

Formulación y evaluación fisicoquímica de jugo de mora (*Rubus glaucus* Benth) enriquecido con calcio y vitamina C

Formulation and physicochemical evaluation of mora juice (*Rubus glaucus* Benth) enriched with calcium and vitamin C

Formulação e avaliação físico-química do suco de mora (*Rubus glaucus* Benth) enriquecido com cálcio e vitamina C

PAOLA A. AGUDELO-MARTÍNEZ¹, JULIO C. LUNA-RAMÍREZ²,
VICTOR D. QUINTERO-CASTAÑO¹

Historial del Artículo

Recibido para evaluación: 9 de Enero 2019.

Aprobado para publicación: 14 de Julio 2019

- 1 Universidad del Quindío, Programa de Maestría en Química, Laboratorio Diseño de Nuevos Productos. Magister en química. Armenia, Colombia.
- 2 Universidad del Quindío, Programa de Ingeniería de alimentos. Ph.D (c) Ciencias biomédicas. Armenia, Colombia.
- 3 Universidad del Quindío, Programa de ingeniería de alimentos. Ph.D. (c) Ingeniería. Armenia, Colombia.

Correspondencia: victordumar@uniquindio.edu.co

Cómo citar este artículo: PAOLA A. AGUDELO-MARTÍNEZ, JULIO C. LUNA-RAMÍREZ, VICTOR D. QUINTERO-CASTAÑO. (2019). Formulación y evaluación fisicoquímica de jugo de mora (*Rubus glaucus* Benth) enriquecido con calcio y vitamina C Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 18(1), 56-63, DOI:<http://dx.doi.org/10.18684/bsaa.v18n1.1411>

RESUMEN

La mora es un fruto que se cosecha en los andes colombianos y apetecido por los consumidores por su intenso sabor y por sus propiedades antioxidantes. Este fruto, en su mayoría, se consume procesado debido a su alto grado de perecibilidad. El objetivo de este trabajo fue formular un jugo de mora funcional. Las formulaciones del jugo presentaron pulpa de mora, sucralosa, goma CMC, pectinasa, citrato de sodio, vitamina C y citrato de calcio. La adición de calcio y vitamina C se realizó con base en el 20% de del valor diario recomendado (VDR) propuesto en la Resolución 333 de 2011 del Ministerio de la Protección Social (Colombia). Los resultados para el producto final fueron: calcio $112,46 \pm 10,877$ mg/100 g y vitamina C $263,38 \pm 6,180$ mg/L. Se observó un cambio en los parámetros a^* y b^* al día 18 de su almacenamiento. El pH (4,3) y la viscosidad (590 cP) permanecieron constantes hasta los 18 días de evaluación. El alimento funcional formulado puede ser catalogado como excelente fuente de calcio y vitamina C, a pesar de la degradación de la vitamina C por tratamientos térmicos aplicados.

ABSTRACT

The blackberry is a fruit that is harvested in the Colombian Andes and is very popular with consumers for its intense flavor and its antioxidant properties. This fruit, mostly consumed processed due to its high degree of perishability. The objective of this work was to produce a functional blackberry juice. The juice formulations have blackberry pulp, sucralose, CMC gum, pectinase, sodium citrate, vitamin C and calcium citrate. The addition of calcium and vitamin C was made based on 20% of the recommended daily value (VDR) proposed in Resolution 333 of 2011 of the Ministry of Social Protection (Colombia). The results for the final product were for calcium $112,46 \pm 10,877$ mg/100 g and vitamin $263,38 \pm 6,180$ mg/L. A change was registered in the parameters a^* and b^* on the 18th day of storage. The pH (4,3) and the viscosity (590 cP) remained constant until 18 days of evaluation. In this way, a functional food is produced that can be classified as an excellent source of calcium and vitamin C, despite the degradation of the C showcase by applied thermal treatments.

