



APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PLÁTANO, CAMU CAMU, COCONA, CARAMBOLA, JUGO DE CAÑA Y AJÍ CHARAPITA EN LA ELABORACIÓN DE VINAGRE

Vinegar elaboration using waste from banana, camu camu, cocona, carambola, cane sugar juice and ají charapita

Edgar Vicente Santa Cruz¹; Vladimir Reátegui Isla²; Eduardo Morales-Soriano^{3*}

¹ Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú.

² Terra Nuova, Centro per la Solidarietà e la Cooperazione Tra I Popoli, Roma, Italia.

³ Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina, La Molina, 15024, Lima, Perú

* E-mail: erms@lamolina.edu.pe

Recibido: 17/10/2022; Aceptado: 26/12/2022; Publicado: 10/01/2023

ABSTRACT

The Ucayali region (Peru) is characterized by a great variety of fruits, which are often not used generating waste. These wastes can be used by making products such as vinegar. The main objective of this research was to take advantage of the fruit residues of the area: banana, cocona, carambola, camu camu, chili charapita as well as sugar cane juice in the preparation of vinegar. For this, three initial mixtures were made with different proportions of fruits. In the first stage, a control of the alcoholic fermentation (temperature, pH, density) was carried out, using *Sacharomyces cerevisiae* yeast, evaluating the final alcoholic strength. In the second stage, the control of the acetic fermentation was carried out, using a mother vinegar based on *Acetobacter aceti*, evaluating the final acetic acidity and the residual alcohol. The best treatments went to a sensory evaluation by a panel (regular consumers) selecting the best based on overall acceptability. The best treatment was that of the mixture that contained a higher percentage of banana and carambola. This treatment also met the requirements for a commercial vinegar, so it was feasible to use these fruit residues in the preparation of vinegar.

Keywords: vinegar | banana | camu camu | carambola | charapita chili pepper | waste

RESUMEN

La región Ucayali (Perú) se caracteriza por poseer una gran variedad de frutas, las cuales muchas veces no son aprovechadas generando residuos. El aprovechamiento de estos se puede realizar elaborando productos como el vinagre. El objetivo principal de este trabajo de investigación fue aprovechar los residuos de frutas de la zona: plátano, cocona, carambola, camu camu, ají charapita además de jugo de caña de azúcar en la elaboración de vinagre. Para ello se realizaron tres mezclas iniciales con las diferentes proporciones de frutas. En la primera etapa se realizó un control de la fermentación alcohólica (temperatura, pH, densidad), utilizando a la levadura *Sacharomyces cerevisiae*, evaluando el grado alcohólico final. En la segunda etapa, se realizó el control de la fermentación acética, utilizando un vinagre madre a base de *Acetobacter aceti*, evaluando la acidez acética final y el alcohol residual. Los mejores tratamientos pasaron a

una evaluación sensorial a cargo de un panel (consumidores habituales) seleccionando el mejor basado en la aceptabilidad general. El mejor tratamiento fue el de la mezcla que contenía mayor porcentaje de plátano y carambola. Dicho tratamiento además cumplió con los requisitos para un vinagre comercial, por lo que fue factible el aprovechamiento de estos residuos de fruta en la elaboración de vinagre.

Palabras clave: vinagre | plátano | camu camu | carambola | ají charapita | residuos

Forma de citar el artículo (Formato APA):

Vicente, E., Reátegui, V. & Morales-Soriano, E. (2022) Aprovechamiento de residuos de plátano, camu camu, cocona, carambola, jugo de caña y ají charapita en la elaboración de vinagre. *Anales Científicos*. 83(2), 141-148. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v83i2.1959>

Autor de correspondencia (*): Eduardo Morales-Soriano; Email: erms@lamolina.edu.pe

© Los autores, Publicado por la Universidad Nacional Agraria La Molina,

This is an open access article under the CC BY

1. INTRODUCCIÓN

La agroindustria en la región de Ucayali se encuentra en crecimiento de la mano de los emprendimientos de las pequeñas y medianas empresas en la región, que tienen como objetivo la transformación de materia prima proveniente del sector agrícola en derivados para su comercialización. En Campo Verde existe una asociación de productores dedicada a la transformación primaria de productos como el camu camu, la carambola, la caña de azúcar, el plátano y ají charapita. Como subproductos se generan grandes volúmenes de residuos, los cuales cuentan con altas concentraciones de azúcares, antioxidantes y demás compuestos que pueden ser aprovechados para la elaboración de productos derivados, como el vinagre.

