

## Evaluación fisicoquímica y organoléptica de café (*Coffea arabica* L.) fermentado con rumen y *Saccharomyces cerevisiae* a diferente temperatura

### Physicochemical and organoleptic characteristics of coffee (*Coffea arabica* L.) fermented with *Saccharomyces cerevisiae* and rumen at different temperatures

Segundo Víctor Olivares Muñoz<sup>2</sup>; Merigildo Silva Ramírez<sup>2</sup>; Nelly Ocampo Cachay<sup>3</sup>

#### RESUMEN

La investigación tuvo por objetivo evaluar las características fisicoquímicas y organolépticas de café (*Coffea arabica* L.) fermentado con *Saccharomyces cerevisiae* y rumen a diferente temperatura; para lo cual se estableció un diseño bi-factorial 3A x 3B, el factor A fue la relación porcentaje de *S. cerevisiae* - porcentaje de rumen (0%:0%; 0%:10%; 1%: 10%) y el factor B fue la temperatura de fermentación (25°C, 30°C y 35°C); se procedió al beneficio del café cerezo en el distrito de Limabamba ubicado a 1230 m.s.n.m; con procedimientos de acuerdo a Norma Técnica Colombiana, la fermentación se llevó a cabo en un prototipo de biodigestor; de acuerdo al análisis estadístico y prueba de Friedman; se determinó la obtención de 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; obtenido en un tiempo de fermentación de 12 horas; a 30 °C, con adición de 1% de levadura - 10% de rumen de ganado vacuno (T8) y 3% de agua, a una altitud de 1230 m.s.n.m; con un pH 5.02; asimismo en el proceso de fermentación se observó la variación del pH de 5,1 a 3,86, los sólidos solubles totales de 4,3 a 5,9 °Brix, la acidez titulable de 1028 a 3409 mg de CaCO<sub>3</sub>

**Palabras clave:** Fermentación, *S. cerevisiae*, rumen, temperatura, evaluación fisicoquímica y organoléptica

#### ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the physicochemical and organoleptic characteristics of coffee (*Coffea arabica* L.) fermented with *Saccharomyces cerevisiae* and rumen at different temperatures; for which a bi-factorial design 3A x 3B was established, factor A was the percentage ratio of *S. cerevisiae* - percentage of rumen (0%: 0%, 0%: 10%, 1%: 10%) and the factor B was the fermentation temperature (25 ° C, 30 ° C and 35 ° C); the benefit of the cherry coffee in the district of Limabamba located at 1230 m.n.m; With procedures according to Colombian Technical Standard, the fermentation was carried out in a biodigester prototype; according to the statistical analysis and Friedman's test; it was determined the obtaining of coffee characterized with organoleptic profile "Mucha cane, nuts, plums, red apple, raspberry" and hedonic rating "Very good", for aroma, flavor, acidity, texture, body and cup defects; obtained in a fermentation time of 12 hours; at 30 ° C, with addition of 1% yeast - 10% rumen of cattle (T8) and 3 % of water, at an altitude of 1230 m.s. with a pH 5.02; Likewise in the fermentation process, the pH variation was observed from 5.1 to 3.86, the total soluble solids from 4.3 to 5.9 °Brix, the titratable acidity from 1028 to 3409 mg of CaCO<sub>3</sub>

**Keyword:** Fermentation, *S. cerevisiae*, rumen, physicochemical and organoleptic evaluation temperature

<sup>1</sup> Ingeniero agroindustrial, Profesor auxiliar a Tiempo completo de la Facultad de Ingeniería y Ciencias agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; especialista en docencia y gestión universitaria, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Correo electrónico: sv.olivares@gmail.com

<sup>2</sup> Ingeniero mecánico, Profesor asociado de la Facultad de Ingeniería y Ciencias agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Correo electrónico: merigildo.silva@utrm.edu.pe

<sup>3</sup> Estudiante de Ingeniería agroindustrial de la Facultad de Ingeniería y Ciencias agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Correo electrónico: nellyo@gmail.com

### I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Organización Internacional del café, (OIC), la industria del café genera cada año más de 120 millones de empleos a nivel mundial y ventas anuales mayores a los 90 mil millones de dólares (más de 65 mil millones de euros) a nivel mundial. (Queirolo, 2010).

