

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**“ANÁLISIS SENSORIAL DEL CAFÉ CATIMOR (*Coffea arabica*)
INOCULADO CON CEPAS DE *Saccharomyces cerevisiae* EN DOS
SISTEMAS DE FERMENTACIÓN”**

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

Autor : Bach. Flor Anita Palacios Adriano

Asesor : Mg. Polito Michael Huayama Soplá

JAÉN-PERÚ, JULIO, 2022

Two handwritten signatures in blue ink are located at the bottom right of the page. The first signature is on the left and the second is on the right.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

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

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 23 de agosto del año 2022, siendo las 16:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

- Presidente : Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán
- Secretario : M.Sc. Yuriko Sumiyo Murillo Domen
- Vocal : Mg. Romel Ivan Guevara Guerrero

para evaluar la Sustentación de:

- () Trabajo de Investigación
- (X) Tesis
- () Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "**ANÁLISIS SENSORIAL DEL CAFÉ CATIMOR (*Coffea arabica*) INOCULADO CON CEPAS DE *Saccharomyces cerevisiae* EN DOS SISTEMAS DE FERMENTACIÓN**", presentado por la bachiller **Flor Anita Palacios Adriano**, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

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

Siendo las 17:06 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 23 de agosto de 2022

Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán
Presidente Jurado Evaluador

M.Sc. Yuriko Sumiyo Murillo Domen
Secretario Jurado Evaluador

Mg. Romel Ivan Guevara Guerrero
Vocal Jurado Evaluador

ÍNDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
I. INTRODUCCIÓN	7
II. OBJETIVOS	10
2.1. Objetivo General.....	10
2.1. Objetivos específicos	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1. Ubicación geográfica	10
3.2. Metodología.....	10
IV. RESULTADOS	17
4.1. Características fisicoquímicas de pH, Brix y T° mucílago en cada tratamiento 17	
4.1.1. Análisis del pH en cada tratamiento	17
4.1.2. Análisis de significancia de pH entre tratamientos.....	17
4.1.3. Análisis del °Brix en cada tratamiento	19
4.1.4. Análisis de significancia de Brix entre tratamientos	19
4.1.5. Análisis de T° de mucílago.....	21
4.2.6. Análisis de significancia de T° mucílago entre tratamientos	21
4.2. Rendimiento en taza (%) en cada tratamiento	23
4.2.1. Análisis de significancia del rendimiento en taza entre tratamientos	23
4.2.2. Comparación de medias de rendimiento en taza (%) entre tratamientos.....	24
V. DISCUSIONES	25
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	27
6.1. Conclusiones.....	27
6.2. Recomendaciones	28
VII. REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS	29
DEDICATORIA.....	32
AGRADECIMIENTO	33
ANEXOS	34



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 . Resultados de pH (Kruskal-Wallis).....	17
Tabla 2. Comparación de medias pH*tratamiento	18
Tabla 3. Resultados de Brix(Kruskal-Wallis).....	19
Tabla 4. Comparación de medias Brix*tratamiento	20
Tabla 5. Resultados de T° mucílago(Kruskal-Wallis).....	21
Tabla 6. Comparación de medias T° mucílago*tratamiento	22
Tabla 7. Resultados de Rendimiento en taza (Kruskal-Wallis).....	23
Tabla 8. Comparación de medias de rendimiento en taza (%)* tratamiento 	24
Tabla 9. Escala de calificación para cafés especiales.....	37
Tabla 10. Requisitos de la Specialty Coffee Association of America. (SCAA)	37
Tabla 11. Clasificación total de la puntuación de la calidad	37
Tabla 12. Resultados de análisis fisicoquímico.....	38
Tabla 13. Resultados de Rendimiento en Cata.....	39
Tabla 14. Resultados del rendimiento en taza en los controles.....	40



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del acondicionamiento de las variedades de café Catimor	11
Figura 2. Diagramas de flujo del análisis de catación del café Catimor	14
Figura 3. Gráfica del pH vs rendimiento en taza (%) en cada tratamiento.....	17
Figura 4. Gráfica del Brix vs rendimiento en taza (%) en cada tratamiento	19
Figura 5. Gráfica de T° mucílago vs rendimiento en taza (%).....	21
Figura 6. Gráfica del rendimiento en taza (%) en cada tratamiento.....	23
Figura 7. Pesado de muestras.....	34
Figura 8. Separación de muestras	34
Figura 9. Activación de cepas de <i>S.cerevisiae</i>	34
Figura 10. Inoculación de cepas	34
Figura 11. Fermentación en baldes de plástico.....	35
Figura 12. Fermentación en bolsas de plástico.....	35
Figura 13. Lavado de las muestras	35
Figura 14. Lavado de las muestras	35
Figura 15. Envasado en bolsas herméticas	36
Figura 16. Tostado de muestras.....	36
Figura 17. Adición de agua.....	36
Figura 18. Rompe taza.....	36
Figura 18. Limpia taza.....	36
Figura 19. Catación.....	36

RESUMEN

Para obtener cafés con alto rendimiento en taza, es necesario realizar un proceso de fermentación controlado; en la investigación, se evaluó el efecto de la inoculación de cepas de *S. cerevisiae* en dos sistemas de fermentación para determinar la calidad de taza del café catimor; para lo cual los granos seleccionados de café pasaron a ser despulpados y fermentados con 1% de *S. cerevisiae* de acuerdo al diseño experimental 2A (tanques y bolsas de plástico) x 3 B (8,12 y 24 horas); durante el proceso se evaluó las características fisicoquímicas (pH, °Brix y temperatura), luego se realizó el lavado, y el secado hasta una humedad de 12%. Finalmente se llevó al laboratorio de catación para su evaluación organoléptica. Para el análisis de datos se empleó el diseño completamente al azar (DCA), usando la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y comparación de medias. Los resultados determinaron que el mejor rendimiento en taza 84.17%, se obtuvo con el tratamiento A1B2 (bolsas de plástico; 12 horas), con un pH de 4.872, °Brix 14.380, y temperatura de mucílago 21 °C concluyendo que para obtener una mejor calidad en taza se recomienda fermentar en bolsas de plástico por un periodo de 12 horas adicionándole 1% de *S. cerevisiae* para mejorar el proceso de fermentación.

Palabras clave: Café, calidad sensorial del café, fermentación, levadura, fermentadore



ABSTRACT

To obtain coffees with high yields in the cup, it is necessary to carry out a controlled fermentation process; In the investigation, the effect of the inoculation of *S. cerevisiae* strains in two fermentation systems was evaluated to determine the cup quality of Catimor coffee; for which the selected coffee beans were pulped and fermented with 1% *S. cerevisiae* according to the experimental design 2A (tanks and plastic bags) x 3 B (8, 12 and 24 hours); during the process the physicochemical characteristics (pH, °Brix and temperature) were evaluated, then the washing was carried out, and the drying up to a humidity of 12%. Finally, it was taken to the cupping laboratory for organoleptic evaluation. Completely randomized design (DCA) was used for data analysis, using the non-parametric Kruskal Wallis test and comparison of means. The results determined that the best yield in the cup, 84.17%, was obtained with the A1B2 treatment (plastic bags; 12 hours), with a pH of 4.872, °Brix 14.380, and a mucilage temperature of 21 °C, concluding that to obtain a better quality In the cup, it is recommended to ferment in plastic bags for a period of 12 hours, adding 1% of *S. cerevisiae* to improve the fermentation process.

