

# Novel *kombucha*-analogue beverages made from Peruvian-pepper, matico and cedron: bioactive and sensory profiles

Valeria Diaz-Silva, Ing.<sup>1,\*</sup>; Ricardo Vejarano, Dr.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ingeniería Agroindustrial. Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, Perú. [valeriadiazsilva\\_20@hotmail.com](mailto:valeriadiazsilva_20@hotmail.com)

<sup>2</sup> Dirección de Investigación y Desarrollo. Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, Perú. [ricardo.vejarano@upn.edu.pe](mailto:ricardo.vejarano@upn.edu.pe)

*Abstract– Traditionally kombucha is a refreshing beverage obtained by fermentation from sugared infusions of black tea by a microbial consortium of bacteria and yeasts called SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast). However, there are South American native plants with potential application for similar beverages production. The aim of the study was to evaluate both bioactive and sensory profiles of kombucha-analogue beverages made from different mixtures of leave extracts of molle (Schinus molle), matico (Buddleja globosa) and cedron (Aloysia citriodora), in order to determine the optimal mixture of these extracts with the highest total phenolic content (as gallic acid equivalents), antioxidant capacity (percentage of inhibition the oxidizing agent ABTS) and sensorial acceptance. The mixtures with high proportion of molle showed the highest production rates of organic acids. In addition, the mixtures based on molle and matico showed the highest total phenolic contents (> 120 mg/L), and all mixtures showed high antioxidant capacity, in most of the cases greater than 70%. Finally, according to the sensorial analysis, a greater acceptance of the beverages with matico and cedron was obtained. The results suggest the potential of these plants for the novel beverages production, as a source of antioxidant compounds, considering that in many cases these plants are underutilized.*

**Keywords–** *Kombucha, antioxidant, peruvian-pepper, matico, cedron.*

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.107>

ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

# Novel *kombucha*-analogue beverages made from peruvian-pepper, matico and cedron: bioactive and sensory profiles

## Nueva bebida análoga a la *kombucha* hecha de molle, matico y cedron: perfiles bioactivo y sensorial

Valeria Diaz-Silva, Ing.<sup>1,\*</sup>; Ricardo Vejarano, Dr.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ingeniería Agroindustrial. Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, Perú. [valeriadiazsilva\\_20@hotmail.com](mailto:valeriadiazsilva_20@hotmail.com)

<sup>2</sup> Dirección de Investigación y Desarrollo. Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, Perú. [ricardo.vejarano@upn.edu.pe](mailto:ricardo.vejarano@upn.edu.pe)

**Resumen**– Tradicionalmente, la *kombucha* es una bebida refrescante obtenida por fermentación de infusiones azucaradas de té negro mediante un consorcio microbiano de bacterias y levaduras llamado *SCOBY* (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*). Sin embargo, en Sudamérica existen plantas nativas con potencial de aplicación en la elaboración de bebidas similares a la *kombucha*. El objetivo del estudio fue evaluar los perfiles bioactivo y sensorial de bebidas análogas a la *kombucha* a base de mezclas de extractos de hojas de molle (*Schinus molle*), matico (*Buddleja globosa*) y cedrón (*Aloysia citriodora*), para determinar la mezcla óptima de estos extractos con los más altos valores de fenoles totales (como equivalentes de ácido gálico), capacidad antioxidante (porcentaje de inhibición del agente oxidante *ABTS*) y aceptabilidad sensorial. Las mezclas con mayor proporción de molle mostraron las más altas tasas de producción de ácidos orgánicos. Además, las mezclas a base de molle y matico mostraron los más altos contenidos de fenoles totales (> 120 mg/L), y todas las mezclas mostraron una alta capacidad antioxidante, en la mayoría de los casos superior al 70%. Finalmente, según el análisis sensorial, se obtuvo una mayor aceptabilidad de las bebidas con matico y cedrón. Los resultados sugieren el potencial de estas plantas para la producción de nuevas bebidas, como fuente de compuestos antioxidantes, considerando que en muchos casos estas plantas no son aprovechadas masivamente con fines industriales.

**Palabras clave:** *Kombucha*, antioxidante, molle, matico, cedrón.

**Abstract**– Traditionally *kombucha* is a refreshing beverage obtained by fermentation from sugared infusions of black tea by a microbial consortium of bacteria and yeasts called *SCOBY* (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*). However, there are South American native plants with potential application for similar beverages production. The aim of the study was to evaluate both bioactive and sensory profiles of *kombucha*-analogue beverages made from different mixtures of leave extracts of molle (*Schinus molle*), matico (*Buddleja globosa*) and cedron (*Aloysia citriodora*), in order to determine the optimal mixture of these extracts with the highest total phenolic content (as gallic acid equivalents), antioxidant capacity (percentage of inhibition the oxidizing agent *ABTS*) and sensorial acceptance. The mixtures with high proportion of molle showed the highest production rates of organic acids. In addition, the mixtures based on molle and matico showed the highest total phenolic contents (> 120 mg/L), and all mixtures showed high antioxidant capacity, in most of the cases greater than

70%. Finally, according to the sensorial analysis, a greater acceptance of the beverages with matico and cedron was obtained. The results suggest the potential of these plants for the novel beverages production, as a source of antioxidant compounds, considering that in many cases these plants are underutilized.

**Keywords:** *Kombucha*, antioxidant, peruvian-pepper, matico, cedron.

### I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha incrementando el interés de los consumidores por productos saludables que puedan ofrecerles diversos beneficios nutricionales y fisiológicos [1]. Esto ha resultado en una mayor comercialización de los denominados productos funcionales, que además de ofrecer aporte de nutrientes, ayuden a prevenir diversas enfermedades [2,3].