El cafeto es la planta estimulante más difundida en el mundo, ocupa grandes áreas de América y África. La actividad cafetalera en el Perú involucra a más de 2 millones de peruanos. Esto se da toda vez que nuestro café se produce en 338 distritos rurales, de 68 provincias, ubicadas en 12 regiones. (Misti, 2017); es la principal actividad agrícola lícita en los valles de la selva del país (los mayores rendimientos se obtienen en regiones como Amazonas, San Martín y Cajamarca), se posesiona como el cultivo alternativo más importante frente a la coca (Agrobanco, 2007).

En marzo 2017, la producción de café registró 20 mil 19 toneladas y se incrementó en 21,4% respecto al mes de marzo 2016; en regiones como San Martín (41,5%), Junín (34,2%) y Cajamarca (13,6%) que en conjunto concentraron el 77,1% de la producción nacional. Asimismo, aumentó en los departamentos de Ayacucho (116,3%), Huánuco (11,7%), Pasco (10,3%), Madre de Dios (9,9%) y La Libertad (1,1%). Por el contrario, fue menor en Ucayali (-39,1%), Amazonas (-27,2%) y Cusco (-7,0%). (Inei, 2017).

De acuerdo a lo mencionado el café es un producto de alta importancia para la economía nacional; sin embargo para su desarrollo y mejor valoración en el mercado mundial necesita la estandarización de la calidad sensorial, ya que de ello depende el precio de venta que en la actualidad variable, en la región Amazonas el precio va desde 2 a 10 soles.

Desde el punto de vista agroindustrial existiría un problema tecnológico en el proceso de beneficio en la fermentación, que es punto crítico ya que este proceso determina la calidad y las ventajas competitivas y comparativas del café. En la actualidad el proceso de fermentación; de acuerdo a la inspección in situ; no es controlada, es empírica.

En lo referente a la fermentación del café hasta la fecha diversos investigadores han tratado de dar respuesta a las diversas problemáticas que tiene el desarrollo de la caficultura y la mejora permanente de la calidad del café; es así que se realizó el registro durante 80 horas continuas del comportamiento de algunas variables (pH, T° ambiente, H° relativa, grados °Brix) asociadas al proceso de fermentación de café *Coffe arabica* y se determinó como el tiempo de fermentación afecta la calidad de la bebida de

café. (López, *et al.*, 2015).

Se determinó el efecto de la fermentación aerobia del grano despulpado de café orgánico, en el desarrollo de características sensoriales de la bebida, logra la producción de compuestos de aroma y sabor. (Arcos, 2017).

Se identificaron y cuantificaron las bacterias y levaduras del mucílago de *Coffea arabica*, fresco y fermentado hasta por 74 horas, a temperatura ambiente y en sistemas abiertos. Se hallaron diversos microorganismos en el mucílago de café sin fermentar; los mayores recuentos se encontraron en el mucílago de café obtenido de frutos maduros y granos seleccionados. (Puerta, Marín, & Osorio, 2012).

Se cuantificaron concentraciones de azúcares totales, azúcares reductores, acidez y etanol del mucílago de café durante 74 h de fermentación a temperatura ambiente. Los cambios en las concentraciones de azúcares, ácidos y etanol en la fermentación del mucílago variaron con el tiempo. (Puerta G. I., 2013).

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 1.470 – 1.500 metros sobre el nivel del mar. (Cárdenas & Pardo, 2014).

Se demostró que a partir de un 2,5% de café cosechado verde, ya sea procesado por desmucilaginado mecánico o por fermentación natural, se rechazan desde el 30% de las tazas por defectos, sucio, fermento, tinker, tierra y sabores desagradables y se disminuye en 7% el rendimiento del pergamino en relación con el café maduro.. (Puerta G. I., 2000).

En Cenicafé, se desarrolló la escala para calificar el aroma del café molido, el aroma de la bebida, la acidez, el amargo, el cuerpo y la impresión global (sabor) del café, basados en la descripción y vocabulario para café tostado y molido de acuerdo con el proceso y preparación. (Puerta G. I., 1996).

Se evaluó la calidad de la bebida de café procesado mediante diferentes tipos y condiciones de beneficio, determinándose que el lavado influye favorablemente en la obtención de café calidad suave y ausencia de sabores extraños en la bebida. El tipo de beneficio y en particular, el secado tiene efecto significativo en la calidad de la bebida de café. (Puerta G. I., 1999).

