



Efecto de la adición de levadura (*Saccharomyces* sp) en el proceso de fermentación de café (*Coffea arabica*)

Efect of the addition of yeast (*Saccharomyces* sp) in the fermentation process of coffee (*Coffea arabica*)

Inder Gley Sánchez de la Cruz¹, Segundo Víctor Olivares Muñoz²

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la adición de levadura (*Saccharomyces* sp) en el proceso de fermentación de café (*Coffea arabica*), para lo cual se empleó un diseño factorial 3A x 3B, donde el factor A es el tiempo de fermentación (4, 8 y 12 horas) y el factor B la dosis de levadura (20, 40 y 60 mL) y un testigo. El café fue cosechado con madurez organoléptica, seleccionado, despulpado, fermentado con manejo de tratamientos, lavado, secado, almacenado y tostado. Según la prueba Friedman no existe diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo la evaluación sensorial demostró diferencia en la calificación de perfiles. Así, 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, por un tiempo de 12 horas (Tratamiento T9), y características fisicoquímicas de café almendra como humedad 13,8%, rendimiento 74%, y café tostado con humedad del 3,68%, ceniza 3,55%, extracto etéreo 7,85%, fibra cruda 21,29%, proteína 16,41 %, extracto libre de nitrógeno 47,21%, pH 5,01 y energía bruta 5794 kJ/kg. Se concluye que existe un efecto positivo en la calidad del café.

Palabras claves: Café, fermentación, fisicoquímicas, levadura y sensoriales.

ABSTRACT

The effect of the addition of yeast (*Saccharomyces* sp) the fermentation process of coffee (*Coffea arabica*) was evaluated, for which it used a factorial design 3A x 3B, where the factor A is the fermentation time (4, 8 y 12 hours) and factor B, the dose of yeast (20, 40 and 60 mL), plus a control. The coffee was harvested with organoleptic maturity, selected, pulped, fermented with handling treatments, washed, dried, stored, roasted; according to the Friedman test, there is no significant difference between the treatments, however the sensory evaluation showed a difference in the profiling; the best profile was characterized with "Mucha cane, nuts, plums, red apple, raspberry"; obtained from fermentation with the addition of 60 mL of (*Saccharomyces* sp) and a time of 12 hours (Treatment 9); and physicochemical characteristics of almond coffee as humidity 13.8%, yield 74%; and roasted coffee such as moisture 3.68%, ash 3.55%, ethereal extract 7.85%, crude fiber 21.29%, protein 16.41%, nitrogen free extract 47.21%, pH 5.01 and Gross energy 5794 kJ / kg, arriving at the conclusion that there is a positive effect on coffee quality.

Keywords: Coffee, fermentation, physicochemical, yeast and sensory.

¹ Instituto de Educación Superior Tecnológico Privado Robert Owen, Avenida 6 de agosto N° 409, Jesús María, Lima, Perú

² Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A), Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva, Calle Higos Urco N° 342-350-356, Calle Universitaria N° 304, Chachapoyas, Perú

* Autor de correspondencia. E-mail: sanchezinder.2015@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica*) es un producto fundamental en la economía de diversos países como Colombia, Brasil, Perú, Costa Rica y Etiopía. Se cultiva en casi todos los países tropicales y aparece como uno de los productos máspreciado de la agricultura (MISTI, 2017).

En Perú, de la superficie agrícola con cultivos (4155678 hectáreas), destacan las dedicadas tanto a cultivos industriales como para el consumo humano directo. Entre ellos podemos mencionar al café que constituye el 10,2% del total de superficie. (CENAGRO, 2012). Son 223902 las familias que se dedican al cultivo del café, y el mayor porcentaje de ellas está asentado en los Departamentos de Junín, San Martín y Amazonas (Díaz y Willems, 2017). Cabe destacar que en el año 2015 se han producido un total de 218 500 TM (CENAGRO, 2012). El Departamento de Amazonas, según el Ministerio de Agricultura y Riego, aporta el 13% de la producción nacional, principalmente café tipo (*C. arabica*) (MINAGRI, 2013). El precio varía desde 2 a 10 soles por Kg. Situación que permite que el café sea una actividad agrícola de cultura, costumbre o simplemente no sea atractivo para el agricultor y se termine reduciendo las hectáreas de cultivo. En marzo la producción de café en este Departamento se ha reducido en un 27,2% respecto al mismo mes de año anterior (INEI, 2017). La materia seca de los granos del café almendra está constituida por minerales y por sustancias orgánicas que son los carbohidratos, lípidos, proteínas, alcaloides como la cafeína y la trigonelina, así como, por ácidos carboxílicos y fenólicos, y por compuestos volátiles que dan el aroma a la almendra (Puerta, 2012).

