

# Elaboración de Licor Añejo con Almendras de Cacao Nacional (*Theobroma cacao* L.) residual de la clasificación para exportación

## *Elaboration of Aged Liquor with National Cocoa Almonds (*Theobroma cacao* L.) residual from the export classification*

Ángel Oliverio Fernández Escobar<sup>1</sup>, Guadalupe Cecibel Hidalgo Trejo<sup>1</sup>, Valery Rashel Vélez Reyna<sup>1</sup>, Nelson Ramiro Villegas Soto<sup>1</sup>, Jhunió Abrahán Marcía Fuentes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras

*afernandez@uteq.edu.ec, guadalupetre.hidalgo@uteq.edu.ec, valery.velez2015@uteq.edu.ec, nvillegas@uteq.edu.ec, jmarcia@unag.edu.hn*

**Resumen:** El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la maceración de residuos de almendras de cacao nacional en alcohol etílico rectificado para la obtención de licor añejo. El cacao se usó de forma tostada y sin tostar, y, en concentraciones distintas añadidas al alcohol etílico rectificado de 96.19 °GL contenidas en botellas de vidrio enrazadas a 4 L y dejadas en maceración durante 6 meses; el licor añejado se redujo a  $25 \pm 1$  °GL con una fracción de agua y otra de jarabe de sacarosa de 62.2 °Brix y se realizó la evaluación sensorial considerando los atributos de color, olor, sabor a cacao y preferencia. Se aplicó un diseño bifactorial completamente al azar, con 3 repeticiones. Se usó el software estadístico SPSS, y, el test de Friedman. Del ADEVA se estableció como mejor tratamiento el T<sub>2</sub> correspondiente a cacao nacional tostado y en cantidad de 500 g.

**Palabras clave:** cacao tostado, polifenoles, alcohol etílico, congenéricos.

**Abstract:** The objective of this research was to evaluate the effect of the maceration of national cocoa almond residues in rectified ethyl alcohol to obtain old liquor. The cocoa was used roasted and unroasted, and, in different concentrations, added to the 96.19 °GL rectified ethyl alcohol contained in glass bottles set at 4 L and left in maceration for 6 months; The aged liquor was reduced to  $25 \pm 1$  °GL with a fraction of water and another of sucrose syrup of 62.2 °Brix and the sensory evaluation was carried out considering the attributes of color, odor, cocoa flavor and preference. A bifactorial design was applied completely at random, with 3 repetitions. The SPSS statistical software was used, and the Friedman test. From the ADEVA, the T<sub>2</sub> corresponding to roasted national cocoa and in a quantity of 500 g was established as the best treatment.

**Keywords:** roasted cocoa, polyphenols, ethyl alcohol, congenics.

## 1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es el productor por excelencia de **Cacao** Arriba fino y de aroma, además de ser ricos en antioxidantes, cuya actividad agrícola ha constituido un rubro de relevancia económica por la calidad de esta materia prima para la industria chocolatera [1]. Las concentraciones de polifenoles en las semillas de cacao fluctúan entre 15 a 20% (p/p) y están compuestos por un 37 % de catequinas, 4% de antocianinas y 58% de proantocianidinas, estos contenidos dependen de las reacciones bioquímicas que se generan durante el proceso de fermentación [2].

Los residuos de cacao son una fuente fundamental de antioxidantes naturales, las cuales previenen la aparición de enfermedades, además de que aportan nutricionalmente macronutrientes y micronutrientes [3] [4]. Algunos estudios han evaluado el uso de los residuos de cascarillas de cacao y su efecto en el colón debido al aporte de fibra en pacientes con estreñimiento esto se debe al contenido de fibra dietética insoluble, mientras que el mucílago es buena fuente de fibra dietética soluble, ideal para uso de ingrediente directo en la formulación de alimentos ricos en fibra [5]. La composición química de la cascarilla de cacao es: celulosa 17.39%, hemicelulosa 6.38%, pectina 19.62% y lignina 32.4 %, pectinas del 12.50 al 45% [6].

La fermentación de las almendras de cacao se hace con el objeto de desarrollar los precursores del sabor a chocolate, los que interactúan en el proceso de tostado debido a la reacción de Maillard, desarrollando así los componentes específicos del aroma y sabor a chocolate como por ejemplo alcoholes, esteroides, fenoles, ácidos, entre otros, que contribuyen a una agradable impresión sensorial [7].