Keywords: Coffee, sensory quality of coffee, fermentation, yeast, fermenters

Two blue ink signatures are located at the bottom right of the page. The signature on the left is more stylized and appears to be 'P. P. P.', while the signature on the right is more legible and appears to be 'M. J. J.'.

I. INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica*) es un recurso fundamental en la economía de distintos países entre ellos Colombia, Brasil, Perú, Costa Rica y Etiopía; se cultiva en casi todos los países tropicales y aparece como uno de los productos más preciados de la agricultura. La actividad cafetalera en el Perú involucra a más de 2 millones de peruanos. Esto se da toda vez que el café se produce en 338 distritos rurales, de 68 provincias, ubicadas en 12 regiones del Perú (Misti, 2017).

La cadena productiva del café inicia con la producción en la cual el agricultor de manera asociada o no, aporta su mano de obra, capital propio o financiado y aplican tecnología para el manejo de sus fincas para mejorar su productividad. Para ello recurren a los proveedores financieros como cajas, bancos, ONG, etc. que financian para adquisición de insumos, equipos, maquinaria, certificación, semillas, fertilizantes, y asistencia técnica, entre otros de tal manera que se obtenga un beneficiado de calidad (Díaz y Willems, 2017).

Después de la cosecha continúa la etapa de beneficio del café cerezo, en la que inicia con el despulpado; que consiste en eliminar la cáscara del fruto (epicarpio) y una parte de la pulpa (mesocarpio) utilizando equipos mecánicos y continúa con el proceso de fermentación, en la que se da la degradación de sustancias orgánicas para producir otros compuestos orgánicos y energía (Gómez Mora, 2019); es la etapa crucial debido a que en ella actúan diferentes tipos de microorganismos los cuales son los responsables de transformaciones químicas en el grano, que a su vez afectan directamente las condiciones de calidad en el café de consumo (Universidad Cooperativa de Colombia [UCC], 2019), después del periodo determinado de fermentación se realiza el lavado del café con la finalidad de eliminar el mucílago adherido al pergamino para finalmente ser secado, este proceso se realiza al aire libre y en secadores solares donde la humedad del grano se reduce de un 60% a un 12%. Este proceso influye en la calidad del café ya que un secado inadecuado genera condiciones para la presencia de la Ocratoxina A (OTA), (Díaz y Willems, 2017)

Finalizado el proceso de beneficiado del café se procede a la compra/ venta de café pergamino donde intervienen los acopiadores, intermediarios, organizaciones de productores, los exportadores y brokers, efectuando un control de calidad física y sensorial y de acuerdo a ello fijar el precio de venta, donde el 95 % de café se exporta al mercado internacional través de los puertos de Paita o el Callao, en dos modalidades convencional y especial (orgánico, solidario, eco amigable, comercio justo, otros) y el 5% se vende al



mercado nacional comercializándose cafés de descartes, cafés de segundas y un pequeño porcentaje de café de calidad, los cuales son adquiridos por tostadores nacionales e industria de café soluble (Díaz y Willems, 2017).

El café es consumido como una infusión diaria en la cual si el consumo es moderado trae efectos beneficiosos para la salud tales como mejora el rendimiento cognitivo, reduce la presión arterial y de la resistencia a la insulina y control del peso corporal. Asimismo, se relaciona con disminución del riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2, cáncer, enfermedades hepáticas y neurológicas, y reducción de la mortalidad por todas enfermedades. (Maki, et al., 2017; Higashi, 2019; Kajikawa, et al., 2018)

Dentro de la cadena productiva la etapa de fermentación es un punto crítico del proceso de beneficio del café, lo que se realiza de manera incontrolada y espontánea dando como efecto una baja calidad de valor en taza evidenciado en el productor con los bajos ingresos económicos por esta actividad. La aplicación de tecnología para mejorar el proceso industrial del café, llevando una fermentación controlada permite obtener mejor rendimiento en calidad en taza, por lo que es esencial comprender la contribución de grupos y especies microbianos individuales al proceso de fermentación y calidad de los granos de café (Elhalis, et al., 2020).

Según Elhalis, et al., (2020). “Las levaduras desempeñan un rol crucial en la fermentación del café húmedo generando con ello sabores, aromas que benefician en la calidad sensorial”

A continuación, se muestra algunas investigaciones que han usado tecnologías para el mejoramiento de la calidad sensorial del café.

Pivaral y Cruz (2018) en su investigación empleó tres cepas de levadura (L2, LORO y FERMIPAN) en la fermentación, logrando determinar que fermentando con *S. cerevisiae* cepa LORO se desarrolla mejores perfiles de cuerpo, aroma, sabor, olor y de azúcares que se distinguen del sistema tradicional, así como una mejor calidad sensorial con sabores distintivos (arándano, bayas y tamarindo).

Según Guevara Zapata (2019) en su investigación determinó que el mejor tratamiento para fermentar es usando una concentración de 1% de levadura en un tiempo de 11 horas de fermentación. Así como también Olivares, Silva y Ocampo (2018), en su investigación obtuvieron un excelente café caracterizado con perfil organoléptico “Mucha caña, frutos secos, ciruelas, manzana roja, frambuesa” y calificación hedónica “Muy bueno”, para aroma,

sabor, acidez, textura, cuerpo y defectos de taza; fermentado durante 12 horas; a 30 °C, con adición de 1% de levadura, 10% de rumen de ganado vacuno y 3% de agua. Asimismo, Sanchez de la Cruz (2018) indica que la mejor calidad de café se obtiene adicionando 60 ml de (*Saccharomyces* sp) en un tiempo de 12 horas durante el proceso de fermentación.

Finalmente Vilca Sotomayor (2014) obtuvo las mejores características sensoriales en fragancia, aroma, sabor, acidez, sabor residual, balance y puntaje catador, producida a 1688 m.s.n.m. en un tiempo de fermentación de 16 horas.

Lograr una excelente calidad sensorial mediante el uso de activadores como por ejemplo las cepas de levaduras *S. cerevisiae* traería muchos beneficios a los caficultores, como mayores ingresos económicos, mejor calidad de vida y superación del índice de pobreza que cuenta el distrito Tabaconas, así mismo sería una alternativa para las cooperativas y asociaciones cafetaleras que empleen esta metodología si desean lograr un producto de excelente taza que los mercados actuales exigen, finalmente permitirá conocer los beneficios de los cultivos microbianos (*S. cerevisiae*) en el proceso de beneficiado de café principalmente en la etapa de fermentación.

El presente proyecto de investigación busca determinar el efecto de cepas de *S. cerevisiae* al 1% en diferentes sistemas y tiempos de fermentación que permita obtener una mejor calidad sensorial, controlando: pH, °Brix y Temperatura

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar el análisis sensorial del café Catimor (*Coffea arabica*) inoculado con cepas de *S.cerevisiae* en dos sistemas de fermentación.

2.1. Objetivos específicos

- Determinar las características fisicoquímicas del café Catimor antes y durante la fermentación.
- Determinar el mejor sistema de fermentación que permita mejorar el rendimiento en taza del café Catimor.
- Evaluar el tiempo de fermentación óptimo para desarrollar todos los atributos sensoriales del café Catimor.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica

La muestra de café cerezo variedad Catimor con madurez fisiológica óptima para el procesamiento fue obtenido del sector Yancerral de Tamborapa Pueblo, distrito de Tabaconas, región Cajamarca a una altitud de 1300 (m.s.n.m), luego fueron trasladados al laboratorio Industrias Santuario Coffee Sac-en la provincia de Jaén para el análisis de catación correspondiente.

