

Bebida alcohólica a partir de la fermentación de *Rubus fruticosus* con levadura y sacarosa

Alcoholic drink from the fermentation of *Rubus fruticosus* with yeast and sucrose

Rosmery Ortiz Vásquez¹, Segundo Víctor Olivares Muñoz²

RESUMEN

La investigación tuvo por objetivo obtener una bebida alcohólica tipo semiseco partir de la fermentación de *Rubus fruticosus* "zarzamora" con características fisicoquímicas y sensoriales para el consumo; para ello se diseñó un experimento trifactorial 3Ax3Bx2C donde se trabajó a concentraciones de levadura (A): 0,1%; 0,3% y 0,5%, sacarosa (B): 10%, 15% y 20% y 2 variedades de zarzamora (C); estableciéndose 18 tratamientos; para la fermentación se utilizó digestores de polietileno de 3 litros; los resultados se evaluaron mediante análisis de varianza (ANOVA) con un esquema de Diseño Completamente al Azar y la Prueba de Tuckey al 95% de confianza. Se procesaron los datos mediante el Software estadístico Infostat versión 2018 y Excel 2019. Se encontró que el mejor tratamiento para la obtención de una bebida alcohólica tipo semiseco a partir de la fermentación de zarzamora es el T₅ (0,3% de levadura y del 15% de sacarosa) considerándose como bebida alcohólica tipo semiseco aceptable para el consumo humano, la misma que presenta $0,463 \pm 0,032$ mg AGE/ml de compuestos fenólicos totales. Se concluye que se puede obtener una bebida alcohólica de tipo semi seco aceptable a partir de la fermentación de *Rubus fruticosus* a concentraciones de 0,3% de levadura y el 15% de sacarosa, acidez iónica de 3.16 (pH), sólidos solubles 9 (°Brix) y 10 grados alcohólicos.

Palabras clave: zarzamora, levadura, sacarosa

ABSTRACT

The objective of the research was to obtain a semi-dry type alcoholic beverage from the fermentation of *Rubus fruticosus* "blackberry" with physicochemical and sensory characteristics for consumption; For this, a trifactorial experiment 3Ax3Bx2C was designed where yeast concentrations (A) were worked on: 0.1%; 0.3% and 0.5%, sucrose (B): 10%, 15% and 20% and 2 varieties of blackberry (C); establishing 18 treatments; for fermentation, 3-liter polyethylene digesters were used; the results were evaluated by analysis of variance (ANOVA) with a completely randomized design scheme and Tuckey's test at 95% confidence. The data was processed using the Statistical Software Infostat version 2018 and Excel 2019. It was found that the best treatment for obtaining a semi-dry type alcoholic beverage from blackberry fermentation is T₅ (0.3% yeast and 15% sucrose), considering it as an acceptable semi-dry type alcoholic beverage for human consumption. , the same one that presents 0.463 ± 0.032 mg AGE/ml of total phenolic compounds. It is concluded that an acceptable semi-dry alcoholic beverage can be obtained from the fermentation of *Rubus fruticosus* at concentrations of 0.3% yeast and 15% sucrose, ionic acidity of 3.16 (pH), soluble solids 9 (°Brix) and 10 alcoholic degrees.

Keywords: blackberry, yeast, sucrose.

¹Bachiller en Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Correo electrónico: 7646837932@untrm.edu.pe

²Maestro en Ciencias de la Educación con Mención en Docencia y Gestión Universitaria, Profesor auxiliar a Tiempo completo de la Facultad de Ingeniería y Ciencias agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Correo electrónico: segundo.olivares@untrm.edu.pe

I. INTRODUCCIÓN

Las zarzamoras son una especie de fruta perteneciente al género *Rubus*, son muy complejos en términos genéticos, características de crecimiento y número de especies (Dai J et al., 2009). Presentan un color atractivo que varía del rojo púrpura al azul, debido al alto contenido de compuestos bioactivos, son excepcionalmente perecedoras, solo crecen por temporada y tienen una vida útil corta (Braga Matheus et al., 2019).