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. Una taza de Kopi Luwak puede costar 40 dólares y la bolsa de medio kilo llega a venderse entre 100 y 400 dólares. (Maitres y profesionales de la sala de Aragón, 2012).

El presente trabajo propuso la evaluación fisicoquímica y organoléptica de café (*C. arabica* L.) fermentado con rumen y *S. cerevisiae* a diferente temperatura, para potenciar su cualificación organoléptica y fisicoquímica.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

El proceso investigativo se realizó el distrito de Limabamba en la región Amazonas ubicada a 1230 m.s.n.m; con el objeto de evaluar las características fisicoquímicas y organolépticas de café (*C. arabica* L.) fermentado con *S. cerevisiae* y rumen a diferente temperatura; el proceso de fermentación fue el fenómeno de intervención, por lo cual se diseñó un experimento bi-factorial (Montgomery, 2004); donde los factores fueron la relación *S. cerevisiae* - rumen y los diferentes temperaturas en el proceso de fermentación del café; determinándose es nueve tratamientos dados por todas las combinaciones posibles entre los niveles de los factores

La materia prima se obtuvo del distrito de Limabamba, provincia de Rodríguez de Mendoza, región de Amazonas, La muestra se seleccionó de forma aleatoria simple, constituida por café cerezo con madurez fisiológica total.

La fermentación que fue un tanque agitado donde se controló el ingreso de oxígeno, temperatura; el proceso de beneficiado del café se llevó a cabo de acuerdo a la ejecución de un flujograma; se realizó la caracterización microbiológica del rumen de ganado vacuno, mediante bibliografía.

### Beneficio y fermentación de café

El beneficio del café se realizó en función de un flujograma desarrollado en base a la Norma Técnica Colombiana n° 3314, inicia con la cosecha, selección, el despulpado, mediante una despulpadora. La fermentación; en esta operación se adicionó la cantidad de levadura *S. cerevisiae* - rumen de ganado a una diferente temperatura según tratamiento, en un tanque agitado, el lavado se realizó para eliminar los residuos del mucilago, mediante el secado a 60°C se eliminó el endocarpio, se clasificó y se envasó, se realizará según NTC n° 2167 y NTC n° 512

### Evaluación fisicoquímica de café despulpado

Esta evaluación se realizó al inicio y durante todo el proceso de fermentación con la finalidad de terminar

la fermentación para poder tener los resultados de pH, sólidos solubles (°Brix), porcentaje de acidez titulable por método de titulación.

### Elaboración de café tostado en bebida para la evaluación organoléptica de cada tratamiento por panelistas semientrenados (Según NTC 3566)

Se realizó el tostado a los 200°C y 240°C, se tostaron de 100 g a 300 g cuidadosamente hasta que la tostión no debe ser mayor a 12 min ni menor a 5 min. Inmediatamente se tuesta el café, se vacían los granos en la placa perforada y se introduce aire a presión a través de la cama de granos caliente para ser enfriados.

**Molienda y preparación de la muestra de ensayo:** se realizó el molido inicialmente 50 g de la muestra y se desechan, posteriormente se muele toda la muestra, la bebida se preparará durante un máximo de 90 min después de molida.

**Preparación de la bebida:** se colocó en la taza la porción de ensayo, se calienta el agua en el calentador hasta el punto de ebullición, se deja decantar la infusión durante 5 min, se eliminan los residuos de la superficie de la bebida y se deja enfriar la bebida hasta una temperatura no mayor de 55°C.

### Descripción de las características organolépticas

Se realizó la evaluación sensorial afectiva usando como medida el grado de preferencia para las bebidas elaborados en la presente investigación. La evaluación se efectuará por 15 panelistas tipo consumidor, empleando una prueba de calificación, con una escala hedónica de 6 puntos: 6-Excelente, 5-Muy bueno, 4-Bueno, 3-Desagradable, 2-Muy desagradable y 1-Malo, recomendado por Ureña y Arriego (1999).

### Evaluación Fisicoquímica de café tostado en bebida

Esta evaluación se realizó a tres mejores tratamientos según la evaluación organoléptica, pH, determinación de los sólidos solubles (°Brix) , porcentaje de acidez titulable.

