

Propiedades de calidad fisicoquímica y antioxidantes de un licor artesanal de toronjil (*Dracocephalum moldavica* L.)

Brenda Mayté Montiel-Martínez¹ **iD**, Madai Gizeh Sánchez-Arzubide¹ **iD**, María Elena Ramos-Cassellis¹ **iD**, Juan José Luna-Guevara¹ **iD**, María Lorena Luna-Guevara¹ **iD**, Diego Ibarra-Cantún² **iD**.

¹ Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Av. San Claudio y 18 Sur, 72570 Puebla, México.

² Posgrado en Ciencias Ambientales, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Col. Jardines de San Manuel, Edificio IC6, 72570 Puebla, México.

*Email autor corresponsal: diego.ibca@gmail.com

Recibido: 24 agosto 2021. **Aceptado:** 25 septiembre 2021

RESUMEN

Los licores artesanales son obtenidos de extractos de hojas, frutos, tallos, raíces, cáscaras, jugos de frutas y aceites esenciales. Estos productos les confieren propiedades con beneficios a la salud relacionados con la presencia de compuestos antioxidantes presentes en dichos productos vegetales. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las propiedades fisicoquímicas, el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de licores de toronjil (*Dracocephalum moldavica* L.) elaborados a partir dos temperaturas de secado y dos tiempos de maceración. La planta de toronjil fue deshidratada por convección forzada a 20 y 37 °C, el material vegetal deshidratado fue macerado en alcohol de panela por 0, 15 y 30 días. Se evaluaron las propiedades fisicoquímicas de los licores: porcentaje de alcohol, sólidos solubles totales, sacarosa, acidez volátil, turbidez y color. La cuantificación de los compuestos fenólicos totales se realizó por el método Folin-Ciocalteu y la capacidad antioxidante se analizó por los métodos de DPPH y ABTS. Los resultados fueron analizados mediante análisis tipo ANOVA ($P \leq 0.05$) y pruebas de Tukey para analizar diferencias significativas entre los tratamientos realizados. El licor L15-37 presentó mayor concentración de compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante, 27.94 ± 33.11 mg EAG/mL, 86.63 ± 65.17 μ M TEAC/mL (DPPH) y 92.10 ± 14.35 μ M TEAC/mL (ABTS), respectivamente. Las condiciones evaluadas para la elaboración pueden ser aplicadas por los artesanos debido a que es un producto de gran consumo y presentó propiedades de

calidad y antioxidantes significativas y puede significar una alternativa en el mercado en comparación con algunos vinos y algunos otros licores.

Palabras clave: *Dracocephalum moldavica*; licor; maceración; propiedades antioxidantes.

ABSTRACT

Artisanal liqueurs are obtained from extracts of leaves, fruits, stems, roots, peels, fruit juices and essential oils. These products give them properties with health benefits related to the presence of antioxidant compounds present in these plant products. The aim of the present work was to evaluate the physicochemical properties, the content of phenolic compounds and the antioxidant capacity of Moldavian balm liquors (*Dracocephalum moldavica* L.) made from two drying temperatures and two maceration times. The Moldavian balm plant was dehydrated by forced convection at 20 and 37 °C, the dehydrated plant material was macerated in panela alcohol for 0, 15 and 30 days. The physicochemical properties of the liquors were evaluated: alcohol percentage, total soluble solids, sucrose, volatile acidity, turbidity and color. The quantification of the total phenolic compounds was carried out by the Folin-Ciocalteu method and the antioxidant capacity was analyzed by the DPPH and ABTS methods. The results were analyzed by ANOVA type analysis ($P \leq 0.05$) and Tukey's tests to analyze significant differences between the treatments performed. The liquor L15-37 presented a higher concentration of total phenolic compounds and antioxidant capacity, 27.94 ± 33.11 mg GAE/mL, 86.63 ± 65.17 μ M TEAC/mL (DPPH) and 92.10 ± 14.35 μ M TEAC/mL (ABTS), respectively. The conditions evaluated for the elaboration can be applied by the craftsmen because it is a product of mass consumption and presented significant quality and antioxidant properties and may mean an alternative in the market compared to some wines and some other liqueurs.

Keywords: *Dracocephalum moldavica*, liquor, maceration, antioxidant properties.

INTRODUCCIÓN

La producción de licores artesanales es una fuente importante de ingresos económicos en varias comunidades de México y su elaboración llega a ser parte de la identidad cultural y social

[1]. En el estado de Puebla se producen diversos licores como, acajul (licor de cereza silvestre), chamiate (capulín) y huikimo (capulines maduros) desde épocas coloniales [2]. El consumo de estas bebidas no se limita a fines

recreativos sino también como remedios para uso médico en la medicina tradicional, actualmente se sabe que estos beneficios a la salud están relacionados con algunos metabolitos secundarios presentes en los productos vegetales utilizados en su producción [3,4]. Estas propiedades se relacionan principalmente a sus efectos aperitivo y digestivo, ya que su consumo previo a la ingesta de alimentos, estimula el apetito o después de ingerir alimentos ayuda a la digestión de los mismos [5]. De igual manera, existen investigaciones enfocadas en el análisis de los componentes terapéuticos presentes en los licores herbales y frutales, los cuales documentan efectos protectores ante enfermedades; incluyendo trastornos cardiovasculares y metabólicos, como la diabetes, además de efectos anticancerígenos y neuroprotectores, debido a la presencia de compuestos bioactivos, principalmente compuestos polifenólicos [6,7,8]. Por otra parte, se ha identificado la presencia del ácido rosmarínico y sus derivados en la planta de toronjil (*Dracocephalum moldavica* L.), los cuales le confieren una significativa actividad antioxidante [9]. También se ha reportado actividad sedante y analgésica en extractos de toronjil, debido a la presencia de compuestos, como; geraniol y citral, conocidos por sus propiedades tranquilizantes [10]. Durante la