Los frutos de *R. fruticosus* pueden ser consumidos como producto fresco, en jugos, mermeladas, licores y en la elaboración de vinos. Las zarzamoras son frutas populares con enriquecimiento de antocianinas, se procesan principalmente en bebidas y vino, de modo que mantiene su alto contenido de nutrientes. Estas son fuentes ricas en polifenoles y antocianinas (Fan et al, 2018). De diversos tipos de frutas se obtiene distintas bebidas alcohólicas y en cada caso se hace uso de la fermentación (UTA, 2007) en la que se logra transformar un mosto azucarado en un producto alcohólico por la acción de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en presencia de nutrientes, temperatura, acidez y pH óptimos (Grainger y Tattersall, 2005).

En la producción del vino el proceso más importante es la fermentación, donde se deben tener cuenta los grados alcohólicos, sólidos solubles totales (°Brix) y pH; para obtener un licor con características aceptables para el consumidor (Mejía et al., 2015). Es por ello que en Colombia, elaboraron licor, utilizando la pulpa de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) teniendo como resultados fisicoquímicos de pH (3,5), acidez (2,4 a 2,7 %) y grados alcohólicos (9,5°GL) (Montoya et al., 2005), mientras que en Ecuador elaboraron un vino de mora de castilla con 12°Brix, pH 2,9 a 3,1 y 15 a 16 grados alcohólicos, presentando buen aroma, sabor y colores agradables para el consumidor (Ocaña, 2012).

II. MATERIAL Y MÉTODO

Se empleó como materia prima dos variedades de zarzamora: la mora de castilla y la mora silvestre obtenidas del centro poblado menor El Progreso del distrito de Yambrasbamba perteneciente a la provincia de Bongará región Amazonas, Perú.

Se empleó un diseño completamente al azar y un arreglo trifactorial 3A x 3B x 2C con 3 repeticiones.

Tabla 1

Porcentaje de levadura, porcentaje de sacarosa y variedad de zarzamora

Factor	Nivel del factor
Levadura (A)	0,1%
	0,3 %
	0,5 %
Sacarosa (B)	10 %
	15 %
	20%
	Mora de castilla
Variedad de zarzamora (C)	Mora silvestre

La ejecución de esta investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza en la ciudad de Chachapoyas, Perú.

Se utilizó un refractómetro de 0 a 30 °Brix, a temperatura ambiente para medir los sólidos solubles totales (°Brix)(AOAC, 2005).

La determinación de acidez iónica (pH) se realizó de acuerdo al método potenciométrico (AOAC 981.12, 2005). Se armó un sistema de arrastre de vapor para la destilación y se utilizó 100ml de cada muestra, producto de ello se obtuvo etanol y agua, luego con el uso de un alcoholímetro se determinaron los grados alcohólicos de la bebida obtenida teniendo en cuenta el método AOAC 920.57(AOAC, 2005).

Los fenoles totales se determinaron según el método Folin ciocalteu descrito por Singleton y Rossi (1965), en el que se pesó 0,25gr de ácido gálico, se diluyó en 30 ml de agua ultra pura + 70ml de metanol y se obtuvo la curva patrón de calibración de ácido gálico ($y = 0.045x + 0.0377$, $R^2 = 0.9948$). Luego se mezclaron 0,05ml de cada muestra y 0,45ml de agua ultra pura, seguido de 2,5 ml del reactivo Folin-Ciocalteu diluido en relación 1:10, seguido de 2 ml de carbonato de sodio al 7,5% (p/v). Después de incubar en estufa por 5 min a una temperatura de 50 °C, se determinó la absorbancia a 760nm usando un espectrofotómetro UV / Visible (Unico, S2100, EE. UU.) (Lamuela-ravents 1999) (Pantelidis et al., 2007). El contenido fenólico total se estimó mediante la curva estándar de ácido gálico y los resultados se expresaron como mg equivalentes de ácido gálico (EAG)/ml de la bebida alcohólica obtenida (Fu et al., (2011)).