La selección de los granos o almendras de cacao destinados a exportación se realiza mediante una clasificadora mecánica que utiliza una gradación de malla de diferentes tamaños alrededor de un tambor cilíndrico giratorio con tornillo helicoidal en el interior para transportar los granos. Durante esta operación, se eliminan en primer lugar los granos rotos y los fragmentos de cáscara, luego por un costado se obtienen almendras de cacao pequeños, posteriormente los de tamaño medio y finalmente los granos grandes de mejor calidad de Grado I. Hay 3 grados de cacao en grano establecido por la Junta de la Industria del Cacao y el Café: Grado I, Grado II y defectuoso. Los granos de cacao defectuosos no se exportan y quedan como residuos o desperdicios. [8]

El licor añejo es una bebida envejecida, la cual extraen los compuestos fenólicos, aldehídos, esteroides, de un barril de madera de roble [9]. El siguiente trabajo consistió en evaluar el efecto de la maceración de almendras de cacao nacional en alcohol etílico rectificado para la obtención de licor añejo con características químicas y sensoriales aceptables. Los aldehídos, ésteres, apariencia, color, olor, sabor a cacao presentes en el licor añejo, fueron extraídos de las almendras de cacao nacional residual de la clasificación para exportación añejado en alcohol de 96.19 °GL por espacio de 6 meses de forma tostada y sin tostar, y, para determinar la preferencia, el licor se diluyó con jarabe de sacarosa y agua a  $25 \pm 1$  °GL. Se espera darle valor agregado a un residuo de un producto agrícola exportable.

## **2. TRABAJO RELACIONADO**

Existen diversas investigaciones que se refieren a la elaboración de varios subproductos con los residuos de cacao tales como:

Lo reportado por Hidalgo y Vera [10] indican que, son escasos los estudios involucrados al aprovechamiento de residuos en el Ecuador, por esto nace la necesidad de averiguar y decidir los diversos usos; y entre otros, desarrollar una tecnología de una bebida alcohólica macerada, con cascarilla de cacao, permitiendo dar valor agregado.

La elaboración del licor añejo tiene como fin obtener una bebida hidroalcohólica aromatizada, a través de diferentes métodos como: maceración, infusión o destilación de algunas sustancias naturales, alcoholes destilados aromatizados o adición de extractos, esencias o aromas, en cuanto a la proporción de azúcar dependiendo del tipo de licor que se desea obtener, consiguiendo un contenido alcohólico de 15° GL y alcanzando los 50° GL [11]. El añejamiento de bebidas es importante debido a que mejora los atributos de calidad, es caracterizado por la presencia de compuestos químicos, esencialmente aldehídos, esteroides y ácidos fenólicos que contribuyen al bouquet de los licores envejecidos [12] [13].

Según Miranda y Tula [14] la calidad del agua juega un rol importante en la fabricación de bebidas alcohólicas, se debe usar agua muy blanda, para que no se presente enturbiamientos en el producto acabado; esta opacidad suele ocurrir debido a la precipitación de los compuestos de calcio, magnesio, carbonatos, entre otros. Cuando se desea operar en frío, o para incorporar agua a los jarabes, es recomendable recurrir a agua destilada.

Según el INEN [15] [16], el agua utilizada para hidratar licores hasta los niveles establecidos debe ser potable, también puede ser desmineralizada, desionizada o destilada. Para el muestreo de análisis microbiológicos, físicos y químicos debe realizarse de acuerdo a los métodos establecidos para el agua potable y residual.

La calidad de los licores tiene estrecha relación con las propiedades de la mezcla de alcohol, agua, azúcar y tipo de materias vegetales que se combinan para su preparación, además sugieren cuidar el carácter de materias primas seleccionadas para su producción [17].

La preferencia de un alimento y bebida refrescante o alcohólica depende de diversos factores, entre ellos destaca propiedades sensoriales como el color, sabor, aspecto, aroma y textura; así mismo, los compuestos aroma y sabor se encuentran en menor concentración tienen un efecto fundamental en la calidad y aceptación [18].

### 3. METODOLOGÍA

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Bromatología de la Finca Experimental “La María” perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicado en el km 7 ½ de la vía Quevedo-El Empalme, Recinto San Felipe; Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Los análisis del trabajo de investigación se llevaron a cabo en el laboratorio de CODANA S.A., ubicado en la ciudad de Milagro, Provincia del Guayas.

Se hizo una investigación exploratoria ya que no se ha encontrado datos acerca de la preparación de licores añejos con residuos de cacao. El método aplicado en esta investigación es inductivo-deductivo, porque se busca una posible solución al problema ya planteado, que permitirá obtener un proceso tecnológico para elaborar el licor añejo con residuos de cacao.

#### 3.1. Procedimiento

Las etapas de la elaboración de licor de residuos de cacao son:

**Recepción de la materia prima.** Las almendras de cacao nacional consideradas defectuosas para exportación y que fueron residuo de la clasificación, se recibió en un lugar limpio, seco, aireado y alejado de plagas, cuidando las normativas de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

**Clasificación y limpieza.** Se retiraron las impurezas (todo material extraño a las almendras de cacao: piedrillas, palillos, hojas etc.), luego se clasifica escogiendo las mejores almendras de cacao y se formaron dos lotes en igualdad de proporciones de 2400 g cada uno, ya que una fracción fue tostada y otra no.