elaboración de estas bebidas, se extraen una gran variedad de compuestos bioactivos que formaran parte de la composición del licor [11]. El contenido de estos compuestos dependerá de distintas variables, como; la composición de la materia prima, la técnica de elaboración, condiciones de almacenamiento, etc. [12]. Sin embargo, no existen estudios sobre las condiciones óptimas de elaboración que permitan conservar la mayoría de los compuestos antioxidantes en este tipo de productos. Por lo tanto, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la temperatura de secado y tiempo de maceración sobre las propiedades de calidad fisicoquímica, contenido de compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante del licor de toronjil artesanal.

METODOLOGÍA

Obtención de material vegetal

El toronjil fue recolectado en la Junta Auxiliar de San Luis Tehuiloyocan, Municipio de San Andrés Cholula, Puebla, México. La planta de toronjil se sometió a su identificación taxonómica en el jardín botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, concluyendo que corresponde a *Dracocephalum moldavica* L.

Elaboración de licor artesanal

El secado de hojas, tallos y flores de la planta de toronjil se realizó por convección forzada en un horno de secado (Terlab, TE-H80DM) a 20 y 37 °C hasta obtener un porcentaje de humedad de 10 %.

A partir de la materia prima deshidratada se realizaron maceraciones, colocando 7.5 g de la materia prima deshidratada en 500 mL de licor de panela de origen artesanal durante 0, 15 y 30 días. Posteriormente los macerados fueron filtrados y mezclados con jarabe (sacarosa y agua en proporción 2:1). La elaboración del licor de toronjil consideró las condiciones artesanales de elaboración, la cual consistió en realizar una mezcla del macerado y el jarabe en una proporción 1:1. Los licores se elaboraron

una vez transcurridos los tiempos de maceración establecidos previamente. Finalmente, los licores se almacenaron a 20 °C en condiciones de oscuridad hasta su análisis; cada licor se analizó por triplicado y los códigos de identificación se muestran en la tabla 1.

Propiedades fisicoquímicas en licor artesanal de toronjil

El contenido alcohólico se determinó mediante un refractómetro de mano (Grand index, RHW-25/Brix/ATC) (AOAC 983.12) [13]; los sólidos solubles totales (°Brix) se midieron con un refractómetro de mano (Grand index, RHW-25/Brix/ATC) (AOAC 932.12) [13]; el contenido de sacarosa se evaluó por el método polarimétrico descrito por Matissek [14]; la

Tabla 1. Codificación de licores artesanales de toronjil elaborados considerando diferentes condiciones de maceración y secado.

Tiempo de maceración (días)	Temperatura de secado (°C)	Código de licor
0	20	L0-20
15	20	L15-20
30	20	L30-20
0	37	L0-37
15	37	L15-37
30	37	L30-37

determinación de acidez volátil expresada como g ácido acético/L se realizó de acuerdo al método de destilación al vapor (AOAC 964.08) [13]; la turbidez se realizó a través de un turbidímetro (HACH, 2100N IS), el cual se calibró con cinco soluciones estandarizadas de 0.1, 20, 200, 1000 y 4000 Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU) [15]. Las evaluaciones de color se determinaron a través de la medición de los parámetros luminosidad (L^*), croma (C^*) y hue o tono (h°), se empleó un colorímetro (Hunter lab, colorflex EZ), previamente calibrado [16].

Evaluación de compuestos fenólicos totales

El contenido de compuestos fenólicos totales se determinó por medio del método de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton y Rossi [17] con algunas modificaciones. Se tomaron 50 μ L de licor y se añadieron 250 μ L del reactivo Folin-Ciocalteu al 50 %, la mezcla se agitó y se dejó reposar por 8 minutos. Después, se neutralizó la reacción con 1250 μ L de carbonato de sodio (Na_2CO_3) al 5 % y se mantuvo en oscuridad por 30 minutos, transcurrido el periodo de tiempo se realizó la lectura de la absorbancia en un espectrofotómetro UV-VIS (Jenway, 7305) a una longitud de onda de 725 nm. El cálculo del

contenido de compuestos fenólicos totales fue obtenido por medio de una regresión lineal a partir de una curva de calibración construida con diferentes concentraciones de ácido gálico entre 0 - 0.25 mg/mL y los resultados se reportaron en mg/EAG mL (mg equivalentes de ácido gálico por mililitro).

Actividad antioxidante por el método 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH)

La capacidad antioxidante mediante el método descrito por Brand-Williams *et al.* [18]. Consistió en mezclar 100 μ L de licor con 900 μ L del reactivo DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo), previamente preparado a una concentración de 0.1 mM en metanol y la reacción se realizó a temperatura ambiente por 30 minutos en condiciones de oscuridad. Transcurrido el tiempo, se midió la absorbancia de la mezcla a una longitud de onda de 517 nm con un espectrofotómetro UV-VIS (Jenway, 7305). Las medidas de absorbancia se realizaron antes de añadir la muestra (A0) y a los 30 minutos (Af). Finalmente, los resultados se expresaron como valores de micromolar equivalente Trolox /mL (μ M TEAC/mL) mediante la construcción de una curva calibración de Trolox ($y = 2302x - 2.8247$; $R^2 = 0.9870$) en una concentración de 0 a 400 μ M/mL.