Para la evaluación sensorial de la bebida alcohólica obtenida se utilizó una escala hedónica (Tabla 2) y se realizó con el apoyo de 25 panelistas no entrenados de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de

Mendoza, los que evaluaron el sabor, el aroma, el color y la apariencia.

Tabla 2

Escala hedónica

Puntaje	Atributos
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta ligeramente
5	No me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta ligeramente
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Fuente: (Lutz, Morales, y Sepúlveda, 2008).

Para determinar la vida útil se tuvo que evaluar los sólidos solubles (°Brix) y la acidez iónica (pH) presentes en cada muestra de bebida alcohólica obtenida de la fermentación de zarzamora, se evaluó 3 días a la semana, por un tiempo de 6 semanas.

Los datos fueron procesados con análisis de varianza (ANOVA), para determinar las comparaciones múltiples, se utilizó la prueba Tuckey al 95% de confianza, empleando el software estadístico Infostat versión 2018 y Excel 2019.

El proceso de elaboración de una bebida alcohólica tipo semiseco a partir de la fermentación de zarzamora fue representado en un diagrama de flujo (figura 1).

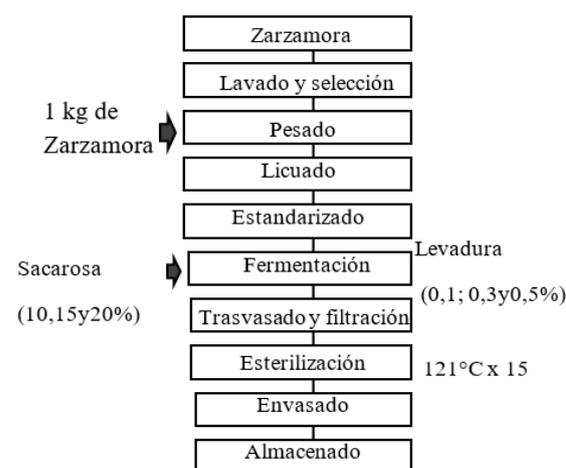
Las zarzamoras fueron recolectadas maduras, en estado fresco, llevadas al laboratorio y sometidas a control de calidad; se realizó el análisis de sólidos solubles (°Brix), acidez iónica (pH) y la determinación de compuestos fenólicos. Luego se realizó el lavado y selección con el fin de eliminar suciedad, impurezas, pedúnculos, frutos malogrados y partículas extrañas a ellas, se pesó 1 kg de zarzamora para cada tratamiento, se licuo y se colocó en cada uno de los biorreactores, con la ayuda de un agitador magnético se procedió con la activación de las distintas concentraciones de levadura *Saccharomyces cerevisiae* a 35°C en jarabe de sacarosa a distintas concentraciones de acuerdo a cada tratamiento.

Se realizó la fermentación en biorreactores de 3 litros de capacidad por un tiempo de 3 días a temperatura ambiente (18 a 21°C). Después se procedió a trasvasar la bebida alcohólica del biorreactor de plástico a una botella de vidrio utilizando un embudo y un colador previamente esterilizados. Con el fin de inhibir la actividad fermentativa y prolongar la vida útil de producto, se procedió a esterilizar las muestras

a 121°C por 15 minutos. El producto final se trasvaso a botellas de vidrio con un embudo y papel filtro para eliminar elementos en suspensión no deseados en la bebida alcohólica tipo semiseco, se almacenó a temperatura ambiente entre 18 y 21°C, de acuerdo a su codificación para su posterior evaluación fisicoquímica y sensorial.

Figura 1

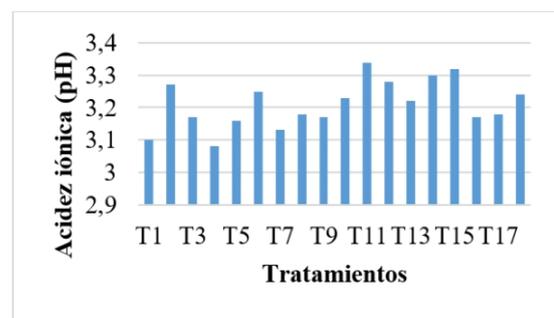
Diagrama de flujo de la elaboración de una bebida alcohólica tipo semiseco a partir de la fermentación de zarzamora.



