

Propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la infusión de remolacha (*Beta Vulgaris L.*)

Angela Farías-Campomanes¹

Yina Alfonso¹

Jorge Galindo¹

Yineth Jiménez¹

Camila Medina¹

Saday Ramírez¹



Artículo de investigación científica y tecnológica

Fecha de recepción: 30 de noviembre 2022 ■ Fecha de aceptación: 17 de mayo 2023 ■ Fecha de publicación: 4 de septiembre 2024

✉ Angela Farías-Campomanes, Facultad de Ingeniería, Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia.
Farias.angela@uniagraria.edu.co

Farías-Campomanes, A., Alfonso, Y., Galindo, J., Jiménez, Y., Medina, C. y Ramírez, S. (2023). Propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la infusión de remolacha (*Beta Vulgaris L.*). *Revista de Investigaciones Uniagraria*, 11(1), 120-132.

Resumen

La betarraga o remolacha (*Beta vulgaris L.*) es un producto apreciado por su versatilidad de usos y sus características organolépticas, así como por sus propiedades antiinflamatorias y para prevenir enfermedades crónicas; sin embargo, aún son escasas las alternativas de productos con valor agregado derivados de la remolacha. El objetivo de este trabajo fue determinar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una infusión a base de remolacha y para tal propósito se realizó la caracterización fisicoquímica (acidez, sólidos solubles totales, cenizas, densidad y humedad) y la determinación de la presencia de los principales metabolitos (insaturaciones y grupos carbonilos, fenoles y taninos, triterpenos y esteroides, flavonoides, carbohidratos, cumarinas y lactonas).

Así mismo, tres formulaciones de infusión (60 %, 70 % y 80 % de remolacha deshidratada) fueron caracterizadas sensorialmente mediante prueba Anova. La caracterización fisicoquímica permitió evidenciar que la remolacha posee propiedades físicas y químicas adecuadas para la elaboración de una infusión, por lo que se estableció la presencia de fenoles, taninos, flavonoides e hidratos de carbono en extracto e infusión de remolacha. El análisis sensorial permitió determinar que no existe diferencia significativa (p -valor $> 0,05$) entre el color, el olor, el sabor y la textura de las muestras, sin embargo, se sugiere que la infusión formulada con 70 % de remolacha deshidratada es aquella que presenta el mejor balance entre las características sensoriales y el aporte nutricional.

Palabras clave: betarraga, remolacha, infusión, extracto, sensorial, propiedades fisicoquímicas.

Clasificación JEL: D12.

¹ Ingeniería de Alimentos, Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia.

*Physicochemical and sensory properties of beetroot tea (*Beta Vulgaris* L.)*

Abstract

Beetroot (*Beta vulgaris* L.) is a product appreciated for its versatility of uses and organoleptic characteristics, as well as for its anti-inflammatory properties and for preventing chronic diseases. However, the alternatives of products with added value derived from beets are still scarce. This work aimed to determine the physicochemical and sensory properties of beetroot tea. For this purpose, analyses of acidity, total soluble solids, ashes, density, moisture, unsaturations, carbonyl groups, phenols, tannins, triterpenes, sterols, flavonoids, carbohydrates, coumarins, and lactones were carried out to tea and extract of beetroot. Later, the sensory analysis (color, odor, taste, and texture) was carried out in three beetroot tea formulations (60, 70, and 80% of dehydrated beetroot).

The sensory analysis results were analyzed using the ANOVA test. Physicochemical characterization shows that beetroot has good physical and chemical properties to prepare beetroot tea. Likewise, phenols, tannins, flavonoids, and carbohydrates were present in beetroot extract and infusion. The ANOVA of sensory analysis results showed no significant difference ($p\text{-value} > 0.05$) between the color, odor, taste, and texture of the samples. However, it is suggested that beetroot tea formulated with 70% dehydrated beetroot presents the best balance between sensory characteristics and nutritional contribution.

Keywords: beetroot, tea, extract, sensory, physicochemical properties.