Recientemente se puede observar a más personas dejando de lado el consumo de bebidas con alto contenido de azúcares y preservantes químicos, optando por las denominadas “bebidas saludables” [4,5]. Una de esas bebidas es la *kombucha*, bebida fermentada carbonatada, refrescante, de sabor agridulce y tradicionalmente elaborada a base de infusiones azucaradas de té negro. Su aceptabilidad además se atribuye a su contenido de compuestos fenólicos provenientes del té, con potencial de prevención y tratamiento de diversas enfermedades, especialmente las relacionadas con el estrés oxidativo [6-9].

La *kombucha* es elaborada mediante un proceso fermentativo llevado a cabo por un consorcio de levaduras y bacterias denominado *SCOBY* (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) [10], que en condiciones aeróbicas convierte los azúcares en ácidos orgánicos, como se muestra en la Figura 1. Como componentes del *SCOBY*, mayoritariamente se han identificado a las levaduras *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomycodes ludwigii*, *Kloeckera apiculata*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Torulasporea delbrueckii*, *Brettanomyces bruxellensis*, *Brettanomyces lambicus*, *Brettanomyces custersii* y *Candida estella*, responsables del proceso de fermentación alcohólica, y a las bacterias *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter xylinoides*,

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.107>  
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

*Bacterium gluconicum*, *Acetobacter aceti* y *Acetobacter pasteurianus*, causantes de la acidificación, con predominio de *A. xylinum*, reclasificada actualmente como *Komagataeibacter xylinus* [11,12].

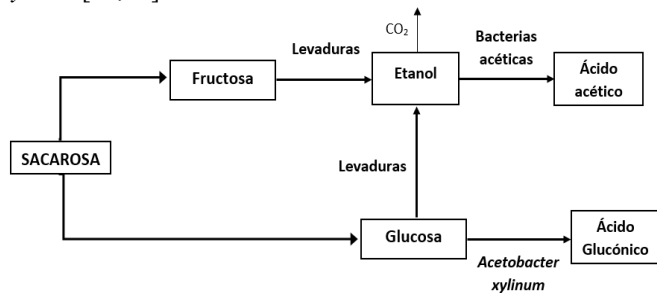


Fig. 1 Rutas fermentativas implicadas en la elaboración de kombucha. Adaptado de Yavari et al. [8] y Villarreal et al. [13].

Entre los compuestos constituyentes de la kombucha se encuentran los ácidos láctico, glucónico, acético, glucorónico, málico, tartárico, oxálico y malónico, además de etanol, CO<sub>2</sub>, vitaminas solubles (C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>), catalasa, entre otros [14], que pueden actuar en sinergia con los compuestos antioxidantes [15]. También se puede encontrar proteínas, aminoácidos, enzimas hidrolíticas, purinas, lípidos, pigmentos, aminos biógenas, compuestos fenólicos de té, minerales, sustancias antibióticas, ácido D-sacárico-1,4-lactona (DSL), además de metabolitos propios de las bacterias y levaduras [8,16,17].

Las bacterias *Acetobacter* se encargan de convertir el etanol en acetaldehído, y a partir del acetaldehído producir ácido acético. Simultáneamente la glucosa es oxidada a ácido glucónico (Figura 1), además de uridina difosfo-glucosa (UDPGlc), proceso que deriva en la formación de una película de celulosa en la interfaz aire-líquido, en forma de gel, proceso favorecido por la presencia de oxígeno [13].

### I.A. Bebidas análogas a la kombucha: nuevas materias primas

Si bien la kombucha, tradicionalmente se elabora a base de té negro, existen especies vegetales nativas de América del Sur, y también producidas en Perú, como fuente de compuestos bioactivos, principalmente compuestos fenólicos, las cuales se aprovechan limitadamente mediante consumo local en forma de infusiones o para el tratamiento de enfermedades (medicina tradicional), por ejemplo, molle (*Schinus molle*), matico (*Buddleja globosa*), cedrón (*Aloysia citriodora*), entre otras.

El cedrón es una hierba aromática con alto contenido de compuestos fenólicos, que ha mostrado efecto antioxidante, expectorante, antimicrobiano (frente a *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* o *Bacillus cereus*), además de diversos beneficios para la salud [18,19]. Por su parte el matico ha mostrado actividad antioxidante, antiinflamatoria, poder analgésico, etc. [20,21]. Se ha reportado en el matico la presencia de los flavonoides luteolina, luteolina-7-glucósido, linarina y derivados del ácido cafeico, además de

feniletanoides, esteroides, fenoles grasos, ésteres y terpenos [21]. Dichos compuestos además pueden actuar sinérgicamente como antibacterianos [22]. Mientras que al molle se le atribuye actividad antioxidante, antiinflamatoria, antibacteriana y antifúngica, además de su efecto insecticida [23-25]. El molle contiene taninos y otros flavonoides, alcaloides, saponinas esteroideas, esteroides, terpenos, etc. [26]. Además, su capacidad antioxidante es atribuida a la presencia de monoterpenos como  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, limoneno,  $\beta$ -mirceno, sabineno, terpinoleno y  $\alpha$ - y  $\beta$ -felandreno [25,27].

En tal sentido, el objetivo del estudio fue evaluar los perfiles bioactivo y sensorial de bebidas análogas a la kombucha a base de mezclas de extractos de hojas de molle, matico y cedrón, para determinar la mezcla óptima de estos extractos con los más altos valores de fenoles totales, capacidad antioxidante y aceptabilidad sensorial.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### II.A. Fermentación de las infusiones a base de molle, matico y cedrón

Las hojas de molle, matico y cedrón fueron obtenidas del Mercado Mayorista de la ciudad de Trujillo (Perú). Todas las hojas fueron obtenidas secas. Las mezclas de las hierbas (Tabla 1) fueron diseñadas mediante el programa Statistica 7.0 (StatSoft Inc., United States), mediante un Diseño de Mezclas Simplex-Centroide.