Según un estudio realizado por Obregón-La Rosa et al. (2021), el camu camu posee un contenido de vitamina C de 2780 mg por 100 g de peso fresco, mucho mayor que muchas frutas cítricas como la naranja, el pomelo entre otras y que además presenta una fuente importante de antioxidantes que hacen de este fruto un alimento altamente promisorio para la salud. Según Larrahondo (1995), la caña de azúcar posee una cantidad de sólidos totales solubles que varían entre 10% y 16%. Principalmente entre glucosa y la fructosa, lo que la convierte en una materia prima bastante buena para la elaboración de alcohol y vinagre. Asimismo, (Cárdenas, 2020) indica en su estudio que los plátanos evaluados tenían en promedio un porcentaje entre 18 y 24% de sólidos totales solubles.

La FAO/OMS define al vinagre como un líquido ácido apto para el consumo humano, que es producido exclusivamente a partir de materias primas de origen

agrícola que contengan almidones y/o azúcares, por un doble proceso de fermentación, alcohólica y acética. Puede contener cantidades determinadas de ácido acético, y otros ingredientes opcionales (hierbas, especias, sal), lo que será regulado por la Comisión del Codex Alimentarius, según el tipo de ingrediente, con el objeto de tener un aroma peculiar característico de cada tipo de vinagre (Durán Guerrero, 2008).

La fermentación acética puede ser definida como un proceso bioquímico de tipo oxidativo, por el cual las bacterias acéticas oxidan al etanol contenido en el sustrato alcohólico (obtenido de la fermentación alcohólica) a ácido acético, bajo estrictas condiciones de aerobiosis. Las condiciones óptimas de fermentación se refieren a la ventaja de conocer la información acerca de la cinética de crecimiento bacteriano y de los procesos automatizados de fermentación. Para que la fermentación acética ocurra se deben cumplir una serie de requisitos que incluyen el suministro de oxígeno, la temperatura óptima y las características de la materia prima (Hernández et al., 2003; Llaguno Marchena & Polo, 1991).

Según un estudio realizado por Serrano Bustinza (2010), dicho autor obtuvo un vinagre elaborado a partir de frutas de descarte con características fisicoquímicas y sensoriales aceptables. El vinagre obtenido consiguió alcanzar concentraciones por encima de 5% de ácido acético y concentraciones por debajo de 0,4% de alcohol residual, estas concentraciones son adecuadas según la norma técnica donde se indica que el vinagre de frutas debe contener concentraciones de ácido acético entre 4 y 6% y como máximo 1% de alcohol residual.

Si bien existen diversos trabajos de aprovechamiento de frutas residuales para la elaboración de vinagre, se busca

concretamente el aprovechamiento de residuos de camu camu, plátano, carambola y ají charapita, frutas representativas de la población de Campo Verde (Ucayali) quienes tienen la problemática del correcto aprovechamiento de los residuos generados, principalmente por excedentes en campo o la no venta de sus productos.

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es aprovechar los residuos de plátano, cocona, carambola, camu camu, ají charapita y caña de azúcar en la elaboración de vinagre aceptado sensorialmente.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

El proceso de fermentación tanto alcohólica como acética se realizó en los laboratorios de la Universidad Nacional de Ucayali, en Pucallpa, región de Ucayali. Los análisis fisicoquímicos se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en Lima, región de Lima.

2.2. Evaluación de la fermentación alcohólica

Se realizaron tres mezclas de los residuos de fruta en diferentes proporciones las cuales tuvieron en esta etapa como ingredientes plátano, carambola, camu camu y caña de azúcar, de acuerdo con la Tabla 1.

Tabla 1. Mezclas de frutas para la fermentación alcohólica.

