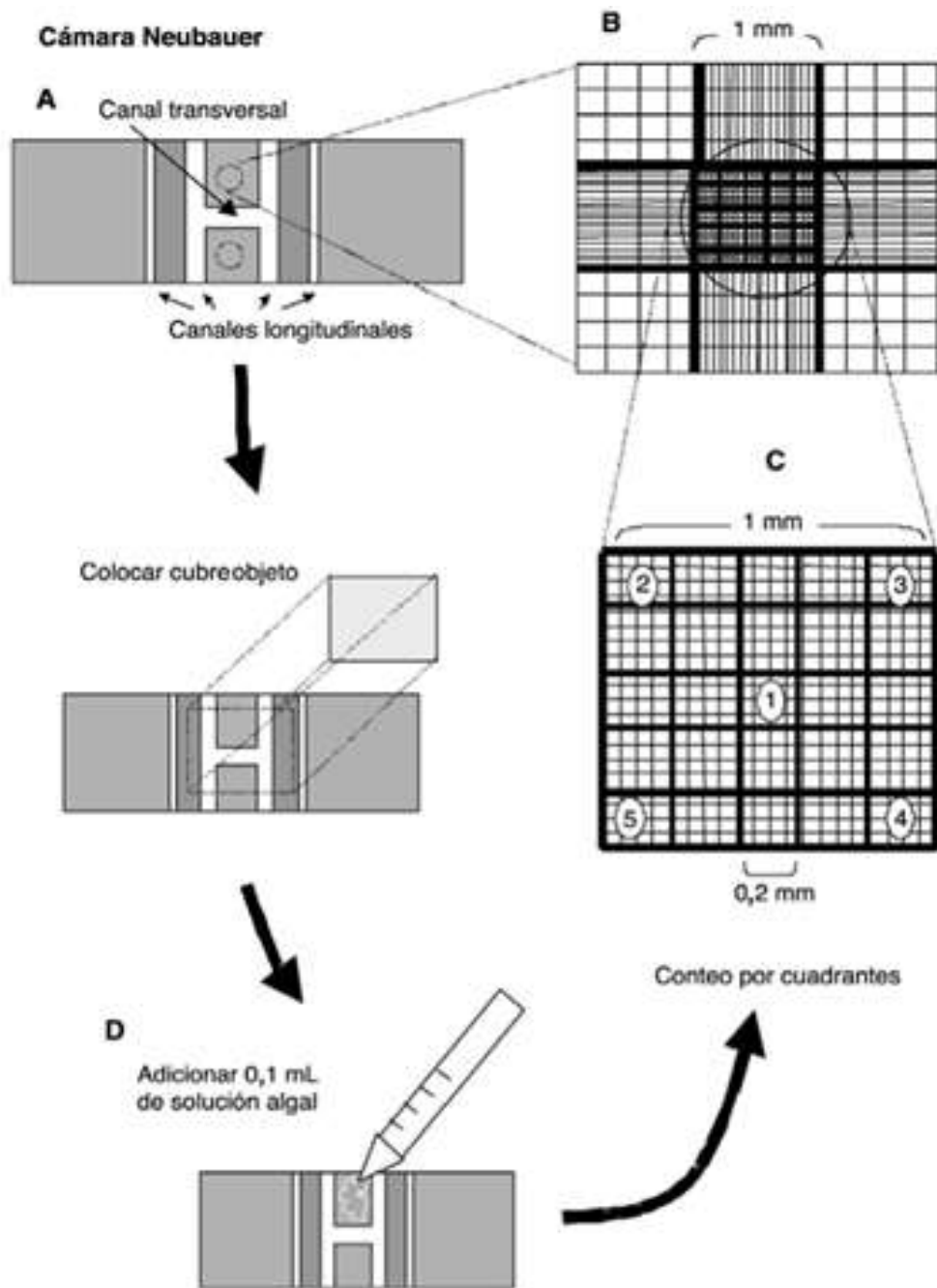


Figura 24. Uso de Cámara de Neubauer para el conteo de levaduras.