TABLA 1  
DISEÑO SIMPLEX-CENTROIDE PARA LAS FORMULACIONES A BASE DE MOLLE, MATICO Y CEDRÓN

Mezclas	Hierbas (g)		
	Molle	Matico	Cedrón
C*	0.00	0.00	0.00
M1	5.00	0.00	0.00
M2	0.00	5.00	0.00
M3	0.00	0.00	5.00
M4	2.50	2.50	0.00
M5	2.50	0.00	2.50
M6	0.00	2.50	2.50
M7	3.33	0.83	0.83
M8	0.83	3.33	0.83
M9	0.83	0.83	3.33
M10	1.67	1.67	1.67

\* Control a base de agua azucarada, sin hierbas.

Para la elaboración de cada mezcla (infusión), se añadió 5 gramos de mezcla de hierbas secas en 500 mL de agua a 80 °C previamente sacarificada, dejando infundir la mezcla de hierbas y agua azucarada hasta que alcance la temperatura ambiente. Posteriormente se procedió a inocular el SCOBY en base a la metodología descrita por Jayabalan et al. [28], para proceder a la fermentación en condiciones de aerobiosis, a temperatura ambiente y en oscuridad. A lo largo del proceso fermentativo se determinó la acidez total de cada mezcla, expresada como ácido acético (g/L), además de la determinación del pH y grados Brix.

Los experimentos se desarrollaron en dos etapas. En la Etapa 1 se seleccionaron las mezclas que presentaron un adecuado proceso fermentativo (producción de acidez), y un mayor contenido de fenoles totales, además de presentar la mayor aceptabilidad sensorial. Mientras que en la Etapa 2 se trabajó con las mezclas seleccionadas, en base a las cuales se evaluó, además de fenoles totales, la capacidad antioxidante y la aceptabilidad sensorial.

### II.B. Contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante

El contenido de fenoles se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu [29], cuantificando los fenoles totales en equivalentes de ácido gálico (mg/L). Mientras que la capacidad antioxidante (CA) se determinó en base al método ABTS [30], expresando los resultados como porcentaje de inhibición del radical oxidante ABTS (eficiencia antioxidante, Q%) [31]. Ambos análisis fueron realizados con un espectrofotómetro UV-Vis Genesys 20 (Thermo Fisher Scientific Inc., Estados Unidos).

### II.C. Análisis sensorial

Se realizaron dos evaluaciones sensoriales, considerando las etapas de reclutamiento, selección y entrenamiento de jueces de acuerdo con la Norma NTP-ISO 8586:2014 [32].

En la Etapa 1 se realizó una prueba de aceptabilidad con escala hedónica de cinco puntos por parámetro: aroma, sabor y acidez. Cada juez asignó valores entre 1 (“baja percepción”) y 5 (“alta percepción”) para cada parámetro, a fin de seleccionar las mezclas con mejores características organolépticas. Los datos obtenidos fueron tratados mediante la prueba de Friedman (no paramétrica).

En la Etapa 2 los jueces evaluaron únicamente las mezclas seleccionadas en la Etapa 1 (siete mezclas), marcando sus respuestas en un formato con los parámetros: aceptabilidad aromática, acidez, amargor y aceptabilidad global, representados en una escala estructurada de 10 cm de longitud anclada con los términos de intensidad en los extremos, por ejemplo, “bajo” a la izquierda y “alto” a la derecha para acidez y amargor; y “me disgusta” a la izquierda y “me encanta” a la derecha en el caso de la aceptabilidad global y aromática.

### II.D. Análisis estadístico

Se usó el software Statistica 7.0 (StatSoft Inc., United States) para evaluar los resultados obtenidos. Se aplicó análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 5% ( $p < 0.05$ ) utilizando la prueba de Rangos Múltiples (HSD) de Tukey para determinar las diferencias significativas.

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### III.A. Etapa 1: Selección de las mejores mezclas

#### a. Producción de ácidos orgánicos

En la Figura 2 se observa la evolución de los grados Brix, pH y acidez de las mezclas. El pH fue disminuyendo hasta alcanzar un valor en torno a 3.0, debido a la producción de ácidos orgánicos por los microorganismos constituyentes del SCOBY [33]. Mientras que la acidez mostró un comportamiento variable en función de cada mezcla, alcanzando los valores más altos las mezclas M1, M7 y M10, de las cuales las mezclas M1 y M7 tenían mayor proporción de molle (Tabla 1), las cuales además mostraron el pH más bajo al inicio del proceso fermentativo.