	Mezcla 1 (M1)	Mezcla 2 (M2)	Mezcla 3 (M3)
Plátano (diluido con agua 1:1)	10.50 L	10.50 L	6.72 L
Carambola (diluido con agua 1:1)	5.25 L	7.88 L	5.25 L
Pulpa de camu camu	0.10 L	0.10 L	0.10 L
Jugo de caña de azúcar	5.25 L	2.63 L	9.03 L
TOTAL	21.10 L	21.10 L	21.10 L

Asimismo, se siguió el flujo de procesamiento expresado en la Figura 1, teniendo en cuenta los siguientes pasos:

- Recepción: las muestras de las diferentes frutas son recepcionadas, procedentes de la Asociación de Productores Ecológicos El Pimental.
- Selección: las frutas son seleccionadas en función a su deterioro, se separan las que no estén aptas para el proceso.
- Lavado y desinfectado: las frutas son lavadas con agua potable con el fin de eliminar impurezas. Luego son desinfectadas por inmersión en una mezcla de agua con lejía a una concentración final de 100 ppm. Las frutas son sumergidas de 3 a 5 min con el fin de disminuir la carga microbiana.
- Pelado, trozado, licuado o pulpeado: en el caso del plátano, esta fruta es pelada y luego licuada con agua en una proporción 1:1. La carambola es trozada y licuada en una proporción 1:1 con agua. Asimismo, el camu camu es pulpeado directamente para obtener la pulpa. El jugo de caña de azúcar se obtiene mediante un trapiche.
- Mezclado: las pulpas, jugos y zumos obtenidos se mezclan de acuerdo con lo mencionado en la Tabla 1.
- Acondicionamiento del mosto: el mosto es acondicionado midiéndole el pH y llevando el grado alcohólico probable a mínimo 12 °GL, mediante el uso de un potenciómetro y un mostímetro, respectivamente. Si hace falta llegar a los 12 °GL, se le añadirá azúcar, mediante la siguiente relación: 17 g de azúcar por cada °GL faltante por cada litro de mosto.
- Inoculación de levadura: se inoculó levadura *Sacharomyces cerevisiae*, cepa Montrachet. Se aplicó en la proporción 1 g de levadura por cada litro de mosto, activándola previamente en agua pasteurizada tibia.
- Fermentación alcohólica: en esta etapa se controló diariamente los grados brix y el pH, como medidas indirectas de los sólidos solubles y de la acidez. También se midió la densidad, y que la fermentación alcohólica acaba cuando la densidad es menor a 1 g/mL y constante. La fermentación se realizó en un ambiente ventilado, siempre controlando que la temperatura sea menor a 30°C.

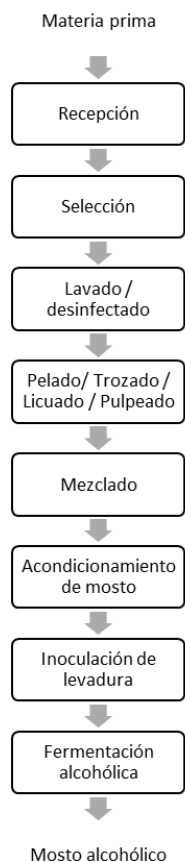


Figura 1. Flujo de operaciones para la elaboración del mosto alcohólico.

Una vez terminada la fermentación alcohólica se pasó a la fermentación acética, descrita en la siguiente etapa.

2.3. Evaluación de fermentación acética

La fermentación acética se realizó en depósitos plásticos, los cuales contenían tubos con agujeros que permitieran la aeración, para una correcta fermentación. La fermentación acética se realizó de acuerdo con lo indicado en la Figura 2, de acuerdo con las siguientes operaciones:

- a) Acondicionamiento: en primer lugar, el mosto alcohólico de la fermentación anterior debe ser diluido a 10°GL, si es que el grado alcohólico final es mayor. Luego se procede a la inoculación de la bacteria acética, llevando el mosto a una acidez acética inicial de 3% partiendo de un vinagre madre de *Acetobacter aceti* que tiene 6% de acidez acética.
- b) Fermentación acética: el tanque de fermentación tuvo suficiente aireación mediante un tubo con agujeros.

Además, se controló la acidez durante este proceso hasta que la fermentación se estabilizó. La bacteria acética forma una capa superior y el tanque no fue agitado ni fue sometido a movimientos bruscos.

- c) Separación del vinagre: Una vez concluida la fermentación acética, el vinagre se separó de la bacteria acética para evitar la oxidación de otros compuestos.
- d) Maceración: para este vinagre se maceró por 5 días con ají charapita, en la proporción de 50 g por cada depósito de fermentación, que contenía aproximadamente 20 L de vinagre.
- e) Clarificación: se usaron enzimas pectolíticas en una dosis de 0.04 g/L de vinagre. Luego se esperó la sedimentación y se separó manualmente trasvasando a otro depósito.
- f) Estabilización: el vinagre se estabilizó con metabisulfito de sodio en la dosis de 100 mg/L de vinagre.
- g) Embotellado: el vinagre es finalmente colocado en botellas y almacenado.