### Análisis de datos

Se empleó un experimento factorial 3<sup>2</sup> bajo un diseño completamente al azar para la evaluación fisicoquímica (Montgomery, 1991), mediante la Prueba de Friedman; el factor A fue la relación porcentaje de *S. cerevisiae* - porcentaje de rumen (0%:0%; 0%:10%; 1%: 10%) y el factor B fue la temperatura de fermentación (25°C, 30°C y 35°C)

III. RESULTADOS

5.1. Características fisicoquímicas del café cerezo

Tabla 1. Características del café cerezo

Muestra	Color	Aroma	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Sst (°Brix)	pH
Café cerezo	Rojo intenso	Característico	590	6.8	5.6

5.2. Evaluación fisicoquímica de café despulpaado durante el proceso de fermentación

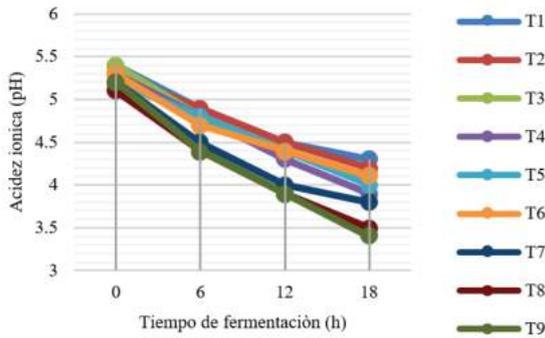


Figura N° 1. Valores de acidez iónica (pH) del mucilago de café durante dieciocho horas de fermentación con adición de 30% de agua.

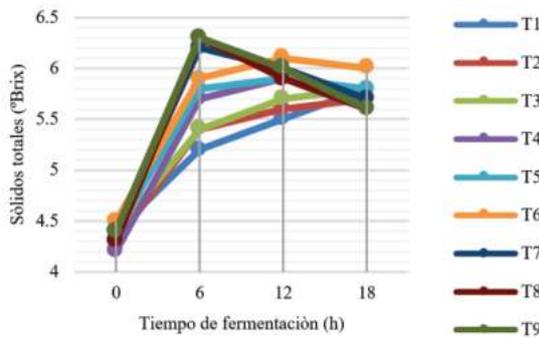


Figura N° 2. Valores de la concentración de solidos totales (°Brix) del mucilago de café durante dieciocho horas de fermentación con adición de 30% de agua.

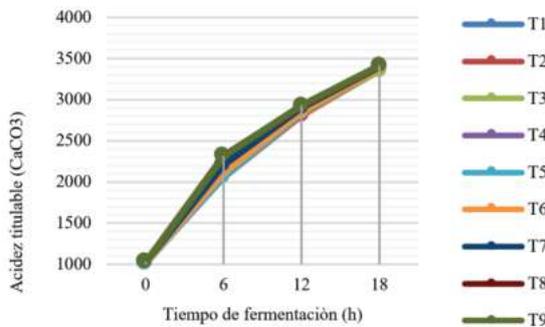


Figura N° 3. Valores de la acidificación (mg CaCO<sub>3</sub>) del mucilago del café durante dieciocho horas de fermentación con adición de 30% de agua.

Las figuras 1, 2 y 3 muestran el comportamiento del pH, la concentración de solidos totales y la acidez en el proceso de fermentación, importantes para determinar el mejor tiempo de fermentación.

5.3. Evaluación organoléptica de café verde obtenido en cada tratamiento en un tiempo de fermentación de 12 horas

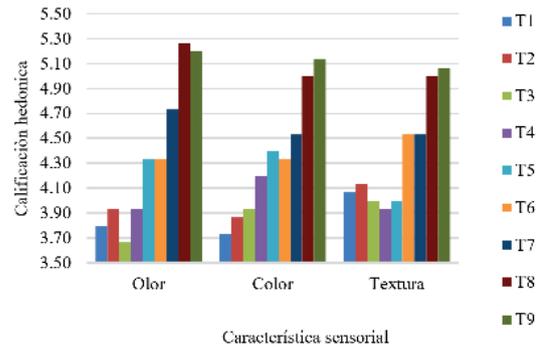


Figura N° 4. Calificación hedónica promedio de las características sensoriales del café verde resultado de cada tratamiento secado a 60°C.

