

INOCUIDAD DE LOS GRANOS DE DOS VARIEDADES DE CAFÉ EN DIFERENTES MÉTODOS DE SECADO EN LA PROVINCIA RODRÍGUEZ DE MENDOZA, AMAZONAS

SAFETY OF THE GRAINS OF TWO COFFEE VARIETIES IN DIFFERENT DRYING METHODS IN THE PROVINCE RODRÍGUEZ DE MENDOZA, AMAZONAS

 Jesús Rascón Barrios¹  Lily Juárez Contreras¹  Carlos Cruz Guerrero¹
 Carolina Soto Carrión²

¹Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú.

²Universidad Tecnológica de los Andes. Perú.

Correspondencia:

Mgs. Jesús Rascón Barrios

jesus.rascon@untrm.edu.pe

Para citar este artículo: Rascón, J., Juárez, L., Santa, C., & Soto, C. (2022). Inocuidad de los granos de dos variedades de café en diferentes métodos de secado en la provincia Rodríguez de Mendoza, Amazonas. *Revista de Investigación Hatun Yachay Wasi*, 1(1), 145 - 157. <https://doi.org/10.57107/hyw.v1i1.17>

RESUMEN

El café es uno de los granos más consumido a nivel mundial con un alto valor social, cultural, y económico, de allí la importancia de una ingestión variada, sana y placentera. Este estudio tuvo como objetivo cuantificar las bacterias más comunes durante el secado del café pergamino de las dos variedades más frecuentes de la zona (Typica y Catimor) en la provincia Rodríguez de Mendoza, Amazonas. Se recolectaron muestras de café pergamino y se cuantificaron las bacterias más comunes durante cuatro tipos de secados y se determinó su pH; se realizaron pruebas microbiológicas para medir inocuidad. Se aplicó el método de extensión en placa para bacterias aerobias. Los resultados se compararon con la norma NTS N° 071–MINSA/DIGESA. Se aplicó análisis de correlación de Spearman. La comunidad bacteriana más frecuente fue aerobias mesófilas, coliformes totales y *Escherichia coli*, creciendo en un pH ligeramente ácido entre 4,38 y 5,46; existe una diferencia entre los tipos de secado y la correlación que hay entre los mesófilos y el pH. Se concluyó que se incumple con la norma peruana respecto a la microbiología del café. **Palabras clave:** café pergamino, secado, inocuidad, comunidad bacteriana.



ABSTRACT

Coffee is one of the most consumed beans worldwide with a high social, cultural, and economic value, hence the importance of a varied, healthy, and pleasurable ingestion. The objective of this study was to quantify the most common bacteria during the drying of parchment coffee of the two most common varieties in the area (Typica and Catimor) in the province of Rodríguez de Mendoza, Amazonas. Samples of parchment coffee were collected and the most common bacteria were quantified during four types of drying and their pH was determined; microbiological tests were carried out to measure safety. The plate extension method was applied for aerobic bacteria. The results were compared with NTS N° 071-MINSA/DIGESA. Spearman correlation analysis was applied. The most frequent bacterial community was mesophilic aerobes, total coliforms and *Escherichia coli*, growing at a slightly acid pH between 4.38 and 5.46; there is a difference between the types of drying and the correlation between mesophiles and the pH; it was concluded that the Peruvian standard for coffee microbiology is not complied with.

Keywords: Pergamino coffee, coffee drying methods, coffee safety, bacterial community.

INTRODUCCIÓN

El café es uno de los productos de origen agrícola más importantes que se comercializan a nivel internacional (Cárdenas & Pardo, 2014; Medina – Meléndez et al., 2016). Cuenta con muchas variedades, siendo las más destacadas el Arábigo o Typica, Catimor y Pache (Mejía - Lotero et al., 2016). Los principales productores del grano tipo arábica y robusta son: Brasil, Vietnam, Indonesia, Colombia y Etiopía (Bedoya & Salazar, 2014).