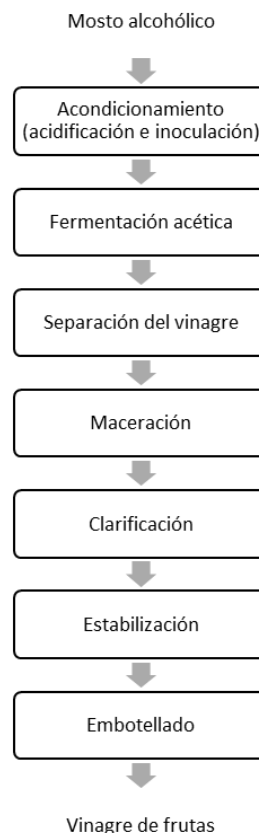


Figura 2. Flujo de operaciones para la fermentación acética.

Se realizaron cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno. Los vinagres obtenidos fueron evaluados en rendimiento, acidez acética final, grado alcohólico residual y aceptabilidad general mediante una prueba sensorial. A los resultados obtenidos se les aplicó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey, ambos con un nivel de significancia del 95%. Se usó el software estadístico Statgraphics 19.

2.4. Caracterización del producto final

El mejor tratamiento se obtuvo mediante una prueba sensorial, mediante una escala hedónica de aceptabilidad general (línea de 10 cm, donde el extremo izquierdo indicaba “Me disgusta mucho” y el extremo derecho “Me agrada mucho”). La prueba sensorial se hizo a 30 panelistas, quienes debían marcar en la línea de acuerdo con el grado de intensidad de su aceptabilidad general al producto y luego se medía con una regla la distancia desde el extremo izquierdo hasta la marca del panelista (en cm). Los panelistas debían ser consumidores de vinagre. Al mejor tratamiento, se evaluó el contenido de fenoles totales, mediante el método espectrofotométrico de Folin Ciocalteu. Para ello, 0.5 ml de muestra fue llevada a un tubo precipitado. Luego, fue añadido 2.5ml de reactivo de Folin Ciocalteu y la mezcla fue diluida en agua (1:10) y se reposó por 5 minutos. Luego se agregaron 2 ml de carbonato de sodio al 4%, posteriormente se reposaron los tubos de ensayo con las muestras por dos horas. La absorbancia fue medida en un espectrofotómetro a 740 nm. Los capsaicinoides totales se midieron mediante la metodología planteada por Collins et al. (1995) mediante el uso de un UPLC modelo Hitachi. En este caso, el vinagre final tuvo que ser previamente concentrado para poder obtener una correcta lectura.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación de la fermentación alcohólica

La elaboración del mosto alcohólico partió de una mezcla de frutas: plátano, carambola, camu camu, además de jugo de caña de azúcar. Los brix iniciales de dichos ingredientes se muestran en la Tabla 2, los cuales son valores similares a los hallado en literatura (Ghimire et al., 2021; Hu et al., 2021; Santos et al., 2022).

La temperatura de fermentación fue menor a 30°C en todo momento, se realizó en un ambiente fresco, sin luz directa de sol y con ventilación.

Los controles de sólidos solubles durante la fermentación alcohólica se muestran en la Figura 3. Se puede observar que existe una disminución muy pronunciada de los sólidos solubles en los tres primeros días para todos los tratamientos, siendo ligeramente la mezcla 3 la que obtiene valores más bajos en el tercer día. Sin embargo, posteriormente se igualan todos los tratamientos, con un comportamiento similar hasta su estabilización en el décimo día. Asimismo, se ve un ligero incremento de los sólidos solubles, lo cual puede ser producto de la interferencia del etanol en la lectura.

Tabla 2. Brix iniciales de las materias primas.

Fruta	Sólidos Solubles (°Brix)
Plátano	17.00
Carambola	4.90
Camu Camu	7.20
Jugo de caña de azúcar	22.00

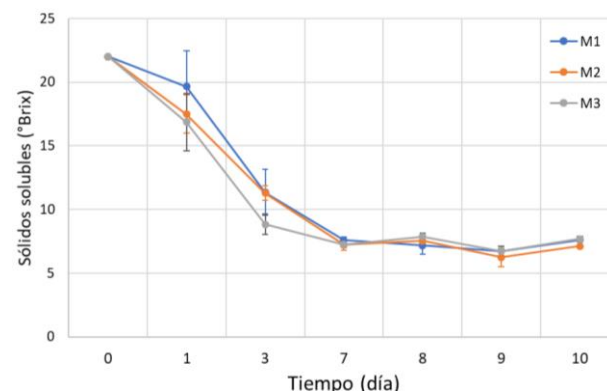


Figura 3. Evolución de los sólidos solubles durante la fermentación alcohólica.