FERMENTADOR N°1 - 0.5%				FERMENTADOR N°2 - 0.5%				FERMENTADOR N°3 - 0.5%			
FECHA 08/11/2017 - 03/11/2017				FECHA 08/11/2017 - 03/11/2017				FECHA 08/11/2017 - 03/11/2017			
HORA	Lev/campo	Lev/cuadrante	Levaduras/ml	HORA	Lev/campo	Lev/cuadrante	Levaduras/ml	HORA	Lev/campo	Lev/cuadrante	Levaduras/ml
1:00 p. m.	186	37.2	93000000	1:00 p. m.	181	36.2	90500000	1:00 p. m.	187	37.4	93500000
2:00 p. m.	180	36	90000000	2:00 p. m.	182	36.4	91000000	2:00 p. m.	182	36.4	91000000
3:00 p. m.	347	69.4	173500000	3:00 p. m.	350	70	175000000	3:00 p. m.	349	69.8	174500000
4:00 p. m.	337	67.4	168500000	4:00 p. m.	340	68	170000000	4:00 p. m.	338	67.6	169000000
5:00 p. m.	366	73.2	183000000	5:00 p. m.	370	74	185000000	5:00 p. m.	369	73.8	184500000
6:00 p. m.	366	73.2	183000000	6:00 p. m.	368	73.6	184000000	6:00 p. m.	371	74.2	185500000
7:00 p. m.	376	75.2	188000000	7:00 p. m.	373	75.8	183500000	7:00 p. m.	381	76.2	190500000
8:00 p. m.	473	95.8	233500000	8:00 p. m.	478	95.6	239000000	8:00 p. m.	482	96.4	241000000
9:00 p. m.	456	91.2	228000000	9:00 p. m.	455	91	227500000	9:00 p. m.	456	91.2	228000000
10:00 p. m.	441	88.2	220500000	10:00 p. m.	442	88.4	221000000	10:00 p. m.	444	88.8	222000000
11:00 p. m.	438	87.6	219000000	11:00 p. m.	443	88.6	221500000	11:00 p. m.	444	88.8	222000000
12:00 a. m.	418	83.6	209000000	12:00 a. m.	417	83.4	208500000	12:00 a. m.	423	84.6	211500000
1:00 a. m.	405	81	202500000	1:00 a. m.	404	80.8	202000000	1:00 a. m.	408	81.6	204000000
2:00 a. m.	425	85	212500000	2:00 a. m.	426	85.2	213000000	2:00 a. m.	427	85.4	213500000
3:00 a. m.	430	86	215000000	3:00 a. m.	432	86.4	216000000	3:00 a. m.	432	86.4	216000000
4:00 a. m.	420	84	210000000	4:00 a. m.	422	84.4	211000000	4:00 a. m.	421	84.2	210500000
5:00 a. m.	433	87.8	219500000	5:00 a. m.	437	87.4	218500000	5:00 a. m.	443	88.6	221500000
6:00 a. m.	429	85.8	214500000	6:00 a. m.	430	86	215000000	6:00 a. m.	433	86.6	216500000
7:00 a. m.	547	109.4	273500000	7:00 a. m.	543	109.8	274500000	7:00 a. m.	543	109.8	274500000
8:00 a. m.	438	87.6	219000000	8:00 a. m.	439	87.8	219500000	8:00 a. m.	435	87	217500000

Figura 26. Número de levaduras en el Tratamiento 0.5% con sus tres repeticiones. Desprendimiento de mucílago de café a las 18 horas de iniciado el proceso (6:00 a.m.)

FERMENTADOR N°4 - 0.75%				FERMENTADOR N°5 - 0.75%				FERMENTADOR N°6 - 0.75%			
FECHA 08/11/2017 - 03/11/2017				FECHA 08/11/2017 - 03/11/2017				FECHA 08/11/2017 - 03/11/2017			
HORA	Lev/campo	Lev/cuadrante	Levaduras/ml	HORA	Lev/campo	Lev/cuadrante	Levaduras/ml	HORA	Lev/campo	Lev/cuadrante	Levaduras/ml
1:00 p. m.	373	74.6	186500000	1:00 p. m.	378	75.6	189000000	1:00 p. m.	375	75	187500000
2:00 p. m.	485	97	242500000	2:00 p. m.	488	97.6	244000000	2:00 p. m.	488	97.6	244000000
3:00 p. m.	300	60	150000000	3:00 p. m.	301	60.2	150500000	3:00 p. m.	300	60	150000000
4:00 p. m.	229	45.8	114500000	4:00 p. m.	230	46	115000000	4:00 p. m.	231	46.2	115500000
5:00 p. m.	435	87	217500000	5:00 p. m.	436	87.2	218000000	5:00 p. m.	437	87.4	218500000
6:00 p. m.	404	80.8	202000000	6:00 p. m.	405	81	202500000	6:00 p. m.	406	81.2	203000000
7:00 p. m.	315	63	157500000	7:00 p. m.	316	63.2	158000000	7:00 p. m.	316	63.2	158000000
8:00 p. m.	426	85.2	213000000	8:00 p. m.	428	85.6	214000000	8:00 p. m.	428	85.6	214000000
9:00 p. m.	429	85.8	214500000	9:00 p. m.	430	86	215000000	9:00 p. m.	431	86.2	215500000
10:00 p. m.	424	84.8	212000000	10:00 p. m.	425	85	212500000	10:00 p. m.	426	85.2	213000000
11:00 p. m.	431	86.2	215500000	11:00 p. m.	434	86.8	217000000	11:00 p. m.	430	86	215000000
12:00 a. m.	411	82.2	205500000	12:00 a. m.	413	82.6	206500000	12:00 a. m.	411	82.2	205500000
1:00 a. m.	415	83	207500000	1:00 a. m.	415	83	207500000	1:00 a. m.	417	83.4	208500000
2:00 a. m.	390	78	195000000	2:00 a. m.	393	78.6	196500000	2:00 a. m.	393	78.6	196500000
3:00 a. m.	425	85	212500000	3:00 a. m.	426	85.2	213000000	3:00 a. m.	428	85.6	214000000
4:00 a. m.	404	80.8	202000000	4:00 a. m.	406	81.2	203000000	4:00 a. m.	407	81.4	203500000
5:00 a. m.	286	57.2	143000000	5:00 a. m.	287	57.4	143500000	5:00 a. m.	285	57	142500000
6:00 a. m.	425	85	212500000	6:00 a. m.	426	85.2	213000000	6:00 a. m.	411	82.2	205500000
7:00 a. m.	368	73.6	184000000	7:00 a. m.	369	73.8	184500000	7:00 a. m.	371	74.2	185500000
8:00 a. m.	248	49.6	124000000	8:00 a. m.	250	50	125000000	8:00 a. m.	249	49.8	124500000