3.2. Metodología

3.2.1. Acondicionamiento de los granos de café

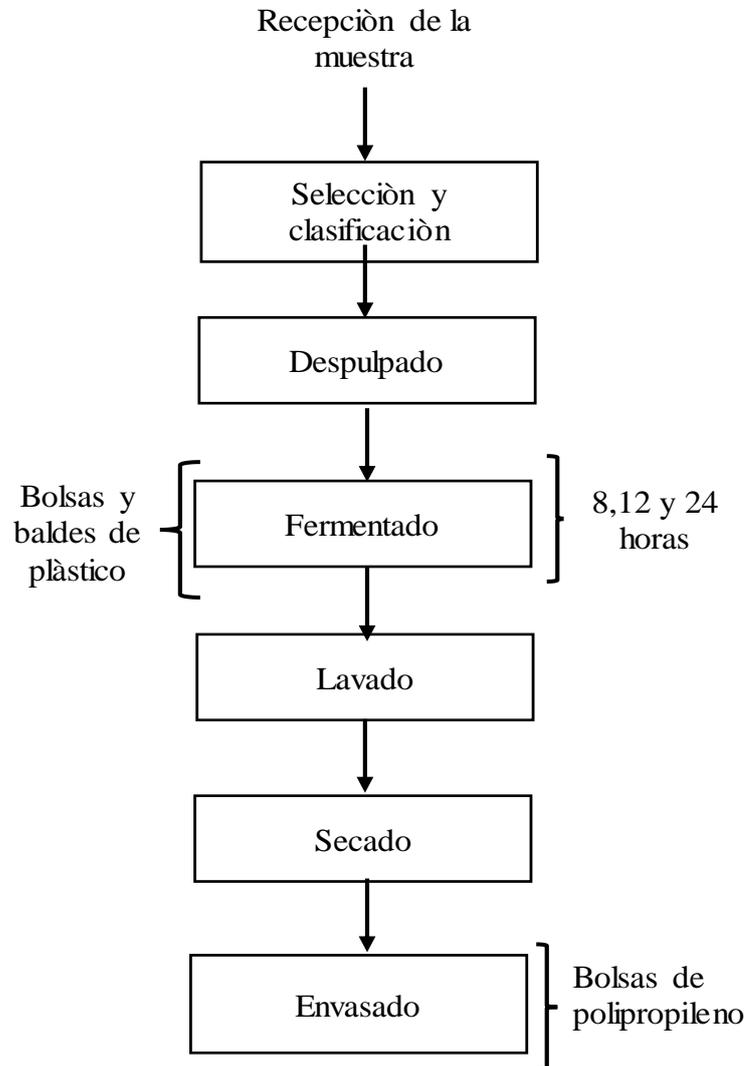
La variedad de café catimor se obtuvo mediante una cosecha selectiva; seguido del despulpado y fermentado en dos sistemas (bolsas y baldes de plástico), inoculándoles a cada tratamiento el 1% de *S. Cereviciae* en diferentes tiempos (8,12,24) horas, controlándose las siguientes variables: PH, Brix y T° mucílago para luego ser lavado y secado en forma natural (solar), hasta tener una humedad aproximada entre 11 a 12%.



En la figura 1 se describe las etapas del acondicionamiento del café para la obtención de café grano de oro.

Figura 1

Diagrama de flujo del acondicionamiento de las variedades de café Catimor



A continuación, se describe cada una de las etapas mencionadas en la figura 1:

a). Los granos de café con madurez fisiológica ya cosechados fueron recepcionados en sacos de polipropileno, previamente desinfectados y acondicionados sobre una parihuela para evitar el contacto con el suelo.

b). Luego se escogieron todos los granos cerezos defectuosos físicamente como: brocados, partidos, secos, pintón, la pajilla y hoja. Una vez teniendo el cerezo seleccionado se pasó al despulpado, que consistió en retirar la cáscara del fruto usando una despulpadora calibrada al tamaño del grano de las muestras, depositándose en recipientes limpios para luego ser pesado según el diseño experimental y llevar a cabo el proceso de fermentación.

c). Para el proceso de la fermentación se usó un peso promedio de 8 kilogramos de café para cada tratamiento, lo cual se repartió 2 kilogramos para cada repetición y el tratamiento control, usándose en total de 50 kilogramos aproximadamente en los dos sistemas de fermentación (bolsas y tanques de plástico) en tres periodos (8,12,24 horas). Se establecieron seis tratamientos: A1B1(bolsas de plástico, 8 horas), A1B2(bolsas de plástico, 12 horas), A1B3(bolsas de plástico, 24 horas), A2B1(Baldes de plástico, 8 horas), A2B2(baldes de plástico, 12 horas), A2B3(baldes de plástico, 24 horas); estos fueron inoculados con el 1% de levadura (*S. cerevisiae*) que fueron comparados con las muestras testigo: A0B1(tanque de cemento, 8 horas), A0B2(tanque de cemento, 12 horas), A0B3(tanque de cemento, 24 horas) con el 0 % de levadura (*S. cerevisiae*). Durante este proceso se controló las variables fisicoquímicas como pH, Brix, y Temperatura.

d). Luego de cumplir las horas de fermentación según lo que se diseñó en la investigación, se pasó a realizar el lavado con agua limpia, hasta que el mucílago adherente al grano se desprenda completamente usando un tamiz mediano para lograr un lavado uniforme.

e). Para realizar el secado el café fue colocado y esparcido homogéneamente en las mallas dentro del secador solar, moviéndose constantemente para que su

secado sea uniforme hasta obtener una humedad según el (SCA[Specialty Coffee Association], 2019) indica «El café verde arábica lavado calidad de especialidad deberá tener una humedad $\geq 10\%$ y $\leq 12\%$ final ».

f). Finalmente, las muestras después del secado se colocaron en bolsas herméticas de 500 gramos almacenadas en condiciones ambientales, y luego fueron transportados al laboratorio Industrias Santuario Coffee Sac para pasar por el proceso de catación.