En todos los países donde se produce, el café es considerado como una estructura social, cultural, institucional, económico y político, que provee de una estabilidad económica nacional (Contreras et al., 2015); es por ello que, al hablar de café en los países productores como Perú,

hay que tener en cuenta que es una de las principales fuentes de ingreso para los hogares de los productores, que en su gran mayoría son pequeños o medianos cafetaleros (Díaz & Dávila, 2018). Además, Perú, es uno de los mayores exportadores de café en el mundo, siendo muy importante para su economía (Rivera, 2016).

Dentro de las fases de la producción del café, tras el beneficio húmedo y la fermentación, se produce el café pergamino, el cual se suele secar al sol, para que pierda la humedad y sea apto para su comercialización (Puerta, 2012a). Sin embargo, este aspecto presenta un alto riesgo de contaminación por microorganismos, que pueden alterar su calidad e inocuidad, ya que a veces se usan aguas de dudosa calidad, para el beneficio

húmedo y; asimismo, se secan en lugares como las veredas, las cuales no cumplen con los estándares de buena calidad, bien sea por la falta de infraestructuras adecuadas, falta de liquidez, o por parte de los productores (Puerta, 2006b; Trujillo et al., 2017). Es por ello, que gran parte del café pergamino comercializado bajo esta modalidad, no tiene un control durante el beneficio o el secado, representando un riesgo para la calidad física e inocuidad del producto (Mazón et al., 2017).

Algunos de los microorganismos que pueden proliferar durante el secado del café son los aerobios mesófilos (que indican la inocuidad del lugar de secado), coliformes, incluso *Escherichia coli*; asimismo, la proliferación de estos organismos suele estar relacionada con un pH levemente ácido, entre 4 a 7 (Puerta et al., 2012).

Oliveros et al. (2016), determinaron la cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC/g) de aerobios mesófilos y coliformes totales, de muestras de café tras el secado, mediante análisis microbiológicos basándose en los métodos oficiales de análisis internacional (AOAC), con recuentos en el rango de $6,7 \times 10^5$ a $1,2 \times 10^6$ UFC/g para coliformes totales y $1,3 \times 10^6$ a $1,9 \times 10^6$ UFC/g para aerobios mesófilos totales en el café.

Por otra parte, Rivera (2016), determinó la vida útil del café verde y el café pergamino,

mediante el análisis microbiológico usando el método International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF), donde obtuvo como resultado <3 UFC/g para coliformes totales y en el rango de 60 a 100 UFC/g para aerobios mesófilos para el café pergamino.

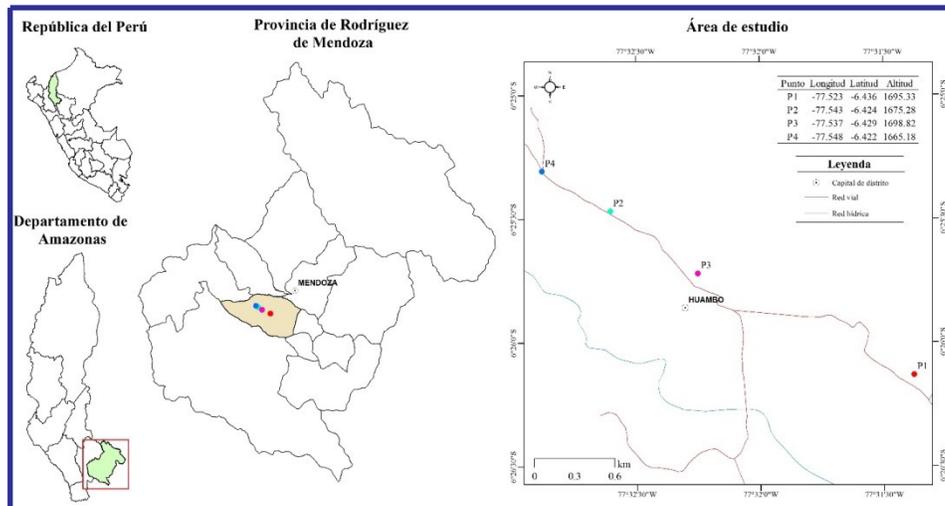
Dado el potencial económico que tiene el café para la región Amazonas y principalmente en la provincia de Rodríguez de Mendoza, el objetivo de esta investigación fue cuantificar las bacterias más comunes durante el secado del café pergamino de las dos variedades más frecuentes de la zona (Typica y Catimor) en cuatro sistemas de secado diferentes en esta provincia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva [INDES-CES], localizado en la ciudad de Chachapoyas, Región Amazonas, a una altitud de 2335 m s.n.m., con una temperatura media anual de $15,6$ °C y una humedad relativa media anual de 74 %. Para el ensayo se utilizó café pergamino de las variedades Typica y Catimor, los cuales se hallaban mezclados, y provenían de los diferentes sistemas de secado del distrito de Huambo, provincia Rodríguez de Mendoza, Región Amazonas (Fig 1).