En la Figura 4 se muestra el control de pH durante la fermentación alcohólica. Inicialmente la Mezcla 1 tenía un pH ligeramente superior, pero a partir del noveno día prácticamente son iguales a los demás tratamientos.

3.2. Evaluación de la fermentación acética

Una vez finalizada la fermentación alcohólica, se procedió a medir el grado alcohólico final. Como en todos los casos fue mayor a 10°GL, se procedió a diluirlo con agua tratada hasta que la mezcla final fuera 10°GL. La

temperatura de fermentación siempre fue menor a 30°C y el pH inicial de la fermentación acética estuvo dentro del rango de 3 a 4, tal como lo recomienda Sengun et al. (2022).

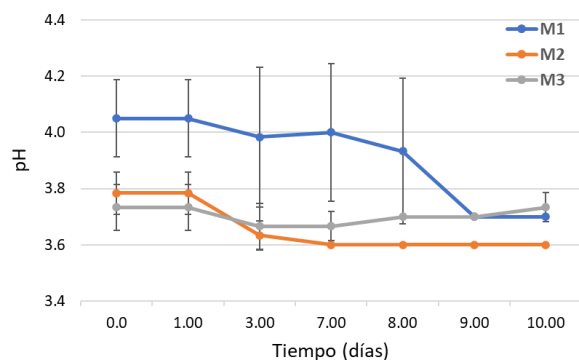


Figura 4. Evolución del pH durante la fermentación alcohólica.

En la Tabla 3 se muestran los valores al finalizar la fermentación acética del grado alcohólico y acidez. Los valores de grado alcohólico están dentro de los valores establecidos por la norma técnica peruana que establece máximo 1% de grado alcohólico (Silva Ordoñez, 2011). Asimismo, la norma establece que la acidez acética final debe estar entre 4 y 6%. Esto puede ser corregido mediante una dilución con agua tratada. Los valores obtenidos en la fase final de la fermentación acética nos permiten visualizar el rendimiento, ya que todos los vinagres partieron de un mosto corregido a 10°GL. Se puede observar que la acidez acética es estadísticamente semejante en la M1 y M2, mientras que la M3 tiene una acidez menor. Este menor rendimiento puede deberse a diversos factores, ya que, a pesar de haber iniciado con un grado alcohólico similar, la presencia de otra flora puede influir significativamente en el rendimiento y calidad del vinagre final (Shi et al., 2022). Asimismo, cabe indicar que en los primeros días de la fermentación acética se observó que la aireación no era la adecuada (entrada de aire por un tubo de plástico con agujeros en el depósito de fermentación tapado), por lo que posteriormente se modifica la entrada de aire (abriendo la tapa y colocando una malla) para que haya presencia de más oxígeno, requerido por la bacteria acética. Esto pudo influir en el crecimiento inicial de la bacteria acética, pudiendo haber crecido otra flora propia de las materias primas usadas en la muestra M3 (donde predomina jugo de caña), afectando su rendimiento.

Tabla 3. Grado alcohólico y acidez acética al final de la fermentación acética.

Trat.	Grado alcohólico final (°GL) ⁽¹⁾ ₍₂₎	Acidez acética final (%) ⁽¹⁾ ⁽²⁾	Rendimiento respecto al mosto alcohólico corregido (10°GL)
M1	0.97 ± 0.02 a	5.75 ± 1.63 a	57.5%
M2	0.51 ± 0.48 a	5.98 ± 0.95 a	59.8%
M3	0.86 ± 0.16 a	2.84 ± 0.94 b	28.4%

(1) Los resultados muestran la media de tres repeticiones ± desviación estándar

(2) Letras diferentes en la misma columna significa que hay diferencias según la prueba de Tukey ($\alpha = 0.95$).