Figura 27. Número de levaduras en el Tratamiento 0.75% con sus tres repeticiones. Desprendimiento de mucílago de café a las 14 horas de iniciado el proceso (2:00 a.m.)

FERMENTADOR N° 7 - T2				FERMENTADOR N° 8 - T2				FERMENTADOR N° 9 - T2			
FECHA 08/11/2017 - 09/11/2017				FECHA 08/11/2017 - 09/11/2017				FECHA 08/11/2017 - 09/11/2017			
HORA	Lev/campo	Lev/cuadrante	Levaduras/ml	HORA	Lev/campo	Lev/cuadrante	Levaduras/ml	HORA	Lev/campo	Lev/cuadrante	Levaduras/ml
1:00 p. m.	382	76.4	1.91E+08	1:00 p. m.	383	76.6	1.92E+08	1:00 p. m.	385	77	1.93E+08
2:00 p. m.	282	56.4	1.41E+08	2:00 p. m.	284	56.8	1.42E+08	2:00 p. m.	322	64.4	1.61E+08
3:00 p. m.	190	38	95000000	3:00 p. m.	191	38.2	95500000	3:00 p. m.	193	38.6	96500000
4:00 p. m.	390	78	1.95E+08	4:00 p. m.	391	78.2	1.96E+08	4:00 p. m.	398	79.6	1.99E+08
5:00 p. m.	619	123.8	3.1E+08	5:00 p. m.	617	123.4	3.09E+08	5:00 p. m.	620	124	3.1E+08
6:00 p. m.	509	101.8	2.55E+08	6:00 p. m.	513	102.6	2.57E+08	6:00 p. m.	512	102.4	2.56E+08
7:00 p. m.	619	123.8	3.1E+08	7:00 p. m.	617	123.4	3.09E+08	7:00 p. m.	623	124.6	3.12E+08
8:00 p. m.	484	96.8	2.42E+08	8:00 p. m.	485	97	2.43E+08	8:00 p. m.	487	97.4	2.44E+08
9:00 p. m.	324	64.8	1.62E+08	9:00 p. m.	322	64.4	1.61E+08	9:00 p. m.	365	73	1.83E+08
10:00 p. m.	367	73.4	1.84E+08	10:00 p. m.	371	74.2	1.86E+08	10:00 p. m.	370	74	1.85E+08
11:00 p. m.	375	75	1.88E+08	11:00 p. m.	374	74.8	1.87E+08	11:00 p. m.	378	75.6	1.89E+08
12:00 a. m.	405	81	2.03E+08	12:00 a. m.	398	79.6	1.99E+08	12:00 a. m.	407	81.4	2.04E+08
1:00 a. m.	415	83	2.08E+08	1:00 a. m.	418	83.6	2.09E+08	1:00 a. m.	416	83.2	2.08E+08
2:00 a. m.	395	79	1.98E+08	2:00 a. m.	397	79.4	1.99E+08	2:00 a. m.	400	80	2E+08
3:00 a. m.	440	88	2.2E+08	3:00 a. m.	442	88.4	2.21E+08	3:00 a. m.	441	88.2	2.21E+08
4:00 a. m.	399	79.8	2E+08	4:00 a. m.	401	80.2	2.01E+08	4:00 a. m.	401	80.2	2.01E+08
5:00 a. m.	430	86	2.15E+08	5:00 a. m.	432	86.4	2.16E+08	5:00 a. m.	431	86.2	2.16E+08
6:00 a. m.	415	83	2.08E+08	6:00 a. m.	421	84.2	2.11E+08	6:00 a. m.	416	83.2	2.08E+08
7:00 a. m.	435	87	2.18E+08	7:00 a. m.	437	87.4	2.19E+08	7:00 a. m.	438	87.6	2.19E+08
8:00 a. m.	266	53.2	1.33E+08	8:00 a. m.	274	54.8	1.37E+08	8:00 a. m.	267	53.4	1.34E+08