Actividad antioxidante por el método ácido 2,2'-Azinobis-3-etibenzotiazolin-6-sulfónico (ABTS⁺)

La capacidad antioxidante también se evaluó utilizando el método ABTS propuesto por Re *et al.* [19]. El cual consistió en la preparación del radical ABTS⁺, agregando 0.003 g de persulfato potásico y 0.0194 g de reactivo ABTS (ácido 2,2'-Azinobis-3-etibenzotiazolin-6-sulfónico) en 5 mL de agua destilada, este se resguardó a temperatura ambiente en oscuridad durante 16 horas antes de su uso. Posteriormente al radical ABTS⁺ se le añadió etanol hasta obtener una absorbancia de 0.70 ± 0.02 . Por último, se tomaron 3920 μL del radical ABTS⁺ y se agregan 80 μL de licor; y se procedió a la lectura de absorbancia de la referencia del radical y después de transcurrir 7 minutos de la reacción, en un espectrofotómetro UV-VIS (Jenway,7305) a una longitud de onda de 734 nm. El blanco consistió en una solución del radical ABTS⁺ con el solvente de la muestra. Los resultados se expresaron como micromolar equivalente Trolox /mL (μM TEAC/mL) mediante la construcción de una curva patrón de Trolox ($y = 0.0744x + 2.1066$, $R^2 = 0.9953$) en concentración de 0 a 800 $\mu\text{M}/\mu\text{L}$.

Análisis estadístico

Los análisis se realizaron por triplicado y los

datos fueron evaluados por medio de un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de medias por el método de Tukey con un intervalo de confianza de 95 % utilizando el software SAS (Statistical Analysis Software) versión 9.0.

RESULTADOS

Propiedades fisicoquímicas en licor artesanal de toronjil

Los datos de las propiedades fisicoquímicas evaluadas en los distintos licores de toronjil se presentan en la tabla 2. Los porcentajes de alcohol entre los licores artesanales oscilaron en un intervalo de 14.51 ± 0.07 a 15.02 ± 0.16 %, se observó diferencia entre los licores L15-37 y L30-37, los cuales corresponden al mismo proceso de secado, pero se observó el efecto del tiempo de maceración. El contenido de sólidos solubles totales en los licores fue de 24.44 ± 0.19 a 25.21 ± 0.258 °Brix, dichos valores tuvieron un comportamiento similar al porcentaje de alcohol, es decir, se observó diferencias entre los licores L15-37 y L30-37. Los contenidos de sacarosa se presentaron en un intervalo de 9.821 ± 0.943 a 12.678 ± 0.943 g/L, el licor L0-20 mostró significativamente un incremento en su contenido. La acidez volátil osciló entre 0.005 ± 0.000 y 0.035 ± 0.005 g ácido acético/L, siendo significativamente mayores los valores de los licores L15-20 y L15-37 y a excepción del licor

Tabla 2. Propiedades fisicoquímicas de licores artesanales de toronjil.

Licor	Porcentaje de alcohol (%)	Sólidos solubles totales (°Bx)	Sacarosa (g/L)	Acidez volátil (g ácido acético/L)	Turbidez (NTU)	Luminosidad (L*)	Croma (C*)	Hue (h°)
L0-20	14.71 ^{ACB} ± 0.19	24.76 ^{ABC} ± 0.23	12.67 ^A ± 0.94	0.008 ^C ± 0.001	15.45 ^C ± 1.65	4.55 ^A ± 1.30	0.90 ^A ± 0.26	215.81 ^{BC} ± 9.70
L15-20	14.99 ^{AB} ± 0.05	25.11 ^{AB} ± 0.03	10.36 ^B ± 0.01	0.033 ^A ± 0.005	22.52 ^A ± 0.25	1.98 ^A ± 1.48	1.36 ^A ± 0.55	180.45 ^C ± 22.63
L30-20	14.64 ^{BC} ± 0.19	24.64 ^{AC} ± 0.25	10.36 ^B ± 0.01	0.021 ^B ± 0.001	18.37 ^B ± 0.27	4.25 ^A ± 1.08	0.67 ^A ± 0.15	232.99 ^{AB} ± 9.91
L0-37	14.71 ^{ABC} ± 0.03	24.75 ^{ABC} ± 0.07	9.82 ^B ± 0.94	0.008 ^C ± 0.002	11.41 ^C ± 0.31	3.86 ^A ± 1.57	1.15 ^A ± 0.49	243.05 ^{AB} ± 6.35
L15-37	15.02 ^A ± 0.16	25.21 ^A ± 0.25	10.36 ^B ± 0.01	0.035 ^A ± 0.005	20.71 ^A ± 0.60	3.14 ^A ± 2.06	1.45 ^A ± 0.23	202.13 ^{BC} ± 6.49
L30-37	14.51 ^C ± 0.07	24.44 ^C ± 0.19	10.53 ^B ± 0.28	0.005 ^C ± 0.001	18.03 ^B ± 0.32	1.58 ^A ± 0.97	0.63 ^A ± 0.08	281.90 ^A ± 16.14
DMS	0.37	0.53	1.52	0.009	2.07	3.86	0.94	56.81

Los valores indican la media ± desviación estándar; los promedios con la misma letra en las columnas no son significativamente diferentes; DMS: diferencia mínima significativa

L30-20, estos no mostraron diferencia significativa. Por otra parte, los valores de turbidez se presentaron un intervalo de 11.411 ± 0.316 a 22.522 ± 0.258 NTU. Los licores L15-20 y L15-37 destacaron por tener una mayor presencia de partículas suspendidas y ser significativamente diferentes al resto de los licores.