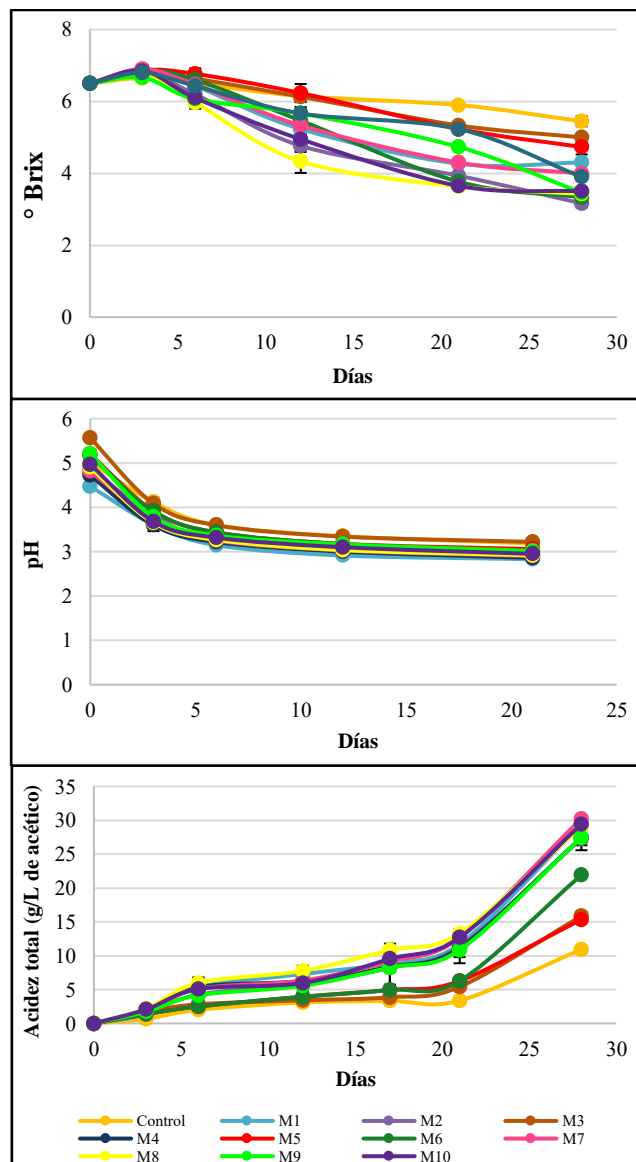


Fig. 2 Evolución del °Brix, pH y acidez en las bebidas fermentadas.

Por el contrario, las mezclas M3 y M5, con mayor contenido de cedrón (especialmente la M3, 100% cedrón), mostraron la menor acidez al final del proceso fermentativo, lo cual podría estar relacionado con la presencia de compuestos

que afectan el metabolismo de los microorganismos que forman el SCOBY, y, por tanto, la síntesis de ácidos. La bibliografía reporta efecto antimicrobiano para el cedrón [19], incluso sobre bacterias patógenas como *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* o *Bacillus cereus* [34].

### b. Contenido de fenoles totales

En la Figura 3 se observa que las mezclas M1, M2, M4 y M7 presentaron el mayor contenido de fenoles totales (mg equiv. ácido gálico/L). Cabe señalar que a excepción de la M2 (100% matico), las otras mezclas presentaron un alto contenido de molle. Estudios previos han reportado la presencia de fenoles en hojas de molle, con capacidad antioxidante [25-27]. Además, las mezclas M2 y M4 también fueron elaboradas con alto contenido de matico, lo cual también contribuyó al aporte de fenoles en estas mezclas, debido a su contenido de flavonoides (luteolina, luteolina-7-glucósido, linarina y derivados del ácido cafeico), y otros compuestos fenólicos, con actividad antioxidante y antiinflamatoria [20,21,35].

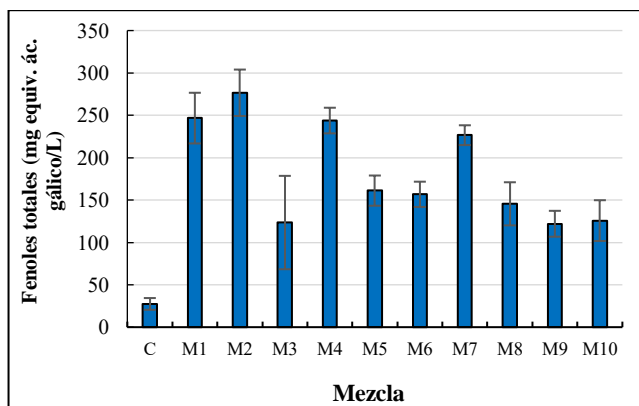


Fig. 3 Contenido de fenoles totales (mg equiv. ác. gálico/L)

Por su parte, el cedrón, para el cual se han reportado la presencia de flavonoides [17,18], no parece haber contribuido significativamente al contenido de fenoles totales (Figura 3), dado que las mezclas M3, M5, M6 y M9, con alto contenido de cedrón no mostraron un alto contenido de fenoles totales.

### c. Aceptabilidad sensorial

La Figura 4 muestra los resultados del primer análisis sensorial aplicado para seleccionar las mejores mezclas, además, de conocer a juicio de los panelistas cuáles eran más ácidas. La mezcla M1 mostró la mayor acidez, en concordancia con lo obtenido en el análisis fisicoquímico de acidez total (Figura 2), si bien los panelistas reportaron en general una alta acidez en todas las mezclas. Respecto al sabor, fueron calificadas con las mayores puntuaciones las mezclas M3 y M6, y en menor grado M2, M4 y M7. Mientras que destacaron por su aroma las mezclas M1, M3, M7, M8, M9 y M10.

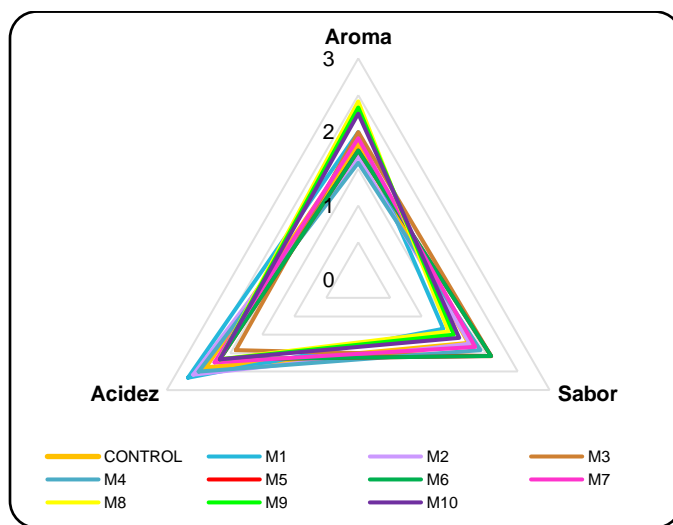


Fig. 4 Resultados del análisis sensorial de la Etapa 1

En base a los resultados, se seleccionaron para la siguiente etapa el control (C), las mezclas M1, M2 y M3 (a fin de evaluar el efecto individual de cada hierba), la mezcla M6 por su alta puntuación en sabor junto con la mezcla M3, y las mezclas M4 y M7 (mayor contenido de fenoles totales junto con las mezclas M1 y M2, Figura 3).