III. RESULTADOS

Figura 2

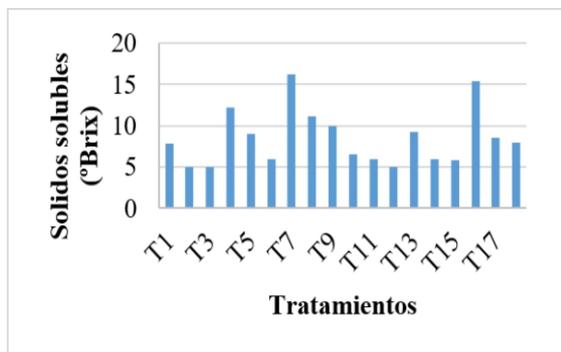
Acidez iónica (pH), según cada tratamiento



En la figura 2, se presenta la acidez iónica (pH) para cada tratamiento de la bebida alcohólica tipo semiseco obtenida de la fermentación de las 2 variedades de zarzamora.

Figura 3

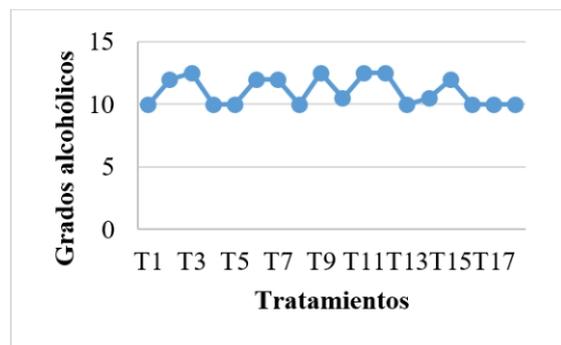
Solidos solubles (°Brix), según cada tratamiento



En la figura 3, se muestra los grados alcohólicos para cada tratamiento de la bebida alcohólica tipo semiseco obtenida de la fermentación de las 2 variedades de zarzamora.

Figura 4

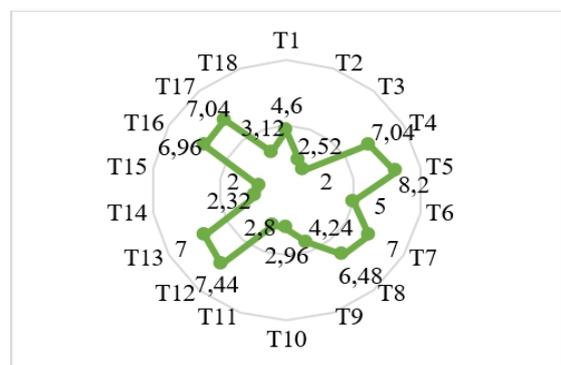
Grados alcohólicos, según cada tratamiento



En la figura 4, se presenta los grados alcohólicos para cada tratamiento de la bebida alcohólica tipo semiseco obtenida de la fermentación de las 2 variedades de zarzamora.

Figura 5

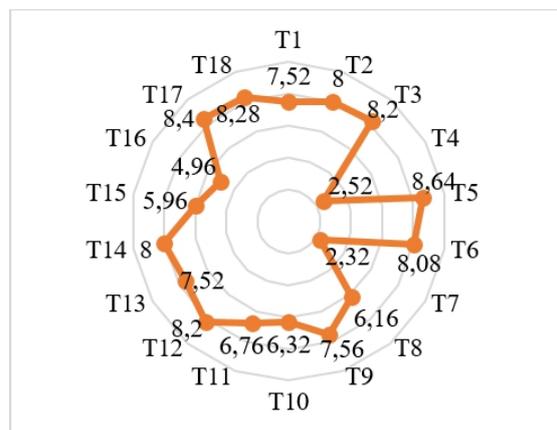
Evaluación sensorial del sabor, por cada tratamiento



En la figura 5, se observa los promedios de las evaluaciones sensoriales por parte de los panelistas en cuanto al sabor de la bebida alcohólica tipo semiseco obtenida de la fermentación de zarzamora, observando que el tratamiento T5 tiene mayor aceptación con un puntaje hedónico de 8,2 (Me gusta mucho).