**Tostado.** En un recipiente de acero inoxidable de 5 L, se colocó 2400 g de almendras residuales de cacao clasificadas, y, se procedió a tostar a fuego controlado, en un rango de temperatura de  $118 \pm 2$  °C, agitando constantemente con una paleta de madera hasta obtener un grado óptimo de tostado que define el gusto y aroma que resaltara en el licor.

**Pesado.** El diseño experimental fue bifactorial a\*b (2x2) con 3 repeticiones dando un total de 12 tratamientos con almendras de cacao nacional residual de la clasificación para exportación; por tanto, se pesaron en una balanza analítica OHAUS de precisión 0.1 g., 6 masas de 250 g. y 6 fracciones de 500 g, de conformidad a la combinación del diseño experimental, de cacao residual tostado y cacao residual sin tostar.

**Envasado.** Pesadas las almendras residuales de cacao nacional fueron colocadas en botellas oscuras tipo ámbar según corresponda el tratamiento, seguido se añadió el alcohol rectificado de 96.19 °GL hasta aforar a los 4 L. La maceración se realizó en botellas de vidrio oscuras, con el fin de evitar efectos adversos por reacciones foto lumínicas que afectan el proceso de añejamiento.

**Añejamiento del licor.** Una vez mezclado el residuo de cacao, se dejó en reposo o añejamiento por 6 meses, tiempo en el cual, el alcohol ha extraído componentes del cacao y ha conferido al licor unas características sensoriales únicas.

**Tamizado.** Concluido el proceso de añejamiento, se tamiza la mezcla de alcohol con el residuo de cacao, con el fin de separar de las almendras de cacao nacional.

**Dilución del licor añejado.** Se preparó un jarabe de sacarosa de 62.2 °Brix y luego de realizar los cálculos según la regla de mezclas o cuadrados de Pearson, se procedió a mezclar así: 249.5 mL de licor añejado de 96.19 °GL más 100 mL de jarabe de sacarosa de 62.2 °Brix y 650.5 mL de agua; teniendo como resultado un licor de  $25 \pm 1$  °GL y 6.22% de sólidos solubles.

**Envasado.** El licor ajustado a  $25 \pm 1$  °GL, se envasó en botellas oscuras tipo ámbar de 1 L.

**Análisis del licor.** Las muestras de licor añejadas y diluidas a  $24.88 \pm 0.88$  °GL, fueron evaluados por un panel de cata considerando los atributos de color, olor, sabor a cacao y preferencia. También, se realizó análisis químico en el que se determinó: alcoholes superiores, aldehídos, ésteres, furfural, grado alcohólico y metanol.

### 3.2. Materiales

Los materiales y equipos utilizados en la investigación:

- Residuos de cacao nacional (almendras residuales de la clasificación del cacao para exportación)
- Botellas de vidrio tipo ámbar
- Cocina a gas
- Paleta de madera
- Paila de acero inoxidable.
- Tubos de ensayo
- Pipetas volumétricas de 10 mL y 20 mL.
- Matraz de 100 mL.
- Matraz de destilación.
- Balones aforados de 50 mL.
- Bureta.
- Micro jeringa de 10  $\mu$ L.
- Cromatógrafo de gases.
- Estufa.
- Autoclave.
- Balanza analítica, OHAUS de precisión 0.1 g.
- Termómetro.
- Cámara fotográfica.
- Computadora.
- Manta eléctrica de calentamiento.

### 3.3. Diseño experimental

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), bifactorial A\*B (2x2), con 3 repeticiones; siendo el factor A, el tratamiento de las almendras residuales de cacao ( $a_1$ : *cacao sin tostar*,  $a_2$ : *cacao tostado*) y el factor B, los niveles de almendras residuales ( $b_1$ : 500 g. y  $b_2$ : 250 g.). Los

resultados cromatográficos fueron sistematizados en el software estadístico SPSS, y se aplicó la prueba de Tukey al 5% de error; mientras que, para el test de normalidad se usó el examen de Kolmogorov –Smirnov con un 5% de probabilidad de error.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Análisis cromatográficos del licor añejo con cascarilla y almendra de cacao nacional

**Tabla 1.** Resultados de análisis cromatográficos

TRATAMIENTOS*	RESULTADOS DE LA CROMATOGRAFÍA					
	ALDEHIDOS mg/100 cm <sup>3</sup>	ÉSTERES mg/100 cm <sup>3</sup>	ALCOHOL SUPERIORES mg/100 cm <sup>3</sup>	FURFURAL mg/100 cm <sup>3</sup>	GRADO ALCOHÓLICO °GL	METANOL mg/100 cm <sup>3</sup>
T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	0.9	10.38	0.0	0.0	24.02	0.32
T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	1.0	10.42	0.0	0.0	27.20	0.38
T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	0.98	10.85	0.0	0.0	23.92	0.39
T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	0.32	4.76	0.0	0.0	24.40	0.38
T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	0.20	3.86	0.0	0.0	24.66	0.41
T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	0.23	3.51	0.0	0.0	24.92	0.39
T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	0.67	6.13	0.0	0.0	24.50	0.30
T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	0.70	6.56	0.0	0.0	24.84	0.27
T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	0.68	6.73	0.0	0.0	25.84	0.27
T <sub>4</sub> R <sub>1</sub>	0.29	1.95	0.0	0.0	24.70	0.38
T <sub>4</sub> R <sub>2</sub>	0.28	1.15	0.0	0.0	24.64	0.38
T <sub>4</sub> R <sub>3</sub>	0.28	1.33	0.0	0.0	24.86	0.31

