

APROVECHAMIENTO DEL EPICARPIO DE MANGOSTINO (GARCINIA MANGOSTANA), COMO COLORANTE Y ANTIOXIDANTE NATURAL PARA USO EN ALIMENTOS

Yefri Machado Pinzón, Walter Murillo Arango, Licelander Hennessey Ramis

Universidad de Manizales

Caldas

Correo-e: yefri890@hotmail.com, wmurillo@umanizales.edu.co, licelander@gmail.com

Resumen. La transformación de frutas genera residuos con posibilidad de convertirse en bioproductos con valor agregado, en este trabajo se planteó la elaboración de un refresco a base de mangostino con reincorporación de biocomponentes de la cáscara aprovechando los compuestos fenólicos que le pueden conferir capacidad antioxidante, mediante la obtención de extractos tipo colorantes con macerados de cáscara seca donde se usó como disolventes agua destilada, alcohol etílico y la mezcla de ellos en relación 1:1, se determinó los rendimientos de las extracciones, el potencial antioxidante de los extractos por DPPH• y ABTS• y el contenido fenólico, además se estableció el comportamiento al ser incorporado en el producto alimenticio, midiendo las características microbiológicas con la cuantificación de microorganismos mesófilos, *Escherichia coli*, mohos y levaduras; físico-químicas con evaluación de pH, acidez titulable y grados °Brix y organolépticas con medición de color en la escala CIEL*a*b* y se acompañó de una prueba de aceptación con escala hedónica, realizando seguimiento de los parámetros nombrados durante 30 días de almacenamiento refrigerado a 4°C. Por último, se caracterizó el material residual final proponiendo distintos usos. El disolvente con mejor rendimiento fue la combinación agua y etanol, donde generó 2,31 ±0,01% de sólidos totales extraídos de la cáscara de mangostino (*Garcinia Mangostana*), el mayor potencial antioxidante expresado como IC₅₀ a un pH de 4,7 fue con ABTS• de 184 mg/ml y DPPH• con 146 mg/ml, el contenido fenólico fue de 368,7 mg EAG/100ml extracto. El refresco tratado con el extracto colorante de mayor rendimiento cumplió los requisitos microbiológicos y los grados °Brix, pero no efectuó con los parámetros físico químicos de pH y acidez titulable exigidos por la Resolución 3929 del 2013 para refrescos de fruta. El análisis bromatológico realizado a la torta residual de los extractos, genera expectativas de uso de los residuos de mangostino (*Garcinia Mangostana*) para ser empleados como sustrato para la producción de setas comestibles, ingrediente en alimentación animal o abono orgánico.

Palabras clave: Extracción, contenido fenólico, refresco, residuo, rendimiento, biomasa.

Abstract. The transformation of fruits generates waste with the possibility of becoming bioproducts with added value, in this work was raised the elaboration of a soft drink based on mangosteen with reincorporation of biocomponents of the shell taking advantage of the phenolic compounds that can confer antioxidant capacity, through the obtaining of dye-type extracts with dried peel macerated where distilled water, ethyl alcohol and the mixture of them in a 1: 1 ratio were used as solvents, the yields of the extractions were determined, the antioxidant potential of the extracts by DPPH • and ABTS • and the phenolic content, also established the behavior when incorporated into the food product, measuring the microbiological characteristics with the quantification of mesophilic microorganisms, *Escherichia coli*, molds and yeasts; physical-chemical tests with pH assessment, titratable acidity and brix and organoleptic degrees with CIEL * a * b * color measurement and an acceptance test with a hedonic scale, following the parameters mentioned during 30 days of refrigerated storage at 4°C. Finally, the final residual material was characterized by proposing different uses. The solvent with the best performance was the water and ethanol combination, where it generated 2.31 ± 0.01% of total solids extracted from the mangosteen (*Garcinia Mangostana*) peel, the highest antioxidant potential expressed as IC₅₀ at a pH of 4.7 was with ABTS • of 184 mg / ml and DPPH • with 146 mg / ml, the phenolic content was 368.7 mg EAG / 100ml extract. The soft drink treated with the highest yielding colored extract fulfilled microbiological requirements and ° Brix degrees, but did not use the physical pH parameters and titratable acidity required by Resolution 3929 of 2013 for fruit soft drinks. The bromatological analysis performed on the residual cake of the extracts, generates expectations of the use of mangosteen (*Garcinia Mangostana*) residues to be used

as a substrate for the production of edible mushrooms, an ingredient in animal feed or organic fertilizer.

Key words: Extraction, phenolic content, refreshment, waste, yield, biomass.