FIGURA 1

Ubicación de los puntos de muestreo en el distrito de Huambo



Las muestras fueron recolectadas durante el mes de diciembre de 2018, a razón de seis repeticiones por cada tipo de sistema de secado en cada punto de muestreo (PM). Para PM1, Carpa Solar; PM2, Manta - Suelo; PM3, Manta – Tejado; y PM4, Pavimento. Las muestras de café, pergamino fueron empacadas en bolsas tipo zip-ploc y debidamente rotuladas, las cuales fueron transportadas al laboratorio en condiciones de inocuidad, para garantizar que no hubiera contaminación alguna.

Los análisis microbiológicos, se realizaron en condiciones de asepsia, determinando aerobios mesófilos totales, coliformes

totales, *Escherichia coli* y *Salmonella*, usando la metodología establecida (Dirección General de Salud Ambiental [DIGESA], 2001).

Para aerobios mesófilos totales, se pesaron 10 g de cada repetición y se añadió peptona al 0.1 % en 90 mL de agua los que se mezclaron durante 30 segundos. Posteriormente, se prepararon diluciones hasta 10⁻⁴, sembrando 0,1 mL de las dos últimas diluciones en placas con Agar para recuento en placa, mediante la técnica de extensión en superficie y se dejaron incubar durante 3 días a 31 °C. Pasado ese tiempo se procedió al conteo de colonias.

Para coliformes totales y *Escherichia coli*, se pesaron 25 g de cada repetición y se añadieron a 225 mL de agua peptonada tamponada y se incubaron durante 24 horas a 35°C, pasado ese tiempo se sembró 0,1 mL de cada repetición en placas con Agar MacConkey y Agar EMB para coliformes totales y *Escherichia coli* respectivamente mediante la técnica de extensión en superficie. Ambos medios se incubaron a 37° de 24 a 48 horas. Pasado ese tiempo se procedió al conteo de colonias.

Para Salmonella, se pesaron 25 g de cada repetición y se añadieron a 225 mL de agua peptonada tamponada y se incubaron durante 24 horas a 35 °C, pasado este tiempo se sembró 0,1 mL de cada repetición a tubos con 10 mL de caldo Rappaport - Vassiliadis y se incubaron durante 24 horas a 42 °C.

Pasado ese tiempo, se sembraron 0,1 mL de cada repetición en placas con agar XLD, las cuales fueron incubadas a 37 °C durante 24 horas. Tras este tiempo se determinó si había crecimiento típico de Salmonella, realizando las pruebas bioquímicas si fue necesario.

Se determinó pH, según metodología de Franca et al. (2005), con algunas modificaciones. Además, para verificar el cumplimiento de los estándares se utilizó la norma peruana NTS N° 071 – MINS/DIGESA (Ministerio de Salud del Perú [MINS], 2018) para granos.

Se realizó una prueba de la mediana ($p < 0,10$), para determinar diferencias de las variables en cuanto a los diferentes sistemas de secado, correlación de Spearman para relacionar las variables y un análisis de componentes principales (PCA) para determinar cuáles son las variables con mayor peso en el estudio (Härdle & Simar, 2012). Todos los datos se procesaron con el software estadístico SPSS versión 24.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio realizado arrojó que la carga microbiana encontrada en los diferentes sistemas fue de: $3,4 \times 10^7$ a < 10 UFC/g para aerobios mesófilos totales; 48800 a < 10 UFC/g para Coliformes totales y de 48800 a < 10 UFC/g para *Escherichia coli* y una total ausencia de *Salmonella*. Mientras que el pH, estuvo en un rango de 4,38 a 5,46 (Figura 2 a la 5).