Figura 6

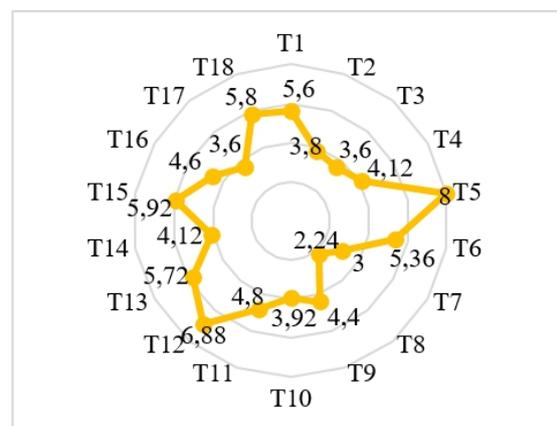
Evaluación sensorial del color, por cada tratamiento



En la figura 6, se presenta los promedios de las evaluaciones sensoriales por parte de los panelistas en cuanto al color de la bebida alcohólica tipo semiseco obtenida de la fermentación de zarzamora, observando que el tratamiento T5 tiene mayor aceptación con un puntaje hedónico de 8,64 (Me gusta mucho).

Figura 7

Evaluación sensorial del aroma, por cada tratamiento

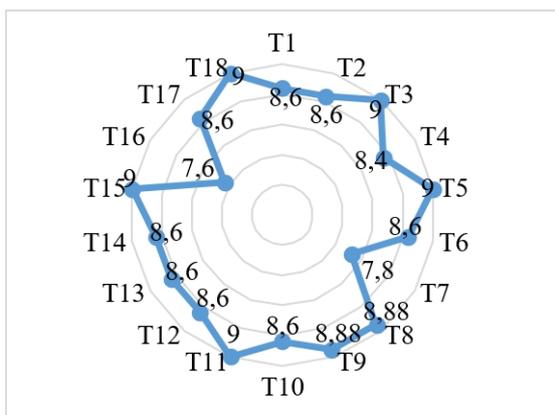


En la figura 7, se muestra los promedios de las evaluaciones sensoriales por parte panelistas en cuanto al aroma de la bebida alcohólica tipo semiseco obtenida de la fermentación de zarzamora,

observando que el tratamiento T5 tiene mayor aceptación con un puntaje hedónico de 8 (Me gusta mucho).

Figura 8

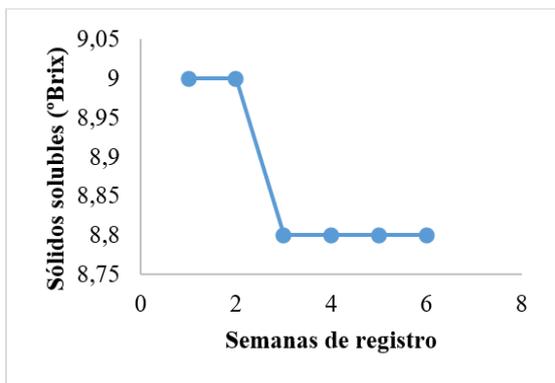
Evaluación sensorial de la apariencia, por cada tratamiento



En la figura 8, se observa los promedios de las evaluaciones sensoriales por parte de los panelistas en cuanto a la apariencia de la bebida alcohólica tipo semiseco obtenida de la fermentación de zarzamora observando que los tratamientos T3, T5, T11, T15 y T18 tienen mayor aceptación con un puntaje hedónico de 9 (Me gusta muchísimo).

