

## Caracterización Físicoquímica y Microbiológica de un Vino de Frutas a base de Tamarindo (*Tamarindus indica* L.) y Carambola (*Averrhoa carambola* L.)

Harold A. Pájaro-Escobar<sup>1</sup>, Jorge Benedetti<sup>1</sup> y Luis A. García-Zapateiro<sup>1\*</sup>

(1) Facultad de Ingeniería. Departamento de Operaciones Unitarias. Grupo de Investigación Ingeniería de Fluidos Complejos y Reología de Alimentos (IFCRA). Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias. Colombia (Email: [lgarciaz@unicartagena.edu.co](mailto:lgarciaz@unicartagena.edu.co))

\* Autor a quien debe ser dirigida la correspondencia:

Recibido Mar. 8, 2018; Aceptado May. 16, 2018; Versión final Jun. 13, 2018, Publicado Oct. 2018

---

### Resumen

El objetivo principal de la presente investigación fue caracterizar físicoquímica y microbiológicamente un vino a base de frutas de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) y carambola (*Averrhoa carambola* L.) como alternativa para la explotación y aprovechamiento de estas frutas poco conocidas. La elaboración del vino implicó la fermentación de las frutas. Se procedió primero a extraer el mosto por medio del prensado y estrujado de las frutas, luego se realizó la debida fermentación durante un periodo de 12 días. Al cabo de este tiempo se detuvo la fermentación y el mosto se sometió a un proceso de clarificación y filtración para obtener un vino con una graduación alcoholimétrica de 8.89 y dentro de los parámetros establecidos por la Norma Técnica Colombiana 708 para vinos de frutas. Los resultados de los análisis microbiológicos estuvieron dentro del rango permitido para las pulpas y el vino de frutas obtenido.

*Palabras clave:* tamarindo (*tamarindus indica* L.); carambola (*averrhoa carambola* L.); fermentación; vino joven de frutas; bebidas alcohólicas

## Physicochemical and Microbiological Characterization of a Fruit Wine based on Tamarindo (*Tamarindus indica* L.) and Carambola (*Averrhoa carambola* L.)

### Abstract

The main objective of this research was to physicochemically characterize and microbiologically analyze a wine based on tamarind fruits (*Tamarindus indica* L.) and carambola (*Averrhoa carambola* L.) as another alternative for the exploitation and use of these little-known fruits. The elaboration of the wine implied the fermentation of the fruits. First the must was extracted by means of pressing and crushing the fruits, then the proper fermentation was carried out during a period of 12 days. At the end of this time the fermentation was stopped and the must underwent a process of clarification and filtration to obtain a wine with an alcoholic strength of 8.89 and within the parameters established by the Colombian Technical Standard 708 for fruit wines. The results of the microbiological analyzes were within the acceptable range for the pulp and fruit wine obtained.

*Keywords:* tamarind (*tamarindus indica* L.); carambola (*averrhoa carambola* L.); fermentation; young fruit wine; alcoholic drinks.

## INTRODUCCIÓN

Colombia es uno de los países con mayor variedad de frutas en el mundo. Su diversidad geográfica, con todas las clases de suelo y climas, permite que 51.220 especies de plantas florezcan, segundo en número después de Brasil. Al menos 150 frutos son originarios de Colombia y otros 50 frutos están aclimatadas procedentes de África, Asia, Eurasia y Australia (Contreras-Calderón et al., 2011). Además, se identifica por ser un país tropical y con gran variedad de frutas consideradas como exóticas, pero no aprovechadas, por el poco conocimiento de su existencia. De no conocer sobre estas frutas y por lo tanto no aprovecharlas, en especial la carambola (*Averrhoa carambola L.*) nace la inquietud de utilizarla en combinación con el tamarindo (*Tamarindus indica L.*) para obtener bebidas alcohólicas fermentadas como alternativa de aprovechamiento de estas frutas.

Los vinos de frutas son el producto resultante de la fermentación alcohólica normal de mostos de frutas frescas y sanas distintas a la uva, mostos, concentrados de frutas sanas, que han sido sometidos a las mismas prácticas que los vinos de uva y cuya graduación alcohólica mínima es de 6 grados alcoholímetros (Ley de normatividades de bebidas alcohólicas. Decreto 1686, 2012). Durante la fermentación alcohólica, el zumo de fruta puede sufrir una serie de variaciones que se pueden controlar. Dependiendo de la fruta utilizada, hay algunos parámetros importantes que se tendrán que mantener para la aceptación de los consumidores finales, tales como el color (Petraovic Tominac et al., 2013), aroma (Koppel, Anderson, y Chambers, 2015; Molina et al., 2009) y el sabor distintivo, más otros como sus propiedades funcionales.