Luego, una vez diluido, se maceró el vinagre con ají charapita por 5 días en una proporción de 5 g por cada depósito de fermentación (que contenía aproximadamente 20 L). El ají se adicionó entero y fue para darle un aroma especial con muy bajo picor. Luego se clarificó y se hizo la dilución para llevarlo a 4% de acidez acética. Las muestras fueron sometidas a una evaluación sensorial y los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de la Aceptabilidad General del vinagre.

Tratamiento	Aceptabilidad general
M1	5.19 ± 2.36 ab
M2	6.69 ± 1.97 b
M3	4.09 ± 1.64 a

(1) Los resultados muestran la media de 30 repeticiones (panelistas) ± desviación estándar

(2) Letras diferentes en la misma columna significa que hay diferencias según la prueba de Duncan ($\alpha = 0.95$).

Los resultados muestran que los mejores tratamientos corresponden a los tratamientos M1 y M2, los cuales son justamente los que contienen mayor cantidad de frutas, comparada con el M3 donde había una mayor proporción de jugo de caña. Esto corresponde con las anotaciones hechas por los panelistas quienes mencionan el aroma frutal en dichas mezclas. El tema de la adición de ají ha sido bastante sutil, al tener una proporción muy baja probablemente algunos panelistas hayan pensado que debió ser más picante y hayan confundido esta sensación con otros condimentos.

La prueba de Duncan es la que encontró diferencias con la muestra M3, y a pesar de que estadísticamente son iguales M1 y M2, se optó como mejor tratamiento el M2 al analizar también los valores de rendimiento.

3.3. Caracterización del producto final

En la Tabla 5 se muestran los resultados de las características del vinagre final, el cual cumple los requisitos de grado alcohólico y acidez acética de la norma técnica peruana. Por otro lado, presentó valores muy bajos de fenoles totales. Segura et al. (2015) encontraron valores mínimos de 28 mg/L de ácido gálico en un método de elaboración de vinagre a partir de uva. Los valores aún más bajos pueden deberse a las diluciones de las frutas, así como a la oxidación que pudo haber tenido los compuestos fenólicos debido al periodo largo de fermentación acética. Dicho periodo se alargó porque inicialmente la aireación no fue la más apropiada.

Tabla 5. Características del vinagre final.

Característica	Resultado
Grado alcohólico final	0.51 °GL
Acidez acética	3.90 %
Fenoles totales	4.75 mg/L Ác. Gálico Equivalente
Capsaicinoides:	
Capsaicina	3.3 mg/100g base seca
Dihidrocapsaicina	2.0 mg/100g base seca
Scoville Heat Units (SHU)	795 SHU

Los valores de capsaicinoides también se encuentran relativamente bajos, lo que corresponde a lo hallado en las pruebas sensoriales, donde varios panelistas no identificaron la presencia de ají. Los valores de SHU se hallan multiplicando la suma de las concentraciones de capsaicina y dihidrocapsaicina por el factor 150. Si bien Betts (1999) analizó salsas comerciales encontrando un rango variado desde 300 hasta 52000 SHU, valores menores a 1000 SHU no tienen un picor significativo.

4. CONCLUSIONES

Fue posible aprovechar los residuos de frutas como plátano, camu camu y carambola en la elaboración de un vinagre de frutas con una calidad fisicoquímica y sensorial apropiadas. La fermentación alcohólica se

realizó en óptimas condiciones para todas las muestras. En el caso de la fermentación acética, hubo una mala aireación inicial pudiendo haber afectado algunas características del producto final. El mejor tratamiento seleccionado fue el que obtuvo mayor rendimiento y mayor aceptabilidad general, el cual correspondió a la mezcla M2 que contenía mayor proporción de frutas, especialmente carambola. El vinagre final cumple con los requisitos fisicoquímicos, pero su contenido de fenoles es bajo. Asimismo, antes de la clarificación se maceró con ají charapita, pero en cuanto a picor no tuvo un efecto significativo en el producto final, lo cual se refleja con los bajos valores hallados de capsaicinoides.

Agradecimientos

Este trabajo de investigación ha sido financiado con fondos de la Unión Europea a través del proyecto Circulando en la Amazonía.

Conflictos de intereses

Los autores firmantes del presente trabajo de investigación declaran no tener ningún potencial conflicto de interés personal o económico con otras personas u organizaciones que puedan influir indebidamente con el presente manuscrito.

Contribuciones de los autores

Preparación y ejecución: EM, EV; Desarrollo de la metodología: EM, EV, VR; Concepción y diseño: EM, EV, VR; Edición del artículo: EM; Supervisión del estudio: VR.