5.1. Evaluación organoléptica de café tostado obtenido en cada tratamiento en un tiempo de fermentación de 12 horas.

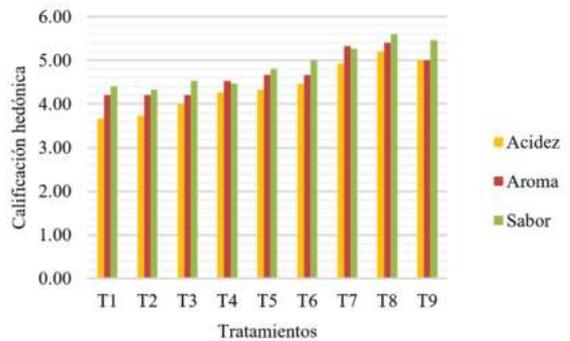


Figura n°5. Calificación hedónica del café tostado en infusión resultado de cada tratamiento realizado por panelistas no entrenados.

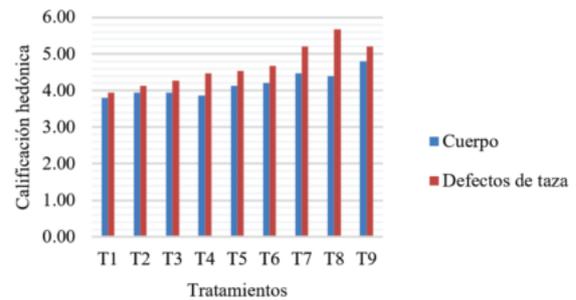


Figura N° 6. Calificación hedónica del café tostado en infusión resultado de cada tratamiento realizado por panelistas no entrenados.

Las figuras 4, 5 y 6 evidencian que tratamiento el tratamiento 8 (T8); es el mejor según los panelistas no entrenados.

**Tabla 2. Valores de la evaluación organoléptica del café tostado en infusión resultado de cada tratamiento realizado por panelistas entrenados.**

Códigos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	TT
Fragancia/aroma	7.5	7.5	7.5	7.8	7.75	7.5	7.5	7.8	7.75	7.5
Sabor	7.25	7.25	7.5	7.8	7.5	7.5	7.8	7.8	7.75	7.75
Sabor residual	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.8	7.75	7.5
Acidez	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.8	7.5	7.8	7.5	7.5
Cuerpo	7.5	7.5	7.75	7.5	7.5	7.5	7.5	7.8	7.75	7.75
Balance	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.8	7.8	7.8	7.75	7.75
Uniformidad	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Dulzor	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Taza limpia	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Punt. Catador	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Total	82.25		82.75	83	82.75	83	83	84	83.75	83.25

**Perfiles:**

- T1: Fragancia a vainilla, con un toque de cereal, cuerpo suave y balance medio
- T2: Leve cereal, aterciopelado, plano, leve metal
- T3: Notas herbales, cuerpo y final áspero
- T4: Notas de cereza madura con miel y un final medio
- T5: Frutos secos, chocolate, acidez málica con un balance medio
- T6: Cáscara panela y un final corto con notas a cereal
- T7: Afrutado, durazno, vainilla, con un toque cereal, cuerpo suave y balance medio
- T8: Mucha caña, frutos secos, ciruelas, manzana roja, frambuesa
- T9: Melaza floral, frutal, acidez a mandarina

En la tabla 2, se muestra la evaluación efectuada por panelistas entrenados a cada tipo de café, obtenido en cada tratamiento en un tiempo de fermentación de 12 horas; asimismo se recomienda la calificación de perfiles estableciéndose en concordancia a la evaluación organoléptica por panelistas no entrenados el tratamiento 8 como el mejor con el perfil indicado.

Muestra	Humedad (%)	Ceniza (%)	Extracto etéreo (%)	Fibra cruda (%)	Proteína (%)	Extracto libre de nitrógeno (%)	pH	Energía bruta (kJ/kg)
T1	3.812	3.498	6.654	20.35	16.38	49.404	4.91	5.677
T3	3.783	3.55	7.351	21.293	16.41	47.214	5.02	5.697

La tabla 3, muestra la evaluación química del café obtenido en el tratamiento 8 (T8); en comparación al tratamiento testigo (TT); donde se resalta el pH con 5.02 para el tratamiento 8, lo que indica menor acidez

en comparación al testigo.