Al observar los resultados obtenidos en los gráficos de la Figura 2, se aprecia que el sistema donde más bacterias aeróbicas mesófilas se encontraron fue en el sistema de secado en pavimento con $1,12 \times 10^7$, indicando lo poco idóneo que es este sistema para su secado debido a su baja inocuidad. Como se sabe, las aeróbicas mesófilas son los microorganismos más usados para determinar la calidad de los alimentos (Pereira et al., 2018). Al mismo tiempo, la limpieza y desinfección del lugar son esenciales durante el proceso para una adecuada inocuidad (Madigan, 2015).

FIGURA 2

Control de las bacterias aeróbicas mesófilas

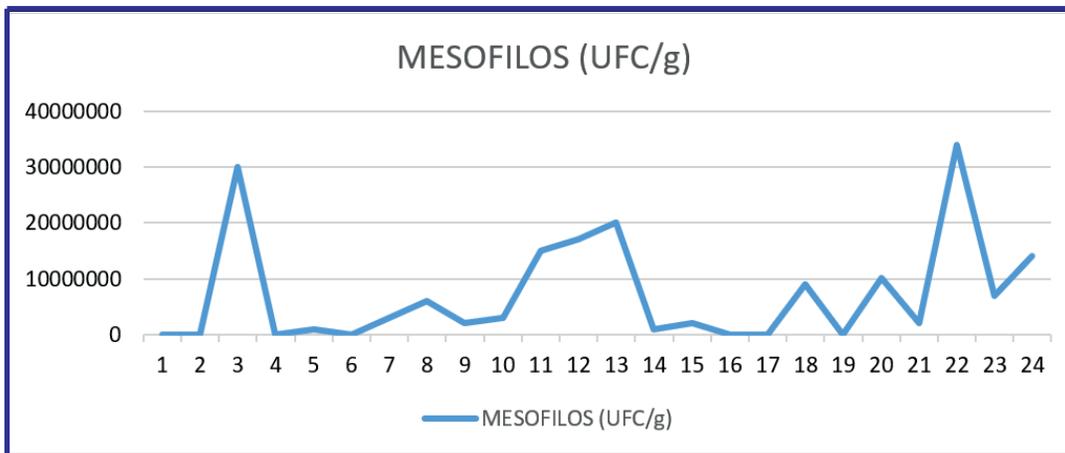
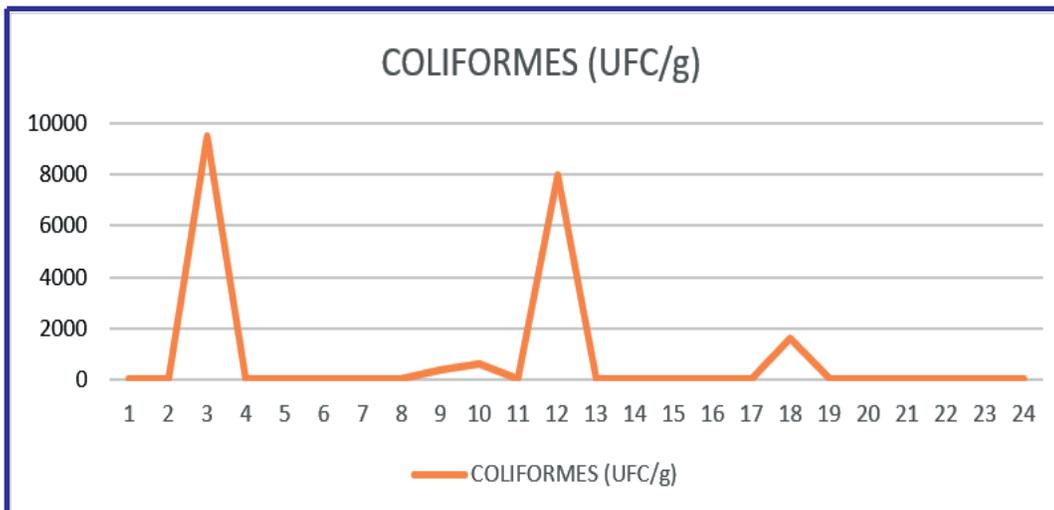


FIGURA 3

Control de los Coliformes Totales



Sin embargo, algunos de estos aspectos no se cumplían, debido a que transitaban tanto personas como animales, aunado a las acciones del clima.