\*T<sub>1</sub> = a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>; T<sub>2</sub> = a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>; T<sub>3</sub> = a<sub>1</sub>b<sub>2</sub>; T<sub>4</sub> = a<sub>2</sub>b<sub>2</sub>.

En los resultados reportados en la tabla 1 no se observan presencia de alcoholes superiores y furfural, sin embargo, si existieron diferencias entre los tratamientos en aldehídos y esterés, obteniéndose de esta forma los valores más altos para los tratamientos con almendras de cacao sin tostar (a<sub>1</sub>) siendo más elevado en el nivel de concentración de 500 g. (b<sub>1</sub>). En caso del metanol los valores fueron bajos hallándose similitudes entre los tratamientos formulados, de tal manera se interpretó que la cascarilla de cacao no influye, los datos de metanol que se obtuvieron estaban presentes en el alcohol étílico rectificado extra neutro.

### 4.2. Análisis estadístico del licor añejo con cascarilla y almendra de cacao nacional

Para una mayor comprensión e interpretación de los resultados, se parte de un análisis estadístico (prueba de normalidad) para la aplicación de técnicas paramétricas o no paramétricas.

La hipótesis a contrastarse es:

$H_0$ : Las respuestas experimentales del análisis químico del licor añejo se distribuyen de forma normal.

$H_a$ : Las respuestas experimentales del análisis químico del licor añejo no se distribuyen de forma normal.

**Tabla 2.** Prueba de normalidad

	TEST DE NORMALIDAD					
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Grado alcohólico	0.298	12	0.004	0.778	12	0.005
Aldehídos	0.200	12	0.198	0.861	12	0.50
Ésteres	0.214	12	0.134	0.822	12	0.17
Metanol	0.207	12	0.164	0.933	12	0.408

Los valores de significancia de Kolmogorov-Smirnov reportados en la tabla 2 son mayores que 0.05 en consecuencia, la hipótesis nula es rechazada y se acepta la hipótesis alternativa.

En la Tabla 3 se detalla la evidencia del resultado del test de Friedman a partir de la hipótesis ya planteada, de la misma manera se detalla los valores de ranking de cada uno de los tratamientos estudiados.

**Tabla 3.** Ranking de valores de los tratamientos al aplicar el test de Friedman

Rangos	
Tratamientos	Rango promedio
$t_1$	3.50
$t_2$	2.00
$t_3$	2.50
$t_4$	2.00

Como se puede observar en esta tabla 3, se acepta la hipótesis nula: " $H_0$ : Al utilizar residuos de almendras de cacao nacional tostado y sin tostar, y, en dos concentraciones en el proceso de obtención de licor añejo existe igualdad en las características químicas del grupo de tratamientos". Siendo el mejor los de menor valor, que corresponden al tratamiento 2 y 4 basado en los residuos de cascarilla y almendra de cacao nacional tostado con 500 y 250 g.

#### 4.3. Análisis sensoriales del licor añejo con cascarilla y almendra de cacao nacional.

De la tabla 4 se desprende el análisis de cada atributo sensorial como son apariencia, color, olor, sabor a cacao y preferencia del licor añejo, así:

**Tabla 4.** Resultados sensoriales del licor añejo con cascarilla y almendra de cacao nacional.

FACTOR	ATRIBUTOS SENSORIALES DEL LICOR AÑEJO				
	APARIENCIA	COLOR	OLOR	SABOR A CACAO	PREFERENCIA
a <sub>1</sub> (residuos sin tostar)	5.67 <sup>a</sup>	4.67 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	10.67 <sup>a</sup>	7.50 <sup>a</sup>
a <sub>2</sub> (residuos tostados)	9.00 <sup>b</sup>	8.33 <sup>b</sup>	10.33 <sup>b</sup>	7.67 <sup>a</sup>	11.83 <sup>b</sup>
b <sub>1</sub> (500 g)	8.50 <sup>a</sup>	7.50 <sup>a</sup>	10.00 <sup>b</sup>	9.50 <sup>a</sup>	11.00 <sup>b</sup>
b <sub>2</sub> (250 g)	6.17 <sup>a</sup>	5.50 <sup>a</sup>	6.33 <sup>a</sup>	8.33 <sup>a</sup>	8.33 <sup>a</sup>
Interacción	6.00 <sup>ab</sup>	6.00 <sup>a</sup>	7.00 <sup>ab</sup>	7.33 <sup>a</sup>	7.33 <sup>a</sup>
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>					
Interacción	5.33 <sup>a</sup>	3.33 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	7.67 <sup>a</sup>
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>					
Interacción	11.00 <sup>b</sup>	9.00 <sup>a</sup>	13.00 <sup>b</sup>	11.67 <sup>a</sup>	14.67 <sup>b</sup>
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>					
Interacción	7.00 <sup>b</sup>	7.67 <sup>a</sup>	7.67 <sup>ab</sup>	9.67 <sup>a</sup>	9.00 <sup>a</sup>
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>					
CV%	28.39	38.2	29.57	31.33	16.36