RESUMO

La amora é aquela que é produzida nos Andes colombianos, muito desejada pelos consumidores por seu sabor intenso e suas propriedades antioxidantes. Esta fruta, consumida principalmente processada devido ao seu alto grau de perecibilidade. O objetivo deste trabalho foi produzir um suco de amora-preta funcional. As formulações do suco apresentaram polpa de amora, sucralose, goma CMC, pectinase, citrato de sódio, vitamina C e citrato de cálcio. A adição de cálcio e vitamina C foi feita com base em 20% do valor diário recomendado (VDR) proposto na Resolução 333 de 2011 do Ministério da Proteção Social (Colômbia). Os resultados para o produto final foram para cálcio $112,46 \pm 10,877$ mg/100 g e vitamina $263,38 \pm 6,180$ mg/L. Uma mudança foi observada nos parâmetros a^* e b^* no dia 18 de seu armazenamento. O pH (4,3) e a viscosidade (590 cP) permaneceram constantes até 18 dias de ava-

PALABRAS CLAVE:

Alimentos funcionales, Jugo de mora, Compuestos fisiológicamente activos.

KEYWORDS:

Functional food, Blackberry juice, Physiologically active compounds.

PALAVRAS-CHAVE:

Alimentos funcionais, Suco de amora, Compostos fisiologicamente ativos.

liação. Desta forma, foi produzido um alimento funcional que pode ser classificado como uma excelente fonte de cálcio e vitamina C, apesar da degradação da vitamina C pelos tratamentos térmicos aplicados.

INTRODUCCIÓN

La mora (*Rubus glaucus* Benth), gracias a sus características fisiológicas es uno de los principales frutos producidos en Colombia debido a las características geográficas y ambientales de esta zona del continente. Esta fruta no tiene un gran consumo en fresco, por el contrario, se utiliza para la elaboración de alimentos procesados como lo son jugos, pulpas, postres, mermeladas, o como producto congelado [1]. Una de las principales características de la mora es su alto contenido en flavonoides, compuestos que tienen como función aportar la gran diversidad de colores que tienen las moras que van desde rojos intensos hasta violetas oscuros. En las plantas sirven para atraer los pájaros para que realicen el proceso de polinización. Nutricionalmente, se ha demostrado su capacidad antioxidante y en algunos casos se ha demostrado establecer la formación de compuestos queloides con iones metálicos pesados [2,3,4].

En Colombia se producen alrededor de 100.000 ton/año de mora. Una mínima cantidad se exporta como producto procesado o mínimamente procesado (congelado) en razón a la alta tasa de deterioro que presenta la fruta en fresco debido a su alto contenido de agua y a la baja capacidad técnica con la que se cuenta para aumentar el tiempo de vida de la fruta en fresco, el resto se destina a la venta en fresco en mercados locales y como materia prima para la producción de refrescos, mermeladas, dulces, helados, entre otros, etc, elaborados por empresas nacionales [5].

Los productos procesados obtenidos a partir de la mora han sido aprovechados desde el punto de vista comercial, a tal punto que la mayoría de la mora que se produce en el país es comprada por empresas como Postobón®, Meals de Colombia®, Casa Luker®, Agrofood®, Pascol® y Alpina® [5]. Es de aclarar que en la actualidad, según reportes del Ministerio de Agricultura de la República de Colombia, en su plataforma siembra (www.siembra.gov.co), no se observan trabajos de investigación, desarrollo e innovación relacionados con el aprovechamiento agroindustrial de la mora, especialmente en la región andina donde se concentra la mayor producción [6].

Según el Consejo Nacional de Política Económica Social (CONPES) de la República de Colombia, en su documento 113, la nutrición de la población Colombiana es desbalanceada, especialmente en estratos 1 y 2 y áreas rurales. La cantidad de frutas y verduras que ingieren los colombianos es muy baja, lo cual repercute en una baja ingestión de Vitaminas A y C, Calcio y Zinc. Valores entre 80 y 90% en el mapa de la situación alimentaria de Colombia, frente a la deficiencia de ingesta de calcio en diferentes subregiones del país y 6 subregiones que están sobre el límite superior del rango de confiabilidad en deficiencia de ingesta de vitamina C, demuestran la gravedad de esta realidad. Para el eje cafetero, por ejemplo, se tiene un 85,5% de déficit de ingesta en calcio y hasta el 15% para niños menores de 5 años y 37% para mayores de 5 años frente a la Vitamina C [7].