Diversos investigadores han estudiado la utilización de frutas diferentes a las uvas en la obtención de vinos, buscando la idoneidad y resultados satisfactorios en cuanto a graduación alcohólica y propiedades sensoriales. Dias et al., (2007) elaboraron un vino de frutas a partir de la fermentación con pulpa de fruta de cacao (*Theobroma cacao L.*) y evaluaron su aceptación, encontrando que la concentración de alcoholes, metanol, ésteres y acetaldehído estaban de acuerdo con los estándares establecidos para el vino de mesa. Además el análisis sensorial reveló un alto grado de aceptación entre la gran mayoría de los catadores. Gong et al., (2017), obtuvieron concentraciones de 11.2% de alcohol a partir de la fermentación de frutas de Pitaya concluyendo así la viabilidad de producir vinos a partir de Pitaya con excelentes características físicoquímicas y con un sabor único y un rico valor nutricional. Por su parte Duarte et al., (2010) produjeron vinos de fruta a partir de pulpas de gabirola, cacao, umbu, cupuassu y jaboticaba, mostrando resultados satisfactorios en cuanto a contenido de etanol, azúcar y compuestos minoritarios, concluyendo así que el uso de frutas tropicales en la producción de vinos de fruta es una alternativa viable que permite el uso de frutas subutilizadas.

La carambola es una fruta originaria y propia de Indonesia y Malasia. Su cultivo se ha extendido a otros países tropicales de Asia y América. Los principales países productores hoy en día son Tailandia, Brasil, Colombia y Bolivia. La carambola es una fruta exótica muy cotizada en los mercados internacionales, conocida popularmente como "fruta estrella" (Morales, 1994). Es una fruta con alto contenido de vitamina C (35 mg/100 g) y ácido oxálico. Cien gramos de fruta contienen 0.38 gramos de proteína, 0.08 gramos de grasa, y aproximadamente 0.85 gramos de fibra. Es una buena fuente de potasio y contribuye con cantidades pequeñas de otros minerales (Orduz y Rangel, 2002). Esta fruta ha sido utilizada en la elaboración de vinos, obteniendo en condiciones óptimas de proceso un porcentaje de etanol del 12.15 % (v/v) mostrando además una muy buena aceptabilidad sensorial en cuanto a sabor, aroma y claridad, con un cuerpo y un regusto moderadamente buenos (Paul y Sahu, 2014). Además, Valim et al., (2016) obtuvieron un contenido de alcohol de 11.15% (v/v) en un vino a partir de la fermentación de la fruta estrella (Carambola) utilizando una levadura comercial liofilizada (*Saccharomyces cerevisiae*). El estudio demostró la viabilidad de utilizar esta fruta para obtener vinos con una graduación alcohólica aceptable.

El tamarindo es una vaina de color café de forma alargada semiurbana de 6 a 20 cm de longitud y de 3 a 4 cm de ancho, en periodo de maduración las vainas se tornan de un ligero color pardo con epicarpio quebradizo, conteniendo varias semillas usualmente de 3 a 10 envueltas por una pulpa fibrosa de color café oscuro (Cecchini, 1983). La acidez de su fruto y de sus hojas se debe principalmente a la presencia de ácido tartárico, ácido cítrico y ascórbico. El uso del fruto en bebidas refrescantes es muy saludable, pues su pulpa también es rica en el complejo vitamínico B. A la pulpa del fruto se le atribuyen propiedades antipiréticas, antiescorbúticas, y es empleada en enfermedades relacionadas con el exceso de colesterol y ácido úrico (Shankaracharya, 1998). Este fruto es de gran valor en la región caribe, por sus propiedades sensoriales y gran aceptación dentro de la sociedad, de igual manera la carambola (*Averrhoa carambola L.*), esta fruta se encuentra distribuida en una amplia gama de departamentos de Colombia (Valle del Cauca, Córdoba, Antioquia, Quindío, Tolima, Meta, zona Caribe, etc.), aunque no en grandes extensiones y además siendo muy poco estudiada limitándose a su consumo directo o producción de algunos jugos, por lo que en la presente investigación se busca la integración de dos frutos de gran importancia en la región caribe y su utilización en la producción de un vino a base de la mezcla de estos frutos para la obtención de una bebida

alcohólica original y con propiedades sensoriales únicas; algunos autores han realizado obtención de vinos a partir de tamarindo en mezcla con otra fruta, obteniendo buenos resultados en materia de graduación alcoholimétrica. Mbaeyi-Nwaoha y Ajumobi (2015), evaluaron la producción de vino de mesa usando tamarindo (*Tamarindus indica*) y guanábana (*Annona muricata*), obteniendo un contenido alcohólico de 8,14% (v/v) y mostrando una buena aceptabilidad general.