JEL classification: D12.

Introducción

De acuerdo con las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (Gobierno del Quindío, s. f.), la producción de remolacha en Colombia, en el año 2016, fue de 25 829 toneladas, destacándose el departamento de Antioquia con una participación del 75,73 %. Si bien la remolacha es una hortaliza ampliamente cultivada en Colombia, pocos datos informan sobre el uso con otros fines diferentes a la producción de azúcar. Según el Ministerio de Salud y Protección Social y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013), no más del 30 % de la población consume hortalizas en Colombia, ya que prefieren otro tipo de alimentos que no aportan el mismo valor nutricional.

Las hortalizas se definen como plantas herbáceas que se cultivan para el consumo humano, que generalmente pueden ser consumidas crudas o cocidas. Diversos estudios indican que una dieta balanceada incluye el consumo de hortalizas, porque suministra vitaminas, minerales y fibra en cantidades importantes que permiten el buen funcionamiento del organismo y la salud humana. De acuerdo con el DANE (2014), en Colombia, el consumo de hortalizas por persona es de 38 kilogramos/año; sin embargo, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) este debe ser al menos de 140 kilogramos por persona/año, lo que evidencia que la población colombiana presenta un bajo consumo de hortalizas.

La betarraga o remolacha (*Beta vulgaris* L.) es una hortaliza apreciada por su versatilidad de usos y sus características organolépticas. Su consumo data de la edad media, cuando era utilizada en el proceso de vinificación y como aditivo del vinagre por su característica de alto dulzor. Actualmente es cultivada por sus raíces, hojas y semillas, las cuales se utilizan con fines azucareros, forrajeros y para consumo de mesa (DANE, 2014). La betarraga posee un amplio valor nutricional, está compuesta por 65,7 % de agua; 4-8 % de carbohidratos, 1,4 % de proteínas, 0,4 % de grasas, 1 % de fibra soluble,

compuestos bioactivos (polifenoles, antocianinas, antioxidantes) y sales de nitrato, además de minerales como potasio 312 mg/100 g, fósforo 31 mg/100 g y calcio 11 mg/100 g (Fuentes-Barría *et al.*, 2018). A partir de la remolacha se extrae la betalaína, que es un pigmento natural presente en su raíz y que le confiere su color rojo característico, esta se emplea en la industria agroalimentaria para dar color a bebidas, sopas, licores, helados, etc. (Yanchapanta Montenegro, 2011). Las betalaínas son estables en productos deshidratados con una actividad de agua menor a 5,0, volviéndose inestables a medida que se aumenta la actividad de agua y el contenido de humedad del alimento (Otálora, 2019).

Este trabajo tiene como objetivo determinar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una infusión de remolacha, con el fin de ofrecer alternativas para incrementar el consumo de este producto.

Metodología

Materia prima

La betarraga o remolacha fue adquirida en la plaza de mercado del Quirigua, Bogotá, Colombia. La hortaliza fue limpiada con el desinfectante Timsen al 0,2 ppm. En seguida, la remolacha fue cortada de forma transversal y en finas tiras, y depositada en el interior de un horno convencional para secado a 60 °C durante 150 minutos.

Hojas de limonaria y hierbabuena, así como moras, fueron también adquiridas de la plaza de mercado del Quirigua, con los que se siguieron los mismos procedimientos de limpieza y desinfección que con la remolacha. Posteriormente, la mora fue deshidratada en un horno convencional a 60 °C durante 150 minutos, mientras que las hojas de limonaria y hierbabuena fueron deshidratadas a 60 °C durante 90 minutos.

Elaboración de infusión

La infusión de remolacha se elaboró a partir de una mezcla de deshidratados de remolacha (60 %, 70 % y 80 %) y hojas de limonaria, hojas de hierbabuena y mora (1/3 cada una). Para los análisis de caracterización fisicoquímica, se obtuvo el extracto de remolacha con el objetivo de comparar la composición y evaluar el efecto del secado en los resultados.