En el marco investigativo se encuentra una serie de antecedentes que consolidan el problema de investigación, como el estudio de los principales microorganismos del mucílago de café, que son levaduras como *Saccharomyces*, *Torulopsis*, *Candida Rhodotorula*; bacterias como *Lactobacillus*, *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus* y *Streptococcus*; y algunos hongos cuyo recuento depende de la manipulación de los

frutos de café durante la recolección y de las condiciones en que permanecen los granos en el beneficio del café (Rodríguez, 2009).

López *et al* (2015), realizaron el registro durante 80 horas continuas del comportamiento de algunas variables (pH, T° ambiente, Humedad relativa, °Brix) asociadas al proceso de fermentación de café y se determinó que el tiempo de fermentación afecta a la calidad de la bebida de café. También se determinó la disminución de la concentración de pH y grados brix en función del tiempo de fermentación e incremento de la calidad entre las horas 50 y 60.

La bibliografía sobre el proceso de fermentación aerobia del café orgánico permitió determinar su influencia en la generación de sustancias volátiles o atributos sensoriales, que permiten diferenciar organolépticamente este tipo de café (Arcos, 2017).

Puerta (2000), evaluó la calidad en taza de mezclas de variedades de café de la especie (*C arabica*). La intensidad de las propiedades organolépticas varió con el grado de tostación, de tal forma que a mayor grado se intensificaron el amargo y el cuerpo y disminuyó la acidez organoléptica y titulada.

Valencia *et al.* (2015), determinaron la calidad en taza de granos de café producidos en diferentes lugares de Colombia, evaluándose las características fisicoquímicas, componentes volátiles y perfil sensorial. Se encontraron perfiles de taza cítricos, florales, a especias, frutos rojos y uva Isabela, los cuales demostraron la gran variedad de perfiles sensoriales de los cafés que se cultivan de Colombia.

Mediante el presente trabajo se propone una alternativa para la homogeneización de la calidad del café mediante el manejo tecnológico. En la fermentación, que es un proceso biológico que consolida las propiedades de un producto, los factores más influyentes son la presencia de levaduras, el tiempo y temperatura. En ese sentido en la presente investigación se propuso la evaluación fisicoquímica y organoléptica de café fermentado en un biodigestor a diferentes concentraciones y tiempos de *Saccharomyces* sp, con lo cual se pretendió encontrar un tratamiento que permita obte-