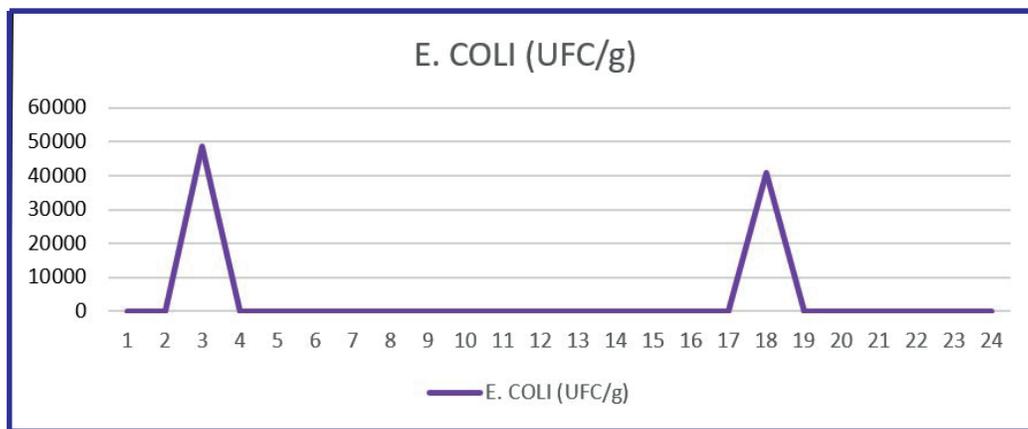
En todos los sistemas se encontraron una alta cantidad de bacterias aeróbicas mesófilas por lo que ningún sistema cumple con la norma NTS N° 071 – MINSA/DIGESA (MINSA, 2018) el que establece un mínimo de 104 y un máximo de 106. En lo referente a las coliformes totales, todos los sistemas presentaron este grupo de bacterias (Fig 3).

Se constató que, la bacteria coliforme *Escherichia coli* está presente en los sistemas de secado, denotado en el sistema solar y pavimento, según muestra la Figura 4; sin embargo, esto no significa que la superficie de secado sea la causante

principal de la aparición de estos microorganismos, ya que su presencia también puede estar dado a que, a la hora de hacer el lavado y la fermentación del café, procedimientos previos al secado, éste se haya realizado con agua de mala calidad, la cual puede contener estos microorganismos (Puerta & Osorio, 2012; Malavé et al., 2017; Trujillo et al., 2017).

En este caso, según el sistema por secado en manta-techo, es el único que cumple para coliformes, mientras que los sistemas por secado en manta-suelo y pavimento, son los únicos que cumplen con la norma NTS N° 071 – MINSA/DIGESA (MINSA, 2018), la cual permite un mínimo de 100 UFC/g y un máximo de 1000 UFC/g, lo que hace corroborar el supuesto uso de agua de mala calidad.