La presente investigación se realizó con el fin de obtener y caracterizar físicoquímica y microbiológicamente un vino a base de frutas de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) y carambola (*Averrhoa carambola* L.), obtenido directamente por fermentación del mosto y que cumpla con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Colombiana 708 para vinos de frutas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las materias primas, tamarindo (*Tamarindus indica* L.) y Carambola (*Averrhoa carambola* L.) de la variedad I cambola fueron adquiridas en el municipio de Arjona (Bolívar), cultivadas en la Finca del Señor Pedro Gómez Romero. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Cepa N° 7013) seleccionada en Corbières por el INRA de Narbona tipo starter de la marca fermivin producida por OENOBANDS, la tiamina, metabisulfito sódico, gelatina y benzoato de sodio fueron adquiridos en Química del Caribe S.A.S (Cartagena).

### Proceso de obtención del vino de tamarindo y carambola

El procedimiento para la obtención del vino fue el descrito por García et al., (2016), con algunas modificaciones. La corrección del mosto se realizó evaluando su °Brix y pH, normalmente las frutas por ser tropicales no tienen una cantidad de azúcar suficiente como para realizar la fermentación simplemente a partir de ella, así que se opta por agregar azúcar convencional para obtener al final del mezclado e inicio de fermentación un mosto con mínimo 17 °Brix (17 – 23). El azúcar añadido se calculó en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Azúcar añadida} = \frac{P_j (\text{°Bd} - \text{°Ba})}{100 - \text{°Bd}} \quad (1)$$

En donde: P<sub>j</sub>= Peso del jugo.                      °Bd= Grados Brix deseados.                      °Ba= Grados Brix actuales.

Inicio de la fermentación alcohólica: fenómeno de origen microbiológico donde hongos unicelulares llamados levaduras transforman el azúcar presente en el mosto en alcohol etílico, gas carbónico y algunas otras sustancias. El proceso es exotérmico y anaeróbico. GLUCOSA ALCOHOL + CO<sub>2</sub> + ENERGÍA (Kolb, 2002).

La levadura utilizada fue del tipo *Saccharomyces cerevisiae* y se adicionaron agentes de crecimiento como Tiamina (1 gr). En un recipiente se colocó 100 ml de agua hervida (37 °C), y la levadura (la cantidad de levadura a utilizar fue de 25 gramos). Se mezcló bien y se dejó reposar en un lugar abrigado por 20 minutos. La levadura activada se añadió al mosto, se mezcló suavemente, luego se cerró el envase de fermentación herméticamente colocando en la tapa una trampa de aire. Luego se dejó fermentar por 12 días. La trampa de aire consiste en un tapón con un agujero en el centro por donde pasa una manguera que va desde la superficie del mosto hasta una botella con agua. Al término de los 12 días se adicionó 5 gr de Meta bisulfito de sodio (bactericida) para parar la fermentación. El meta bisulfito de sodio inhibe el proceso de fermentación atacando a las levaduras. Lo demás procesos hasta el acabado final fueron los descritos por García et al., (2016).

### Formulación base del vino de frutas

En la tabla 1, se presenta la formulación para 20 L de vino base útil, se formularon 3 lotes con similares formulaciones.

Tabla 1: Composición y cantidades para elaborar 20 litros de vino útil de tamarindo y carambola.

Composición	Cantidad
Mosto de tamarindo y carambola	2.4 L
Azúcar	2597 gr.
Agua	20 L
Tiamina	1 capsula (1 gr.)
Levadura Fermivin	25 gr.

### Caracterización físicoquímica de la materia prima y el mosto base

Para el análisis de la materia prima se tomaron en cuenta dos aspectos fundamentales como fueron el pH y °Brix (sólidos solubles). El pH se determinó por lectura directa pHmetro glp 21 (aoac 943.02) y los sólidos solubles se determinaron por medio de un refractómetro (aoac Método 932.12).

### Caracterización físicoquímica del vino de frutas

Los análisis físicoquímicos para productos fueron analizados por triplicado usando los métodos descritos por la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (aoac, 1998). Extracto seco aoac - Método 920.47, Acidez volátil aoac - Método 950.21. Acidez total aoac - Método 945.08; 26.1.23. Anhídrido sulfuro total aoac - Método 960.16. Metanol aoac Método 972.11; 26.1.36. Grado alcohólico por alcoholimetría aoac - Método 957.03; 26.1.08 donde el contenido alcohólico es el porcentaje de etanol, en volumen, determinado a la temperatura de 20 °C, en el producto que se analiza. Se expresa en grados alcoholímetros. El pH se determinó por lectura directa pHmetro glp 21 (aoac 943.02). Además, se utilizaron las normas técnicas colombianas para bebidas alcohólicas las cuales fueron para determinar los sulfatos (NTC 5096, 2002), cloruros (NTC 61, 2002), hierro (NTC 5294, 2004), cobre (NTC 5295, 2004), Azúcares totales (NTC 5146, 2003).

### Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos para las pulpas de tamarindo y carambola se realizaron según la Norma Técnica Colombiana 404 (NTC 404, 2007), las pruebas que se realizaron fueron de coliformes totales (nmp), recuento de mesófilos aerobios (ufc/ml) y recuento de hongos y levaduras (ufc/ml) las cuales fueron leídas a las 24 y 48 horas. Para el caso del vino se adaptó la norma NTC 404, como también, al producto obtenido embotellado en formato de 750 ml verde ámbar, y siguiendo parámetros de NTC 708 se les realizó la prueba para los vinos de frutas que deben resistir, sin alterarse, una incubación durante 48 h en estufa a una temperatura de 37 °C.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis inicial de las pulpas de carambola y tamarindo, y del mosto base obtenido, se tuvieron en cuenta dos aspectos fundamentales como fueron los °Brix y el pH, como se muestra en la tabla 2. La pulpa de carambola presentó valores de 16 °Brix y un pH de 3.9, estos valores se correlacionan con los reportados en investigaciones previas que indica que la carambola debe presentar un color amarillento de la cáscara total que implica de 16 - 18 °Brix y debido a que esta carambola pertenece a las del tipo dulce el pH debe estar comprendido entre 3.8 - 4.2 (Phan, 1979). Para la pulpa de tamarindo el valor de °Brix obtenido fue de 12, el cual está dentro de los valores para un tamarindo en un óptimo estado de maduración entre 12 a 14 °Brix, esta fruta es considerada como ácida y su pH está comprendido entre los 2 - 2.7 (Hernández, 1980), el valor obtenido en el análisis fue un pH de 2.5, por lo cual concuerda con los valores establecidos.

Tabla 2: Análisis físicoquímico materia prima y mosto

Prueba	Carambola	Tamarindo	Mosto Base
°Brix	16	12	23
pH	3.9	2.5	3.7

El resultado del mosto inicial obtenido de la mezcla de las pulpas fue de 13 °Brix, para dar inicio al proceso de fermentación alcohólica se tuvo que realizar la corrección del mosto con la adición de azúcar (Tabla 1), en una cantidad de 2597 gr, lo cual nos ajustó el mosto hasta los 23 °Brix, este valor se encuentra dentro de los parámetros requeridos para el aprovechamiento del sustrato en la producción de alcohol del vino base (García et al., 2016). El pH del mosto fue de 3.7 el cual no fue necesario corregirlo ya que el valor estaba cercano a 4, lo que indica que presentaba las adecuadas condiciones para la fermentación y obtención del vino de frutas (Amerine et al., 1980).

### Caracterización físicoquímica del vino joven de tamarindo y carambola

En la tabla 3 se presentan los resultados de la caracterización físicoquímica del vino joven de tamarindo (*Tamarindus indica L.*) y carambola (*Averrhoa carambola L.*), los tres lotes elaborados presentaron valores similares con base a la formulación establecida en la tabla 1, con una desviación estándar de < 0.01. El contenido final de alcohol expresado en grados alcoholimétricos fue de  $\pm 8.89^\circ$ , el cual está dentro del valor mínimo establecido por la Norma Técnica Colombiana 708 para vinos de frutas. Mundaragi y Thangadurai (2017) obtuvieron un vino a partir de la Ciruela de natal (*Carissa spinarum L.*) con valores similares en cuanto

a graduación alcohólica (8.3°). Los valores de acidez total y volátil fueron de 5.25 g/dm<sup>3</sup> y 0.11 g/dm<sup>3</sup>, respectivamente. Un pH bajo en vinos puede contribuir a una mejor calidad de los productos, Amerine et al., (1980) recomiendan que la acidez volátil de un vino joven debe ser menor a 0.07 g/dm<sup>3</sup>. El vino de frutas presentó 0.8 g/dm<sup>3</sup> de azúcares totales lo que lo clasifica como vino seco, los valores de pH (3.07) y de extracto seco reducidos (13.5 g/dm<sup>3</sup>) estuvieron en los rangos permitidos por la norma; valores similares fueron reportados por García et al., (2016) para un vino joven de borjón, el cual presentó 0.5 g/dm<sup>3</sup> de azúcares totales, pH de 3.5 y con valores de extracto seco reducidos de 16.377 g/dm<sup>3</sup> (NTC 708, 2007).