Figura 28. Número de levaduras en el Tratamiento 1% con sus tres repeticiones. Desprendimiento de mucílago de café a las 11 horas de iniciado el proceso (11:00 p.m.)

FERMENTADOR N°10 - TESTIGO				FERMENTADOR N°11 - TESTIGO				FERMENTADOR N°12 - TESTIGO			
FECHA 08/11/2017 - 09/11/2017				FECHA 08/11/2017 - 09/11/2017				FECHA 08/11/2017 - 09/11/2017			
HORA	lev/campo	lev/cuadrante	Levaduras/ml	HORA	lev/campo	lev/cuadrante	Levaduras/ml	HORA	lev/campo	lev/cuadrante	Levaduras/ml
1:00 p. m.	25	5	12500000	1:00 p. m.	27	5.4	13500000	1:00 p. m.	26	5.2	13000000
2:00 p. m.	16	3.2	8000000	2:00 p. m.	18	3.6	9000000	2:00 p. m.	17	3.4	8500000
3:00 p. m.	34	6.8	17000000	3:00 p. m.	35	7	17500000	3:00 p. m.	36	7.2	18000000
4:00 p. m.	47	9.4	23500000	4:00 p. m.	48	9.6	24000000	4:00 p. m.	48	9.6	24000000
5:00 p. m.	64	12.8	32000000	5:00 p. m.	65	13	32500000	5:00 p. m.	66	13.2	33000000
6:00 p. m.	80	16	40000000	6:00 p. m.	81	16.2	40500000	6:00 p. m.	81	16.2	40500000
7:00 p. m.	88	17.6	44000000	7:00 p. m.	89	17.8	44500000	7:00 p. m.	90	18	45000000
8:00 p. m.	79	15.8	39500000	8:00 p. m.	80	16	40000000	8:00 p. m.	81	16.2	40500000
9:00 p. m.	105	21	52500000	9:00 p. m.	106	21.2	53000000	9:00 p. m.	107	21.4	53500000
10:00 p. m.	91	18.2	45500000	10:00 p. m.	92	18.4	46000000	10:00 p. m.	92	18.4	46000000
11:00 p. m.	101	20.2	50500000	11:00 p. m.	102	20.4	51000000	11:00 p. m.	102	20.4	51000000
12:00 a. m.	82	16.4	41000000	12:00 a. m.	83	16.6	41500000	12:00 a. m.	84	16.8	42000000
1:00 a. m.	84	16.8	42000000	1:00 a. m.	85	17	42500000	1:00 a. m.	86	17.2	43000000
2:00 a. m.	84	16.8	42000000	2:00 a. m.	85	17	42500000	2:00 a. m.	86	17.2	43000000
3:00 a. m.	90	18	45000000	3:00 a. m.	91	18.2	45500000	3:00 a. m.	91	18.2	45500000
4:00 a. m.	70	14	35000000	4:00 a. m.	71	14.2	35500000	4:00 a. m.	71	14.2	35500000
5:00 a. m.	103	20.6	51500000	5:00 a. m.	104	20.8	52000000	5:00 a. m.	104	20.8	52000000
6:00 a. m.	128	25.6	64000000	6:00 a. m.	129	25.8	64500000	6:00 a. m.	129	25.8	64500000
7:00 a. m.	30	18	45000000	7:00 a. m.	31	18.2	45500000	7:00 a. m.	31	18.2	45500000
8:00 a. m.	76	15.2	38000000	8:00 a. m.	77	15.4	38500000	8:00 a. m.	78	15.6	39000000

Figura 29. Número de levaduras en el Tratamiento 0% con sus tres repeticiones. Desprendimiento de mucílago de café a las 19 horas de iniciado el proceso (7:00 a.m.)