### III.B. Etapa 2: Evaluación de las mejores mezclas

#### a. Producción de ácidos orgánicos

En base a los resultados de la Etapa 1, respecto a la elevada acidez del análisis sensorial, en esta etapa se trabajó con un menor contenido inicial de azúcares en las mezclas. En la Figura 5 se observa que las mezclas M1 y M7 alcanzan la mayor acidez, al igual que en la Etapa 1 (Figura 2), alcanzando en 13 días 15.08 y 14.40 g/L de acidez total, respectivamente, casi el doble de acidez que en la Etapa 1, lo cual estaría relacionado con la temperatura a la cual se realizaron las fermentaciones (enero de 2019, periodo de verano), con incremento de la actividad fermentativa.

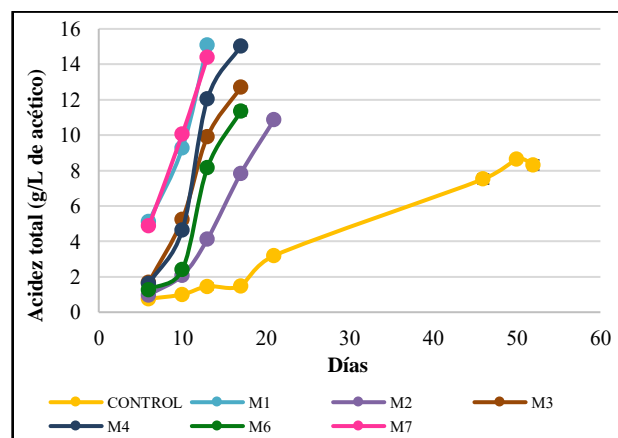


Fig. 5 Acidez total expresada como ácido acético (g/L) en la Etapa 2

Al comparar las figuras 2 y 5, se observa que la producción de ácidos orgánicos sigue una tendencia similar, mostrando la mezclas M1, M4 y M7 la mayor acidez. Asimismo, en base a los comentarios recogidos de los panelistas, se tomó como criterio para finalizar el proceso fermentativo, el momento en el cual la acidez alcanzara entre 11 y 15 g de ácido acético/L, rango en el cual la bebida fue calificada como agradable.

El mayor contenido de acidez en las mezclas M1, M4 y M7 está relacionada con la mayor producción de ácido glucónico y ácido acético por el SCOBY [7,12,33] de acuerdo con lo mostrado en la Figura 1. La bibliografía reporta la presencia de compuesto fenólicos, como catequinas, en las tres hierbas, las cuales pueden actuar en sinergia con los ácidos orgánicos, estimulando, entre otros procesos, una mayor síntesis de más ácidos orgánicos, a través de una mayor síntesis de etanol por las levaduras [18,20,21,35-38], especialmente en las mezclas M1 y M7, con un mayor contenido de molle, en concordancia con los resultados obtenidos en la prueba de la Etapa 1 (Figura 2). Antecedentes previos han mostrado comportamientos similares cuando la materia prima aporta altos niveles de ácidos orgánicos [39,40].

*b. Contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante de las bebidas*

Los resultados muestran una tendencia similar que en la Etapa 1, con el control (C) con el menor contenido, lo que indica que las hierbas son la fuente de los fenoles. Chu y Chen [41] y Vitas *et al.* [42] reportan un incremento del contenido fenólico en la kombucha a lo largo del periodo de fermentación, que además de fenoles simples, se tiene el aporte procedente de la degradación de fenoles complejos por la actividad enzimática de bacterias y levaduras presentes en el SCOBY, entre otras reacciones de transformación química [39,41].

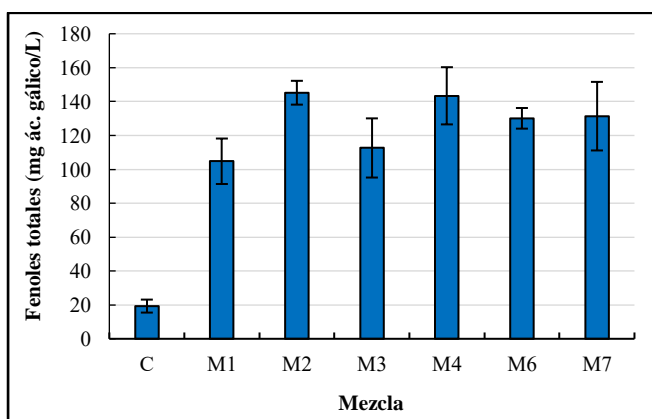


Fig. 6 Contenido de fenoles totales (mg equiv. ac. gálico/L) en la Etapa 2

En concordancia con la Etapa 1 (Figura 3), las mezclas M2, M4 y M7 fueron las que obtuvieron valores más altos de fenoles totales.

Respecto a la capacidad antioxidante, propiedad de los compuestos fenólicos para neutralizar radicales libres [41,43], la Figura 7 muestra una alta capacidad antioxidante en todas las mezclas.

Las mezclas M1, M4 y M7 tuvieron una mayor proporción de molle, al cual se le ha reportado actividad antioxidante [26] atribuible a su contenido de catequinas monoterpénicos como  $\alpha$ -pineno, sabineno, limoneno,  $\beta$ -mirreno,  $\alpha$ - y  $\beta$ -felandreno [25,36]. En estas mezclas se puede considerar una buena capacidad antioxidante, al mostrar tasas de inhibición (Q%) del radical ABTS mayores al 70%, considerando que la capacidad antioxidante es considerada buena a valores de inhibición superiores al 50% [44-46], al igual que las mezclas M2 y M3, constituidas por matico y cedrón, respectivamente, para los cuales también se ha reportado contenido de compuestos fenólicos con capacidad antioxidante [18-21].