La presencia de valores adecuados de anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>) en vinos permite que estos sean menos oxidados, de mejor color y aroma; y con una menor acidez volátil. Por el contrario, la presencia de altas concentraciones de este compuesto en el vino puede alterar el aroma y el sabor de este; provocar la formación excesiva de sulfuro de hidrógeno y mercaptanos, generando aromas desagradables en el vino; y puede ser nocivo para la salud del consumidor (Zamora et al., 2005). El límite permisible de este compuesto de acuerdo a la Norma Técnica 708 es de 350 mg/dm<sup>3</sup>, para el vino de frutas el valor de anhídrido sulfuroso fue de 200 mg/dm<sup>3</sup>, por lo cual cumple con la norma y asegura la generación de aromas y sabores agradables en el vino de frutas. Valores mucho más bajos fueron reportados por Ronquillo et al., (2016) para un vino de naranja, el valor obtenido fue de 30 mg/dm<sup>3</sup>, este bajo valor lo atribuyen a utilizar el SO<sub>2</sub> de manera insoluble, en forma de sulfito bórico.

El metanol se conoce como alcohol de madera, y está presente en diferentes procesos de obtención de bebidas alcohólicas como parte normal del proceso de fermentación, encontrándose en menor o mayor proporción dependiendo de las condiciones del proceso (Tirado, Acevedo y Montero, 2015). El contenido de metanol del vino estuvo en el rango permitido (<0.1), siendo casi imperceptible. Este valor estuvo muy por debajo de algunos de los datos reportados por Cabaroglu (2005), quien en su investigación para determinar los contenidos de metanol de vinos varietales de Turquía, encontró que los niveles de metanol variaron desde 30.5 hasta 121.4 mg/L en los vinos blancos, 62.5 a 84.6 mg/L en rosado, y 61.0 a 207.0 mg/L en los vinos tintos. Los valores de los compuestos de cobre y hierro fueron de 0.55 mg/dm<sup>3</sup> y 0.08 mg/dm<sup>3</sup>, respectivamente, los cuales están en el rango de valores permitidos por la norma y por lo cual no representa ningún peligro para los consumidores, ya que casi todos los metales son tóxicos en concentraciones altas y algunos de ellos constituyen venenos graves e incluso a concentraciones bajas (Badui, 2006). Valores diferentes fueron reportados por Mundaragi y Thangadurai (2017) para cobre y hierro en su vino obtenido, el cual presentó 0.25 mg/dm<sup>3</sup> y 0.097 mg/dm<sup>3</sup> respectivamente. Por otro lado, los valores para sulfatos y cloruros fueron de 0.832 g/dm<sup>3</sup> y 0.023 g/dm<sup>3</sup>, respectivamente. Los cuales estuvieron dentro de los rangos mínimos y máximos exigidos por la Norma Técnica Colombiana (NTC 708, 2007).

En general el vino joven de tamarindo y carambola presentó resultados aceptables, ya que están dentro de los parámetros legales de la Norma Técnica Colombiana 708, asegurando de esta forma su consumo y lo más importante en otra alternativa para la explotación y aprovechamiento de las frutas de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) y carambola (*Averrhoa carambola* L.).

Tabla 3: Resultados de los parámetros físicoquímicos y químicos del Vino de tamarindo y carambola

Descripción del ensayo	Valores		
	Mínimo	Máximo	Lote de referencia
Contenido de Alcohol Destilado, expresado como %v/v a 20 °C	6	-	±8.89 <sup>a</sup>
Acidez total expresada como ácido tartárico en g/dm <sup>3</sup> de vino	3.5	10	5.25
Acidez volátil expresada como ácido acético en g/dm <sup>3</sup> de vino.	-	1.2	0.11
Metanol en mg/dm <sup>3</sup> de alcohol anhidro	-	1000	<0.1
Azúcares totales previa inversión expresados como glucosa, en g/dm <sup>3</sup> – Seco	0	15	0.8
Extracto seco reducido en g/dm <sup>3</sup> de vino	10.0	-	13.5
Sulfatos expresados como sulfato de sodio, en g/dm <sup>3</sup> de vino	-	2.0	0.832
Cloruros expresados como cloruro de sodio, en g/dm <sup>3</sup> de vino	-	1.0	0.023
Anhídrido sulfuroso total en mg/dm <sup>3</sup> de vino	-	350	200
Hierro expresado como Fe en mg/dm <sup>3</sup> de vino	-	8.0	0.08
Cobre expresado como Cu en mg/dm <sup>3</sup> de vino	-	1.0	0.55
pH	2.8	4.0	3.07