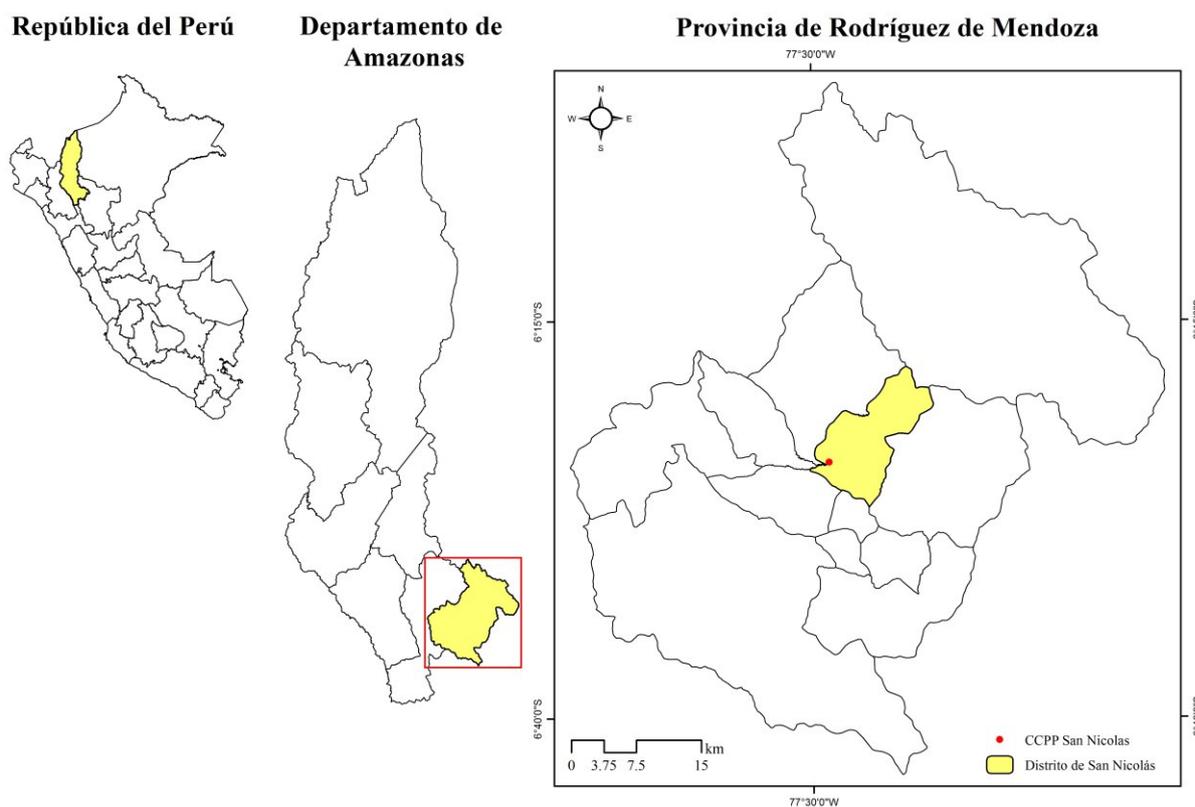


Figura 1. Ubicación del distrito San Nicolás, provincia de Rodríguez de Mendoza, Departamento Amazonas.

ner un café con mejor valoración fisicoquímica y organoléptica.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La ejecución del proceso de fermentación de café se realizó en el distrito de San Nicolás, en la provincia de Rodríguez de Mendoza; Región Amazonas, a una altitud de 1656 msnm, y una latitud de 06°30'35" sur; longitud 77°30'35" Oeste (Figura 1).

Se empleó un diseño de contrastación de hipótesis de estímulo creciente (Goode y Hatt, 1986), mediante un experimento factorial 3A x 3B bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones (Montgomery, 2004), donde el factor A fue el tiempo de fermentación y el factor B la dosis de levadura empleadas (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de tratamientos

Factor	Descripción	Nivel del factor	
		Símbolo	Referencia
A	Tiempo de fermentación	A ₁	4 horas
		A ₂	8 horas
		A ₃	12 horas
B	Dosis de levadura	B ₁	20 ml
		B ₂	40 ml
		B ₃	60 ml

El beneficio del café se realizó de acuerdo a un diagrama de flujo desarrollado en base a la Norma Técnica Colombiana N° 3314. Se efectuó la cosecha de café con madurez fisiológica total, la selección, el despulpado mediante una despulpadora, la fermentación (operación más importante para la investigación) donde se controló el tiempo fermentación y dosis de levadura. También se realizó el lavado para eliminar por medio de agua todos los residuos mucílago, y el secado para reducir la humedad del pergamino. La trilla se realizó para eliminar el endocarpio seco del café pergamino, y la clasificación para eliminar materias extrañas, fragmentos de café y granos defectuosos del café verde, esta clasificación visual se realizó siguiendo la NTC N° 2167 y NTC N° 512.

Evaluación física de café verde

Se realizó la evaluación de la humedad mediante analizadores de humedad. Los defectos físicos se realizaron mediante la observación visual, y el rendimiento mediante balance de materia.

Examen olfativo y visual de café verde

Mediante la norma técnica colombiana 2324.

Elaboración de café tostado en bebida para evaluación organoléptica de catadores (Según NTC 3566)

Se realizó el tostado a 180°C, de 200 g por 9 min. La preparación de la muestra ensayo a una razón de 7,0 g \pm 0,1 g de café por cada 100 cm³ de agua, con agua a 90°C, se decantó por 5 min. Posteriormente se realizó la evaluación sensorial.

Evaluación fisicoquímica de café tostado

Se realizó a los tres mejores tratamientos según la evaluación organoléptica, humedad, ceniza, fibra cruda, extracto éter, proteína, extracto libre de nitrógeno, pH método potencio métrico, según la metodología de AOAC (1990). Para la evaluación del pH se utilizó un pH-metro QUIMIS, modelo Q400MT, y para la energía bruta una bomba calorimétrica.