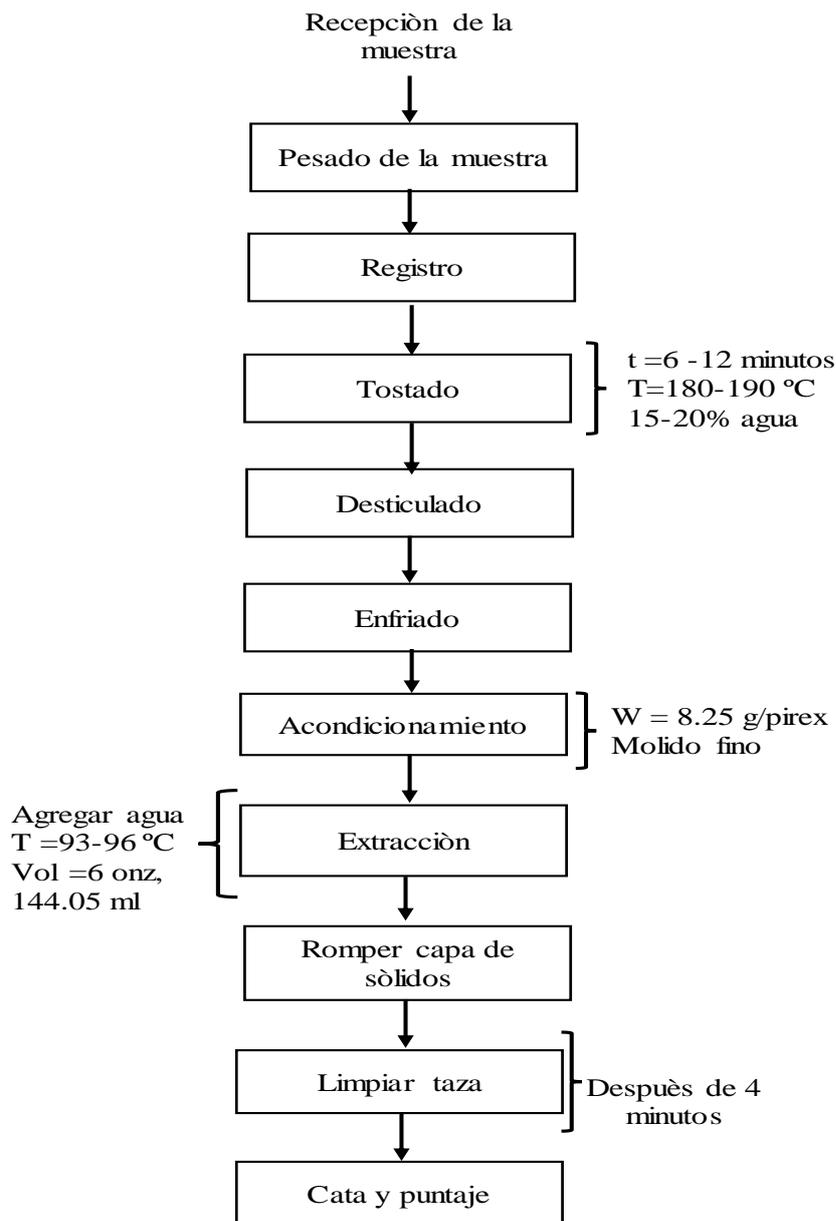
3.2.2. Catación del café variedad Catimor

Las muestras fueron enviadas al laboratorio Industrias Santuario Coffee Sac-en la provincia de Jaén, para ser catadas, debidamente codificadas. Todas fueron evaluadas según escala SCAA.

En esta etapa se hicieron los siguientes pasos:

Figura 2

Diagramas de flujo del análisis de catación del café Catimor



A continuación, se describe cada una de las etapas realizadas en el proceso de catación:

a). Se recibieron las muestras de café pergamino en bolsas herméticas de 500 gramos, donde cada muestra fue separada en una bandeja debidamente codificada, evaluando el color y olor que presenta cada una. Luego se realiza el homogenizado uniforme para sacar una muestra representativa de 112 gramos y lo restante es guardado como contramuestra con su respectiva codificación.

b). Luego la muestra de 112 gramos pasó por una máquina trilladora, este proceso consistió en retirar el pergamino del grano para obtener un café pilado y continuar con el tostado.

c). Las muestras trilladas fueron ingresadas a una máquina tostadora por un tiempo de 12 minutos a una temperatura de 180 – 190 °C, disminuyendo un 15-20 % de agua donde su color amarillo verdoso se transforma en un marrón más o menos oscuro.

d). Después de tostadas las muestras, se dejó enfriar por un tiempo de 5 segundos a una temperatura de 24 -30 °C aproximadamente, luego se vaciaron en cada bandeja de plástico con su codificación para ser pesado.

e). Luego se pesó 10 g de gramos de café tostado en cada pirex, resultando entre 8 a 10 pirex, para luego molerse, quedando un peso de 8.25 g de café molido fino por pirex.

f). A continuación, los pirex con el café molido de cada muestra son colocados sobre una mesa de acero inoxidable en forma ordenada y separada para luego adicionarse agua a una temperatura 93-96°C hasta llenar completamente cada pirex.



g). Pasado de 2-3 minutos de haber agregado el agua caliente se inicia a romper la capa de sólidos; método que consiste en romper con una cuchara la capa de sólidos que se forma en cada superficie del pírex, siempre enjuagando la cuchara en cada pírex con la finalidad de que en este proceso se libere aromas atrapados debajo de la capa de café molido.

h). Luego se limpió la taza; removiendo con una o dos cucharas la capa de sólidos que se forma en la superficie de cada pírex, hasta quedar solo una espuma de color claro en la superficie. Las cucharas usadas deben enjuagarse continuamente con agua caliente.

i). Finalmente se debe dejar enfriar el café hasta una temperatura de al menos 75°C, aproximadamente 10 o 15 minutos, se controló con el cronómetro, para mayor precisión en el control del tiempo para la evaluación. Una vez que se alcanzó los parámetros óptimos, se dio inicio a la catación; los catadores iniciaron a sorber el café y a determinar las características sensoriales, evaluándose sabor, acidez, cuerpo, uniformidad y taza limpia. y otorgándose un puntaje según normas SCAA a cada una.

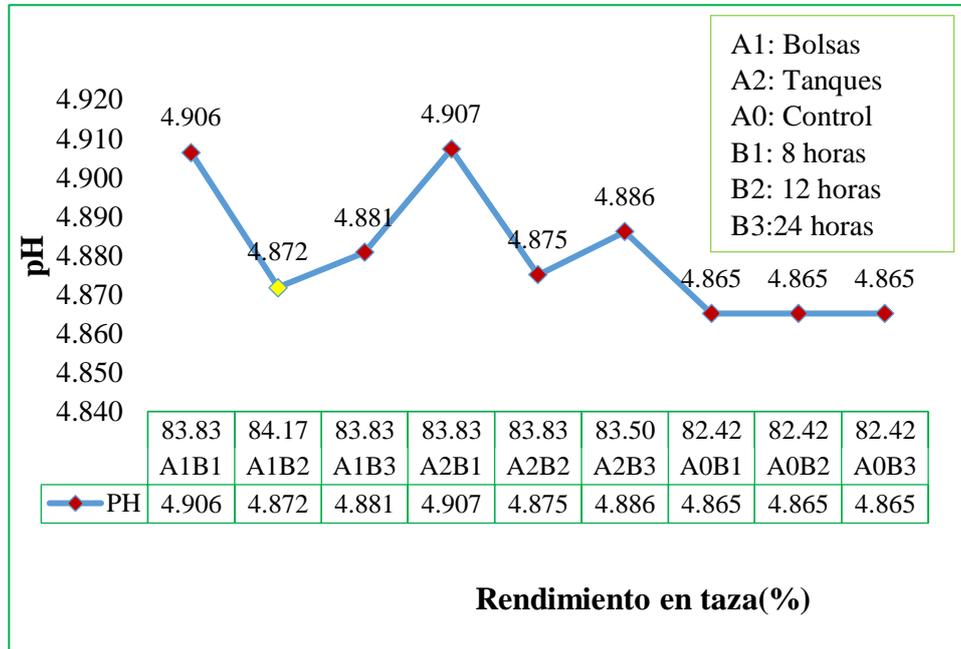
IV. RESULTADOS

4.1. Características fisicoquímicas de pH, Brix y T° mucílago en cada tratamiento

4.1.1. Análisis del pH en cada tratamiento

Figura 3

Gráfica del pH vs rendimiento en taza (%) en cada tratamiento



Nota: En la figura 4 se determinó que el mayor rendimiento de 84.17 % obtuvo un pH de 4.872, correspondiente al tratamiento A1B2.