### Caracterización microbiológica

En la tabla 4 se presentan los resultados de las pruebas microbiológicas de las pulpas y los lotes de vino joven de fruta obtenido para garantizar su inocuidad. En la tabla, NMP/ml es el número más probable por mililitro. UFC/g son las unidades formadoras de colonias por gramo. N.D. significa No detectable por el límite inferior de detención del método utilizado. Se realizó el recuento de coliformes (totales y fecales), recuento de mesófilos y recuento de hongos y levaduras. De acuerdo con la Norma Técnica Colombiana 404 (NTC 404, 2007), para la pulpa de tamarindo el recuento de coliformes totales y de mesófilos fue <3 nmp y 90 ufc/g, respectivamente, así como la presencia de hongos y levaduras (3 ufc/g). De acuerdo con los anteriores resultados y la normativa, el recuento está dentro de los rangos permitidos para la pulpa, cuyos resultados son similares a los obtenidos por Tirado, Acevedo y Montero (2014). Los resultados microbiológicos para la pulpa de carambola estuvieron dentro de los rangos de aceptabilidad exigidos por la Norma Técnica Colombiana 404 (NTC 404, 2007), el recuento de coliformes totales, mesófilos, hongos y levaduras fue de 9 nmp, 100 ufc/g y  $4.5 \times 10^4$  ufc/g, respectivamente. Resultados cercanos, se presentaron en el recuento microbiano para pulpas de carambola y mango, realizado por Encina, Bernal y Rojas (2013), Hincapié et al., (2012), en la elaboración de una bebida energizante a partir de borjón (*Borojo apatinoi* Cuatrec.) y Granados et al., (2013) en una pulpa obtenida a partir de lulo (*Solanum quitoense*); todos los valores del recuento de aerobios mesófilos y los de mohos y levaduras se encontraron dentro de los parámetros de la legislación (NTC 404, 2007), lo cual indico unas buenas prácticas de higiene durante la obtención de la pulpa. Por lo anterior, se puede inferir que el procedimiento utilizado descrito por García et al., (2016) para los tres lotes, durante todo el proceso de obtención del vino de frutas de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) y carambola (*Averrhoa carambola* L.) fue adecuado e inocuo y está dentro de los estándares para este tipo de producto.

Para el caso del vino de frutas no existe una normatividad escrita en la legislación colombiana, razón por la cual se adaptó, y los resultados de esta investigación se compararon con la Norma Técnica Colombiana 404 (NTC 404, 2007), la cual establece también los requisitos microbiológicos para los jugos y pulpas de frutas pasteurizados o no. Los resultados del análisis microbiológico de vino joven se correlacionan con el contenido de la tabla 4 por el contenido de grado alcoholimétricos de 8.89° y por el Anhídrido Sulfuroso Total (SO<sub>2</sub>) de 200 mg/dm<sup>3</sup> de vino. Los efectos del anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>) son fundamentales en enología como antimicrobiano y antioxidásico, por el efecto antimicrobiano, actúa contra los microbios de mostos y de vinos. Estos microbios como mohos, levaduras fueron escasos y no se observó la presencia de bacterias salvajes (Frazier y Westhoff, 1978; Ribéreau-Gayon et al., 2006).

Tabla 4: Resultados de la caracterización microbiológica de las pulpas de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) y carambola (*Averrhoa carambola* L.) y del vino de fruta obtenido.

Análisis microbiológico	Pulpa de tamarindo ( <i>Tamarindus indica</i> L.)	Pulpa de carambola ( <i>Averrhoa carambola</i> L.)	Vino de fruta obtenido
NMP coliformes totales por ml	<3	9	N.D.
Recuento de Mesófilos aerobios UFC/g	90	100	N.D.
Recuento de Hongos y levaduras UFC/g	3	$4.5 \times 10^4$	<3

Por último, la prueba de resistencia según la norma técnica colombiana NTC 708 mostró una conservación y esto se relaciona con todos los resultados obtenidos de las pruebas físicoquímicas, microbiológicas y químicas en el proceso de incubación a 37 °C por 48 horas, en los resultados no se evidencia alteraciones en el vino de frutas obtenido.

### CONCLUSIONES

El vino de tamarindo y carambola presentó una graduación alcohólica de 8.89 y resultados aceptables que están dentro de los parámetros legales exigidos por la Norma Técnica Colombiana 708, además de poseer características distintivas de las frutas dando así un producto de calidad para los consumidores. Los resultados de los análisis microbiológicos estuvieron dentro de los rangos permitidos para las pulpas de tamarindo y carambola y para el vino final obtenido no fue detectado presencia de coliformes totales o mesófilos aeróbicos, dando como resultado un producto inocuo. Finalmente, con los resultados de este proyecto se impulsa el aprovechamiento de las frutas de tamarindo y carambola como materias primas para la obtención de bebidas alcohólicas de calidad y aptas para el consumo humano. Así como la integración de estos dos frutos de gran importancia en la región caribe y su utilización en la producción de un vino original y con propiedades sensoriales únicas.