FIGURA 4
Control bacteria coliforme *Escherichia coli*

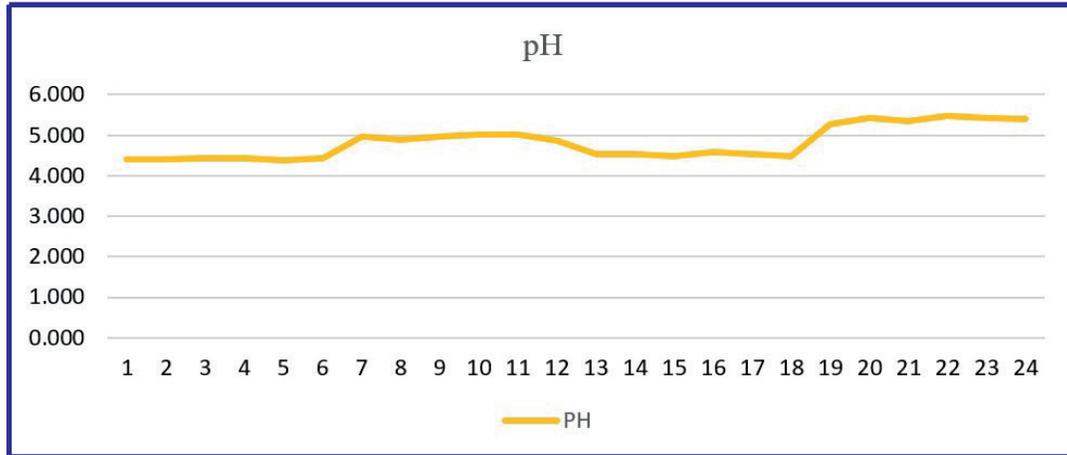


En cuanto a la *Salmonella*, hubo una ausencia total en todos los sistemas de secado, lo cual es normal, ya que suele

aparecer cuando el café que ya está seco, se almacena durante un largo tiempo en malas condiciones (Cavaco et al., 2013; Oliveros et al., 2016).

FIGURA 5

Control del pH del café pergamino



El pH, se comportó dentro de los rangos normales (Fig 5). Esto se debe a que el café pergamino suele tener una baja acidez (Puerta, 2010c). Este resultado coincide con lo reportado por Mejía - Lotero et al. (2016), donde obtuvieron valores del pH entre 3,79

y 5,47. Al aplicar la prueba de la mediana (Tabla 1), determinando que, dentro de estos sistemas, algunos son más inocuo que otros. Esto se ve, dadas las diferencias significativas encontradas para la concentración de aerobios mesófilos.

TABLA 1

Prueba de la mediana para mesófilos, coliformes, *E. coli* y pH

	Mesofilos (UFC/g)	Coliformes (UFC/g)	<i>E. coli</i> (UFC/g)	pH
n	24	24	24	24
Mediana	2500000,00	10,00	10,00	4,71400
Chi-cuadrado	6,667	2,667	2,182	24000
Grados de libertad	3	3	3	3
p	0,083	0,446	0,536	0,000

En cuanto a la relación entre las variables Mesófilo, Coliformes, *Escherichia coli*, Salmonella y pH (Tabla 2), se observa que hay una relación moderada entre los mesófilos y el pH, así como entre los mesófilos y los coliformes. Esto está dado porque los ambientes poco higiénicos

inciden en la presencia de mesófilos, los cuales crecen en mejor pH poco ácidos (Madigan, 2015), propiciando un medio idóneo para el desarrollo de coliformes (Alimohammadi et al., 2016). Existe una fuerte correlación entre los Coliformes y *Escherichia coli*, ya que esta bacteria es un tipo de coliformes (Avalos et al., 2018).

TABLA 2

Correlación de Spearman para las variables del estudio

		Correlaciones				
		Mesófilos (UFC/g)	Coliformes (UFC/g)	<i>E. Coli</i> (UFC/g)	<i>Salmonella</i> (A/P)	pH
Mesófilos (UFC/g)	r	1,000	,452*	,336	-	,445*
	p	-	,027	,108	-	,029
Coliformes (UFC/g)	r	,452*	1,000	,546**	-	,066
	p	,027	-	,006	-	,758
<i>E. Coli</i> (UFC/g)	r	,336	,546**	1,000	-	-,264
	p	,108	,006	-	-	,213
<i>Salmonella</i> (UFC/g)	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
pH	r	,445*	,066	-,264	-	1,000
	p	,029	,758	,213	-	-

r: coeficiente de correlación; p:<0.05

* La Correlación es significativa en el nivel 0,005 (bilateral)

** La Correlación es significativa en el nivel 0,01 (Bilateral)

Por último, respecto a las variables con más peso en la investigación (Tabla 3), tras el (PCA) se comprobó que 73 % de los datos están explicados por los dos primeros componentes principales, donde los mesófilos, las coliformes y el pH tienen la mayor importancia, al tener un coeficiente de correlación fuerte.