4.1.2. Análisis de significancia de pH entre tratamientos

Tabla 1

Resultados de pH (Kruskal-Wallis)

	pH
Chi-cuadrado	20.373
gl	8
Sig. asintót.	0.009

Nota: De los resultados de la Tabla 1 estadísticamente se obtuvo una significancia de 0.009, que está por debajo del límite de confianza de 0.05, concluyéndose que existe diferencia significativa entre pH de cada tratamiento.

Tabla 2*Comparación de medias pH*tratamiento*

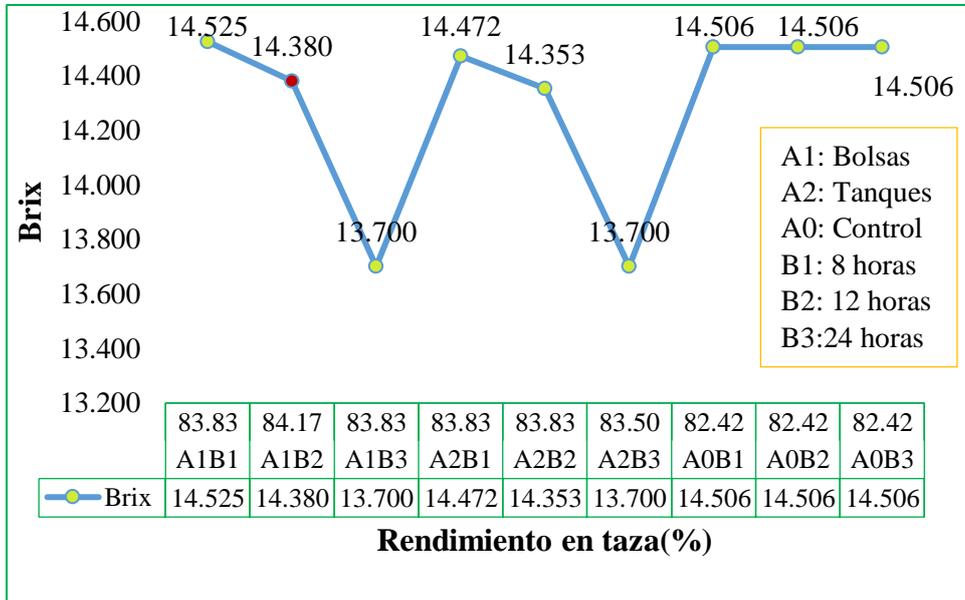
Tratamiento	pH			
	Media	N	Desv.típ	Error típ. de la media
A1B1	4.9064167	3	0.00404145	0.00233333
A1B2	4.8718667	3	0.00046188	0.00026667
A1B3	4.8807600	3	0.00178832	0.00103249
A2B1	4.9072767	3	0.00255189	0.00147333
A2B2	4.8750833	3	0.00042525	0.00024552
A2B3	4.8860933	3	0.01278831	0.00738333
A0B1	4.8651367	3	0.01236928	0.00714141
A0B2	4.8651367	3	0.01236928	0.00714141
A0B3	4.8651367	3	0.01236928	0.00714141
Total	4.880323	27	0.01753356	0.00337433

Nota: En la tabla 2 nos muestra la comparación de medias de pH por cada tratamiento, los tratamientos A1B1, A1B2, A1B3, A2B1, A2B2, A2B3 obtuvieron mayor pH a comparación de los tratamientos testigos pH 4.86.

4.1.3. Análisis del °Brix en cada tratamiento

Figura 4

Gráfica del Brix vs rendimiento en taza (%) en cada tratamiento



Nota: En la figura 4 nos muestra que el mayor rendimiento 84.17 %, obtuvo un Brix de 14.380 que corresponde el tratamiento A1B2.

4.1.4. Análisis de significancia de Brix entre tratamientos

Tabla 3

Resultados de Brix(Kruskal-Wallis)

	°Brix
Chi-cuadrado	16.671
gl	8
Sig. asintót.	0.034

Nota: De los resultados de la tabla 3 estadísticamente se obtuvo una significancia de 0.034, que está por debajo del límite de confianza de 0.05, concluyéndose que existe diferencia significativa entre Brix de cada tratamiento.

Tabla 4*Comparación de medias Brix*tratamiento*

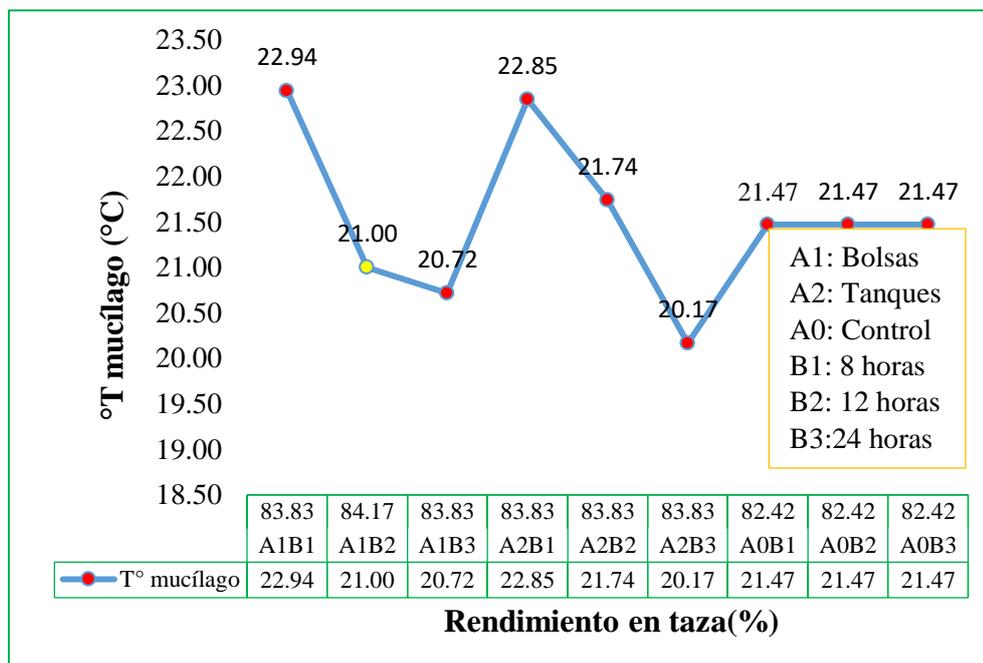
Tratamiento	Media	N	°Brix	
			Desv.típ	Error típ. de la media
A1B1	14.525003	3	0.00000577	0.00000333
A1B2	14.3800333	3	0.00005774	0.00003333
A1B3	13.7003333	3	0.00057735	0.00033333
A2B1	14.4722233	3	0.09141187	0.05277667
A2B2	14.3533333	3	0.04618802	0.02666667
A2B3	13.7003333	3	0.00057735	0.00033333
A0B1	14.5057133	3	0.13021339	0.07517873
A0B2	14.5057133	3	0.13021339	0.07517873
A0B3	14.5057133	3	0.13021339	0.07517873
Total	14.2942667	27	0.33563372	0.06459274

Nota: En la tabla 4 nos muestra la comparación de medias de Brix por cada tratamiento, el tratamiento A1B1 obtuvo el mayor promedio en Brix 14.52, y el tratamiento con menor promedio en °Brix A2B3 con 13.70

4.1.5. Análisis de T° de mucílago

Figura 5

Gráfica de T° mucílago vs rendimiento en taza (%)



Nota: En la figura 5 nos muestra al mayor rendimiento en taza 84.17 %, correspondiente al tratamiento A1B2, con una temperatura mucílago promedio de 21 °C.