Con respecto a la medición de color, los valores de L* y C* oscilaron entre 1.585 ± 0.979 y 4.559 ± 1.308 y entre 0.633 ± 0.083 y 1.453 ± 0.235, respectivamente. Además, para ambos parámetros los datos obtenidos no presentaron diferencia significativa. En cambio, los valores

de h° oscilaron entre 180.453 ± 22.630 y 281.900 ± 16.146, mostrando una a tendencia a descender en los licores elaborados con extractos macerados por 15 días para ambas temperaturas de secado.

Compuestos fenólicos totales en licor artesanal de toronjil

El contenido de compuestos fenólicos totales osciló entre 0.47 ± 0.19 y 27.946 ± 3.110 mg EAG/mL (Tabla 3). Para ambas temperaturas de secado se observó que el tiempo de maceración de 15 días influyó sobre compuestos fenólicos siendo los licores L15-20

y L15-37 los que presentaron un mayor contenido.

Actividad antioxidante

Los datos para la capacidad antioxidante en el día cero de maceración, no presentaron datos ya que para realizar el cálculo fue necesario un % de inhibición superiores al 50 % (Tabla 4).

El comportamiento de la capacidad antioxidante se presentó de manera similar al contenido de fenoles totales, es decir, los licores elaborados con macerados por 15 días para ambas temperaturas de secado presentaron mayor capacidad antioxidante, mientras que los licores de los macerados por 30 días para las

dos temperaturas de secado presentaron una tendencia a descender su capacidad antioxidante.

Los valores de TEAC por el método DPPH oscilaron entre 19.499 ± 0.723 y $86.638 \pm 65.170 \mu\text{M TEAC/mL}$ y no mostraron diferencia significativa entre ellos, no obstante, se observó que los licores L15-20 y L15-37 tendieron a presentar mayor capacidad antioxidante. Para el método ABTS los valores de TEAC variaron en un intervalo de 29.517 ± 0.498 a $92.105 \pm 14.352 \mu\text{M TEAC/mL}$, donde el licor L15-37 reportó un valor de TEAC superior y significativamente diferente al resto de licores.

Tabla 3. Contenidos de compuestos fenólicos totales en licores artesanales de toronjil.

Código de licor	Compuestos fenólicos totales (mg EAG/mL)
L0-20	0.47 ± 0.19^C
L15-20	14.34 ± 3.05^B
L30-20	10.27 ± 0.43^B
L0-37	1.04 ± 0.71^C
L15-37	27.94 ± 3.11^A
L30-37	15.26 ± 1.48^B
DMS	5.24

Los valores indican la media \pm desviación estándar; los promedios con la misma letra en las columnas no son significativamente diferentes; DMS: diferencia mínima significativa.



Tabla 4. Actividad antioxidante en licores de toronjil.

Código de licor	DPPH ($\mu\text{M TEAC/mL}$)	ABTS ($\mu\text{M TEAC/mL}$)
L0-20	SD	SD
L15-20	48.01 \pm 9.33 ^A	44.27 \pm 1.52 ^B
L30-20	19.49 \pm 0.72 ^A	29.517 \pm 0.49 ^B
L0-37	SD	SD
L15-37	86.63 \pm 65.17 ^A	92.10 \pm 14.35 ^A
L30-37	28.91 \pm 5.38 ^A	49.86 \pm 9.34 ^B
DMS	78.00	22.00

Los valores indican la media \pm desviación estándar; los promedios con la misma letra en las columnas no son significativamente diferentes; DMS: diferencia mínima significativa. SD: Sin datos.

DISCUSIÓN

La producción artesanal de licores se enfrenta a diferentes variaciones dentro de su producción, ya que incluso en una comunidad que por tradición prepara un mismo tipo de licor se encuentran diferencias en el tratamiento de las materias primas empleadas, el proceso productivo, hasta las condiciones de almacenamiento. Y aunque, los productos artesanales han incrementado recientemente su popularidad y representa una estrategia de desarrollo para productores rurales [20], muchos de estos productos tienden a presentar dificultades con el cumplimiento de estándares de calidad aplicados por el mercado, a causa de no contar con recursos suficientes para realizar inversiones y adecuaciones requeridas, o simplemente por falta de información. [21,22].

También es importante mencionar la postura de la industria alimentaria, la cual pugna por una estandarización de los procesos productivos [20], basados en normativas aplicables a elaboración de productos, en México la NOM-199-SCFI-2017, considera requerimientos poco específicos para licores herbales, por lo tanto, se decidió apoyarse en la Norma Española del Gobierno de Navarra (Norma técnica artesana de los licores de hierbas y frutas) y la Norma Cubana (NC-725: 2009. Licores. Especificaciones), las cuales presentan valores de referencia para el tipo de bebidas consideradas en el estudio. Por lo que este trabajo presenta una pauta que pueda ser replicada por más productores de licores artesanales, con el fin de lograr procesos productivos más eficientes y generar mayores

ingresos económicos a las comunidades productoras de licores artesanales.