Figura 9

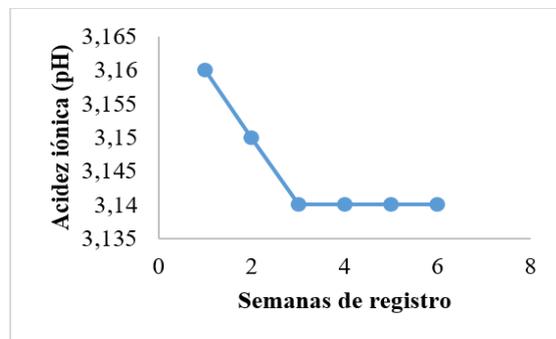
Evolución de los sólidos solubles (°Brix)



En la figura 9, se muestra que en la segunda y tercera semana de la medición de los sólidos solubles totales (°Brix) disminuyen de 9 a 8.8 luego se mantiene constante.

Figura 10

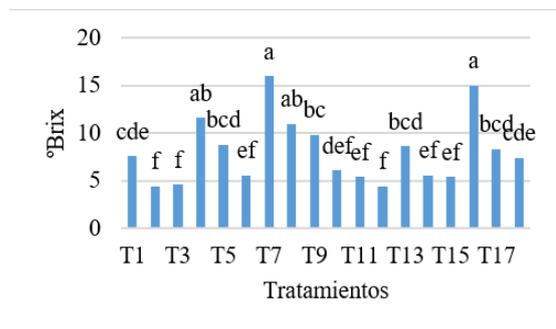
Evolución de la acidez iónica (pH)



En la figura 10, se observa que en la primera, segunda y tercera semana de la medición de la acidez iónica (pH) disminuyen de 3,16 a 3,14 luego se mantiene constante.

Figura 11

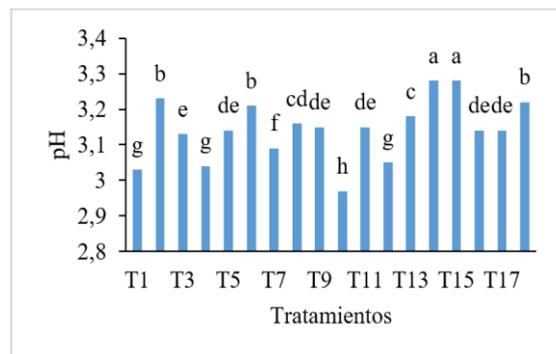
Diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a sólidos solubles totales



En la figura 11, se verifica las diferencias significativas existentes en cuanto a sólidos solubles totales, dentro de los que están los tratamientos T1, T4, T5, T6, T8, T9, T10, T11, T13, T14, T15, T17 y T18.

Figura 12

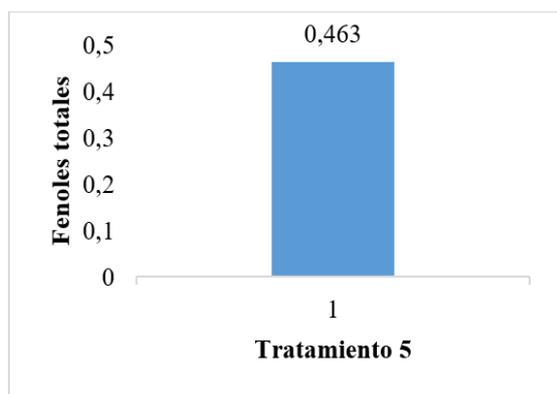
Diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto la acidez iónica (pH)



En la figura 12, se muestra las diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto la acidez iónica (pH), en los que están los tratamientos, T5, T8, T9, T11, T16 y T17.

Figura 13

Determinación de fenoles totales del mejor tratamiento (T5)



En la figura 13, se muestra el contenido de fenoles totales (0,463mg/ml) presentes en la bebida alcohólica tipo semiseco obtenida de la fermentación de zarzamora del mejor tratamiento, en este caso el tratamiento 5, a concentraciones de 0,3% de levadura y el 15% de sacarosa.

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 212.014 (2011) los vinos semisecos se caracterizan por contener mayor de 4g/L hasta un máximo de 90g/L de azúcar. Teniendo en cuenta los mencionado, las bebidas alcohólicas fermentadas obtenidas en la presente investigación se pueden clasificar como vino semiseco en el caso de los tratamientos T1, T2, T3, T5, T6, T10, T11, T12, T14, T15, T17 y T18 los cuales tienen de 5 a 9 °Brix, sabiendo que 1 °Brix equivale a 10g/L de azúcar en el vino.