**IV. DISCUSIÓN**

El tiempo de fermentación depende de factores como la altitud; por ejemplo Unión Juárez entre otras ciudades, se ubica a N 15° 03' 42" - O 92° 05' 40"; que se encuentra a 1230 m.s.n.m. el tiempo de fermentación es 28 h; (Fischersworing y Robkamp, 2001; citado por Caballero y Cruz; 2015); en la presente investigación la fermentación ocurrió en el distrito de Limabamba, en la provincia de Rodríguez de Mendoza; región Amazonas; que se encuentra a una altitud de 1656 msnm; latitud de 06°30'35" sur; longitud 77°30'35" Oeste; el tiempo de fermentación fue establecido como constante 18 h, de acuerdo a las experiencias de los productores de la zona; sin embargo al realizar los tratamientos se tuvo que detener la fermentación alrededor de las 12 horas teniendo en cuenta que el descenso del pH fue muy acelerado ocurrió principalmente en los tratamientos T7, T8 y T9 (Figura 1); demostrándose que no solo depende de la ubicación el tiempo de fermentación sino también del medio de fermentación y de los agentes que son los microorganismos.

Durante el proceso de fermentación de café, se observa la disminución de 6 a 3 en el pH del mucilago de la masa de granos. Esto debido a que las levaduras; presentes naturalmente en el mucilago, transforman los azúcares como la glucosa, fructuosa y sacarosa, otras sustancias orgánicas más simples como etanol, ácido láctico y ácido acético (Puerta G. I., 2010); en la investigación de acuerdo a los resultados se observa que ocurre el descenso del pH a mayor velocidad ya que en las primeras 12 horas ya el pH registra valores menores de 4; lo cual podría deberse a la adición de *S. cerevisiae* y rumen (1% - 10%); lo cual aceleraría las reacciones químicas en el sustrato.

En el proceso de fermentación se observa un incremento de sólidos solubles totales de 2.8 a 6.5 °Brix; esto se debe a que durante la degradación del mucilago, las bacterias transforman los compuestos pécticos y azúcares en alcoholes y ácidos orgánicos, lo cual incrementa las sustancias disueltas en el exudado producido durante el proceso de fermentación y pueden alcanzar valores hasta de 8% (Puerta G. I., 2010); lo mencionado en el presente trabajo ocurre de manera similar; sin embargo en los tratamientos donde hay adición de *S. cerevisiae* y rumen; se incrementa en las primeras 12 horas y luego empieza a descender (Figura 3); este fenómeno podría ser debido a la alta concentración de microorganismos que necesitan alimentarse y consumen los azúcares y convierten en otras sustancias más simples.

Se realizó el registro durante 80 horas continuas del comportamiento de algunas variables (pH, T° ambiente, H° relativa, grados °Brix) asociadas al proceso de fermentación de café *Coffe arabica* y se determinó como el tiempo de fermentación afecta la calidad de la bebida de café; se pudo determinar la disminución de la concentración de pH, °Brix en función del tiempo de fermentación e incremento de la calidad entre la hora 50 y 60 pero disminución considerable después de esta hora hasta la 70 presentándose características en taza como: alcohol y hongos hongos (López, y otros, 2015); en la investigación de manera similar se observó el proceso de fermentación; sin embargo se trabajó 18 horas y fue suficiente porque se había adicionado *S. cerevisiae* y rumen; o quizá también tiene que ver la ubicación geográfica; ya que al realizar las pruebas físicas para ver si el café ya no tenía mucilago adherido.

Se identificaron y cuantificaron las bacterias y levaduras del mucilago de *Coffea arabica*, fresco y fermentado hasta por 74 horas, a temperatura ambiente y en sistemas abiertos. Se hallaron bacterias y levaduras; los mayores recuentos se encontraron en el mucilago de café obtenido de frutos maduros y granos seleccionados. (Puerta, Marín, & Osorio, 2012); en contraste a lo mencionado en la presente investigación se trabajó una experiencia en campo, donde la principal condición fue evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales del café fermentado, con adición de *S. cerevisiae* y rumen; sin embargo se infiere que la flora microbiana en el proceso fue en mayor cantidad y fue por eso la aceleración en el descenso del pH, en algunos tratamientos.