Análisis de datos

Se empleó un experimento factorial 3² bajo un diseño

completamente al azar para la evaluación fisicoquímica (Montgomery, 2004), mediante la Prueba de Friedman, a un nivel de significación del 5%. El factor A fue la relación tiempo de fermentación (4h; 8h; 12h), y el factor B dosis de levadura (20ml, 40 ml y 60 ml). Mediante la evaluación sensorial de un panelista entrenado y certificado se determinaron los mejores tratamientos, a los cuales se le aplicó la evaluación fisicoquímica.

III. RESULTADOS

Evaluación sensorial

En la tabla 2, se muestran los resultados de la evaluación sensorial o valores de calificación de los perfiles en taza, donde al observar el puntaje total de cada tratamiento y prueba estadística no existe diferencia significativa.

Tabla 2. Resultados de la evaluación sensorial

Códigos	T4	T6	T9	T3	T7	TE	T5	T8	T2	T1
Fragancia/aroma	7,75	7,50	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	7,50
Sabor	7,50	7,25	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	7,50
Sabor residual	7,50	7,50	7,75	7,50	7,50	7,75	7,50	7,50	7,75	7,50
Acidez	7,50	7,50	7,75	7,50	7,50	7,75	7,50	7,50	7,50	7,50
Cuerpo	7,50	7,50	7,75	7,50	7,50	7,75	7,75	7,75	7,50	7,75
Balance	7,50	7,50	7,75	7,50	7,50	7,75	7,75	7,50	7,50	7,75
Uniformidad	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Dulzor	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Taza limpia	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Punt. Catador	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50
Total	82,75	82,25	84,00	83,00	83,00	84,00	83,50	83,25	83,25	83,00

T4: Notas de cereza madura con miel y un final medio

T6: Cáscara de limón con panela y un final corto con notas a tabaco

T9: Mucha caña, frutos secos, ciruelas, manzana roja, frambuesa

T3: Notas herbales, cuerpo y final áspero

T7: Afrutado, durazno, vainilla, con un toque cereal, cuerpo suave y balance medio

TE: Fragancia a vainilla, con un toque de cereal, cuerpo suave y balance medio

T5: Frutos secos, chocolate bitter, acidez málica con un balance medio

T8: Melaza floral, frutal, acidez a mandarina

T2: Leve cereal, aterciopelado, plano

T1: Herbal, plano, leve metal

En la figura 2 se observa la calificación sensorial de cada tratamiento, notándose que la calificación total está en un rango de 83 a 84, sin registrar diferencia significativa. Sin embargo por recomendación de los

catadores, los mejores resultados se le otorgan al tratamiento 9 (T9) y tratamiento 5 (T5), por los perfiles, como se detalla a continuación.