Los porcentajes de alcohol de los licores artesanales de toronjil se encontraron dentro de las concentraciones permitidas por la NOM-199-SCFI-2017 (13.5 a 55 %) y la Norma de Cuba-725 (10 a 50 %), y se aproximan al porcentaje mínimo reportado en la Norma técnica de licores artesanales de Navarra (15 %).

El contenido de sólidos solubles totales en los licores artesanales de toronjil de acuerdo a la Norma Cubana-725, los clasifica como licor de crema fino por presentar un contenido de sólidos solubles totales dentro del intervalo de 20.1 a 30 °Brix. Adicionalmente, estos resultados son semejantes al mencionado por Paqui [23], quien reporta contenidos de sólidos solubles totales similares de 24.2 a 25.7 °Bx en licor de begonia. La determinación de sólidos solubles totales se emplea para conocer la concentración de azúcar en varios productos alimenticios [24], dichos valores se compararon con los datos obtenidos con la determinación de sacarosa y se observó que estos difieren, posiblemente esto se debió a que los grados °Brix también dependen de otros sólidos solubles incluyendo, sales y ácidos que no son detectados con la determinación de sacarosa [25,26].

Los resultados del contenido de sacarosa se

encontraron dentro de las especificaciones de la Norma técnica de Navarra para licores de hierbas (5 a 30 g/L), estos valores son de importancia debido a que se requiere un balance entre este carbohidrato y el contenido alcohólico, contribuyendo a la consistencia final del licor [27].

La acidez volátil es un parámetro que se asocia principalmente con el contenido de ácido acético, el cual se produce durante el proceso de fermentación y es un factor relevante en la producción de vinos, debido a que valores elevados indican que este ha sufrido la acción de microorganismos, principalmente por el género *Acetobacter* [28]. No obstante, en este trabajo experimental esta variable se consideró para expresar la relación entre las condiciones de maceración y su relación con los ácidos orgánicos presentes [29], los cuales producen aromas agradables y por ende inciden en la calidad organoléptica. Lo anterior debido a que el contenido de estos compuestos orgánicos puede estar relacionado con la percepción del licor y se asocian a la acidez volátil y la fracción aromática, lo cual puede modificar la percepción del sabor [30,31]. Los licores artesanales de toronjil; L15-20 y L15-37 presentaron la mayor concentración de acidez volátil, lo que indica un mayor contenido de ácidos orgánicos que pueden influir en las características organolépticas de los licores

artesanales. No obstante, es importante considerar la concentración y el tipo de ácido orgánico, ya que su inexistencia puede afectar el brillo, aroma y la estabilidad microbiológica de los licores, así como sucede en los vinos [30].

La turbidez es un factor de calidad relevante en licores artesanales, principalmente aquellos elaborados con frutas, a causa del contenido de pectinas que precipitan por su baja solubilidad en alcohol, este proceso puede resultar una desventaja ya que los consumidores buscan productos de muy baja turbidez [32,33]. Los licores L15-20 y L15-37 fueron los que mostraron más partículas suspendidas, lo cual puede asociarse a la presencia de compuestos polifenólicos oxidados; de acuerdo con Rødtjer *et al.* [34] las bebidas que contienen altos niveles de polifenoles tienden a oxidarse generando una mayor turbidez de las bebidas durante su almacenamiento. Por otra parte, los valores de turbidez de los licores de toronjil obtenidos en este estudio pueden ser comparados con los reportados para otras bebidas como: el licor de manzana (72.266 NTU) [1], licor de cas, limón y hierba buena (95.000 NTU) [35], mostrándose que la turbidez en los licores de toronjil fue menor, por lo tanto, se puede afirmar que el licor producido en el presente trabajo tuvo buena solubilidad, cuya característica lo hace más atractivo para su

consumo.

Las evaluaciones de los parámetros de color indicaron que los licores presentaron poca luminosidad, debido a que los valores de L^* se acercaron a $L^*=0$ [36]. Asimismo, los valores de C^* de los licores indicaron poca intensidad de color, debido a que los valores fueron cercanos a $C^*=0$, correspondiente a tonos pálidos [36]. En cambio, los valores de h° mostraron que los datos obtenidos se encuentran entre los matices verdes y azules [37,38], específicamente los licores elaborados con extractos macerados por 15 días presentaron valores de h° que se encontraron en los matices verdes, los cuales son los preferidos por los consumidores de productos provenientes plantas medicinales o herbales, debido a que estos productos son más semejantes a los colores de la planta toronjil fresca [39].