## REFERENCIAS

- Amerine, M., H. Berg, R. Kunkee, R. Ough, V. Singeleton y A. Wes, *The technology of Wine Making*, 4ª Ed., Avi Publ CO. West port C.T, USA (1980)
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists, *Official methods analysis*, 6ª Ed., Arlington (1998)
- Badui, S., *Química de los Alimentos*, 4ª Ed., 395-400, Pearson Addison Wesley, México D.F. (2006)
- Cabaroglu, T., *Methanol contents of Turkish Varietal Wines and Effect of Processing*, doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.01.008, *Food Control*, 16(2), 177–181 (2005)
- Cecchini, T., *Enciclopedia de las Hierbas y Plantas Medicinales*, 1ª Ed., 441-442, De Veechi, Italia (1983)
- Contreras-Calderón, J., L. Calderón-Jaimes, E. Guerra-Hernández y B. García-Villanova, *Antioxidant capacity, Phenolic content and Vitamin C in pulp, Peel and Seed from 24 Exotic Fruits from Colombia*, doi.org/10.1016/j.foodres.2010.11.003, *Food Research International*, 44(7), 2047–2053 (2011)
- Decreto 1686 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social (Colombia). Por el cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que se deben cumplir para la fabricación, elaboración, hidratación, envase, almacenamiento, distribución, transporte, comercialización, expendio, exportación e importación de bebidas alcohólicas destinadas para consumo humano, Bogotá (2012)
- Dias, D., R. Schwan, E. Freire y R. Serôdio, *Elaboration of a Fruit Wine from Cocoa (Theobroma cacao L.) Pulp*, doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01226.x, *International Journal of Food Science & Technology*, 42(3), 319–329 (2007)
- Duarte, W., D. Dias, J. Oliveira, J. Teixeira, J. De Almeida e Silva y R. Schwan, *Characterization of different Fruit Wines made from Cacao, Cupuassu, Gabiroba, Jaboticaba and Umbu*, doi.org/10.1016/j.lwt.2010.03.010, *LWT - Food Science and Technology*, 43(10), 1564–1572 (2010)
- Encina, C., A. Bernal y D. Rojas, *Efecto de la Temperatura de Pasteurización y proporción de mezclas Binarias de Pulpa de Carambola y Mango sobre su capacidad Antioxidante Lipofílica*, *Ingeniería Industrial*, (31), 197-219 (2013)
- Frazier, W. y D. Westhoff, *Preservación by Food Additives*, 1ª Ed., 154-170, McGrawHill Book Company, New York, USA (1978)
- García, L., C. Flórez, J. Florez e Y. Marrugo, *Elaboración y Caracterización Físicoquímica de un Vino joven de Fruta de Borjón (B patinoi Cuatrec)*, en: *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 27(52), 507-519 (2016)
- Gong, X., Y. Yang, L. Ma, S. Peng y M. Lin, *Fermentation and Characterization of Pitaya Wine*, doi.org/10.1088/1755-1315/100/1/012029, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 100, 12029 (2017)
- Granados, C., M. Torrenegra, D. Acevedo y P. Romero, *Evaluación Físicoquímica y Microbiológica del aperitivo vínico de lulo (Solanum quitoense L.)*, doi.org/10.4067/S0718-07642013000600006, *Información Tecnológica*, 24(6), 11–12 (2013)
- Hernández, U., *Estudios Bioquímicos y Fisiológicos en pre y poscosecha de la Fruta del Tamarindo*, Tesis de maestría, Comisión Nacional de Fruticultura, CONAFRUT, México (1980)
- Hincapié, G., J. Palacio, S. Páez, C. Restrepo y L. Vélez, *Elaboración de una Bebida Energizante a partir de Borjón (Borojo apatinoi Cuatrec)*, *Rev. Lasallista Invest.*, 9(2), 33-43 (2012)
- Kolb, E., *Vinos de frutas Elaboración Artesanal e Industrial*. 1ª Ed., 120-132, Acribia S.A., Zaragoza, España (2002)
- Koppel, K., E. Anderson y E. Chambers, *Influence of Processing on Pomegranate (Punica granatum L.) Juice Flavor and Aroma*, doi.org/10.1002/jsfa.6799, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(5), 1066–1071 (2015)
- Mbaeyi-Nwaoha, I. y C. Ajumobi, *Production and Microbial Evaluation of table Wine from Tamarind (Tamarindus indica) and Soursop (Annona muricata)*, doi.org/10.1007/s13197-013-0972-4, *Journal of Food Science and Technology*, 52(1), 105–116 (2015)
- Molina, A., V. Guadalupe, C. Varela, J. Swiegers, I. Pretorius y E. Agosin, *Differential Synthesis of Fermentative Aroma compounds of Two related Commercial Wine yeast strains*, doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.03.116, *Food Chemistry*, 117(2), 189–195 (2009)
- Morales, A., *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y en la Práctica*, 1ª Ed., 73-90, Acribia, Zaragoza, España (1994)
- Mundaragi, A. y D. Thangadurai, *Process Optimization, Physicochemical Characterization and Antioxidant Potential of novel Wine from an Underutilized Fruit Carissa spinarum L. (Apocynaceae)*, doi.org/10.1590/1678-457x.06417, *Food Science and Technology* (2017)
- NTC 61, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – Colombia. *Bebidas alcohólicas. Método para determinar el contenido de cloruros en vinos*, 2a actualización, Bogotá (2002)
- NTC 708, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – Colombia. *Norma Colombiana sobre bebidas alcohólicas en: vinos de frutas*, 5ta actualización, Bogotá (2000)
- NTC 404, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – Colombia, *Establece los requisitos y los métodos de ensayo que deben cumplir los jugos y pulpas de frutas*. 5ª Actualización, Bogotá (2007)
- NTC 5096, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – Colombia. *Bebidas alcohólicas. Método para determinar el contenido de sulfatos*. Bogotá (2002)