Por otro lado, la producción de jugos y pulpas naturales con Compuestos Fisiológicamente Activos (CFA) que permitan la mejora de las condiciones alimenticias porque son importantes vehículos para el transporte de nutrientes, y que conservan las propiedades fisicoquímicas propias de los frutos es limitada debido al bajo conocimiento que se tiene del comportamiento de las matrices de los constituyentes de estas bebidas en el momento de procesarlas y conservarlas [8]. Además, la mayoría de los productos del mercado proporcionan al consumidor los componentes nutricionales básicos de cada fruto sin aportar otros compuestos que sean bioactivos en el ser humano [9].

El objetivo principal de este trabajo fue formular y evaluar fisicoquímicamente un jugo de mora estabilizado y enriquecido con calcio y vitamina C.

MÉTODO

Materia prima y material

Los frutos frescos de mora (*Rubus glaucus* Benth) se obtuvieron en el municipio de Salento, Quindío, Colombia, situado al nororiente del departamento, en los 4° 38' 14" latitud Norte y los 75° 34' 15" longitud oeste presentando alturas que van desde los 1300 m.s.n.m en la parte baja y 4750 m.s.n.m en la parte alta, se llevaron al laboratorio de diseño de nuevos productos de la Universidad del Quindío, Colombia donde se escaldaron a 80°C por 20 segundos. Posteriormente, los frutos se homogenizaron en una licuadora convencional marca

Osterizer durante 90 segundos a temperatura ambiente [9], se porcionaron en bolsas Ziploc® de 200 g, y se llevaron a congelación a -5°C [10,11, 12].

Formulaciones

Las formulaciones se obtuvieron tomando como referencia trabajos realizados por los mismos autores [9]. El calcio (agregado como citrato de calcio) y la vitamina C se incorporaron a granel al jugo obtenido tomando como base la Norma Técnica Colombiana 5468 [13] y la resolución 333 del 2011 del Ministerio de la Protección Social de la República de Colombia [14], como se observa en el cuadro 1.

El jugo se pasteurizó durante 15 s a 80°C y luego fue sometido a enfriamiento hasta alcanzar una temperatura 10°C, posteriormente fue vertido en vasos con tapa hermética [15]. Los productos obtenidos se almacenaron a 5°C y a una humedad relativa del 85% durante 18 días, determinando las características fisicoquímicas como el contenido Calcio, vitamina C, viscosidad, color, acidez y sólidos solubles cada tres días.

Análisis Fisicoquímicos

El calcio se determinó por espectrofotometría de absorción atómica thermo, Serie S, AA spectrometer, realizando una digestión previa de la muestra 1:50 con ácido nítrico concentrado, con posterior calentamiento por 30 min (metodología estandarizada por el laboratorio de análisis instrumental de la Universidad del Quindío). Se realizaron 3 corridas para medir el calcio en muestra inicial y 3 para muestra final, con un tiempo de 3 s, longitud de onda de 422,7 nm y con una señal continua [16].

Para la cuantificación de vitamina C se usó el Método Espectrofotométrico de 2 Nitroanilina, propuesto

Cuadro 1. Composición de la formulación del jugo de mora enriquecido.