El contenido de compuestos fenólicos fue mayor para los licores elaborados con extractos macerados por 15 días para ambas temperaturas de secado, sin embargo, el licor L15-37 fue significativamente superior al licor L15-20. En contraste, los licores elaborados con extractos macerados por 30 días (L30-20 y L30-37) presentaron un contenido menor de estos compuestos, este comportamiento se asemeja a lo reportado en vinos tintos durante el proceso de añejamiento y se les atribuye factores como:

la oxidación, hidrolisis o formación de compuestos poliméricos [40,41]. Otros autores mencionan que la disminución en el contenido de fenoles durante la maceración, puede producirse debido a que inicialmente el proceso de extracción presenta una transferencia de masa acelerada que posteriormente decrece hasta llegar al equilibrio [33, 42]. Además, las concentraciones de compuestos fenólicos en esta investigación superaron a las reportadas por otros autores en extractos etanólicos de *Dracocephalum moldavica* L. (0.518 mg EAG/mL) [43] y en licores de moras (0.477 y 0.884 mg EAG/mL) [44]. Cabe mencionar que el proceso de maceración por 15 días del material vegetal deshidratado a 37 °C favoreció la extracción de compuestos fenólicos presentes en la planta de toronjil, esto difiere con lo mencionado en otras investigaciones, donde se considera a que las temperaturas de secado superiores al 27 °C pueden generar la pérdida de compuestos activos presentes en las plantas, no obstante, el estudio realizado por otros investigadores demuestra que para la planta de *Melissa officinalis* (Lamiaceae) un secado de 25 a 32 °C no presentó diferencia significativa en el contenido de fenoles al ser comparado con la planta fresca [45]. Aunado a lo anterior, Fretes [46] reporta que en un tiempo de maceración de 15 días permite alcanzar una mayor extracción de sustancias bioactivas.

La actividad antioxidante en el día cero de maceración no reportaron datos, ya que para realizar el cálculo se requirieron porcentajes de inhibición superiores al 50 %, esto no fue posible ya que el corto tiempo de exposición de la planta de toronjil con el alcohol no fue suficiente para la extracción de metabolitos secundarios. Otros trabajos mencionan que compuestos fenólicos extraídos con etanol necesitan más tiempo para transferirse de la materia seca al solvente, alcanzando valores más altos a partir de los de 14 días hasta los 21 días [47].

El comportamiento de los datos de actividad antioxidante se asemejó al contenido de fenoles totales, puesto que los licores macerados por 15 días para ambas temperaturas de secado presentaron mayor capacidad antioxidante. Mientras que los licores con 30 días de maceración mostraron una reducción en la capacidad antioxidante en los licores hechos con extractos de toronjil. Los resultados anteriores pueden relacionarse con lo propuesto por Spigno *et al.* [48], quienes afirman que los procesos de extracción prolongados pueden dar lugar a la oxidación de compuestos fenólicos debido a la exposición a la luz y el oxígeno favoreciendo la degradación de los mismos.

El licor artesanal L15-37 mostró la actividad antioxidante mayor y fue diferente significativamente al resto de los licores en el

ensayo ABTS, comportamiento similar a los valores de los contenidos de compuestos fenólicos totales. Los resultados de TEAC, especialmente los licores L15-20 y L15-37 fueron superiores a la capacidad antioxidante que los vinos europeos tipo Merlot, los cuales mantienen valores entre 2.3 a 11.1 μ MTEAC/mL y del licor de cereza corneliana (*Cornus mas* L.) con valores de 10 a 19 μ MTEAC/mL [49, 50]. No obstante, los licores de toronjil no sobrepasan la capacidad antioxidante en licores de moras, los cuales rondan entre 110510 y 304470 μ M TEAC/mL [44]. Por medio del método ABTS en bebidas como licor de cereza corneliana (*Cornus mas* L.) se obtuvieron valores de 16 a 31 μ MTEAC/mL [50] y en infusiones herbales valores de 0.52 a 4.9 μ MTEAC/mL [51]. Sin embargo, en licores de moras, estas concentraciones fueron mayores, de 110510 a 304470 μ M TEAC/mL [44], por lo que los licores artesanales de toronjil presentaron una capacidad de inhibir el radical ABTS mayor al licor de cereza corneliana e infusiones herbales comerciales. Los resultados del contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante por el método ABTS se asemeja a lo estudiado por Santos *et al.* [52], quienes afirman que el ensayo ABTS proporciona una mejor estimación de la capacidad antioxidante en licores en comparación con el método DPPH

[52]. Además, otros autores mencionan otras ventajas del método ABTS, incluyendo su versatilidad, ya que las muestras polares y no polares pueden ser evaluadas, la mayoría de los antioxidantes reaccionan y puede aplicarse en un rango amplio de pH [19].

CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos se pudo concluir que los licores artesanales de toronjil elaborados en esta investigación cumplieron con los estándares de calidad de las normas con las cuales fueron evaluados. Siendo el licor L15-37, con una temperatura de secado de 37 °C y tiempo de maceración por 15 h, el tratamiento con mejor concentración y extracción de los compuestos fenólicos totales y la mejor capacidad antioxidante del producto. Las condiciones evaluadas pueden ser aplicadas para la elaboración de este producto por los artesanos debido a que es un producto de gran consumo y puede significar una alternativa en el mercado en comparación con algunos vinos y licores de algunas frutas.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

AGRADECIMIENTOS

Al laboratorio de Análisis de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Química BUAP, a quienes agradecemos su apoyo.