Caracterización fisicoquímica

La caracterización de la infusión y extracto de remolacha se realizó en el laboratorio de fisicoquímica de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Los análisis fueron realizados por triplicado.

Determinación de sólidos solubles totales

Se utilizó la técnica de refractometría y se extrajo el zumo de la remolacha, y con auxilio de una pipeta Pasteur, se depositó una muestra sobre el prisma del refractómetro. El valor obtenido en la escala se representó en grados Brix.

Determinación de acidez

La acidez se determinó por titulación. El zumo de la remolacha (10 ml) previamente extraído se mezcló con 10 ml de agua destilada en un vaso de precipitado de 100 ml. En seguida, la solución se neutralizó con hidróxido de sodio (NaOH) al 0,1 N. La acidez titulable se calculó a través de la ecuación 1.

$$\text{Acidez (\%)} = \frac{\text{ml de NaOH} \times N(\text{NaOH}) \times \text{acid.meq.factor} \times 100}{\text{ml zumo}} \quad (\text{ecuación 1})$$

Determinación de humedad

La humedad se determinó por gravimetría. En un pesafiltro se depositó de 1 a 1,5 g de muestra, que posteriormente fue introducida en una estufa a 105 °C durante 4 horas. Al finalizar el proceso, la muestra fue depositada en un desecador hasta

alcanzar temperatura ambiente. La masa de la muestra se determinó en balanza analítica y, en seguida, la muestra fue colocada nuevamente en una estufa por 30 minutos. Al finalizar, la muestra fue enfriada y pesada. La desecación continuó hasta obtener un peso constante. La humedad se determinó a través de la ecuación 2.

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{(M1 - M2) \times 100}{M} \quad (\text{ecuación 2})$$

Donde M1 es la masa del pesafiltro con muestra húmeda, M2 es la masa del pesafiltro con muestra seca y M es la masa de la muestra.

a carbonizar el contenido del crisol con ayuda de un mechero para evitar pérdidas. Cuando cesó el desprendimiento de humo, se llevó el crisol a una mufla a 550 °C por 1 hora o hasta que las cenizas adquieran una coloración blanca o gris. Posteriormente, se enfrió en desecador hasta temperatura ambiente y se pesó. El porcentaje de cenizas se determinó a través de la ecuación 3.

Determinación de cenizas

Las cenizas se determinaron por calcinación directa. Se pesaron de 0,5 a 1,5 g de muestra en un crisol con peso conocido. Luego, se procedió

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{(w1 - w2) \times 100}{w} \quad (\text{ecuación 3})$$

Donde w_1 es la masa del crisol con muestra calcinada, w_2 es la masa del crisol y w es la masa de la muestra.

Determinación de densidad

La densidad se determinó por picnometría. Se pesó el picnómetro vacío, después se pesó el picnómetro con agua y, por último, con la muestra. Dado que el volumen del picnómetro es conocido, la densidad se determinó como la relación entre la masa y el volumen de la muestra.

Determinación de insaturaciones y grupos carbonilos

La presencia de insaturaciones y grupos carbonilos en las muestras se determinó a través de la prueba de Baeyer (Castillo Rodríguez e Illescas Rivero, 2015). Se disolvieron 1-2 mg de la muestra en 1 ml de agua, acetona o metanol y se agregó gota a gota la solución de KMnO_4 al 2 % en agua. La prueba es positiva si se observa decoloración o formación de un precipitado café (dióxido de magnesio) en menos de un minuto. Se da una reacción de oxidación hasta la formación de un ácido carboxílico. Paralelamente, se desarrolló la prueba de 2,4-dinitrofenilhidracina, para la cual se tomó de 1 a 10 mg de la muestra, la cual se disolvió en etanol, se añadió una solución saturada de 2,4-dinitrofenilhidracina en HCl 6N. La formación de un precipitado color amarillo o naranja indica la presencia de un grupo carbonilo.