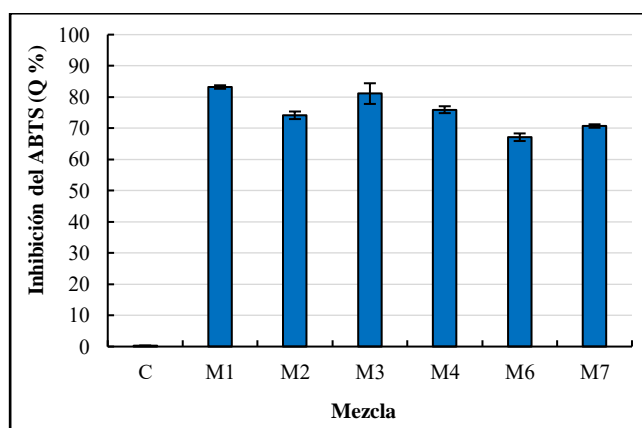


Fig. 7 Capacidad antioxidante de las mezclas (método ABTS)

*c. Análisis sensorial*

La Figura 8 muestra los resultados del análisis sensorial de las mejores mezclas, el cual se realizó con 36 jueces, quienes fueron seleccionados y entrenados de acuerdo con la Norma NTP-ISO 8586:2014 [32]. Los jueces valoraron las siete mejores mezclas mediante una escala estructurada de 10 cm de longitud, en la cual se establecieron los términos de intensidad en los extremos: por ejemplo, "bajo" a la izquierda y "alto" a la derecha, para la acidez y amargor, y en el caso de la aceptabilidad global y aceptabilidad aromática, "me disgusta" a la izquierda y "me encanta" a la derecha.

De acuerdo con los resultados, las mezclas M1, M4 y M7 fueron las que presentaron mayor acidez sensorial, en concordancia con el análisis sensorial de la Etapa 1 (Figura 4) y con los análisis fisicoquímicos (figuras 2 y 5).

Respecto al amargor, los panelistas identificaron una mayor intensidad de este parámetro en la M4, aunque en ninguno de los casos la sensación de amargor fue más notoria que los otros parámetros.



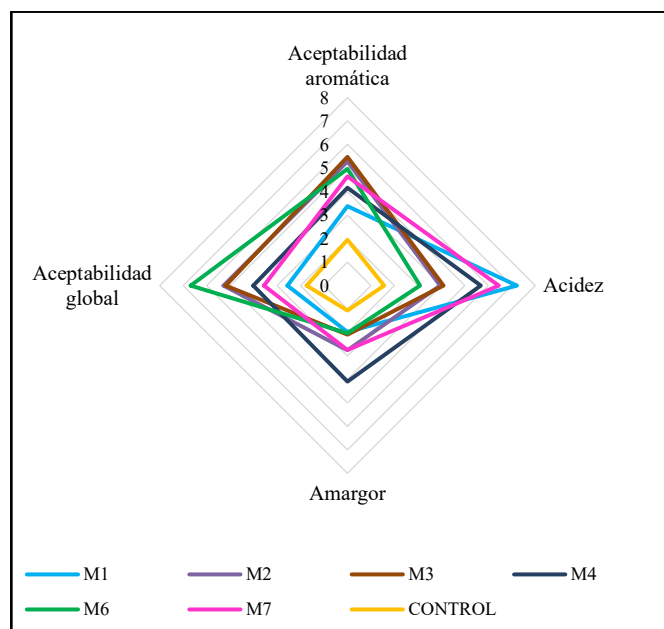


Fig. 8 Resultados del análisis sensorial mediante escala estructurada de 10 cm de longitud

Es destacable la percepción aromática de las mezclas M2 (100% matico) y M3 (100% cedrón), las cuales además mostraron altas puntuaciones de aceptabilidad global. En concordancia con los resultados de la M6 (50% matico y 50% cedrón). Si bien la mezcla M7 presentó altos valores de aceptabilidad aromática, su alta acidez probablemente haya influido para que los jueces no la califiquen con una alta puntuación en aceptabilidad global, a diferencia de la M6, que presenta la más alta aceptabilidad global y la más baja acidez. Ello indica que la aceptabilidad de una bebida análoga a la kombucha a base de estas hierbas estaría relacionada con una alta percepción aromática, pero con un bajo contenido de ácidos, lo cual debería ser controlado a partir de la regulación de las condiciones fermentativas [8,13,33].

#### IV. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, las mezclas con mayor contenido de molle presentaron mayor síntesis de ácidos orgánicos, con un similar comportamiento en la evolución del pH y el consumo de azúcares. Además, las mezclas constituidas por molle y matico presentaron una mayor cantidad de fenoles totales (> 120 mg equiv. ác. gálico/L), mientras que todas las mezclas mostraron una alta capacidad antioxidante (> 70% de inhibición del ABTS). Finalmente, según el análisis sensorial, se obtuvo una mayor aceptabilidad de las bebidas con matico y cedrón, especialmente la mezcla M6 y en menor grado las mezclas M2 y M3, lo que sugiere profundizar en el estudio a fin de determinar mezclas óptimas, que por un lado confieran beneficios para la salud desde el punto de vista de su perfil bioactivo, y por otro lado sean sensorialmente aceptable. Los resultados sugieren el potencial de estas plantas para la producción de nuevas bebidas, como fuente de compuestos antioxidantes, considerando que en

muchos casos estas plantas no son aprovechadas masivamente con fines industriales.

#### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte del proyecto UPN-20191001: “Valorización de principios bioactivos y desarrollo de nuevas aplicaciones de excedentes y residuos agroindustriales”.