4.2.6. Análisis de significancia de T° mucílago entre tratamientos

Tabla 5

Resultados de T° mucílago (Kruskal-Wallis)

	T° mucílago
Chi-cuadrado	18.174
gl	8
Sig. asintót.	0.020

Nota: De los resultados de la Tabla 5 estadísticamente se obtuvo una significancia de 0.020, que está por debajo del límite de confianza de 0.05, concluyéndose que existe diferencia significativa entre T° mucílago de cada tratamiento.

Tabla 6*Comparación de medias T° mucílago*tratamiento*

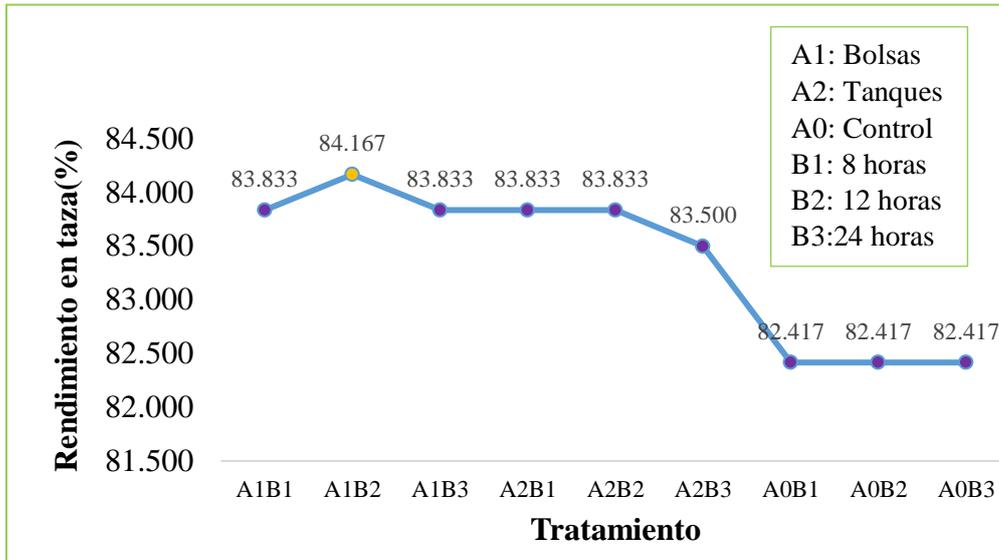
T° mucílago				
Tratamiento	Media	N	Desv.típ	Error típ. de la media
A1B1	22.941667	3	0.77473114	0.44729123
A1B2	21.0000033	3	0.00005774	0.00003333
A1B3	20.7178567	3	0.57186304	0.33016528
A2B1	22.8470833	3	0.70523083	0.40716521
A2B2	21.7400000	3	1.28171760	0.74000000
A2B3	20.1666733	3	0.00000577	0.00000333
A0B1	21.4690467	3	0.53387014	0.30823007
A0B2	21.4690467	3	0.53387014	0.30823007
A0B3	21.4690467	3	0.53387014	0.30823007
Total	21.5356026	27	1.03011760	0.19824622

Nota: En la tabla 6 nos muestra la comparación de medias de temperatura de mucílago por cada tratamiento, el tratamiento A1B1 obtuvo el mayor promedio en temperatura 22.941°C, y los tratamientos testigos tuvieron un menor promedio en temperatura con 21.46 °C

4.2. Rendimiento en taza (%) en cada tratamiento

Figura 6

Gráfica del rendimiento en taza (%) en cada tratamiento



Nota: En la figura 6 nos muestra que el tratamiento con menor rendimiento en taza son los tratamientos testigos obteniendo un puntaje del 82.417%, mientras tanto el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento en taza fue el A1B2, con 84.167 %.

4.2.1. Análisis de significancia del rendimiento en taza entre tratamientos

Tabla 7

Resultados de Rendimiento en taza (Kruskal-Wallis)

Rendimiento en taza	
Chi-cuadrado	18.981
gl	8
Sig. asintót.	0.015

Nota: De los resultados de la tabla 7 estadísticamente se obtuvo una significancia de 0.015, que está por debajo del límite de confianza de 0.05, concluyéndose que existe diferencia significativa entre tratamientos.

4.2.2.Comparación de medias de rendimiento en taza (%) entre tratamientos

Tabla 8

Comparación de medias de rendimiento en taza (%) tratamiento/*

Rendimiento en taza(%)				
Tratamiento	Media	N	Desv.típ	Error típ. de la media
A1B1	83.8333	3	0.57735	0.33333
A1B2	84.1667	3	0.57735	0.33333
A1B3	83.8333	3	0.14434	0.08333
A2B1	83.8333	3	0.57735	0.33333
A2B2	83.8333	3	0.28868	0.16667
A2B3	83.5000	3	0.50000	0.28868
A0B1	82.4167	3	0.38188	0.22048
A0B2	82.4167	3	0.38188	0.22048
A0B3	82.4167	3	0.38188	0.22048
Total	83.3611	27	0.79158	0.15234

Nota: En la tabla 8, mediante la comparación de medias, se logró determinar que el mejor tratamiento es el A1B2 (bolsas de plástico, 12 horas), obteniendo el 84.1667 %, siendo el mayor rendimiento en taza. Esto hace referencia que el mejor sistema de fermentación es en bolsas de plástico en un tiempo de 12 horas, inoculado con 1% de cepas de *S. Cerevisiae*.

V. DISCUSIONES

- Los valores promedio de pH en cada tratamiento obtenidos en el proyecto estuvieron entre el rango 4.906 ± 0.5 , lo cual está dentro del rango según Pivaral y Cruz, (2018), en su investigación obtuvo un pH 5.16 ± 0.62 en promedio realizando una fermentación en un sistema cerrado inoculado con levaduras, además indica que la reducción del pH en un sistema cerrado es menor que en un abierto, esto se debe en mayor proporción al dióxido de carbono producido por las levaduras el cual contribuye a la acidificación del mismo, que al efecto del ácido láctico producido por bacterias ácido lácticas.
- Durante el proceso de fermentación se obtuvo como valores promedios de Grados Brix 14.525 como máximo correspondiendo al tratamiento A1B1 y como mínimo 13.70 °Brix, tratamiento A2B3. El tratamiento con mejor rendimiento en taza obtuvo un valor promedio en Grados Brix 14.380 °Brix. Comparando con Torres (2020) logró determinar que conforme transcurre el tiempo de remojo, los Grados Brix del extracto disminuyen ligeramente pasando de 15° a 14°Brix después de 12 horas en el tratamiento. La disminución se debe a que los sólidos solubles son fuente de sustrato que consumen los microorganismos presentes en la degradación del mucílago del café (Córdoba y Guerrero, 2016).
- La temperatura en este proceso de fermentación fue evaluada a nivel externo (temperatura ambiente) e interno (temperatura del mucílago de café). La temperatura ambiental promedio osciló entre el rango 22.94 y 20.495, a una altura de 1300 msnm. y la temperatura promedio del mucilago estuvo entre 20.49 ± 2 , comparando según Córdoba y Guerrero (2016) en su investigación obtuvo durante la fermentación una temperatura con valores de 23 °C y 21.5 °C, asimismo 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 el análisis sensorial se logró calificaciones de perfiles a frutas por los catadores, que fue calificado como “Tonos frutados, acidez cítrica, sabor a naranja y limón e