\*Letras diferentes en la misma columna, representan diferencias con  $p \leq 0.05$ .

**Apariencia.** La apariencia presentó diferencias estadísticas significativas ( $p = \leq 0.05$ ) en el Factor A (cacao nacional tostado y sin tostar), el tratamiento T<sub>2</sub> obtuvo el mayor valor (9.0), siendo el T<sub>1</sub> (residuos de cacao sin tostar 500 g) de menor valor, mientras que en el T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> no se obtuvieron diferencias significativas.

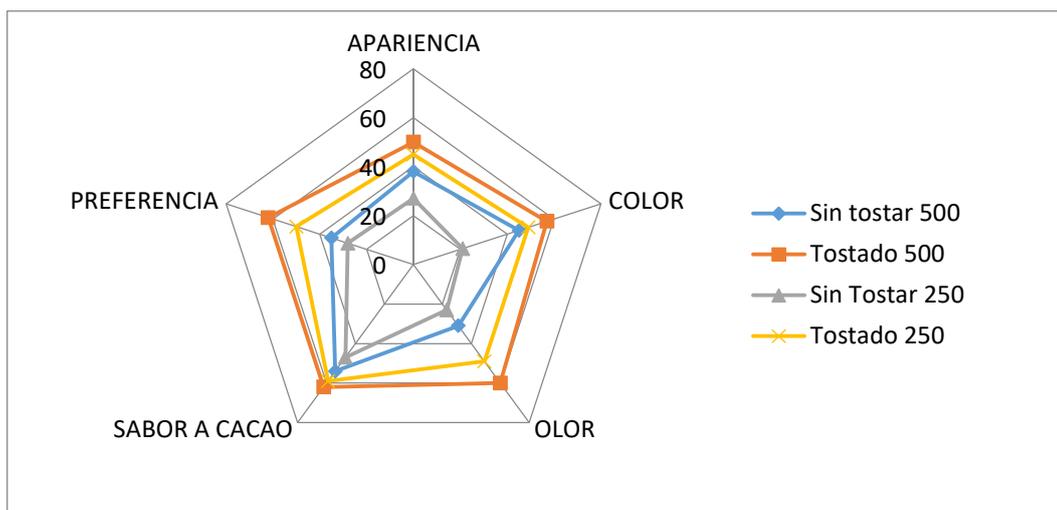
**Color.** El color presentó diferencias significativas en el factor A, siendo el tratamiento T<sub>2</sub> (residuos de cacao tostado 500 g) el de mayor valor (8.33), en tanto que el T<sub>1</sub> fue el de menor valor (4.67), en los tratamientos 3 y 4 no presentó diferencias significativas.

**Olor.** El olor presentó diferencias significativas en ambos factores, siendo el tratamiento 3 de mayor valor (10.33) y el tratamiento 1 de menor valor (6.00).

**Sabor a cacao.** Las medias de las variables correspondiente a esta característica no presentaron diferencias significativas en el factor A, los valores que registró esta variable fueron entre 7.67 y 10.67, mientras que en el factor B los valores fueron entre 8.83 y 9.50.

**Preferencia.** La preferencia presentó diferencia significativa en ambos factores a y b. Siendo el mejor el T<sub>2</sub> correspondiente a cacao nacional tostado y en cantidad de 500 g.

En la Figura 1, se puede apreciar que el T<sub>2</sub> (500 g de almendras de cacao tostado/4L) tiene mayor intensidad en las variables analizadas: color, olor, sabor a cacao, preferencia y apariencia, destacando así la preferencia, olor y sabor a cacao. Dichos aspectos han mejorado el bouquet del licor añejado con almendras residuales de cacao tostado y han sido decisivos al elegir un licor para consumir, debido a que tal tratamiento tiene más alta concentración de almendras de cacao.



**Figura 1.** Perfil sensorial del licor añejo obtenido de la maceración con almendras de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) residual de la clasificación para exportación en alcohol etílico de 96.19 °GL.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. Análisis cromatográficos del licor

**Alcoholes superiores.** Casco, G. afirma que, en el licor comercial Tastacán no hubo presencia de alcoholes superiores, debido a que el alcohol utilizado fue de una alta pureza y después diluido hasta la concentración deseada [19].