Se determinó que debido a condiciones del suelo el café evaluado inicio con un pH neutro frente a las muestras evaluadas por Cenicafé esto explica el incremento en el tiempo de fermentación, 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 1.470 – 1.500 metros sobre el nivel del mar. (Cárdenas & Pardo, 2014); En ese sentido en el presente trabajo se inició con un pH de 5.5 aproximadamente y se finalizó a un pH de 3.5 y ello sucedió a las 18 horas para los tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) y a las 12 horas para los tratamientos (T7, T8, T9); sabiendo que el lugar donde se fermentó el café estuvo a 1230 m.s.n.m; y la temperatura optima según los resultados fue 30°C; de esta forma se puede inferir que se aceleró la fermentación por las condiciones como la concentración de flora microbiana y el manejo de la temperatura.

Se demostró que a partir de un 2,5% de café cosechado verde, ya sea procesado por desmucilaginado mecánico o por fermentación natural, se rechazan desde el 30% de las tazas por defectos. (Puerta G. I., 2000); en la investigación no existió rechazo al café en bebida, porque el proceso tecnológico fue riguroso y fue en menor cantidad, lo cual permitió mayor control.

Se evaluó la calidad de la bebida de café procesado mediante diferentes tipos y condiciones de beneficio. En el proceso de beneficio húmedo, lavado con agua limpia y secado inmediato se produjo café suave de mejor calidad, en comparación con los otros tipos y condiciones de proceso. (Puerta G. I., 1999); En la investigación se utilizó de forma similar el beneficio húmedo, lo que en total se terminó adicionando un 30% de agua; sin embargo el secado se realizó de manera lenta con exposición a los rayos solares; situación que podría modificar características aromáticas o sustancias termolábiles.

## V. CONCLUSIONES

Se evaluó las características fisicoquímicas y organolépticas de café (*C. arabica* L.) fermentado con rumen y *S. cerevisiae* a diferente temperatura determinándose según la prueba de Friedman; la obtención de 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; obtenido en un tiempo de fermentación de 12 horas; a 30 °C, con adición de 1% de levadura - 10% de rumen de ganado vacuno (T8) a una altitud de 1230 m.s.n.m.

El tiempo de fermentación disminuye a 12 horas, en comparación las aproximadamente 80 horas de manejo tradicional; validándose también con la evaluación fisicoquímica del tratamiento (T8) y el tratamiento testigo (T1); donde se demuestran datos el pH de 5.02 frente al testigo que fue 4.92. demostrándose así la baja acidez del café obtenido.