tonos a panela ,mucha caña, frutos de panela obtenido de la fermentación con adición del 1% de *S. cerevisiae* ,en un tiempo de 12 de fermentación comparando según Sanchez de la Cruz (2018) en la evaluación sensorial demostró diferencia en la calificación de perfiles; el mejor perfil fue caracterizado con “Mucha caña, frutos secos, ciruelas, manzana roja, frambuesa”; obtenido de la fermentación con adición de 60 mL de (*Saccharomyces* sp) y un tiempo de 12 horas de fermentación. En la fermentación del café las levaduras tienen las habilidades degradar macromoléculas como los polisacáridos y son responsables para eliminar la capa de mucílago que rodea los granos durante la fermentación. Además, se sabe que estos microorganismos producen metabolitos secundarios como ésteres, alcoholes, cetonas y otros compuestos aromáticos que pueden contribuir al sabor del café y el aroma (Hosam,et al.,2020).Asimismo comparando resultados con Torres (2020),adicionó extracto de pulpa y mucílago en el beneficiado de café variedad catimor ,dando como resultado un puntaje mayor en taza de 83.5 puntos en un tiempo de remojo de 12 horas, el cual representa 2.25 puntos adicionales al puntaje del tratamiento testigo, destacando el aroma/fragancia a caña, frutos secos y el sabor a chocolate.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- El mejor tratamiento fue la fermentación en bolsas de plástico por un tiempo de 12 horas (A1B2), en la que se obtuvo como resultado 14.38 °Brix, con pH 4.872, T ambiente 18.2 °C y Temperatura Mucílago 21 °C.
- Durante el proceso de fermentación 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.
- La café variedad catimor en un tiempo de 12 horas, fermentado en bolsas de plástico con una inoculación del 1% de *S. cerevisiae* obtuvo el mejor rendimiento organoléptico, el 84.17% puntos en taza (figura 5).



6.2.Recomendaciones

- Las cepas de *S. cerevisiae* resultan ser una alternativa apropiada para el beneficio húmedo ya que son aceleradoras de fermentación además de mejorar la calidad organoléptica en el café.
- Realizar una capacitación a los caficultores y darles a conocer los beneficios de las levaduras, de tal manera que pueda mejorar su calidad organoléptica, consiguiendo mejores beneficios.
- Para el proceso de fermentación se debe controlar la adición de levadura y tiempo de fermentación, el exceso en el tiempo podría ocasionar pérdidas en la calidad sensorial del producto, así como la temperatura constante, para garantizar mejores resultados.
- A los investigadores evaluar el rendimiento organoléptico durante el almacenamiento del café catimor, habiendo sido fermentado en bolsas de plástico en 12 horas y con el 1% de cepas *S. cerevisiae*, de tal manera que se pueda determinar cuál es la reacción durante el almacenamiento.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Elhali, H., Frank, D., Cox, J., y Zhao, J. (2020). The crucial role of yeasts in the wet fermentation of coffee beans and quality. *International Journal of Food Microbiology*, 333, 13. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108796>
- Gómez Mora, J. (2019). *Modelación del procesamiento agroindustrial del café desde la fruta hasta el café oro*. Tesis de pregrado[Universidad de Costa Rica].Archivo digital.<https://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2019/10/TFG-JoseMariaGomezM.pdf>
- Arcos Ávila, C. (2017). : *Efecto de la fermentación aerobia del grano de café orgánico, en el desarrollo de características sensoriales de la bebida en el Municipio de Pitalito*. [Trabajo de posgrado,Universidad Nacional Abierta y a Distancia].Archivo digital.
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13481/83042763.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Castillo , M., Muñoz , M.,y Engler , F. (2016). *Manual básico de buenas prácticas para el tostado del café*. Ministerio de Industrias y Productividad. <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/06/ManualTuesteCafe.pdf>
- Córdoba,N.,y Guerrero, J.(2016). "Caracterización de los Procesos Tradicionales de Fermentación de Café en el departamento de Nariño. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2),75. doi:doi:10.18684/bsaa(14)75-83
- Delgado Iparraguirre, A. (2021). *Efecto de la fermentación aeróbica y anaeróbica sobre la calidad organoléptica del café (Coffea arabica) de las variedades catimor y marsellesa*. [Tesis de pregrado,Universidad Señor de Sipan].Archivo digital. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8539/Delgado%20Iparraguirre%20Alex.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz , C.,Willems , M. (2017). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD. <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/2017/pncafe/sector-cafe-peru.pdf>
- Guevara Zapata , S. (2019). *Fermentación de Café (Coffea arabica), Variedad Catimor, Utilizando Diferentes Concentraciones de Cepas de Saccharomyces cerevisiae*. [Tesis de pregrado,Universidad Nacional de Jaén].Archivo digital. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/253>
- Higashi, Y.(2019). Coffee and Endothelial Function: A Coffee Paradox? *Nutrients*, 11(9):2104. doi:<https://doi.org/10.3390/nu11092104>
- Hosam, E., Julian, C., Frank, D.,y Zhao, J. (2020). El papel crucial de las levaduras de los granos de calidad. *Microbiología de Alimentos*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108796>
- Kajikawa, M., Maruhashi, T., Hidaka, T., Nakano, Y., Kurisu, S., Matsumoto, T.,y Nakashima, A. (2018). Coffee with a high content of chlorogenic acids and low content. *European Journal of Nutrition*, 58 (3): 989-96. doi:doi:10.1007/s00394-018-1611-7



Vilca Sotomayor , R. O. (2014). *Evaluación de la influencia de parámetros de fermentación en la calidad sensorial del café (coffea arábica l.) del valle de Inambari – Sandia*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Antiplano. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3413>

DEDICATORIA

A Dios por ser el soporte de mi vida y darme la fuerza necesaria para lograr mis metas planteadas y a mis padres por la contribución constante en brindarme su apoyo, su confianza, valores y consejos para realizarme profesionalmente.

A Rodohi, Mirtha, Yaquilini, Regulo y Yon por ser ese motivo para impulsarme a salir adelante, quienes con sus abrazos y palabras de aliento me ayudaron a lograr uno de mis objetivos planteados.

A la pequeña Lucerito que matiza mis días con su sonrisa y abrazos, con tan solo dos añitos de vida me enseña el significado de la paciencia, entrega y amor.

A mi tío Efren, aquel padre que con sus abrazos y palabras de aliento y un beso en la frente me decía” hija todo pasará, cuenta conmigo” me hicieron fuerte para cumplir mis metas y ahora desde el cielo me guía.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, él ha sido mi guía y mi protector en todo momento y permitirme terminar con éxito mi anhelada carrera.