En esta investigación se hizo uso de alcohol etílico extra neutro rectificado de 96.19 °GL proveniente de la empresa CODANA S.A., cuando finalizó el proceso de añejamiento del licor fue diluido con agua destilada hasta conseguir la concentración deseada, se tomó en cuenta la norma INEN 1837 para la dilución y la técnica de preparación del jarabe de sacarosa. Por tal razón, al no presentar alcoholes superiores, se puede alegar que los residuos de almendra de cacao nacional sin descascarillar no influyen en la variable analizada.

**Aldehídos.** En la operación unitaria de tostado de los granos o almendras de cacao se desarrollan componentes aromáticos de origen térmico, los que están en función de los parámetros del mismo y de la composición química del grano; alrededor de 400 compuestos volátiles han sido aislados en esta etapa y, entre las familias químicas se encuentran: aldehídos, ésteres, fenoles, cetonas, compuestos azufrados, nitrilos, pirazinas, furanos, oxazoles y alcoholes [20]

Los aldehídos son una particular característica de los licores, debido a que definen las propiedades aromáticas a los licores añejados, dicha concentración aumenta tenuemente aun cuando se preserva en valores bajos, de tal modo que se forman y posteriormente van siendo de óxidos a ácidos [21].

El contenido de aldehídos reportado en la tabla 1, demuestra que hay una diferencia entre la condición de adición (cacao tostado y cacao sin tostar) y las concentraciones de cacao usadas para macerar, pues, la cesión de esta sustancia de parte del cacao al licor fue mayor en los tratamientos 1 ( $0.96 \pm 0.05$ ) y 3 ( $0.68 \pm 0.02$ ) de cacao residual sin tostar, en comparación al cacao tostado tratamientos 2 ( $0.25 \pm 0.06$ ) y 4 ( $0.28 \pm 0.01$ ).

**Ésteres.** Según López, los esterres son compuestos que se presentan en mayor concentración en los destilados y a su vez potencian el aroma, y son el hexanoato, octanoato y decanoato de etilo,

que se encuentran inicialmente en la destilación y se incrementa en el proceso de añejamiento del licor de orujo [12].

Este compuesto se encuentra en pequeñas cantidades en las materias primas, incluso cuando debido al añejamiento de las bebidas estas sustancias son elaboradas desde la reacción de esterificación entre los alcoholes y ácidos, pero, la reacción es lenta y cambiante, por tal motivo se espera que la concentración de esteres aumente mientras se amplía los ácidos [22].

El contenido de esteres que se refleja en la Tabla 1, demuestra que hay una diferencia entre tratamientos, pues, el traspaso de esta sustancia de parte del cacao al licor fue mayor en los tratamientos 1 ( $10.55 \pm 0.26$ ) y 3 ( $6.47 \pm 0.31$ ) de cacao residual sin tostar, en comparación al cacao tostado tratamientos 2 ( $4.04 \pm 0.64$ ) y 4 ( $1.48 \pm 0.42$ ).

**Furfural.** Según Garrido, el furfural aumenta su concentración en el envejecimiento, en el reporte de furfural de la uva se podría considerar que se encuentra ausente en estas especies o porque hay menor cantidad de la materia prima, por lo cual no es perceptible por el detector del equipo; para la detección de dicho compuesto se debe descartar la no coloración en trazas, siendo este el presunto motivo de que no haya sido detectada [23].

En esta investigación, no se obtuvieron resultados de presencia de furfural, posiblemente por las razones expresadas por Garrido.

**Grado Alcohólico.** Según Moreno et al, hay variabilidad del grado alcohólico en los tratamientos, debido al fenómeno de concentración, que, no es más que una propiedad característica del alcohol etílico [24].

Los diferentes tratamientos se iniciaron el añejamiento con alcohol etílico de 96.19 °GL, y luego de 6 meses, este grado alcohólico se mantuvo estable. Sin embargo, al reducir el grado alcohólico hubo ligera variación, así: T<sub>1</sub> ( $25.05 \pm 1.87$ ), T<sub>2</sub> ( $24.66 \pm 0.26$ ), T<sub>3</sub> ( $25.06 \pm 0.70$ ) y T<sub>4</sub> ( $24.73 \pm 0.11$ ) esto es debido a errores de exactitud y precisión del analista al realizar la mezcla de tres componentes licor añejado, jarabe de sacarosa y agua para rebajar de 96.19 a  $25 \pm 1$  °GL.

**Metanol.** El alcohol extra neutro etílico rectificado que se usó para el añejamiento de las bebidas inicio con 1.98 mg/100mL, una vez finalizado el proceso de añejamiento hubo fluctuaciones entre rangos de 0.271 a 0.413 en los tratamientos, los residuos de cacao ayudaron a disminuir de gran manera el metanol que tenía el alcohol etílico durante el proceso de añejamiento, así como el efecto de la dilución con agua y jarabe de sacarosa, hizo que su concentración inicial reduzca.