Componente	%
Pulpa	98,716
Enzima (Pectinasa comercial)	0,076
goma-CMC	0,05
Citrato de sodio	0,25
Calcio (20% VDR) Citrato de Calcio	0,41
Vitamina C (20% VDR) Ácido ascórbico	0,004
Sucralosa (BPM)	0,5
TOTAL	100

por el Departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia [17] y estandarizado y validado en el laboratorio de Investigaciones en postcosecha de la Universidad del Quindío [18]. El pH fue medido con un potenciómetro Schott con electrodo blue line y la acidez titulable fue determinada por titulación con hidróxido de sodio y fenolftaleína y fue calculada como porcentaje de ácido málico como ácido predominante en la mora [18,19]. Los sólidos solubles se determinaron siguiendo el método AOAC 932,12, empleando un refractómetro de mesa marca Thermo Electron Corporation a una temperatura de 25°C [18,19]. El color se determinó mediante un espectrofotómetro Minolta CR 10, con iluminante D 65 y observador estándar de 10°; a partir de los espectros reflexión de las muestras se determinaron las coordenadas del CIE-L*a*b* [18]. Para la determinación de la viscosidad se usó el viscosímetro Rotacional Modelo ST- 2010L, marca Selecta a temperaturas entre 25 y 27°C (Métodos laboratorio de nuevos productos de la universidad del Quindío) [18].

Los datos fueron medidos por triplicado, analizados mediante estadística descriptiva y procesados con ayuda del software statgraphics centurión XVI.

RESULTADOS

En el cuadro 2 se presentan los valores del contenido de calcio y vitamina C para la pulpa cruda (inicial) y para el producto final fortificado pasteurizado y sin pasteurizar. Para el calcio se observó un aumento significativo de 79% al inicio, con valores de 112,46 ± 10,877 mg/100 g.

La vitamina C disminuyó considerablemente en la formulación final 263,38 ± 6,180 mg/L con los tratamientos térmicos, mientras que en la formulación sin tratamiento de pasteurización aumentó ligeramente de 342,840 ± 5,317 a 459,595 ± 1,95 mg/L con lo que se pudo afirmar que la vitamina C propia de la mora, se degradó fácilmente durante los tratamientos térmicos realizados a las formulaciones. De igual

Cuadro 2. Valores de los CFA de las formulaciones.

CFA	Inicial	Final	Sin pasteurizar
Calcio (mg/100 g)	62,816 ± 12,870	112,46 ± 10,87	114,41 ± 9,35
Vitamina C (mg/L)	342,840 ± 5,317	263,38 ± 6,18	459,595 ± 1,950

manera, se manifestó en otras investigaciones [20], siendo la temperatura el factor más determinante en la degradación del ácido ascórbico, y la fortificación no es significativa en el contenido final de los jugos.

La mora de castilla tiene grandes contenidos de minerales y vitaminas que le dan ciertas propiedades nutricionales y antioxidante. La materia prima usada para este trabajo en su estado inicial tenía un alto contenido de vitamina C, por encima de los valores de otras variedades de mora estudiadas en otras regiones del país, con diferentes valores entre ellas [10], y el contenido de calcio difiere considerablemente con lo planteado por la bibliografía, donde se han estudiado moras de otras regiones geográficas y de Colombia, considerando que el contenido de calcio y otros metales y vitaminas del fruto, dependen del contenido nutricional de los suelos, la variedad y las condiciones de cosecha [10].

Análisis inicial y final de características fisicoquímicas

En el cuadro 3 se presentan los valores de las variables fisicoquímicas obtenidas en esta investigación para el jugo de mora fortificado antes y después de la pasteurización.

Los datos de la caracterización de los jugos mora concuerdan con los reportados por otros autores para la misma variedad Castilla (*Rubus glaucus* Benth) [10]. El valor del potencial de hidrógeno (pH) está por encima de los valores reportados, así como la viscosidad, °brix y acidez, tienen una dispersión de los datos y una desviación estándar significativa, debido al estado de

maduración que se presentaron en algunos lotes de mora que se procesaron para la obtención del jugo.

Los valores obtenidos en las condiciones iniciales del jugo se encuentran entre los rangos planteados por otros autores, y es catalogada como una fruta ácida con un valor reportado de pH de $3,607 \pm 0,55$ con un nivel de significancia del 95%.