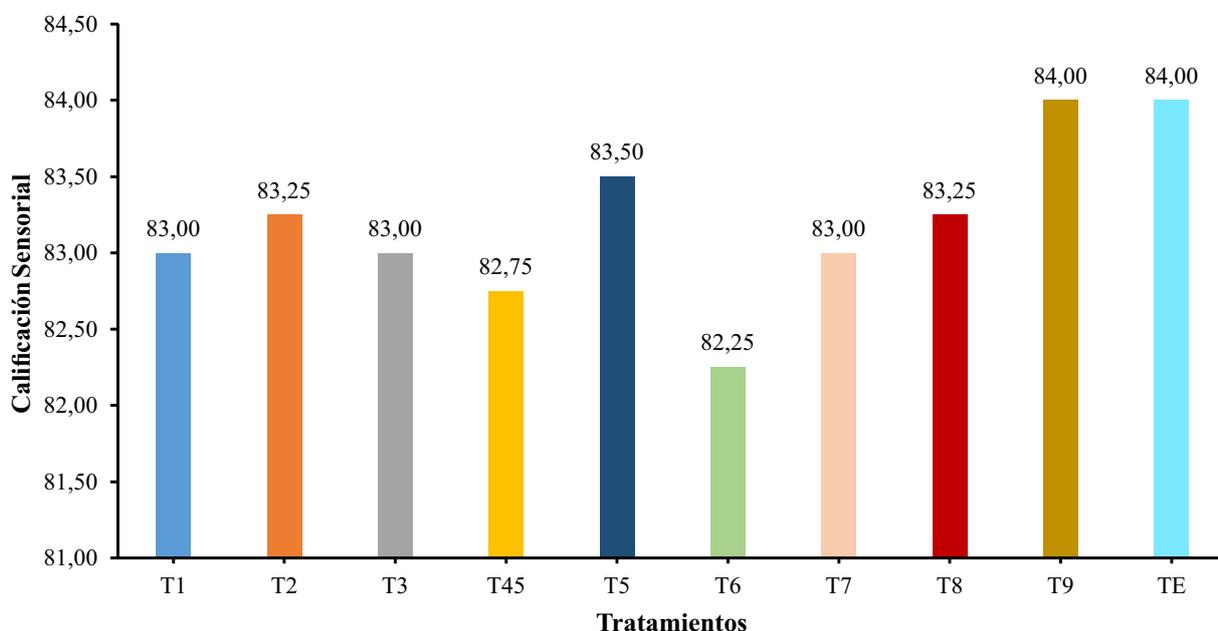


Figura 2. Calificación sensorial de cada tratamiento como café tostado.

Análisis fisicoquímico del café pergamino

La tabla 3 muestra los valores de humedad y rendimiento del café en cada tratamiento, notándose que la humedad alcanza el 13,4%, 13,8% y 13,8%, y el rendimiento alcanza el 72,6%, 74,0% y 73,6% para el tratamiento 5 (T5), tratamiento 9 (T9) y tratamiento testigo (TE) respectivamente, considerados como los mejores tratamientos por recomendación de los panelistas.

Tabla 3. Resultados promedio de la evaluación física de cada tratamiento

Tratamiento	Humedad %	Rendimiento %
T1	13,4	71,6
T2	12,9	73,6
T3	13,3	71,3
T4	13,4	72,3
T5	13,4	72,6
T6	13,4	72,0
T7	13,5	73,0
T8	13,3	72,3
T9	13,8	74,0
TE	13,8	73,6

La tabla 4 muestra la evaluación química de los tratamientos T5 y T9, que fueron los mejores en la evaluación sensorial. Asimismo se observa el testigo (TE) donde se resalta el pH con 5,01 para el T5, lo que indica menor acidez en comparación con el testigo.

En la figura 3 el porcentaje de humedad de las muestras de café tostada, resalta el tratamiento 5 (T5) con 3,39.

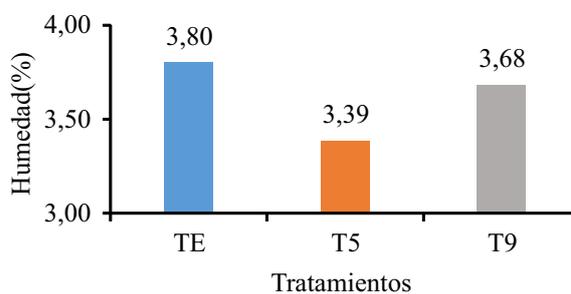


Figura 3. Porcentaje de humedad en el tratamiento testigo (TE), tratamiento 5 (T5) y tratamiento 9 (T9) de café tostado.

Tabla 4. Resultados de la evaluación química del café tostado

Muestra	Humedad (%)	Ceniza (%)	Extracto etéreo (%)	Fibra cruda (%)	Proteína (%)	Extracto libre de nitrógeno (%)	pH	Energía bruta (Kj/kg)
TE	3,80	3,50	6,65	20,31	16,35	49,40	4,9	5686
T5	3,39	3,58	7,73	22,14	16,40	46,76	4,98	5782
T9	3,68	3,55	7,85	21,29	16,41	47,21	5,01	5794

En la figura 4, el porcentaje de ceniza del café tostado y molido oscila entre 3,50 y 3,58.

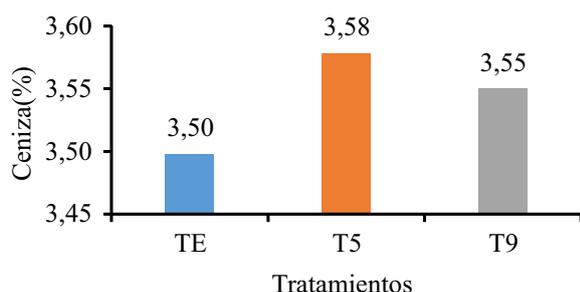


Figura 4. Porcentaje de ceniza en el tratamiento testigo (TE), tratamientos 5 (T5) y tratamiento 9 (T9) de café tostado

Según la figura 5 el tratamiento 9 (T9) presenta mayor contenido de extracto etéreo con 7,8% en comparación al tratamiento testigo (TE), que obtiene alrededor de 6,6%.