## 5.2. Análisis sensoriales del licor

**Apariencia.** La fase de envejecimiento origina cambios en los licores, una de las razones es que: el alcohol pasa de ser incoloro a presentar tonos amarillos pajizos, esto es propio de los añejados ganando así apariencia y complejidad aromática [25]. Sin embargo, no es considerado de mucha importancia, pero no es otra cosa que la suma de interacciones con los otros parámetros evaluados, obteniéndose como resultado el de mayor apariencia y siendo el más favorable por parte de los catadores el T<sub>2</sub>.

**Color.** Según Rodríguez, la formación de compuestos volátiles es máxima en calentamientos moderados, sin embargo, que en los tostados fuertes favorece la degradación de los taninos, este compuesto es responsable del color característico de los aguardientes envejecidos [25].

El tratamiento T<sub>2</sub> fue la mejor para los catadores, esto debido al tratamiento térmico (tostado) aplicado a las almendras de cacao nacional que se realizó.

**Olor.** El olfato es considerado como el más importante a la hora de determinar las características que presenta un alimento [26], sin embargo, González M, afirma que se debe

tomar en cuenta que en el análisis sensorial las bebidas alcohólicas destiladas y envejecidas presenta un matiz distinto al resto de bebidas [27]. El olor que sobresalió en el T<sub>2</sub>, el tostado le dio una característica olfativa muy significativa.

**Sabor a cacao.** Según Goya M, el sabor a cacao no tuvo un elevado porcentaje, justificando que, la bebida ha sido desarrollada desde el mucilago del cacao [28]. Amores, sin embargo, asevera que la fermentación es un aspecto importante para lograr mayor concentración de la calidad del aroma a cacao [29].

En esta investigación se utilizaron los residuos de almendra de cacao nacional sin descascarillar, tostado y sin tostar, dando como resultado el mejor tratamiento el T<sub>2</sub>.

**Preferencia.** González afirma que la preferencia de los alimentos depende de las sensaciones que estos producen. [27].

El tratamiento T<sub>2</sub> que corresponde a la combinación a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> (almendras de cacao residual tostado y en una dosis de 500 g.), fue considerado por los catadores como el mejor, debido a la conjugación de las características sensoriales que este tenía, por ser cacao tostado que ha desarrollado compuestos aromáticos como cita [20] y el nivel usado era el de mayor concentración. Así, se demostró que el proceso de añejamiento con residuos de almendras de cacao es útil para obtener licores añejados con sabor a cacao y es económico.

Las características sensoriales de los alimentos están condicionadas por el contenido de moléculas bioactivas o compuestos fenólicos, generando una estrecha relación entre sus características organolépticas y su composición fitoquímica [30] [31].

## 6. CONCLUSIONES

En el licor añejo obtenido no hubo presencia de furfural ni alcoholes superiores, y, el contenido de aldehídos, ésteres y metanol cumplieron con los requisitos establecidos en la Norma INEN 1837.

Del análisis sensorial se concluye que el tratamiento T<sub>2</sub> tuvo la mayor preferencia por la combinación de los atributos analizados, y, corresponde a cacao nacional tostado, en cantidad de 500 g. aforados a 4 litros con alcohol rectificado de 96.19 °GL y luego diluidos a un grado alcohólico promedio de 24.66 °GL y 6.22% de sólidos solubles.

## REFERENCIAS

- [1] S. E. Nuñez Loyo, Exportación de cáscaras, películas y demás residuos de cacao hacia Perú, Guatiguará, 2015.
- [2] J. Perea, T. Villamil y J. Herrera, El cacao y sus productos como fuente de antioxidantes: Efectos del procesamiento, Guatiguará, 2009.
- [3] R. Sandler y R. Macrae, «Food technology and nutrition,» *Encyclopedia of food science*, vol. 7, 2003.
- [4] D. Abarca, Identificación de fibra dietaria en residuos de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad complejo nacional por trinitario, Loja: Universidad Técnica de Loja, 2010.
- [5] S. Millán, M. Bulló, A. Anguera, J. Escribano y G. Castillejo, Estudio controlado, randomizado a doble ciego evaluando el efecto de un suplemento de cáscara de cacao rico en fibra sobre el tránsito colónico en pacientes pediátricos con constipación., 2006.