El valor de pH para el jugo de mora reportado por diferentes autores se encuentra entre 3,5 y 4,5 [4,12] y los resultados de acidez son cercanos a los reportados anteriormente [21] entre 3,9 y 4,0%. Estos cambios se presentan debido a las modificaciones bioquímicas de los estados de maduración de algunos lotes sometidos a proceso, conducta atribuible a la conversión de ácidos orgánicos en azúcares de reserva de carbohidratos de la planta por baja capacidad fotosintética del fruto [22]. Además de la adición de citrato de sodio como regulador de acidez en la formulación final, el cual actúa como amortiguadores con el ácido málico propio de la fruta, y con esto mejora las condiciones sensoriales de jugo [20].

Respecto del contenido de ácidos orgánicos representados como porcentaje ácido málico (acidez en mora), los jugos analizados presentan una tendencia descendente opuesta al pH a medida que el fruto avanza en desarrollo y maduración, existiendo una diferencia significativa de ($p < 0,05$), entre las medias de acidez y el nivel de madurez de la fruta en el momento del procesamiento [21].

Con relación a la incidencia sobre los parámetros fisicoquímicos, estudios han demostrado que las gomas no tienen un efecto sobre las variables pH, color, acción enzimática en los jugos de fruta, leches saborizadas y otras matrices alimenticias [21,22], por lo que al comparar los datos del cuadro 3, se puede demostrar también que en el jugo de mora los parámetros °Brix, Actividad de agua, color, no se ven afectados significativamente por los tratamientos térmicos y enzimáticos con pectinasa, adición de gomas, calcio y vitamina C.

Al comparar los valores de parámetros iniciales y finales para la formulación del jugo de mora, se puede evidenciar un cambio significativo en algunas variables como la viscosidad, pH y acidez. Teniendo en cuenta que el objetivo del tratamiento enzimático es el de disminuir la viscosidad, se puede observar que

Cuadro 3. Parámetros fisicoquímicos del jugo de mora con tratamiento térmico.

Parámetro	Inicial	Final
°Brix	7,66 ± 1,74	8,85 ± 0,212
Actividad de agua (aw)	0,979 ± 0,004	0,98 ± 0,004
Color: L	33,91 ± 1,38	33,17 ± 2,325
a*	12,58 ± 3,62	14,37 ± 1,002
b*	8,5722 ± 0,396	8,33 ± 0,808
Viscosidad (cp)	1388,450 ± 455,911	243,33 ± 40,41
pH	3,607 ± 0,55	4,28 ± 0,029
Calcio (mg/100 g)	62,816 ± 12,870	112,46 ± 10,877
vitamina C (mg/L)	342,840 ± 5,317	263,38 ± 6,180
Acidez %	4,22 ± 0,283	2,74 ± 0,78

al tener valores de 243,33 cP en el producto final aun es una viscosidad aceptable para el jugo de mora. Por otro lado, el pH, °Brix y la acidez tienen cambios significativos, sin embargo, no se debe a la adición de gomas, enzima pectinasa, Calcio o Vitamina C.

Para algunos autores, la menor cantidad de °Brix para la mora fresca es de 6,6, y el mayor valor es de 13,53 °Brix [10]. Sin embargo, de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana NTC 4106 [23], se fija como valor máximo 8,5°Brix en la mora fresca. Según los resultados los grados °Brix y la acidez tanto inicial como final están dentro de los parámetros establecidos por la resolución 3929 de 2013 [24], donde los valores mínimos para jugos de mora son 2% p/p de acidez y 6°Brix.

Análisis del comportamiento del jugo de mora enriquecido con CFA con relación al tiempo de almacenamiento

En la figura 1 se presenta el comportamiento fisicoquímico del jugo de mora fortificado con respecto al tiempo de almacenamiento. Para el análisis cinético del jugo de mora fortificado con calcio y vitamina C, se tomaron las variables fisicoquímicas (°Brix, pH, color y viscosidad).