Determinación de esteroides y triterpenos

La presencia de esteroides y triterpenos se determinó por la prueba de Salkowski (Rodríguez-Garza *et al.* 2011). Se tomaron 1-2 mg de muestra y se añadió 1 ml de ácido sulfúrico. Si se desarrollan colores amarillos o rojos indica que la prueba es positiva.

Determinación de flavonoides

La presencia de flavonoides se determinó por la prueba de Shinoda (Huacuja Gonzalez,

1995). En un tubo de ensayo se colocaron 2 ml de extracto y se adicionaron limaduras de magnesio metálico y 0,3 ml de ácido clorhídrico concentrado, y se dejó reposar por 10 minutos. Se considera positiva con la aparición de coloraciones naranja, rojo, rosa, azul y violeta.

Determinación de carbohidratos

La presencia de carbohidratos en la muestra se determinó por la prueba de Molish (Díaz *et al.*, 2019). Se pesaron 1-2 mg de muestra y se le agregó, gota a gota, el reactivo de Molish (alfa-naftol al 1 % en etanol), luego 1 ml de ácido sulfúrico por las paredes. La prueba es positiva si se observa la formación de un anillo coloreado en la interfase de color púrpura.

Determinación de cumarinas

Para la determinación de la presencia de cumarinas se siguió el procedimiento sugerido por Rodríguez-Garza *et al.* (2011), se disolvieron 1-2 mg de muestra en NaOH al 10 %; si aparece una coloración amarilla que desaparece al acidular se considera positiva.

Determinación de lactonas

Para determinar la presencia de lactonas, se disolvieron 1-2 mg de muestra en NaOH al 10 %, de acuerdo con Rodríguez-Garza *et al.* (2011). Un color amarillo o anaranjado que se pierde o desaparece al adicionar unas gotas de HCl indica la presencia de un anillo lactónico.

Análisis sensorial

Se realizó el análisis sensorial de tres formulaciones, cuyo contenido de remolacha fue de 60 %, 70 % y 80 %. Se aplicó una prueba hedónica con escala de 9 puntos (tabla 1).

Tabla 1. Escala de 9 puntos para prueba hedónica

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

Fuente: elaboración propia.

Esta prueba es recomendada para la mayoría de los estudios o proyectos de investigación estándar, donde el objetivo es simplemente determinar si existen diferencias entre los productos en la aceptación del consumidor (Ramírez-Navas, 2012). A los panelistas se les solicitó evaluar muestras codificadas de varios productos, indicando cuánto les agrada cada muestra, marcando una de las categorías en la escala, que va desde “me gusta extremadamente” hasta “me disgusta extremadamente”. Las

muestras se presentaron en recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de tres dígitos. Los panelistas no entrenados, mayores de 20 años y no fumadores, fueron reclutados en las instalaciones de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Cada panelista recibió las indicaciones para la evaluación de las muestras. En la tabla 2 se presenta el formato de evaluación aplicado para el análisis sensorial de la infusión de remolacha.

Tabla 2. Formato de evaluación de panelistas

Nombre			
Fecha			
Lugar			
Instrucciones			
Frente a usted se presentan tres muestras de infusión de remolacha. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.			
Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente	6	Me gusta levemente
2	Me disgusta mucho	7	Me gusta moderadamente
3	Me disgusta moderadamente	8	Me gusta mucho
4	Me disgusta levemente	9	Me gusta extremadamente
5	No me gusta ni me disgusta		
Calificación para cada atributo			
Código	Olor	Color	Sabor
	Textura		

Fuente: elaboración propia.

Para el análisis de los datos, los puntajes numéricos para cada muestra se tabularon y analizaron utilizando el análisis de varianza (Anova) con la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$), para

determinar si existían diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a las muestras.