- [6] L. Baena y N. García, Obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de la cascarilla de las semillas tostadas de cacao (*Theobroma cacao* L.) de una industria chocolatera colombiana, Pereira: Universidad Técnica de Pereira, 2012.
- [7] L. Díaz, M. Pinargote y P. Castro, Analisis de las características organolépticas del chocolate a partir de cacao CCN51 tratado enzimáticamente y tostado a diferentes temperaturas, Guayaquil, 2011.
- [8] D. Sukha, «The model ordinance of the international cocoa standards that defines merchantable quality. Faculty of Engineering, The University of the West Indies, St. Augustine.» 2010. [En línea].
- [9] P. Rubio, «Utilización de fragmentos de roble en los procesos fermentativos y durante el envejecimiento de vinos tintos,» *Dialnet*, 2014.
- [10] C. Alava y J. Vera, «Caracterización físico-químico y sensorial en cascarilla de cacao (*Theobroma caca* L.) nacional trinitario para la elaboración de una bebida alcohólica.» *Repositorio Digital UTEQ*, 2020.
- [11] M. Jeen y H. Rivero, Elaboración de jarabes, vinos y licores, Venezuela, 2005.
- [12] M. López, H. López y M. Villalón, «Procedimiento para el envejecimiento rápido de bebidas alcohólicas,» Oficina española de patentes y marcas, 1995.
- [13] M. Borragini, Envelhecimento a cachaca com circulacao forcada e aeracao, Brasil, 2009.
- [14] J. Miranda y J. Tula, «Optimización de la tecnología para la formulación de macerado de aguaymanto (*Physalis Peruviana*),» *Repositorio Institucional UNSA*, 2014.
- [15] INEN, «Bebidas alcoholicas.Licores.Requisitos (NTE INEN 1837),» 1991.
- [16] INEN, «Agua Potable. Requisitos (NTE INEN 1108),» 2011.
- [17] A. Reyes, J. Pino y V. Moreira, «Aspectos generales sobre la elaboración del licor de limón,» *Redalyc*, 2011.
- [18] A. Martínez, «Análisis fisicoquímico y sensorial de licores de la Region de Arteaga, Coahuila,» *Repositorio Digital UAAAN*, 2011.
- [19] G. Casco, «Caracterización química de tres marcas comerciales de aguardiente en Honduras (Tatascán, Yuscarán y Ron Plata),» *Biblioteca Wilson Popenoe, Zamorano*, 2005.
- [20] C. Álvarez, E. Pérez, R. Boulanger, L. Mary y E. Cros, «Identificación de los compuestos aromáticos en el cacao criollo de Venezuela usando microextracción en fases sólidas y cromatografía de gases.» *Redalyc*, nº 19, 2012.
- [21] M. Pomar, «Envejecimiento de vino tinto de la D.O. Tacoronte-Acentejo: influencia de la madera de roble y de las condiciones de vinificación en la evolución de parámetros físico-químicos de interés enológico y su impacto sensorial,» *RIULL Repositorio Institucional, Universidad de la Laguna*, 1997.
- [22] C. Isaza, «Estandarización para el laboratorio de análisis de aguas y alimentos de la universidad tecnológica de Pereira del método para la determinación de metanol, etanol y alcoholes superiores en bebidas espirituosas a través de cromatografía de gases (GC-FID),» 2015.

- [23] A. Garrido, «COMPARACIÓN EN LA COMPOSICIÓN DE MUESTRAS DE DESTILADOS PARA PRODUCCIÓN DE PISCO O AGUARDIENTE DE UVA POR ESPECTROSCOPIA DE MASAS,» *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, vol. 11, n° 2, 2008.
- [24] J. Moreno, G. Rodríguez, H. Aponte y D. Camacho, «Cambios físicos en los aguardientes dulces aromatizados con cáscara de naranja y mandarina,» *Revista de Facultad de Agronomía*, vol. 21, n° 3, 2004.
- [25] R. Rodríguez y B. Suárez, «El roble y su utilización en el envejecimiento del aguardiente de sidra,» *Tecnología Agroalimentaria. Boletín informativo del SERIDA*, 2014.
- [26] C. López, «Estudio del comportamiento de columnas de destilación en la elaboración de aguardientes de orujo : características analíticas y sensoriales de los destilados,» *Repositorio Institucional DA USC*, 01 02 2012.
- [27] M. González, *La evaluación sensorial*, España: Departamento de biotecnología y ciencia de los alimentos.
- [28] M. Goya, «Obtención de una bebida alcohólica a partir de mucílago de cacao, mediante fermentación anaerobia en diferentes tiempos de inoculación.,» *Repositorio Digital UTEQ*, 2013.
- [29] F. Amores, *Calidad integral del cacao y chocolate*, 2009.
- [30] J. Marcía, I. Montero, H. Zumbado, R. Lozano, R. Santos, M. Navarro, I. Borrás y S. Saravia, «Quantification of Bioactive Molecules, Minerals and Bromatological Analysis in Carao (Cassia grandis).,» *Journal of Agricultural Science*, vol. 12, n° 3, 2020.
- [31] J. Marcía, L. López, I. Borrás, M. Navarro, A. Segura y J. Lozano, «Development of an Innovative Pressurized Liquid Extraction Procedure by Response Surface Methodology to Recover Bioactive Compounds from Carao Tree Seeds,» *Foods, MDPI*, vol. 10, n° 2, 2021.