Las variables más importantes en la producción del vino son: el % de alcohol, los sólidos solubles y la temperatura en la que se lleva a cabo el proceso de fermentación, para la obtención de un licor de mora con características fisicoquímicas y organolépticas aceptables (Mejía *et al.*, 2015). Por lo que Montoya *et al.*, (2005) elaboraron licor, utilizando la pulpa de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) teniendo como resultados fisicoquímicos de pH (3,5) y 9,5 grados alcohólicos mientras que Ocaña (2012) elaboró un vino de mora de castilla con 12°Brix, pH 2,9 a 3,1 y 15 a 16 grados alcohólicos, presentando buen aroma, sabor y colores agradables para el consumidor. En la presente investigación se trabajó con 2 variedades de zarzamora de las cuales se

obtuvo una bebida alcohólica tipo semiseco que se caracterizó por tener una acidez iónica de 3.16 (pH), sólidos solubles 9 (°Brix) y 10 grados alcohólicos, características similares a las obtenidas por Montoya y Ocaña con algunas variaciones, debido a que el tiempo de fermentación fue menor y las concentraciones de levadura y sacarosa diferentes.

Según Córdova (2010) en las bebidas alcohólicas fermentadas que provienen de frutas no se puede fijar un tiempo de vida útil, por ser obtenidas mediante fermentación alcohólica la que requiere pasar por una etapa de maduración en la que los parámetros fisicoquímicos no varían mucho y las características sensoriales mejoran; como es el caso del color que cambia por la oxidación de los pigmentos. En la presente investigación, las bebidas alcohólicas obtenidas fueron sometidas a un proceso de esterilización como una forma de preservarlas, y para determinar el tiempo de vida útil, se realizó una evaluación de la acidez iónica (pH) y sólidos solubles totales (°Brix), 3 veces por semana durante 6 semanas, presentando hasta el final buenas características fisicoquímicas y sensoriales para el consumo, en este caso se puede afirmar que lo citado por Córdova se cumple y no se puede establecer un tiempo de vida útil determinado para la bebida alcohólica a base de zarzamora.

La concentración de compuestos fenólicos totales en las bebidas fermentadas a base de zarzamora es menor que en los vinos de uva, ya que los pigmentos presentes en la pulpa de la fruta disminuyen en el proceso de elaboración (Ribéreau *et al.* 2003), se afirma que en los mostos con mayor contenido de fruta se presenta una coloración más fuerte que en los mostos que tienen menor cantidad de fruta. La mayoría de los compuestos fenólicos permanecen en los productos elaborados a base de zarzamoras y otros frutos (Heinonen *et al.*, 1998), como por ejemplo jugos, mermeladas, jaleas, gelatinas, licores, etc. (García, 2005). Por lo que en la presente investigación el contenido fenólico del mejor tratamiento fue de 0,463mgAC.G/ml de la bebida alcohólica de zarzamora obtenida.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, se concluye que se puede obtener una bebida alcohólica tipo semiseco a partir de la fermentación de zarzamora a concentración del 0,3% de levadura y del 15% de sacarosa con características fisicoquímicas y sensoriales para el consumo.

Considerando las características fisicoquímicas, las evaluaciones sensoriales y los datos estadísticos, se afirma que el mejor tratamiento para la obtención de una bebida alcohólica tipo semiseco a partir de la fermentación de zarzamora es el T₅ (0,3% de levadura y del 15% de sacarosa) considerándose como bebida

alcohólica tipo semiseco aceptable para el consumo, la misma que presenta $0,463 \pm 0,032$ mg AGE/ml de compuestos fenólicos totales.