Resultados

Caracterización fisicoquímica

La pulpa de remolacha fue caracterizada fisicoquímicamente. Los resultados arrojaron humedad de $5,63 \pm 0,26\%$ y cenizas $5,48 \pm 2,31\%$. El contenido de cenizas representa el contenido de naturaleza inorgánica compuesta por sustancias minerales. De acuerdo con Fedna (s. f.), el contenido de cenizas en pulpa de remolacha con frecuencia es del 6%, aunque

puede variar de 5% a 9%, en función de la posible manipulación que pudiera sufrir. Este resultado indica que la remolacha posee minerales y materia orgánica que cumplen con funciones metabólicas importantes en el organismo. Así mismo, en la tabla 3 se presentan los resultados de la caracterización fisicoquímica, correspondientes al extracto e infusión de remolacha. Estos análisis se desarrollaron para garantizar la calidad nutricional y cumplir con la reglamentación para la elaboración de bebidas aromáticas en Colombia

Tabla 3. Resultados de análisis fisicoquímicos para extracto e infusión de remolacha

Análisis	Unidad	Extracto de remolacha	Infusión de remolacha
Sólidos solubles totales	°Brix	9	4
Acidez	%	0,023	0,019
Densidad	g/cm ³	2,18	3,62

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 2, el contenido de sólidos solubles totales fue menor en la infusión que en el extracto de remolacha, esto se explica porque el extracto de remolacha presenta los sólidos solubles disueltos en el contenido de agua presente inicialmente en la materia prima, sin embargo, al ser sometida a tratamiento térmico, estos sólidos solubles se concentran y son posteriormente disueltos en un volumen de agua mayor que el inicial, por tal razón, el contenido de sólidos solubles totales disminuye. Adicionalmente, en el caso de la acidez, se observa que ambas muestras poseen acidez baja, esto debido al alto contenido de sacarosa característico de la remolacha; sin embargo, debido a que no existe una ntc (Norma Técnica Colombiana) que establezca un rango de acidez para la remolacha, de acuerdo con Rivera Vicuña

(2018), la acidez obtenida es apropiada para una infusión.

Por otro lado, se desarrolló la marcha fitoquímica para determinar la presencia o ausencia de los principales grupos de metabolitos en la *Beta Vulgaris*. Así mismo, con el fin de evaluar si el tratamiento térmico está relacionado con la degradación de los compuestos de interés, se analizó la presencia de estos grupos en el extracto de remolacha fresca y en la infusión de remolacha deshidratada. En la tabla 4 se presentan los resultados de la marcha fitoquímica para ambas muestras, donde cada una fue analizada por duplicado (1) y (2), mientras que la presencia o ausencia de los grupos químicos se representó con los signos (+) y (-), respectivamente.

Tabla 4. Resultados de marcha fitoquímica para extracto e infusión de remolacha

Grupos químicos	Extracto de remolacha fresca		Infusión de remolacha deshidratada	
	(1)	(2)	(1)	(2)
Insaturaciones y grupos carbonilo	-	-	+	+
Grupos carbonilo	-	-	+	+
Fenoles y taninos	+	+	+	+
Esteroles y triterpenos	+	+	-	-
Flavonoides	+	+	+	+
Hidratos de carbono	+	+	+	+
Cumarinas	-	-	-	-
Lactonas	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

A partir de los resultados, se establece la ausencia de insaturaciones en extracto de remolacha fresca e infusión de remolacha deshidratada, pero se admite la presencia de grupos carbonilos en ambas muestras, los cuales se manifestaron a través de una coloración amarillenta.

Además, compuestos fenólicos y taninos estaban presentes en ambas muestras, esto se evidenció mediante la formación de un precipitado rojo. Los compuestos fenólicos están relacionados con la calidad sensorial de los alimentos de origen vegetal, frescos y procesados. Actualmente este grupo de compuestos fitoquímicos es de gran interés nutricional por su contribución al mantenimiento de la salud humana, además, los compuestos fenólicos intervienen como antioxidantes naturales, por lo que la obtención y preparación de productos con un alto contenido de estos compuestos supone una reducción en la utilización de aditivos antioxidantes (Fuentes-Barría *et al.*, 2018). Por su lado, los taninos son los responsables de características sensoriales tan importantes como el color, el cuerpo, la

astringencia y el amargor. En la aromática, los taninos aumentan su concentración cuando la dejamos reposar. Se debe tener en cuenta que los taninos se han identificado como sustancias con efecto beneficioso para la salud (Gómez y Duque Cifuentes, 2018).