La relación entre la viscosidad y el tiempo demuestra que hay una disminución significativa en la viscosidad a los 15 días de almacenamiento, sin embargo, vuelve a estabilizarse a los 18 días lo cual indica una medida errónea en este punto. El proceso de despectinización realizado fue exitoso y no hubo reacciones reversibles que modificaran los valores de viscosidad significativamente durante los primeros 12 días. Este mismo comportamiento fue reportado anteriormente en otra investigación realizada sobre pulpa de mango [25] con valores de viscosidad que permanecieron constantes en la pulpa de mango adicionada con calcio y vitamina C durante un periodo de 15 días.

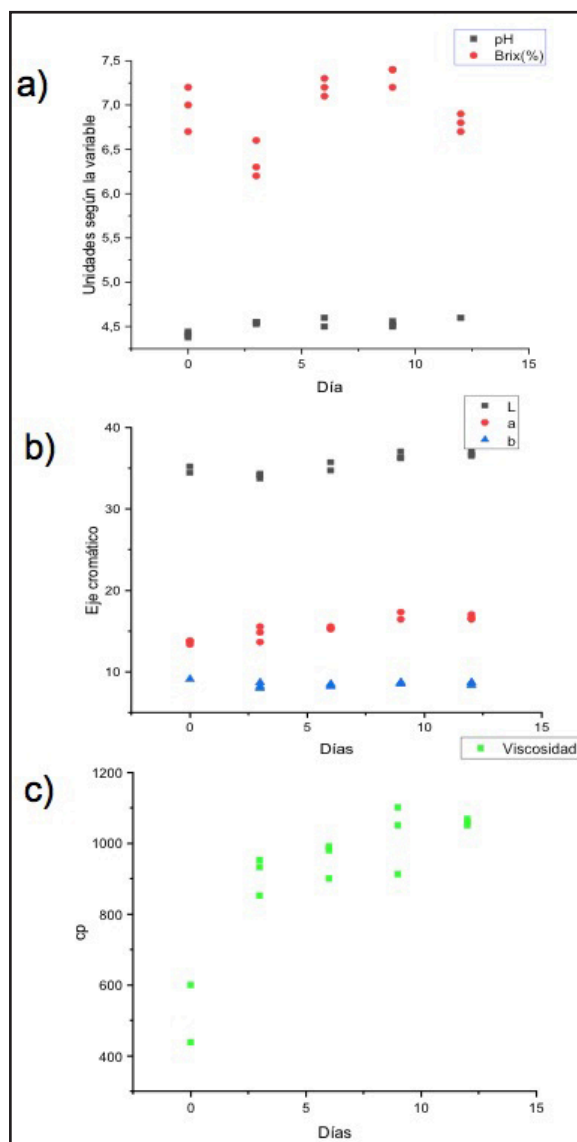
Los principales cambios de calidad que ocurren durante el almacenamiento del jugo los cuales determinan la vida media, son la pérdida de vitaminas, desnaturalización de proteínas, cristalización y reacciones químicas tales como la fermentación, que pueden aumentar la viscosidad del jugo [12].

Para las variables pH y °Brix, la diferencia con relación a los días, no fue estadísticamente significativa, ya que los valores permanecen constantes o con modificaciones mínimas, después de haber aumentado

considerablemente el pH y disminuido los °Brix en los primeros 3 días (Figura 1).

No se presentó disminución del pH por la aparición de más compuestos ácidos como lo pueden ser el ácido láctico o el ácido acético que son los principales compuestos orgánicos producidos por bacterias aerobias facultativas como lo son los lactobacilos que se encuentran comúnmente en el medio ambiente; de esta manera, la presencia de estos microorganismos disminuiría

Figura 1. Comportamiento fisicoquímico del jugo de mora con relación al tiempo. a) Comportamiento del pH (rojo) y de los sólidos solubles (negro), b) comportamiento de los ejes cromáticos L (negro), a*(rojo), b*(azul) y c) comportamiento de la viscosidad.



los sólidos solubles a medida que pasa el tiempo, puesto que estos serían la principal fuente de alimento [24].