- NTC 5146, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – Colombia. Bebidas alcohólicas. Método para determinar el contenido de azúcar. Bogotá (2003)
- NTC 5294, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – Colombia. Bebidas alcohólicas. Métodos para determinar el contenido de hierro. Bogotá (2004)
- NTC 5295, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – Colombia. Bebidas alcohólicas. Métodos para determinar el contenido de cobre. Bogotá (2004)
- Orduz, R. y M. Rangel, Frutales tropicales potenciales para el piedemonte llanero, Manual de asistencia técnica N° 08, Pág. 72-75, Colombia (2002)
- Paul, S. y J. Sahu, Process Optimization and Quality Analysis of Carambola (*Averrhoa carambola* L.) Wine, doi.org/10.1515/ijfe-2012-0125, International Journal of Food Engineering (2014)
- Petravic-Tominac, V., A. Mesihovic, S. Mu-jadzic, J. Lisicar, D. Oros y D. Velic, Production of Blackberry Wine by Microfermentation Using commercial Yeast Fermol Rouge and Fermol Mediterranee, en: *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 78(1), 49–55 (2013)
- Phan, C., Respiración y Período Climatérico Respiratorio, 111 – 126, *Pantástico*, Er. Fisiología, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales, Continental, México (1979)
- Ribéreau-Gayon, P., D. Dubourdieu, B. Doneche y A. Lonvaud, Handbook of Enology, Vol. 1, 2ª Ed., In John Wiley y Sons, Ltd. The microbiology of wine and vinifications, New York (2006)
- Ronquillo, A., V. Lazcano, I. Pérez, S. Cabrera y M. Lazcano, Elaboración y Caracterización de Vino de Frutas e Infusión de Hierbas, *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1 (1), 366-371 (2016)
- Shankaracharya, N., Tamarind Chemistry, Technology and Uses, A critical appraisal. *J. Food Sci.Tech*, 35(3), 193-208 (1998)
- Tirado, D., D. Acevedo y P. Montero, Propiedades Reológicas de la Pulpa Edulcorada de Tamarindo (*Tamarindus indica* L.), *Rev. U.D.C.A. Act y Div. Cient*, 17(2), 495-501 (2014)
- Tirado, D., D. Acevedo y P. Montero, Caracterización del Ñeque, Bebida Alcohólica elaborada Artesanalmente en la Costa Caribe Colombiana. doi.org/10.4067/S0718-07642015000500011, *Información Tecnológica*, 26(5), 81–86 (2015)
- Valim, F., E. Aguiar-Oliveira, E. Kamimura, V. Alves y R. Maldonado, Production of Star Fruit Alcoholic Fermented Beverage, doi.org/10.1007/s12088-016-0601-9, *Indian Journal of Microbiology*, 56(4), 476–481 (2016)
- Zamora, F., M. Llaudy, R. Canals, P. Cabanillas y J. Canals, La Maceració Prefermentativa en fred; Efectes de l'extracció del color i dels compostos Fenòlics, i influencia del nivell de maduració del raïm. *ACE (Revista d'Enologia)*, 72, 11-14 (2005)