En cuanto a esteroles y triterpenos, estos estaban presentes únicamente en el extracto de la remolacha fresca. Los esteroles se encuentran presentes, en gran mayoría, en el colesterol de los compuestos lipídicos y dado que el contenido de lípidos en la remolacha es muy bajo (0,17 %) respecto a otras matrices vegetales, los esteroles podrían estar presentes en cantidades trazas y no logran ser suficientes para ser identificados a través de esta técnica. Por esa razón, el resultado es negativo en muestras de infusión de remolacha. Por su parte, estos han sido usados en la prevención de enfermedades cardiovasculares y como antiinflamatorios, antimicrobianos, antioxidantes y anticancerígenos (Muñoz Jáuregui, Alvarado-Ortíz Ureta y Encina Zelada, 2011); así mismo, otros estudios indican que la sustitución parcial de la grasa en alimentos por

esteroles vegetales en dosis de hasta 2 g/día resulta en una reducción (10-15 %) del colesterol LDL (Sanclemente, 2010). En contraste, el resultado positivo para esteroides y triterpenos en muestras de extracto de remolacha fresca se debe principalmente a la presencia de triterpenos, los cuales han sido identificados en plantas útiles para perfumería y farmacia. En ese sentido, la remolacha, al tratarse de una planta aromática y con sustancias orgánicas volátiles, puede contener triterpenos. Así mismo, se puede afirmar la ausencia de triterpenos en la infusión de remolacha, probablemente causada por la volatilización de estos durante el proceso de deshidratación.

Por otro lado, compuestos flavonoides están presentes en ambas muestras estudiadas. Dado que el agua fue utilizada para la elaboración de la infusión, se puede suponer que la naturaleza de los flavonoides presentes en ambas muestras corresponde a flavonoides glicosilados, antocianinas o sulfatos, los cuales son solubles en agua (Cartaya y Reinaldo, 2001). El consumo de flavonoides ha sido asociado con un efecto diurético, antiespasmódico, antiinflamatorio y previene la formación de úlceras gástricas (Cartaya y Reinaldo, 2001).

Adicionalmente, los hidratos de carbono estaban presentes tanto en el extracto de

remolacha fresca como en la infusión de remolacha deshidratada. Este resultado puede explicarse por el contenido de moléculas de azúcar y celulosa de los vegetales. La importancia de los carbohidratos radica en los beneficios al organismo, debido a que son macronutrientes esenciales y fuente principal de energía para realizar las funciones corporales fundamentales para la actividad muscular, la cerebral o la digestión (Latham, 2022). Finalmente, cumarinas y lactonas no fueron encontradas en las muestras de remolacha estudiadas, resultado que es coherente con la literatura, dado que se encuentran principalmente en plantas de tipo gramíneas y umbelíferas (Santizo Rodas, 2004).

Análisis sensorial

El análisis sensorial fue desarrollado a través de una prueba hedónica con escala de 9 puntos. En la tabla 1 se presenta la escala utilizada, así como el puntaje asignado para cada categoría (1: me disgusta extremadamente y 9: me gusta extremadamente). Panelistas sin entrenamiento determinaron el color, el olor, el sabor y la textura de la infusión de remolacha elaborada con 60 %, 70 % y 80 % de contenido de remolacha deshidratada. En la tabla 5 se presenta el resultado promedio de color, olor, sabor y textura para cada muestra de infusión estudiada.