En el análisis del comportamiento para el color en las variables a y b, existen diferencias significativas desde el día 0 hasta el día 18, teniendo en cuenta que el contenido de antocianinas se ve afectado. Las antocianinas son pigmentos que dan el color rojo, violeta y azul a la mayoría de las frutas [2]; uno de los aspectos característicos de la maduración de las frutas rojas es la sustitución del color verde inicial por el rojo o violeta, frecuentemente causado por la acumulación de antocianinas. Según otros autores, la exposición de las antocianinas a iones metálicos y a ácido ascórbico puede degradar al pigmento de las pulpas de mora. Este efecto parece presentarse en las muestras analizadas, debido a la adición de vitamina C [22].

CONCLUSIONES

Las características fisicoquímicas finales del producto no mostraron cambios significativos en los parámetros analizados de color y Actividad de agua. Por otro lado, los parámetros pH, acidez y °Brix mostraron cambios significativos debido principalmente a los estados de maduración de los lotes de mora. También, la viscosidad presenta un cambio considerablemente elevado en el tratamiento enzimático, al ser uno de los objetivos principales de este trabajo, por lo que se puede concluir que el jugo de mora no se ve afectado fisicoquímicamente por los tratamientos enzimáticos y térmicos, adición de gomas y CFA.

La vitamina C se ve considerablemente disminuida con los tratamientos térmicos. Según la información nutricional del jugo de mora enriquecido con calcio y vitamina C obtenido en esta investigación, se pudo demostrar que es excelente fuente de calcio y vitamina C, al obtener un jugo con 98% en fruta, 32% del VDR en calcio y 48% del VDR en vitamina C, cumpliendo con los valores de los descriptores propuestos en la Resolución 333 de 2011 del Ministerio de la Protección Social de la República de Colombia.

REFERENCIAS

[1] YAMASHITA, C., MI SONG, M., DOS SANTOS, C., MALACRIDA, C., FREITAS, I. and BRANCO, I. Microencapsulation of an anthocyanin-rich

blackberry (*Rubus spp.*) by-product extract by freeze-drying. *LWT*, 84, 2017, p. 256-262.

- [2] COSTA, H., SILVA, D. and VIEIRA, L.G. Physical properties of açai-berry pulp and kinetics study of its anthocyanin thermal degradation. *Journal of Food Engineering*, 239, 2018, p. 104-113.
- [3] CHAVES, V.C., CALVETE, E. and REGINATTO, F.H. Quality properties and antioxidant activity of seven strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 22, 2017, p. 293-298.
- [4] WEBER, F. and LARSEN, L.R. Influence of fruit juice processing on anthocyanin stability. *Food Research International*, 100(3), 2017, p. 354-365.
- [5] GRIJALBA-RATIVA, C., CALDERÓN-MEDELLÍN, L. y PÉREZ-TRUJILLO, M. Rendimiento y calidad de la fruta en mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth), con y sin espinas, cultivada en campo abierto en Cajicá (Cundinamarca, Colombia). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 6(1), 2016, p. 24-41.
- [6] COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Siembra. 2017. Disponible en: www.siembra.gov.co. [citado en abril de 2017].
- [7] HERRÁN, O.F., PATIÑO, G.A. and CASTILLO, S.E. Dietary transition and excess weight in adults according to the Encuesta de la Situación Nutricional en Colombia 2010. *Biomédica*, 36(1), 2016, p. 109-120.
- [8] ARRIGO, F.G. and CICERO, A.C. Food and plant bioactives for reducing cardiometabolic disease: How does the evidence stack up. *Trends in Food Science & Technology*, 69(B), 2017, p. 192-202.
- [9] AGUDELO, P. *et al.* Evaluación de los cambios de viscosidad en pulpa de mora (*Rubus glaucus*) tratada enzimáticamente. *Agronomía Colombiana*, 34(1), 2016, p. S626-S629.
- [10] FARINANGO-TAÍPE, M.E. Estudio de la fisiología postcosecha de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) y de la mora variedad brazos (*Rubus sp.*) [Tesis Ingeniería Química y Agroindustria]. Quito (Ecuador): Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería, 2010.
- [11] CERRETI, M., LIBURDI, K., BENUCCI, I., SPINELLI, S.E., LOMBARDELLI, C. and ESTI, M. Optimization of pectinase and protease clarification treatment of pomegranate juice. *LWT - Food Science and Technology*, 82, 2017, p. 58-65.
- [12] QUINTERO, V., DUQUE, A. y GIRALDO, G. Evaluación de viscosidad y color en la pulpa de mango común (*Mangifera indica* L.) tratada enzimáticamente. *Temas Agrarios*, 17(2), 2012, p. 66-76.