## VII. REFERENCIAS

- AOAC. (1990). *Association of Official Analytical Chemists*. Official Methods of Analysis of the AOAC. Washington, USA. 15th edition.
- Agrobanco. (2007). *Cultivo del café*. Lima, Perú. Obtenido de [www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/039-a-tropicales.pdf](http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/039-a-tropicales.pdf)
- 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.* Huila - Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia; Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería; .
- Caballero, J. F., & Cruz, F. J. (Setiembre de 2015). *La fermentación y el secado del café.* Chiapas, México: Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias; Centro de investigación regional pacífico sur; .
- Cárdenas, J. P., & Pardo, J. D. (2014). *Caracterización de las etapas de fermentación y secado del café la primavera.* Bogota D.C: Escuela colombiana de Ingeniería Julio Garavito; Programa de Ingeniería industrial.
- Cheftel, J. & Cheftel. (1977). *Introducción a la bioquímica y tecnología de Alimentos.* Zaragoza España, Editorial. Acribia.
- Church, D. C. (1974). *Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes.* Editorial Acribia. Zaragoza, España. Federación Nacional de Cafeteros. Disponible en: [http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/el\\_café\\_de\\_colombia/un\\_café\\_sobresaliente](http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/el_café_de_colombia/un_café_sobresaliente)
- Descor, & Programa selva central. (2012). *Producción de cafés especiales - Manual técnico.* Herramientas para el desarrollo, 46. Lima, Perú: Centro de estudios y promoción del desarrollo.
- Fellows, P. (1994). *Tecnología del procesado de los alimentos: Principios y práctica.* Zaragoza - España: Editorial Acribia.
- Finney, J. (1985). *Diseño y Análisis de Experimentos.* México. Grupo Editorial Ibero América.
- Goode, W. J., & Hatt, P. K. (1986). *Métodos de Investigación Social* (Décima cuarta edic. ed.). México: Ed. Trilla.
- Inei. (2013). *IV Censo nacional agropecuario 2012.* Lima - Perú: Instituto nacional de estadística e informática - Ministerio de agricultura y riego.
- Inei. (mayo de 2017). *Producción de café creció 21,4% en marzo de 2017. Nota de prensa.* Lima, Perú: Instituto nacional de estadística e informática.
- López, C. F., Rojas, P. A., Montaña, L. O., Tovar, E. S., Rojas, Y., Arcos, C. A., . . . Vega, G. A. (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.
- Maitres y profesionales de la sala de Aragón . (04 de abril de 2012). *Del cafetal a tu taza.* Obtenido de Kopi Luwak. El café más caro del mundo: [http://archivo.maitresdearagon.com/es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1151&Itemid=137](http://archivo.maitresdearagon.com/es/index.php?option=com_content&view=article&id=1151&Itemid=137)
- Marín, S. M., Arcila, J., Montoya, E. C., & Oliveros, C. E. (2003). *Relación entre el estado de madurez del fruto del café y las características del beneficio, rendimiento y calidad de la bebida.* Cenicafé, 297-315.
- Minagri. (2013). *Situación del mercado del café en grano.* Lima - Perú: Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos - OEEE - Ministerio de agricultura y riego.
- Misti. (2017). *Cultivo de café. Lima: Misti- Fertilizantes crecen tus cultivos y tu también.* Recuperado el 7 de enero de 2018, de <http://infocafes.com/descargas/biblioteca/349.pdf>
- Montgomery, D. C. (2004). *Diseño y análisis de experimentos.* México: Limusa S.A. Wiley.
- Puerta, G. I. (1996). *Escala para la evaluación de la calidad de la bebida de café verde Coffea arabica, procesado por vía húmeda.* Cenicafé, 231-234.
- Puerta, G. I. (1999). *Influencia del proceso de beneficio en la calidad del café.* Cenicafé, 78 - 88.
- Puerta, G. I. (2000). *Calidad en taza de algunas mezclas de variedades de café de la especie Coffea arabica L.* Cenicafé, 5-19.
- Puerta, G. I. (2000). *Influencia de los granos de café cosechados verdes, en la calidad física y organoléptica de la bebida.* Cenicafé, 136 - 150.
- Puerta, G. I. (2006). *La humedad controlada del grano preserva la calidad del café.* Avances técnicos cenicafé, 352, 1-8.
- Puerta, G. I. (2010). *Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café.* Chinchiná : Cenicafé (Avances técnicos), 12.
- Puerta, G. I. (2011). *Composición química de una taza de café.* Avances técnicos cenicafé, 12.
- Puerta, G. I. (2012). *Factores, procesos y controles en la fermentación del café.* Chinchiná : Cenicafé (Avances Técnicos No. 422), 12.
- Puerta, G. I. (2013). *Cinética química de la fermentación del mucilago de café a temperatura ambiente.* Revista Cenicafé, 64(1), 42 - 59.
- Puerta, G. I. (2015). *Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad.* Avances técnicos Cenicafé, 12.
- Puerta, G. I., Marín, J., & Osorio, G. A. (2012). *Microbiología de la fermentación del mucilago de café según su madurez y selección.* Revista Cenicafé, 63(2), 58 - 78.
- Queirolo, C. (2010). *Promoción del consumo interno de café en el Perú : Lineamientos de estrategia.* Lima - Perú: Escuela de post grado - Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ureña, M & Arriego, M. (1999). *Evaluación sensorial de los alimentos, aplicación didáctica.* Facultad de industrias alimentarias. Universidad Nacional

Agraria La Molina. Lima – Perú

Van Lie, E., & Regueiro, M. (2008). *Digestión en retículo - rumen*. Montevideo - Uruguay: Universidad de la republica - Facultad de agronomía.

Witting de Penna, E. (2001). *Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos*. Santiago de Chile. 125 pp.

Zambrano, D. A., & Isaza, J. D. (1998). *Demanda química de oxígeno y nitrógeno total, de los subproductos del proceso tradicional de beneficio húmedo del café*. Cenicafé, 279-289.