No se logró determinar el tiempo de vida útil de las bebidas alcohólicas tipo semiseco a partir de la fermentación de zarzamora.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. (2005). *Asociación de químicos analíticos oficiales*. Métodos modernos para análisis químico.
- Braga Matheus et al. (2019). *Evaluation of freeze-dried milk-blackberry pulp mixture: Influence of adjuvants over the physical properties of the powder, anthocyanin content and antioxidant activity*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.10855>
- Córdova, I. V. (2010). *Comparación del comportamiento fermentativo de levadura de panificación y le vaduras vínicas (Uvaferm CM, Lalvin QA23) y sus efectos sobre la calidad de vinos de mora (Rubus glaucus Benth)*. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/854/1/AL438%20R>
- Dai J et al. (2009). *A comprehensive study of anthocyanin-containing extracts from selected blackberry cultivars: Extraction methods, stability, anticancer properties and mechanisms*. doi:10.1016/j.fct.2009.01.016
- Fan et al, .. (2018). "Copigmentation Effects of Phenolics on Color Enhancement and 38 Stability of Blackberry Wine Residue Anthocyanins: Chromaticity, Kinetics and Structural Simulation." *Food Chemistry*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j>.
- Fu, Li et al. (2011). "Antioxidant Capacities and Total Phenolic Contents of 62 Fruits." 129: 345–50.
- García, D., Vilorio-Matos, A., B., D., & Moreno-Álvarez, M. (2005). *Características físico-químicas y composición de ácidos grasos del aceite crudo extraído de residuos de mora (Rubus glaucus Benth)*. *Grasas y aceites*, 54(3), 259-263
- Grainger, K., & Tattersall, H. (2005). *Producción de Vino (Desde la Vid hasta la botella)*. España: Acribia, Zaragoza.
- Heinonen IM, Lehtonen PJ and Hopia AI (1998). *Antioxidant activity of berry and fruit wines and liquors*. *J. Agric. Food Chem.*, 46: 25-31.
- Hernandez, J. (2013). *Bebidas Alcoholicas*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3697/1/Tesis.pdf>
- Lutz, R. M., Morales, D. D., & Sepúlveda, B. S. (2008). *Evaluación sensorial de preparaciones elaboradas con nuevos alimentos funcionales destinados al adulto mayor*. Centro de Investigación y Desarrollo en Alimentos Funcionales, CIDAFA, Facultad de Farmacia, Universidad de Valparaíso.
- Mejía, L. F., Díaz, F. O., & Caicedo, J. C. (2015). *Caracterización fisicoquímica y sensorial de licor de mora de Castilla (Rubus glaucus Benth)* producido en el muninipio Aránzazu.
- Montoya, Á., Londoño, J. K., & Márquez, C. J. (2005). *Licor de mora de castilla (rubus glaucus benth) con diferentes porcentajes de pulpa*. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 58, 2963-2973. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo>.
- Norma Técnica Peruana, N. 2. (2009). *Determinación de Acidez total*. INDECOPI. Lima.
- Norma Técnica Peruana, N. 2. (2009). *Determinación de grados alcohólicos*. INDECOPI. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana, N. 2. (2011). *Bebidas alcohólicas vitivinícolas*. Lima.
- Norma Técnica Peruana, N. 2. (2011). *Requisitos de las bebidas alcohólicas*.
- Ocaña, I. A. (2012). *Estudio del vino de mora de castilla (rubus glaucus benth) elaborado a tres proporciones distintas de fruta: agua y tres niveles de dulzor*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30>
- Pantelidis, G E, M Vasilakakis, G A Manganaris, and Gr Diamantidis. (2007). "Food Chemistry Antioxidant Capacity , Phenol , Anthocyanin and Ascorbic Acid Contents in Raspberries , Blackberries , Red Currants , Gooseberries and Cornelian Cherries." 102: 777–83.
- Ribereau, P; D. Dubourdieu; B. Doneche, y Lonvaud, A (2003). *Tratado de Enología*. Editorial Hemisferio Sur S.A. Argentina.
- Salazar, E. (2012). *Efecto del Empleo de Fibra Dietaria en la Composición de dos Bebidas con Diferentes Tipos de Edulcorantes*. Guayaquil, Ecuador.
- UTA. (2007). *Elaboración de bebidas alcohólicas: Vinos*. Ecuador.