- [13] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Norma Técnica Colombiana NTC 5468 “zumos (jugos), néctares, purés (pulpas) y Concentrados de frutas. Bogotá (Colombia): 2007.
- [14] COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 333 de 2011. Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos. Bogotá (Colombia): 2011.
- [15] CERVANTES-ELIZARRARÁS, A., PILONO-MARTINI, J., RAMÍREZ-MORENO, E., ALANÍS-GARCÍA, E., GÚEMES-VERA, N., GÓMEZ-ALDAPA, C.A., ZAFRA-ROJAS, Q.Y. and CRUZ-CANSINO, N.D. Enzymatic inactivation and antioxidant properties of blackberry juice after thermoultrasound: Optimization using response surface methodology. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 2017, p. 371-379.
- [16] FERREIRA, S., BEZERRA, M., SANTOS, A., DOS SANTOS, W., NOVAES, C., DE OLIVEIRA, O., OLIVEIRA, M. and GARCÍA, R. Atomic absorption spectrometry – A multi element technique. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 100, 2018, p. 1-6.
- [17] BERNAL DE RAMÍREZ, INÉS. Análisis de alimentos. Bogotá (Colombia): Academia Colombiana de Ciencias Exactas, 1993.
- [18] QUINTERO, V., GIRALDO, G., LUCAS, J. y VASCO, J. Caracterización fisicoquímica del mango común (*Mangífera indica* L.) durante el proceso de maduración. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), 2013, p. 10-18.
- [19] DUQUE, A., GIRALDO, G. y QUINTERO, V. Caracterización de la fruta, pulpa y concentrado de uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Temas Agrarios*, 16(1), 2011, p. 75-83
- [20] DHAKAL, S., BALASUBRAMANIAM, V.M., AYVAZ, H. and RODRÍGUEZ, L.E. Kinetic modeling of ascorbic acid degradation of pineapple juice subjected to combined pressure-thermal treatment. *Journal of Food Engineering*, 224, 2018, p. 62-70.
- [21] AYALA, L.C., VALENZUELA, C.P. y BOHÓRQUEZ, Y. Caracterización fisicoquímica de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) en seis estados de madurez. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 2013, p. 10-18,
- [22] WEBER, F. and LARSEN. L.R. Influence of fruit juice processing on anthocyanin stability. *Food Research International*, 100(3), 2017, p. 354-365.
- [23] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Norma Técnica Colombiana NTC 4106 “Frutas frescas. Mora de castilla. Especificaciones. Bogotá (Colombia): 1997.
- [24] COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 3929 de 2013. Bogotá (Colombia): 2013.
- [25] QUINTERO, V., GIRALDO, G. y CORTÉS, M. Desarrollo de pulpa de mango común tratada enzimáticamente y adicionada con Calcio, Oligofructosa y vitamina C. *Temas Agrarios*, 16(1), 2011, p. 52–63.