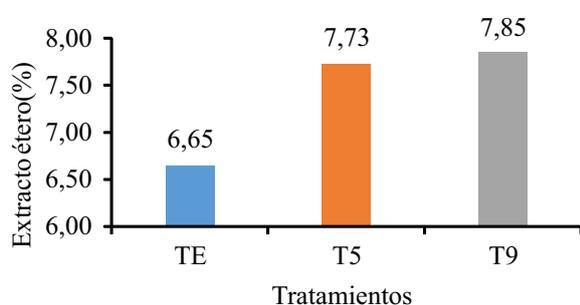


Figura 5. Porcentaje de extracto etéreo en el tratamiento testigo (TE), tratamientos 5 (T5) y tratamiento 9 (T9) de café tostado.

De acuerdo a la figura 6 en contenido de fibra cruda el tratamiento 5 (T5) presenta la mayor concentración, con un 22,14 %.

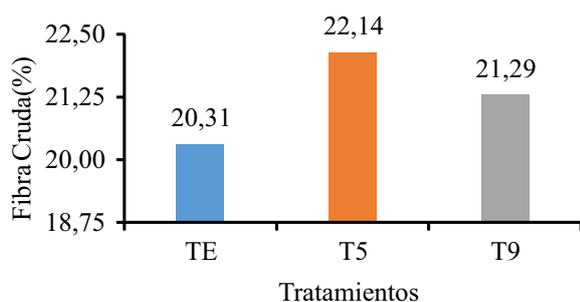


Figura 6. Porcentaje de fibra cruda en tratamiento testigo (TE), tratamientos 5 (T5) y tratamiento 9 (T9) de café tostado.

En la figura 7 los tratamientos 5 (T5) y Tratamiento 9 (T9) de café tostado presentan una concentración similar de proteína con 16,41 %.

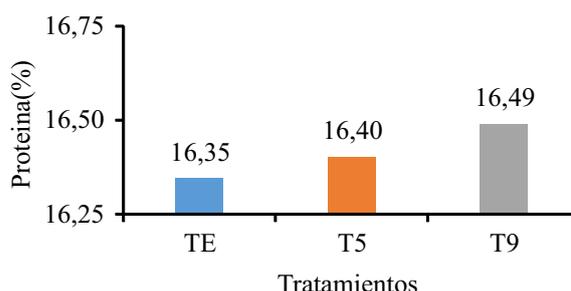


Figura 7. Porcentaje de proteína total en el tratamiento testigo (TE), tratamientos 5 (T5) y tratamiento 9 (T9) de café tostado.

En la figura 8 el tratamiento testigo presenta mayor concentración de extracto libre de nitrógeno.

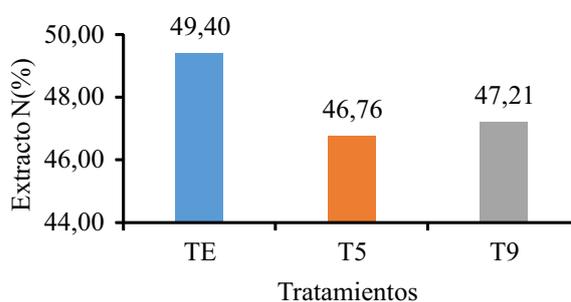


Figura 8. Porcentaje de extracto libre de nitrógeno en el tratamiento testigo (TE), tratamientos 5 (T5) y tratamiento 9 (T9) de café tostado

En la figura 9 el tratamiento 9 (T9) presenta un pH mayor (5,5), lo cual indica la menor acidez e influye en la evaluación sensorial.

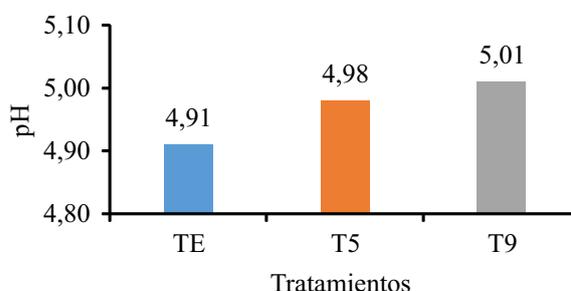


Figura 9. pH en el tratamiento testigo (TE), tratamientos 5 (T5) y tratamiento 9 (T9) de café tostado

En la figura 10 se muestra la energía bruta, registrando el tratamiento 9 (T9) un valor de 5794 kcal /kg; superior en comparación al tratamiento testigo.