#### REFERENCIAS

- [1] L. Brown, S. Caligiuri, D. Brown, and G. Pierce, “Clinical trials using functional foods provide unique challenges,” *Journal of Functional Foods*, vol. 45, pp. 233–238, 2018.
- [2] H. Pérez, “Nutracéuticos: componente emergente para el beneficio de la salud,” *ICIDCA*, vol. 40, no. 3, pp. 20-28, 2016.
- [3] B. Bigliardi, and F. Galati, “Innovation trends in the food industry: The case of functional foods,” *Trends in Food Science & Technology*, vol. 31, no. 2, pp. 118-129, 2013.
- [4] N. Derkyia, M. Acheampong, E. Mwin, P. Tetteh, and S. Aidoo, “Product design for a functional non-alcoholic drink,” *South African Journal of Chemical Engineering*, vol. 25, pp. 85-90, 2018.
- [5] M. Thakur, and R.K. Sharma, “Development of probiotic pomegranate beverage and its physico-chemical and microbial characterization,” *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, vol. 5, no. 1, pp. 35-41, 2017.
- [6] K. Bellassoued, F. Ghrab, F. Makni-Ayadi, J. Van Pelt, A. Elfeki, and E. Ammar, “Protective effect of kombucha on rats fed a hypercholesterolemic diet is mediated by its antioxidant activity,” *Pharmaceutical Biology*, vol. 53, no. 11, pp. 1699-1709, 2015.
- [7] S. Bhattacharya, R. Gachhui, and P.C. Sil, “Effect of Kombucha, a fermented black tea in attenuating oxidative stress mediated tissue damage in alloxan induced diabetic rats,” *Food and Chemical Toxicology*, vol. 60, pp. 328-340, 2013.
- [8] N. Yavari, M.M. Assadi, M.B. Moghadam, and K. Larijani, “Optimizing glucuronic acid production using tea fungus on grape juice by response surface methodology,” *Australian Journal of Basic Applied Science*, vol. 5, pp. 1788-1794, 2011.
- [9] P. Dipti, B. Yogesh, A.K. Kain, T. Pauline, B. Anju, M. Sairam, B. Singh, S.S. Mongia, G.I. Kumar, and W. Selvamurthy, “Lead-induced oxidative stress: beneficial effects of kombucha tea,” *Biomedical and Environmental Sciences*, vol. 16, no. 3, pp. 276-282, 2003.
- [10] J.M. Kapp, and W. Sumner, “Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit,” *Annals of Epidemiology*, vol. 30, pp. 66-70, 2019.
- [11] A. Ebrahimi, S. Ghods, F. Keyghobadi, and M. Ebrahimi, “Chemical composition of garlic fermented in red grape vinegar and kombucha,” *Journal of Functional Foods*, vol. 34, pp.347-355, 2017.
- [12] Y. Yamada, P. Yukphan, H.T.L. Vu, Y. Muramatsu, D. Ochaikul, S. Tanasupawat, and Y. Nakagawa, “Description of *Komagataeibacter* gen. nov., with proposals of new combinations (*Acetobacteraceae*),” *The Journal of General and Applied Microbiology*, vol. 58, no. 5, pp. 397-404, 2012.
- [13] S. Villarreal, S. Beaufort, J. Bouajila, J. Souchard, and P. Taillandier, “Understanding kombucha tea fermentation: A review,” *Journal of Food Science*, 83(3): 580-588, 2018.
- [14] B. Bauer-Petrovska, and L. Petrushevska-Tozi, “Mineral and water-soluble vitamin contents in the kombucha drink,” *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 35, pp. 201-205, 2000.
- [15] A. Rizner, M. Hadolin, Z. Knez, and D. Bauman, “Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with  $\alpha$ -tocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil,” *Food Chemistry*, vol. 71, no. 2, pp. 229-233, 2000.
- [16] K. Wang, X. Gan, X. Tang, S. Wang, and H. Tan, “Determination of D-saccharic acid-1,4-lactone from brewed kombucha broth by high-performance capillary electrophoresis,” *Journal of Chromatography B*, vol. 878, pp. 371-374, 2010.
- [17] A. Velicanski, D. Cvetkovic, and S. Markov, “Characteristics of Kombucha fermentation on medicinal herbs from *Lamiaceae* family,”