TABLA 3

Matriz de correlaciones de las componentes principales y las variables del estudio

	Matriz de Componente	
	Componente	
	1	2
Mesófilos (UFC/g)	,788	,406
Coliformes (UFC/g)	,644	-281
E. Coli (UFC/g)	,265	,890
pH	,644	-582

Método de extracción: análisis de componentes principales

Estos resultados permiten afirmar que la inocuidad de los sistemas de secado depende principalmente de estas variables, ya que, como se ha explicado anteriormente, los mesófilos necesitan pH idóneo para crecer y esto favorece la proliferación de coliformes (Barreto et al., 2017; Baptista et al., 2018).

CONCLUSIONES

- Dentro de los sistemas de secado, la comunidad bacteriana presente fue de aerobias mesófilas, coliformes totales y *Escherichia coli*, todas creciendo en un pH ligeramente ácido.
- El sistema de secado menos inocuo fue el secado en pavimento, mientras que el más inocuo fue el secado en secador solar, basándonos solo en bacterias aeróbicas mesófilos.
- La presencia de coliformes puede ser debido al lavado y fermentación del café en aguas de mala calidad.
- La tasa alta de bacterias aeróbicas mesófilas, ayudan a la proliferación de las bacterias coliformes.
- El pH ligeramente ácido, favorece el crecimiento bacteriano, sobre todo de bacterias mesófilas.
- Ninguno de los sistemas de secado cumple con la normativa peruana establecida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alimohammadi, M., Farajvand, N., Kyani, A., Moghaddam, K., & Hadei, M. (2016). Effect of Different Household Decontamination Procedures on Antioxidant Activity and Microbial Load of Vegetables. *International Archives of Health Sciences*, 3(4), 195 – 200. [https://old.tums.ac.ir/1396/01/02/kaums-iahs-v3n4p195-en%20\(1\).pdf-m_alimohammadi-2017-03-22-10-46.pdf](https://old.tums.ac.ir/1396/01/02/kaums-iahs-v3n4p195-en%20(1).pdf-m_alimohammadi-2017-03-22-10-46.pdf)
- Avalos, M., Boetzer, M., Pirovano, W., Arenas, N., Douthwaite, E., & Van Wezel, G. (2018). Complete Genome Sequence of Escherichia coli AS19, an Antibiotic-Sensitive Variant of E. coli Strain B REL606 Mariana. *American Society for Microbiology*, 6(29), 1 – 2. DOI: 10.1128/genomaA.00385-18
- Baptista, H., Da Silveira, E., Berges, E., Da Silva, A., Dos Santos, A., & Biasi, C. (2018). Validation of cleaning procedures and sanitization of equipment in the fish industry by microbiological analysis. *Brazilian Journal of Biological Sciences*, 5(9), 69 – 74. DOI: 10.21472/bjbs.050907
- Barreto, T., Soares, L., Mendes, R., Da Silva, W., & Virgens, D. (2017). Bacterial contamination in curd cheese sold in the northeastern region of South America. *Brazilian Journal of Hygiene and Animal Sanity*, 11(3), 244 – 252. <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20170025>
- Bedoya, M., & Salazar, R. (2014). Optimización del uso de fertilizantes para el cultivo de café. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (8), 1433 - 1439. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v5nspe8/2007-0934-remexca-5-spe8-1433.pdf>
- Cavaco, N., Cebola, F., Cochicho, J., & Leitão, A. (2013). Quality assessment of Arabica and Robusta green and roasted coffees - A review. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25(12), 945 – 950. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v25i12.17290>
- Cárdenas, J., & Pardo, J. (2014). *Caracterización de las etapas de fermentación y secado del café La Primavera*. <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/02/CARACTERIZACION%20N-D-E-LAS-ETAPAS-DE-FERMENTACION%20N-Y-SECADO-DEL-CAFE%20LA-PRIMAVERA-1.pdf>
- Contreras, L., Cajiao, A., Cárdenas, R., & Quevedo, H. (2015). Aislamiento de hongos en las diferentes etapas del beneficio de café cultivado y comercializado en Toledo, Norte de Santander. *Limentech Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 13(2), 96 – 107. https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_vice_inves/index.php/ALIMEN/article/view/1875/1038
- Díaz, A., Silva, M., & Dávila, J. (2018). Relationship between good hygiene practices and ochratoxin A in organic coffee (*Coffea arabica* L.) from the main coffee regions in Peru. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 177 – 187. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.02.02>
- Dirección General de Salud Ambiental [DIGESA] (2001). *Manual de Análisis Microbiológico de Alimentos*. http://bvs.minsa.gob.pe/local/DIGESA/61_MAN.ANA.MICROB.pdf