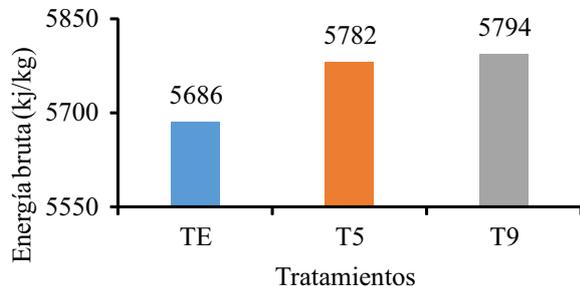


Figura 10. Energía bruta en tratamiento testigo (TE), tratamientos 5 (T5) y tratamiento 9 (T9) de café tostado

IV. DISCUSIÓN

Se produce el mejor café del mundo mediante la recolección manual de los granos de café rojo, las civetas alimentadas con esos granos, su posterior digestión, la recogida y lavado de los granos enteros y a medio digerir de las heces (Malacarne *et al.*, 2012). Según lo mencionado la fermentación del café en el estómago de la civeta es el fenómeno que posibilitaría la mejora sensorial del café. Por esa razón, en esta investigación la finalidad fue efectuar el proceso de fermentación como punto crítico de control. Sin embargo de acuerdo a los resultados no existiría diferencia significativa estadística entre los tratamientos y el testigo, pero cuando se realiza el análisis de caracterización cualitativa emitida por los catadores se encuentran diferentes perfiles, demostrando así la mayor valoración del tratamiento 9, es decir la fermentación por 12 horas con adición de 60 mL de *Saccharomyces* sp activado.

Arcos (2017) realizó una investigación que permitió diferenciar organolépticamente el café, mediante perfiles a frutas, mayor acidez y por lo tanto mejores puntajes en taza de café orgánico. En el presente trabajo también se lograron calificaciones de perfiles a frutas por catador, siendo más notorio en el tratamiento 9, que fue calificado como “Mucha caña, frutos secos, ciruelas, manzana roja, frambuesa”, mientras que los demás tratamientos también lograron diversos perfiles, demostrando así que la fermentación es un proceso que potencia las características sensoriales del café, con la ventaja que en esta ocasión, se redujo el

tiempo de fermentación a 12 horas en comparación al testigo que fue de aproximadamente 24 horas.

Se siguió un método directo, no destructivo, para medir la humedad del café durante el proceso de secado solar en tiempo real, denominado Gravimet, determinándose que la humedad del café debe estar entre el 10% y el 12% (Oliveros, *et al.*, 2009). En la investigación se evidencia que la humedad del café, después de cada tratamiento presentó un rango entre 12.9 y 138%. La diferencia se podría atribuir a condiciones específicas del secado como la temperatura y velocidad del aire. Sin embargo, se podría considerar dentro del rango porque no existe diferencia significativa estadística.

Se estudió la presencia de microorganismos del mucilago de café como levaduras *Saccharomyces*, *Torulopsis*, *Candida rhodotorula*; bacterias como *Lactobacillus*, *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus* y *Streptococcus*; y algunos hongos cuyo recuento depende de la manipulación de los frutos de café durante la recolección y de las condiciones en que permanecen los granos en el beneficio del café (Rodríguez, 2009). En esta investigación se adicionaron 60 ml de levadura *Saccharomyces* sp con lo cual podemos asegurar que se logró un mejor proceso de fermentación como demuestran los resultados de la evaluación sensorial y la reducción del tiempo de fermentación a 12 horas, que permitió tener una mejor valorización en taza según catadores.

El registro durante 80 horas continuas del comportamiento de algunas variables (pH, T° ambiente, Humedad relativa, °Brix) asociadas al proceso de fermentación de café, determinó que el tiempo de fermentación afecta la calidad de la bebida (López *et al.*, 2015). En la investigación realizada el mejor tratamiento solo fue fermentado por 12 horas, llegando a resultados similares en cuanto a las características sensoriales. Se podría explicar esta reducción del tiempo de fermentación por la adición de la levadura *Saccharomyces* sp, que fue básico para consolidar la calidad del café.