- Romanian Biotechnological Letters, vol. 18, no. 1, pp. 8034- 8042, 2013.
- [18] M. Ragone, M. Sella, P. Conforti, M. Volonté, and A. Consolini, "The spasmolytic effect of *Aloysia citriodora* Palau (South American cedron) is partially due to its vitexin but not isovitexin on rat duodenums," *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 113, no. 2, pp. 258-266, 2007.
- [19] J. Alonso, and C. Desmarchelier, *Plantas medicinales autóctonas de la argentina: bases científicas para su aplicación en atención primaria de la salud*, Buenos Aires: Corpus Libros Médicos y Científicos, 2015.
- [20] N. Backhouse, C. Delporte, C. Apablaza, M. Farias, L. Goity, S. Arrau, R. Negrete, C. Castro, and H. Miranda, "Antinociceptive activity of *Buddleja globosa* (matico) in several models of pain," *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 119, no. 1, pp. 160-165, 2008.
- [21] M. Fuentes, C. Sepulveda, M. Alarcon, I. Palomo, and E. Fuentes, "*Buddleja globosa* (matico) prevents collagen-induced platelet activation by decreasing phospholipase C-gamma 2 and protein kinase C phosphorylation signaling," *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, vol. 8, no. 1, pp. 66-71, 2017.
- [22] M. Letelier and E. Ossandon, "Use of a standardised dry extract of leaves of *Buddleja globosa* hope, BG-126, for the treatment and prevention of gastrointestinal disorders caused by treatment with nitrofurantoin and other antimicrobials,," U.S. Patent WO/2012/100365, October 2014.
- [23] E. Abdel-Sattar, A. Zaitoun, M. Farag, S. El-Gayed, and F. Harraz, "Chemical composition, insecticidal and insect repellent activity of *Schinus molle* L. leaf and fruit essential oils against *Trogoderma granarium* and *Tribolium castaneum*," *Natural Product Research*, vol. 24, no. 3, pp. 226-235, 2010.
- [24] K. Hosni, M. Jemli, S. Dziri, Y. Mrabet, A. Ennigrou, A. Sghaier, H. Casabianca, E. Vulliet, N. Brahim, and H. Sebei, "Changes in phytochemical, antimicrobial and free radical scavenging activities of the Peruvian pepper tree (*Schinus molle* L.) as influenced by fruit maturation," *Industrial Crops and Products*, vol. 34, no. 3, pp. 1622-1628, 2011.
- [25] M. Martins, S. Arantes, F. Candeias, M. Tinoco, and J. Cruz, "Antioxidant, antimicrobial and toxicological properties of *Schinus molle* L. essential oils," *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 151, no. 1, pp. 485-492, 2014.
- [26] A. Ferrero, J. Werdin, and C. Sánchez, "Biological activity of *Schinus molle* on *Triatoma infestans*," *Fitoterapia*, vol. 77, no. 5, pp. 381-383, 2006.
- [27] G. Ruberto, and M.T. Baratta, "Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model systems," *Food Chemistry*, vol. 69, no. 2, pp. 167-174, 2000.
- [28] R. Jayabalan, S. Baskaran, S. Marimuthu, K. Swaminathan, and S.E. Yun, "Effect of kombucha tea on aflatoxin B1 induced acute hepatotoxicity in albino rats-prophylactic and curative studies," *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, vol. 53, no. 4, pp. 407-416, 2010.
- [29] L. Gutiérrez, M. Miranda, N. Varona, and A. Rodríguez, "Validación de 2 métodos espectrofotométricos para la cuantificación de taninos y flavonoides (quercetina) en *Psidium guajaba* L.," *Revista Cubana de Farmacia*, vol. 34, no. 1, pp. 1561-2988, 2000.
- [30] A. Floegel, D.O. Kim, S.J. Chung, S.I. Koo, and O.K. Chun, "Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods," *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 24, no. 7, pp. 1043-1048, 2011.
- [31] P. Molyneux, "The use of a stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity," *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, vol. 26, no. 2, pp. 211-219, 2004.
- [32] NTP-ISO 8586:2014 (revisada el 2019), Análisis sensorial. Directrices generales para la selección, formación y supervisión de catadores seleccionados y catadores expertos, Lima, Perú.
- [33] M. Sievers, C. Lanini, A. Weber, U. Schuler-Schmid, and M. Teuber, "Microbiology and fermentation balance in a Kombucha beverage obtained from a tea fungus fermentation," *Systematic and Applied Microbiology*, vol. 18, no. 4, pp. 590-594, 1995.
- [34] I. Vieitez, L. Maceiras, I. Jachmanian, and S. Albore, "Antioxidant and antibacterial activity of different extracts from herbs obtained by maceration or supercritical technology," *The Journal of Supercritical Fluids*, vol. 133, no. 1, pp. 58-64, 2017.
- [35] A. Mensah, J. Sampson, P. Houghton, P. Hylands, J. Westbrook, M. Dunn, M. Hughes, and G. Cherry, "Effects of *Buddleja globosa* leaf and its constituents relevant to wound healing," *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 77, no. 2-3, pp. 219-226, 2001.
- [36] F. Cáceres, "Formulación de una crema a base de extracto hidroalcohólico de las hojas de *Schinus molle* L. 'molle'," Tesis, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú, 2018.
- [37] H. Skaltsa, and G. Shammass, "Flavonoids from *Lippia citriodora*," *Planta Medica*, vol. 54, no. 5, pp. 465, 1988.
- [38] A. Carnat, A.P. Carnat, O. Chavignon, A. Heitz, R. Wylde, and J.L. Lamaison, "Luteolin 7-diglucuronide, the major flavonoid compound from *Aloysia triphylla* and *Verbena officinalis*," *Planta Medica*, vol. 61, pp. 490, 1995.
- [39] R. Jayabalan, R.V. Malbaša, and M. Sathishkumar, "Kombucha tea: metabolites," *Fungal Metabolites*, vol. 1, pp. 1-14, 2016.
- [40] G. Sanderson, and R. Selvendran, "The organic acids in tea plants. A study of the non-volatile organic acids separated on silica gel," *Journal Science of Food Agriculture*, vol. 16, pp. 251-258, 1965.
- [41] S. Chu, and C. Chen, "Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombucha," *Food Chemistry*, vol. 98, pp. 502-507, 2006.
- [42] J. Vitas, A. Cvetanović, P. Mašković, J. Švarc-Gajić, and R. Malbaša, "Chemical composition and biological activity of novel types of kombucha beverages with yarrow," *Journal of Functional Foods*, vol. 44, pp. 95-102, 2018.
- [43] C. Fu, F. Yan, Z. Cao, F. Xie, and J. Lin, "Antioxidant activities of kombucha prepared from three different substrates and changes in content of probiotics during storage," *Food Sciences Technology-Brazil*, vol. 34, pp. 123-126, 2014.
- [44] W. Brand-Williams, M.E. Cuvelier, and C. Berset, "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity," *LWT-Food Science and Technology*, vol. 28, no. 1, pp. 25-30, 1995.
- [45] M. Montaño, and G. Santafé, "Evaluación de la actividad antioxidante de esponjas marinas del Caribe colombiano," *Actualidades Biológicas*, vol. 33, no. 95, pp. 173-181, 2011.
- [46] J. Solanilla, O. Lombo, E. Murillo, and J. Méndez, "Valoración del potencial antioxidante de *Mollinedia racemosa* (romadizo)," *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, vol. 16, no. 2, pp. 151-163, 2011.