REFERENCIAS

- [1]. Barrera García V. D., Viesca-González F., Quintero-Salazar B., Dublán-García O., Sánchez Vega J. Á., Díaz Arzate G. Caracterización olfatométrica y sensorial de los compuestos responsables de aroma en el licor de manzana de Tenango del Valle, Estado de México. Proyecto de investigación, Universidad Autónoma del Estado de México, Estado de México, México 2015.
- [2]. García H. Cocina prehispánica mexicana: la comida de los antiguos mexicanos. 1a. ed. Panorama Editorial: D.F., México 1988.
- [3]. Prior R. L., Cao G. Antioxidant phytochemicals in fruits and vegetables: diet and health implications. *HortiScience* 2000; 35(4): 588-592.
- [4]. Komes D., Belščak-Cvitanović A., Horžić D., Drmić H., Škrabal S., Miličević B. Bioactive and sensory properties of herbal spirit enriched with cocoa (*Theobroma cacao* L.) polyphenolics. *Food and Bioprocess Technology* 2011; 5(7): 2908-2920.
- [5]. Petrović M., Vukosavljević P., Đurović S., Antić M., Gorjanović, S. New herbal bitter liqueur with high antioxidant activity and lower sugar content: Innovative approach to liqueurs formulations. *Journal of Food Science and Technology* 2019; 56(10): 4465-4473.
- [6]. Petrović M., Pastor F., Đurović S., Veljović S., Gorjanović S., Sredojević M., Vukosavljević P. Evaluation of novel green walnut liqueur as a source of antioxidants: Multi-method approach. *Journal of Food Science and Technology* 2020; 58(6): 2160-2169.
- [7]. Sánchez-González C., Ciudad C. J., Noé V., Izquierdo-Pulido M. Health benefits of walnut polyphenols: An exploration beyond their lipid profile. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2017; 57(16): 3373-3383.
- [8]. Nour V., Trandafir, I., Cosmulescu S. Central composite design applied to optimize the hydroalcoholic extraction of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) fruits. *Journal of Food Biochemistry* 2015; 39(2): 179-188.
- [9]. Carnat A., Carnat A., Fraisse D., Lamaison, J. The aromatic and polyphenolic composition of lemon balm (*Melissa officinalis* L. subsp. *officinalis*) tea. *Pharmaceutica Acta Helvetiae* 1998; 72(5): 301-305.
- [10]. Holm Y., Galambosi B. Hiltunen R. Variation of the main terpenes in dragonhead (*Dracocephalum moldavia* L.) during growth.

Flavour and Fragrance Journal 1988; 3(3): 113-115.

[11]. Mrvčić J., Posavec S., Kazazić S., Stanzer D., Peša A., Stehlik-Tomas V. Spirit drinks: a source of dietary polyphenols. *Croatian Journal of Food Science and Technology* 2012; 4(2): 102-111.

[12]. Ristovski B., Jakopic J., Slatnar A., Stampar F. Bocevska M. Polyphenols in traditional sour cherry liqueurs-beverages with health benefits. *European Journal of Sustainable Development Research* 2019; 3(1): 11-17.

[13]. A.O.A.C. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemistry. 16ta ed. By Hoorwitz, N., P. Chialo, H. Reynold: Washington, USA 1990.

[14]. Matissek R., Schnepel F., Steiner G. Análisis de los alimentos: fundamentos, métodos, aplicaciones. 2da ed. Editorial Acribia: Zaragoza, España 1992.

[15]. Parra Y., Cedeño M., García M., Mendoza I., González Y., Fuentes L. Clarificación de aguas de alta turbidez empleando el mucílago de *Opuntia wentiana* (Britton & Rose)/(Cactaceae). *Redieluz* 2011; 1(1): 27-33.

[16]. Delmoro J., Muñoz D., Nadal V., Clementz A., Pranzetti V. El color en los alimentos: determinación de color en mieles. *Invenio: Revista de Investigación Académica*

2010; (25): 145-152.

[17]. Singleton V. L., Rossi J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 1965; 16(3): 144-158.

[18]. Brand-Williams W., Cuvelier M. E., Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology* 1995; 28(1): 25-30.

[19]. Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* 1999; 26(9-10): 1231-1237.

[20]. Domínguez-López A., Villanueva-Carvajal A., Arriaga-Jordán C. M., Espinoza-Ortega A. Alimentos artesanales y tradicionales: el queso Oaxaca como un caso de estudio del Centro de México. *Estudios Sociales (Hermosillo, Sonora)* 2011; 19(38): 165-193.

[21]. Hernández Moreno M. del C., Medina A. V. La calidad en el sistema agroalimentario globalizado. *Revista Mexicana de Sociología* 2014; 76(4): 557-582.

[22]. Cavalcanti J. New challenges for the player in global agriculture and food. *International Journal of Sociology of*

Agriculture and Food 2004; 12: 29-36.

[23]. Paqui Maza N. S. Elaboración de licores artesanales a base de flores: rosas, begonias, malvas olorosas y violetas, Tesis de licenciatura, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador 2019.

[24]. Montaña Mata N. J., Méndez Natera J. R. Effect of growth regulators on the epicarp, mesocarp and total soluble solids of muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit cv. Edisto 47. Revista Científica Universidad de Oriente Agrícola 2009; 9(2): 295-303.

[25]. Ruiz López M. D., García-Villanova B., Abellán Ballesta P. Frutas y productos derivados. En: Hernández Gil A., Ruiz López M. D. Eds. Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. Editorial Médica Panamericana; 2010; 167-197.

[26]. Suarez Moreno D. X. Guía de procesos para la elaboración de néctares, mermeladas, uvas pasas y vinos. (No. 115). Editorial Convenio Andrés Bello: Bogotá, Colombia 2003.