Cárdenas y Pardo (2014), evaluó comparativamente el comportamiento del pH a lo largo del tiempo, contro-

lando factores de temperatura, con la finalidad de comparar datos obtenidos en campo y los estudios previos efectuados por CENICAFÉ. Por otro lado, se logró determinar el tiempo de duración del proceso para situar el café en un pH ideal de 3,5 teniendo en cuenta una temperatura ambiente de 20° C y una altura que oscila entre los 1470 – 1500 metros sobre el nivel del mar. En la investigación se realizó el proceso de fermentación en el distrito de San Nicolás, que se encuentra a una altitud de 1656 m.s.n.m., situación por la cual existiría también diferente proceso de fermentación principalmente en el desarrollo de la biomasa, que finalmente redundaría en la calidad del producto fermentado.

V. CONCLUSIONES

Se determinó la existencia de un efecto positivo en la calidad. En la calificación de perfil, se demostró que los mejores atributos son de frutas tropicales, siendo el mejor tratamiento la fermentación más adición de 60 ml de *Saccharomyces* sp y un tiempo de 12 horas (T9), y caracterizado con perfil “Mucha caña, frutos secos, ciruelas, manzana roja, frambuesa”.

La adición de *Saccharomyces* sp y el control del tiempo en proceso de fermentación de café, permite realizar un proceso en menor tiempo (12 h) en comparación al proceso tradicional (+80 h) y con características sensoriales similares al café obtenido en proceso tradicional (Testigo), conforme se establece en la prueba estadística.

El café obtenido en el mejor tratamiento (T9) registró características fisicoquímicas como café almendra de humedad 13,8%, rendimiento 74%, y como café tostado de humedad 3,7%, ceniza 3,5%, extracto etéreo 7,8%, fibra cruda 21,3%, proteína 16,4%, extracto libre de nitrógeno 47,2%, pH 5,01 y energía bruta 5794 kJ/kg.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. Washington (USA): AOAC.

- Arcos, C. A. 2017. *Monografía: Efecto de la fermentación aerobia del grano despulpado de café orgánico, en el desarrollo de características sensoriales de la bebida en el Municipio de Pitalito*. Tesis de Grado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Huila (Colombia).
- Cárdenas, J. P., y J. D. Pardo. 2014. *Caracterización de las etapas de fermentación y secado del café la primavera*. Tesis de Grado. Escuela colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Bogotá (Colombia).
- Goode, W. J., y P. K. Hatt. 1986. *Métodos de Investigación Social*. Ciudad de México (México): Ed. Trilla.
- INEI. 2017. *Producción de café creció 21,4% en marzo de 2017*. Lima (Perú): INEI.
- López, C. F., P. A. Rojas, L. O. Montaña, E. S. Tovar, Y. Rojas, C. A. Arcos, C. M. Ordoñez y G. A. Vega. 2015. “Estudio de algunas variables en el proceso de fermentación del café y su relación con a calidad de taza en el sur de Colombia.” *Agroecología: ciencia y tecnología* 3 (1): 7-12.
- Malacarne, A., L. N. Silva, R. F. Macedo, y R. De-Bortoli. 2017. “Geographic Indication can Add Value to Jacu Coffee'producers.” *Revista INGI-Indicação Geográfica e Inovação* 1 (1): 1-17.
- MINAGRI. 2013. *Situación del mercado del café en grano*. Lima (Perú): Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos.
- MISTI. 2017. *Cultivo de café*. Lima (Perú): MISTI
- Montgomery, D. C. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. Ciudad de México (México): Limusa S.A. Wiley
- Oliveros, C. E., A. E. Peñuela y C. J. Jurado. 2009. “Controle la humedad del café en el secado solar, utilizando el método Gravimet” *Avances Técnicos Cenicafé* 387:1-8.
- Puerta, G. I. (2000). “Calidad en taza de algunas mezclas de variedades de café de la especie *Coffea arabica* L.” *Cenicafé* 51 (1): 5-19.

- Puerta, G. I., Marín, J., & Osorio, G. A. (2012). “Microbiología de la fermentación del mucílago de café según su madurez y selección.” *Cenicafé* 63 (2): 58 - 78.
- Valencia, J., M. Pinzón, y R. Gutiérrez. 2015. “Caracterización fisicoquímica y sensorial de tazas de café producidas en el departamento del Quindío.” *Revista Alimentos Hoy* 23 (36): 150-156.