5. REFERENCIAS

- Betts, T. A. (1999). Pungency Quantitation of Hot Pepper Sauces Using HPLC. *Journal of Chemical Education*. 76 (2), 240. <https://doi.org/10.1021/ed076p240>
- Cárdenas, J. A. (2020). Efecto de la concentración combinada de l-cisteína/cloruro de calcio en la solución de inmersión con ácido ascórbico sobre el color, sólidos solubles, pH, textura y aceptabilidad general de rodajas de banano (*Musa paradisiaca L.*) variedad Cavendish. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. 74p. Accesado 26/12/2022. <https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12>

- 759/6001/1/RE_IND.ALIM_JULIO.C%3%81R
DENAS_CONCENTRACION%3%93N.COMBINA
DA_DATOS.PDF
- Collins, M.D., Wasmund, L.M., & Bosland, P.W. (1995). Improved Method for Quantifying Capsaicinoids in Capsicum Using High-performance Liquid Chromatography. *HortScience*, 30(1), 137–139. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.30.1.137>
 - Durán, E. (2008). Control de los procesos de elaboración, calidad y trazabilidad del Vinagre de Jerez. Tesis Doctoral, Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias Accedido 26/12/2022. <http://hdl.handle.net/10498/15737>
 - Ghimire, R., Yadav, P. K., Khanal, S., Shrestha, A. K., Devkota, A. R., & Shrestha, J. (2021). Effect of different levels of gibberellic acid and kinetin on quality and self-life of banana (*Musa spp.*) fruits. *Heliyon*, 7(9), e08019. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2021.E08019>
 - Hernández, A., Alfaro, I., & Arrieta R. (2003). Fermentaciones. *Microbiología Industrial*, 36–61. <https://books.google.com.co/books?id=KFq4oEQQjdEC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
 - Hu, Y., Sun, D., Hu, H., Zuo, X., Xia, T., & Xie, J. (2021). A comparative study on morphological and fruit quality traits of diploid and polyploid carambola (*Averrhoa carambola L.*) genotypes. *Scientia Horticulturae*, 277. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2020.109843>
 - Larrahondo, J. E. (1995). Calidad de la caña de azúcar. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. (C. Cassalet Dávila, J. Torres Aguas, & C. Isaacs Echeverri, Eds.; Primera). CENICAÑA.
 - Llaguno Marchena, C., & Polo, M.C. (1991). El Vinagre de vino. Editorial, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España). <https://digital.csic.es/handle/10261/228189>
 - Obregón-La Rosa, A. J., Elías-Peñañiel, C. C. A., Contreras-López, E., Arias-Arroyo, G. C., & Bracamonte-Romero, M. (2021). Características fisicoquímicas, nutricionales y morfológicas de frutas nativas. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(1), 17–25. <https://doi.org/10.18271/ria.2021.202>
 - Santos, I. L., Miranda, L. C. F., da Cruz Rodrigues, A. M., da Silva, L. H. M., & Amante, E. R. (2022). Camu-camu [*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh]: A review of properties and proposals of products for integral valorization of raw material. *Food Chemistry*, 372. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2021.131290>
 - Segura, C., Posada, E., Revuelta, A., Bohorquez, N., & Pérez Mora, W. (2015). Caracterización fisicoquímica de vinagres obtenidos a partir de mostos de uva (*Vitis labrusca*). Encuentro Nacional de Investigación y Desarrollo ENID 2015, 1–6.
 - Sengun, I.Y., Kilic, G., Charoenyingcharoen, P., Yukphan, P., & Yamada, Y. (2022). Investigation of the microbiota associated with traditionally produced fruit vinegars with focus on acetic acid bacteria and lactic acid bacteria. *Food Bioscience*, 47. <https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2022.101636>
 - Serrano Bustinza, J. A. (2010). Obtención de vinagre a partir de frutas en descarte. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMB/A/303>
 - Shi, H., Zhou, X., Yao, Y., Qu, A., Ding, K., Zhao, G., & Liu, S. Q. (2022). Insights into the microbiota and driving forces to control the quality of vinegar. *LWT*, 157. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2022.113085>
 - Silva Ordoñez, R.J. (2011). Evaluación de la calidad del vinagre comercializado en la ciudad de Tingo María. Tesis para optar el título de Ingeniero En Industrias Alimentarias Universidad Nacional Agraria de La Selva. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/244>.