[27]. Varzakas T., Özer B. Application of sweeteners in food and drinks. In: Varzakas T, Labropoulos A, Anestis S., Eds. Sweeteners: Nutritional Aspects, Applications, and Production Technology. CRC Press. EUA; 2012; 209-249.

[28]. Barceló J. G. Técnicas analíticas para

vinos. 1a. ed. Editorial GAB: Barcelona, España 1990.

[29]. Bruni R., Medici A., Guerrini A., Scalia S., Poli F. Romagnoli C., Muzzoli M., Sacchetti G. Tocopherol, fatty acids and sterol distributions in wild Ecuadorian *Theobroma subincanum* (Sterculiaceae) seeds. Food Chemistry 2002; 77(3): 337–341.

[30]. Palacios A., Suárez C., Heras J. Manejo de la acidez del vino base cava desde el punto de vista organoléptico. ACE: Revista de Enología 2006; (66): 3.

[31]. Fernández R. D. R., Gallo F. W. M., Cedeño Á. M. G, Galeas M. M. P., Quinteros H. N. M., Ferrín L. M. C., Morante P. E. N. Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional. Revista Ciencia y Tecnología 2012; 5(1): 7-12.

[32]. Pérez, A. Implementación de la técnica de ultrafiltración en la elaboración de licor de Membrillo. Tesis de licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México, 2011.

[33]. Armento, F. Desarrollo de un licor tipo limoncello a partir de lima persa (*Citrus latifolia* Tanaka). Tesis de licenciatura, Escuela de Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Costa Rica, 2008.

[34]. Rødtjer A., Skibsted L. H., Andersen M.

L. The role of phenolic compounds during formation of turbidity in an aromatic bitter. *Food Chemistry* 2010; 123(4): 1035-1039.

[35]. Coto Calvo, C. Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración. Tesis de licenciatura, Facultad de ciencias agroalimentarias. Universidad de Costa Rica, Costa Rica, 2014.

[36]. X-Rite, incorporated. Disponible en: https://www.mcolorcontrol.com/archivos/L10-001_Understand_Color_es.pdf (Fecha de consulta: 13 septiembre 2020).

[37]. Mathias-Rettig K., Ah-Hen K. El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur* 2014; 42(2): 57-66.

[38]. Marete E. N. Jacquier J. C., O’Riordan D. Effects of extraction temperature on the phenolic and parthenolide contents and colour of aqueous feverfew (*Tanacetum parthenium*) extracts. *Food Chemistry* 2009; 117(2): 226-231.

[39]. Argyropoulos D., Müller J. Kinetics of change in colour and rosmarinic acid equivalents during convective drying of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* 2014; 1(1): 15-22.

[40]. Arnous A., Makris D. P., Kefalas P. Effect of principal polyphenolic components in relation to antioxidant characteristics of aged

red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2001; 49(12): 5736-5742.

[41]. Espitia J. Efecto de la temperatura de añejamiento sobre el perfil de aromas y la capacidad antioxidante del vino tinto ruby cabernet. Tesis de maestría, Universidad Autónoma Metropolitana, México, 2011.

[42]. Geankoplis C. J. Procesos de transporte y principios de separación. 4ta. ed. Editorial Patria: D.F., México 2006.

[43]. Jiménez, M. Producción de extractos de *Dracocephalum moldavica* L. y *Agastache mexicana* ssp. *mexicana* y evaluación de la actividad antidepresiva. Tesis de maestría, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología. Instituto Politécnico Nacional, México 2016.

[44]. Leyva D. Determinación de antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante en licores y fruto de mora. Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Oaxaca, México 2009.

[45]. Capecka E., Mareczek A., Leja M. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. *Food Chemistry* 2005; 93(2): 223-226.

[46]. Fretes, F. Plantas medicinales y aromáticas: una alternativa de producción comercial. Paraguay: Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo

Internacional (USAID): Asunción, Paraguay 2010. Disponible en: https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/plantas_medicinales.pdf (fecha de consulta: 07 octubre 2019).

[47]. Senica M., Milkulic-Petkovsek M. Changes in beneficial bioactive compounds in eight traditional herbal liqueurs during a one-month maceration process. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2019; 100(1): 345-353.

[48]. Spigno, G., Tramelli, L., De Faveri, D. Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics. *Journal Food Engineering* 2007 81(1): 200-208.

[49]. Majkić, T., Torović, L., Lesjak, M., Četojević-Simin, D., Beara, I. Activity profiling of Serbian and some other European Merlot wines in inflammation and oxidation

processes. *Food Research International* 2019; 121: 151-160.

[50]. Kucharska, A., Sokół-Łętowska, A., Hudko, J., Nawirska, A. Influence of the preparation procedure on the antioxidant activity and colour of liqueurs from cornelian cherry (*Cornus mas* L.). *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 2007; 57(4B): 343-347.

[51]. Muñoz, E., Rivas, K., Loarca, M. Mendoza, S., Reynoso, C., Ramos M. Comparación del contenido fenólico, capacidad antioxidante y actividad antiinflamatoria de infusiones herbales comerciales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2012; 3(3): 481-495.

[52]. Santos C., Botelho G., Caldeira I., Torres A., Ferreira F. M. Antioxidant activity assessment in fruit liquors and spirits: methods comparison. *Ciência e Técnica Vitivinícola* 2014; 29(1): 28-34.