A mis padres: Amaro Palacios García y María Adriano Carrera por su apoyo incondicional.

Al Mg. Polito Michael Huayama Soplá por su asesoramiento y paciencia durante el desarrollo de mi tesis haciendo que logre uno de mis objetivos como es culminar con éxito mi tesis y obtener el título profesional.

A Berseli, Kari, Victoria, Fiore, Disbexy, Imer, Edward y Yhan, compañeros y amigos de amanecida de estudio, por su amistad y apoyo que de una u otra forma fueron el pilar para mi desarrollo profesional.

ANEXOS

Anexo 1: Evidencias del proceso de beneficiado del café

Figura 7

Pesado de muestras



Figura 8

Separación de muestras



Figura 9

Activación de cepas S. Cerevisie



Figura 10

Inoculación de Cepas S. Cerevisie



[Handwritten signatures]

Figura 11

Fermentación en baldes de plástico



Figura 12

Fermentación en bolsas de plástico



Figura 13

Lavado de las muestras



Figura 14

Lavado de las muestras

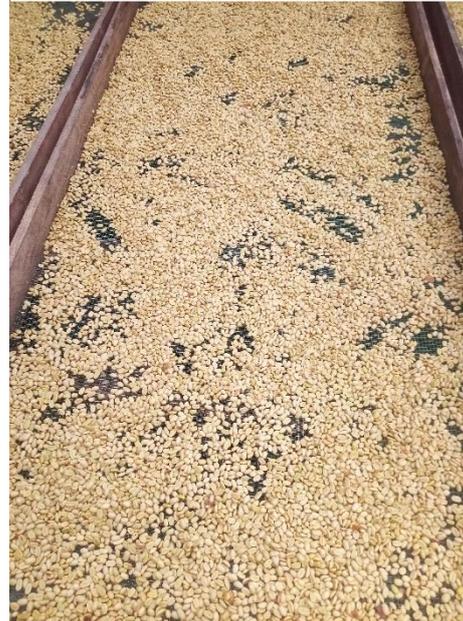


Figura 15
Envasado en bolsas herméticas



Figura 16
Tostado de muestras



Figura 17
Adición de agua



Figura 18
Rompe taza



Figura 18
Limpia taza



Figura 19
Catación



Anexo 2: *Formato internacional de catación*

Tabla 9

Escala de calificación para cafés especiales

Bueno	Muy bueno	Excelente	Extraordinario
6	7	8	9
6.25	7.25	8.25	9.25
6.5	7.5	8.5	9.5
6.75	7.75	8.75	9.75

Fuente:(Specialty Coffee Association of America[SCAA], 2004)

Tabla 10

Requisitos de la Specialty Coffee Association of America. (SCAA)

Color	Uniforme. Agtron 55 (tueste medio)
Olor	libre de olores extraños
Tueste	Grado especial: cero (0) quakers Q coffee: máximo tres (3) quakers
Muestreo	En base a 100 gramos de muestra.
Tiempo de Tueste	Entre 8 y 12 minutos

Fuente:(Specialty Coffee Association of America[SCAA], 2004)

Tabla 11

Clasificación total de la puntuación de la calidad

Puntaje Total	Descripción de la especialidad	Clasificación
90-100	Excepcional	Especial rara
85-89.99	Excelente	Origen especial
80-84.99	Muy bueno	Especial
<80	Debajo de la calidad especial	Debajo de lo especial

Fuente: (Specialty Coffee Association of America[SCAA], 2004)



Tabla 12*Resultados de análisis fisicoquímico*

Variables	Repeticiones	Tratamientos					
		A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
pH	R1	4.909	4.872	4.879	4.909	4.875	4.879
	R2	4.909	4.872	4.882	4.909	4.875	4.879
	R3	4.902	4.872	4.882	4.904	4.875	4.901
Brix	R1	14.525	14.380	13.700	14.525	14.380	13.700
	R2	14.525	14.380	13.700	14.525	14.380	13.700
	R3	14.525	14.380	13.700	14.367	14.300	13.700
T° mucílago	R1	22.050	21.000	20.100	22.050	21.000	20.167
	R2	23.450	21.000	21.229	23.390	21.000	20.167
	R3	23.325	21.000	20.825	23.101	23.220	20.167

* (A1[B1,B2,B3]): Bolsas de plástico[8 horas ,12 horas y 24 horas]

* (A2[B1,B2,B3]): Tanques de plástico[8 horas ,12 horas y 24 horas]

Anexo 3: Resultados de los análisis de catación

Tabla 13

Resultados de Rendimiento en Cata

Variables	ITEM	Muestra	Análisis físico Rendimiento físico (%)	Cata Puntaje en cata SCAA (%)	Atributos Observaciones
A1B1	1	A1B1R1	76	84.5	Las muestras se identifican por tonos frutados, acidez cítrica, sabor a naranja y limón, tonos de panela, posgusto agradable, cuerpo medio, la diferencia de puntajes es por el balance de las tazas y la diferencia de la intensidad de la acidez por muestra, perfil frutado.
Bolsas /8 horas	2	A1B1R2	75.5	83.5	
	3	A1B1R3	75.5	83.5	
	4	A1B2R1	79.5	83.5	
A1B2 Bolsas /12 horas	5	A1B2R2	79.5	84.5	
	6	A1B2R3	79.19	84.5	
	7	A1B3R1	83.75	83.75	
A1B3 Bolsas /24 horas	8	A1B3R2	78.3	84	
	9	A1B3R3	79.19	83.75	
	10	A2B1R1	77.3	83.5	
A2B1 Tanques /8 horas	11	A2B1R2	75	84.5	
	12	A2B1R3	76	83.5	
	13	A2B2R1	76.9	83.5	
A1B2 Tanques /12 horas	14	A2B2R2	78.6	84	
	15	A2B2R3	77	84	
	16	A2B3R1	76	83	
A1B3 Tanques /24horas	17	A2B3R2	75	84	
	18	A2B3R3	73	83.5	

Tabla 14

Resultados del rendimiento en taza en los controles

ITEM	Muestra	Análisis físico Rendimiento físico (%)	Cata Puntaje en cata SCAA(%)	Atributos Observaciones
1	CB1	78.5	82	Panela, acidez málica, chocolate, cuerpo medio, panela, tonos de frutos secos y pasas. Sabor residual agradable ,posgusto medio.
2	CB2	79	82.5	
3	CB3	78	82.75	





FORMATO 04: DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, FLOR ANITA PALACIOS ADRIANO, identificado con DNI 71897296, Bachiller de la Carrera Profesional de INGENIERIA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS de la Universidad Nacional de Jaén; declaro bajo juramento que: Soy autor del **Trabajo de Investigación** titulado: "**ANÁLISIS SENSORIAL DEL CAFÉ CATIMOR (Coffea arabica) INOCULADO CON CEPAS DE *Saccharomyces cerevisiae* EN DOS SISTEMAS DE FERMENTACIÓN**"

1. El mismo que presento optar: () Grado Académico de Bachiller (X) Título Profesional
2. El **Trabajo de Investigación** no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El **Trabajo de Investigación** presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El **Trabajo de Investigación** no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del **Trabajo de Investigación**, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del **Trabajo de Investigación**.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, 07 de Abril de 2022


Firma – Huella Digital