Tabla 5. Resultados obtenidos a partir del análisis sensorial de infusiones de remolacha

Muestra	Color	Olor	Sabor	Textura
Infusión con 60% de remolacha deshidratada	7,56	7,22	7,00	7,22
Infusión con 70% de remolacha deshidratada	7,56	7,44	7,22	7,33
Infusión con 80% de remolacha deshidratada	7,11	7,11	6,33	7,56

Fuente: elaboración propia.

De forma general, la calificación asignada para el color, el olor, el sabor y la textura de las infusiones de remolacha formuladas con 60 %, 70 % y 80 % de remolacha deshidratada son superiores a 7,0, que de acuerdo con la escala utilizada (tabla 1) corresponde a “me gusta moderadamente”; sin embargo, no se evidencia el mismo resultado para el sabor de la infusión con 80 % de remolacha deshidratada, ya que el puntaje que obtuvo fue de 6,33, el cual corresponde a una apreciación de “me gusta levemente”, lo cual sugiere que el sabor a remolacha es intenso y poco agradable. Pese a esto, de acuerdo con el Anova, no existe diferencia significativa en color, olor, sabor y textura de las infusiones preparadas con 60 %, 70 % y 80 % de remolacha (p -valor $> 0,05$). En ese sentido, para determinar la concentración de remolacha en la infusión, debe tenerse en cuenta el aspecto sensorial y su aporte nutricional. Así, se sugiere que, a partir de las formulaciones estudiadas, la infusión con 70 % de remolacha deshidratada es aquella que presentará un aporte nutricional importante sin perjudicar sus características sensoriales.

Conclusiones

La caracterización fisicoquímica permitió evidenciar que la humedad, las cenizas, los sólidos solubles totales, la acidez y la densidad son acordes a la información reportada en la literatura para la remolacha y adecuadas para la elaboración de una infusión a base de esta. Así mismo, la marcha fitoquímica determinó que el tratamiento térmico (deshidratación) provocó la formación de metabolitos con grupos carbonilos y la evaporación de triterpenos; sin embargo, no afectó la presencia de metabolitos como los fenoles, taninos, flavonoides e hidratos de carbono. El análisis sensorial permitió determinar, de forma general, que el color, el olor, el sabor y la textura fueron evaluados con “me gusta moderadamente” y, pese a que no existe diferencia estadística entre las muestras (p -valor $> 0,05$), se sugiere que la infusión formulada con 70 % de remolacha deshidratada es aquella que

presenta el mejor balance entre las características sensoriales y el aporte nutricional.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la Fundación Universitaria Agraria de Colombia por brindar las instalaciones de los laboratorios para el desarrollo de la fase experimental de este trabajo; al programa de Ingeniería de Alimentos, porque a través de sus cursos promueve el pensamiento científico en sus estudiantes; y a todas las personas que contribuyeron con la evaluación sensorial del producto.

Referencias

- Cartaya, O. y Reynaldo, I. (2001). Flavonoides: Características químicas y aplicaciones. *Cultivos Tropicales*, 22(2), 5-14. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215009001>
- Castillo Rodríguez, J. y Illescas Rivero, R. (2015). *Manual de prácticas de laboratorio química orgánica aplicada*. Universidad de Quintana Roo. https://www.uqroo.mx/lab_quimica/archivos/manual_qoya_uqroo.pdf
- DANE. (2014). Producción limpia de hortalizas, una mejor salud y bienestar. *Boletín mensual: Insumos y Factores Asociados a la producción Agropecuaria*, 20. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_feb_2014.pdf
- Díaz, N. A., Jorrín-Novo, J. V. y Bárcena-Ruíz, J. A. (2019). *Reacciones coloreadas para la determinación cualitativa de azúcares*. <https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/20%20REACCIONES%20COLOREADAS%20DE%20AZUCARES.pdf>
- Fedna. (s. f.). *Pulpa de remolacha*. http://www.fundacionfedna.org/subproductos_fibrosos_humedos/pulpa-de-remolacha