- Franca, A., Mendonça, J., & Oliveira, S. (2005). Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. *LWT - Food Science and Technology*, 38(7), 709 – 715. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.08.014>
- Härdle, W., & Simar, L. (2012). *Applied multivariate statistical analysis*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-17229-8>
- Madigan, T. (2015). *Brock. Biología de los microorganismos*. <https://libgen.is/book/index.php?md5=58E42F2A828E4E8281AF38F2518D49B4>
- Malavé, A., Silva-Acuña, R., Ángle-Martínez, M., Méndez-Natera, J., & Barrios-Maestre, R. (2017). Diagnóstico del agua utilizada en las procesadoras de café del Municipio Caripe - Estado Monagas, Venezuela. *Revista Ciencia UNEMI*, 10(24), 99 – 108. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6430726>
- Mazón, J., Chua, R., & Alvarez, A. (2017). Ochratoxin A, fungal contamination and antioxidant property of defective Arabica coffee in Benguet, Philippines. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 29(1), 10 – 17. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2016-08-1118>
- Medina-Meléndez, J., Ruiz-Nájera, R., Gómez-Castañeda, J., Sánchez-Yáñez, J., Gómez-Alfaro, G., & Pinto-Molina, O. (2016). Estudio del sistema de producción de café (*Coffea arabica* L.) en la región Frailesca, Chiapas. *CienciaUAT*, 10(2), 33 - 43. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582016000100033&lng=es
- Mejía-Lotero, F. M., Acero-Reyes, N. L., Duque-Buitrago, L. F., & Serna-Jiménez, J. A. (2016). Fermentación del café por vía semi húmeda para la obtención del café especial “Honey.” *Vitae*, 23(1), 656–661. <https://www.proquest.com/openview/59659171e5fd46fb5902e52652843792/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=1806352>
- Ministerio de Salud del Perú [MINSA] (2018). R.M. N°591-2008/MINSA. Aprueban “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.” https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/276399/247682_RM591-2008EP.pdf20190110-18386-1wrxc4w.pdf
- Oliveros, C., Pabón, J., & Montoya, E. (2016). Evaluación de una alternativa para la conservación de la calidad en la comercialización del café húmedo. *Cenicafé*, 67(2), 86 – 95. <https://www.cenicafe.org/es/publications/7.Evaluacion.pdf>
- Puerta, G. (2012a). Factores, Procesos Y Controles En La Fermentación Del Café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 422(08), 1 – 12. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/327/1/avt0422.pdf>
- Puerta, G. (2006b). La humedad controlada del grano preserva la calidad del café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 352(11), 1 – 8. <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/418/1/avt0352.pdf>

- Puerta, G. (2010c). Fundamentos Del Proceso De La Fermentacion En El Beneficio del Café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 402(12), 1 – 12. <http://www.cenicafe.org/es/publications/avt0402.pdf>
- Puerta, G., Marín, M., & Osorio, G. (2012). Microbiología De La Fermentación Del Mucílago De Café Según Su Madurez Y Selección. *Cenicafé*, 63(2), 58 – 78. [http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/536/1/arc063\(02\)58-78.pdf](http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/536/1/arc063(02)58-78.pdf)
- Rivera, J. (2016). *Estimación del tiempo de vida útil del café verde y pergamino (Coffea arabica) en diferentes empaques mediante pruebas aceleradas*. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20500.12996/2638>
- Trujillo, A., Oliveros, C., & Ramírez, C. (2017). Aplicación de agua ozonizada como método de conservación del café pergamino húmedo durante su comercialización. *Cenicafé*, 68(1), 7 – 14. <https://www.cenicafe.org/es/publications/1.Aplicacion.pdf>