- Fuentes-Barría, H., Muñoz-Peña, D., Aguilera-Eguía, R. y Gonzales-Wong, C. (2018). Influencia de los compuestos bioactivos de betarraga (*Beta vulgaris* L.) sobre el efecto cardio-protector: Una revisión narrativa. *Revista Chilena de Nutrición*, 45(2), 178-182. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182018000300178>
- Gobierno del Quindío. (s. f.). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales 2016/2017*. Gobierno del Quindío. <https://www.quindio.gov.co/boletines-prensa-ag/evaluaciones-agropecuarias-municipales-2016-2017>.
- Gómez, M. N. y Duque Cifuentes, A. L. (2018). Caracterización fisicoquímica y contenido fenólico de la remolacha (*Beta vulgaris* L.) en fresco y sometida a tratamiento térmico. *Revista Ion*, 31(1). <https://www.redalyc.org/journal/3420/342060884008/html/>
- Huacuja Gonzalez, E. R. (1995). *Contribución al estudio fitoquímico y determinación de la acción microbiana de Senecio candidissimus* [tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, México]. Colección Digital UANL. <https://eprints.uanl.mx/7382/1/1020091518.PDF>
- Latham, M. C. (2002). *Nutrición Humana en el mundo en Desarrollo*. <https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0d.htm>
- Ministerio de Salud y Protección Social; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). *Perfil nacional de consumo de frutas y verduras*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/perfil-nacional-consumo-frutas-y-verduras-colombia-2013.pdf>
- Muñoz Jáuregui, A. M., Alvarado-Ortíz Ureta, C. y Encina Zelada, C. (2011). Phytosterols and phytostanols: Health claims. *Horizonte Médico*, 11(2), 93-100. <https://doi.org/10.24265/horizmed.2011.v11n2.05>
- Otálora, C. (2019). *Evaluación de la capacidad colorante y de su estabilidad en subproductos del escaldado de Beta vulgaris L. var Conditiva*. [tesis de maestría, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina]. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n6947_OtaloraGonzalez.pdf
- Ramírez-Navas, J. S. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*, 12(1), 83-102. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Ramirez-Navas/publication/257890512_Analisis_sensorial_pruebas_orientadas_al_consumidor/links/00b495260e24536e05000000/Analisis-sensorial-pruebas-orientadas-al-consumidor.pdf
- Rivera Vicuña, A. D. (2018). *Desarrollo de una bebida tipo smoothie con el uso de pulpa de naranja (Citrus X Sinensis O.) de la variedad navelina, pulpa de mango (Mangifera Indica L.) de la variedad Tommy Atkins y pulpa de remolacha (Beta Vulgaris L.) de la variedad Conditiva* [tesis de pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador], Repositorio Digital UCSG. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10182>
- Rodríguez-Garza, G. M., González-González, M. J., Verde-Star, M. E., Morales-Rubio, C., Rivas-Morales, A., Oranday-Cárdenas, M. A., Núñez-González J. F. y Treviño-Neáñez, J. (2011). Bioprospección de actividad antimicótica de extractos de *A. kotschoubeyanus* y *A. retusus*. *Polibotánica*, 31, 143-155. <https://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n31/n31a9.pdf>
- Sanclemente, T. (2010). *Papel de los esteroides vegetales presentes de forma natural en*

la dieta sobre la absorción intestinal de colesterol y sus niveles plasmáticos. [tesis de grado, Universidad de Zaragoza, España]. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=205246>

Santizo Rodas, I. M. (2004). *Identificación de familias de metabolitos secundarios en Myrica cerífera.* [tesis de pregrado, Universidad de San Carlos Guatemala, Guatemala]. SIIDCA catálogo centroamericano. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/USAC.277024>

Yanchapanta Montenegro, D. C. (2011). *Obtención de un colorante natural la betalaina a partir de la remolacha (beta vulgaris) para su aplicación en alimentos y bebidas, sin que sus propiedades organolépticas (sabor y olor) afecten su utilidad.* [trabajo de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador]. Repositorio UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1764/1/SBQ17%20Ref.3401.pdf>