1 INTRODUCCIÓN

El mangostino (*Garcinia Mangostana* L) es un fruto tropical cuyo origen se establece en el sudeste asiático, en Colombia es cultivado en algunos departamentos como el Meta, Tolima, Risaralda, Caldas y Boyacá, siendo apetecida por sus características sensoriales y la atribución de distintas propiedades funcionales; razón por la cual el Estado impulsa la internacionalización de este tipo de frutos exóticos (Ramirez, 2016).

Los cinco principales productores a nivel mundial son India, China, Tailandia, Indonesia y Pakistán, que produjeron para el año 2014 el 42%, 10%, 7.4%, 4.8% y 3.9% respectivamente. Existe un fuerte rezago en cuanto a la cantidad producida y exportada de mangostino (*Garcinia Mangostana*) en Colombia con respecto a los productores asiáticos, sin embargo, es importante resaltar que el país registra un comportamiento positivo del rendimiento por hectárea sembrada frente a la cantidad de fruto cosechado (Ramirez, 2016).

El mangostino (*Garcinia Mangostana*) es considerado un fruto promisorio que puede incentivar el desarrollo agroindustrial, siendo actualmente exportado en fresco y con baja demanda interna (León, 2018). Aunque el mangostino (*Garcinia Mangostana*) no tiene una participación importante en la agroindustria, algunas empresas le han apostado a su industrialización, donde se generan residuos del orden del 72.12% al 76,86% representados principalmente en cáscaras (Chisté, de Faria, Lopes, & Mattietto, 2009), las cuales constituyen una oportunidad para generar valor agregado debido a su variada composición química.

Las pérdidas generadas en la industria de los alimentos y las prácticas de valorización de los residuos han llamado la atención últimamente como medio de una gestión sostenible, que puede paralelamente aumentar los beneficios para las economías locales (Naziri, Nenadis, Mantzouridou, & Tsimidou, 2014), por lo tanto, se han realizado esfuerzos colectivos en los últimos años para explotar este tipo de biomasa como un recurso para la generación de productos de valor agregado, bioenergía, productos químicos, farmacéuticos,

cosméticos y alimentos (Foster, Arnason, & Briggs, 2005; Ong, Kaur, Pensupa, Uisan, & Lin, 2017).

Desde la Universidad de Manizales, la línea de investigación de biosistema integrados de la maestría de desarrollo sostenible y medio ambiente, se presenta el siguiente trabajo en el cual se busca evaluar algunas estrategias para el aprovechamiento de la cáscara de mangostino (*Garcinia Mangostana*) que sean compatibles con opciones de la transformación de la fruta, como la extracción del colorante, que incluso se puedan incorporar en la misma bebida de la pulpa. Igualmente se analiza el potencial del residuo agotado para otros usos de valor potencial.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Material

Se ha empleado ácido ascórbico analítico como antioxidante de referencia. DPPH• (2,2-difenil-1-picrilhidracilo) y ABTS• (ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico, como agentes retenedores de radicales libres. Folin-Ciocalteu para cuantificar fenoles totales. Como disolventes alcohol etílico al 99,6% y agua destilada. Se utilizó mangostino (*Garcinia Mangostana*) de madurez fisiológica obtenido en Mariquita Tolima.

2.2 Adecuación de material y obtención de extractos

El material vegetal se seleccionó de color rojo-violáceo, se separó la pulpa, semilla y cáscara, se congeló la pulpa y la cáscara fue sometida a secado en horno Memmert UF 55^{Plus} a una temperatura de 39 ±1 °C durante 24 horas. La cáscara seca se trituró en molino de martillos IKA MF100 Basic a 4600 RPM tamizado por malla de 1 milímetro de diámetro. Para la extracción se usó disolventes por separado, alcohol etílico, agua y la combinación 50:50 entre agua y alcohol etílico. A cada disolvente se adicionó una proporción del 10% P/V de material vegetal seco y molido de la cáscara de mangostino (*Garcinia Mangostana*). Cada muestra con su respectivo disolvente se sometió a una agitación constante en mesa magnética con rotación de 1000 RPM durante 24 horas con una temperatura ambiente que osciló entre los 24 °C y 28 °C. Se filtró al vacío con embudo Büchner y papel filtro de 110 mm de diámetro, se

repitió la operación en dos oportunidades más con disolvente nuevo.

2.3 Actividad antioxidante

2.3.1 Método DPPH•

Se tomó 150 µL de la muestra de extracto colorante adicionándose con 850 µL de la disolución del DPPH• al 0,1 mM. Las muestras son llevadas a una recámara oscura durante un tiempo de 30 minutos a temperatura ambiente (28 ± 1 °C), se mide la absorbancia a 518 nm en espectrofotómetro Génesis en celda de cuarzo de 1ml, aclarando que cada medición se realiza por triplicado para verificar la persistencia de los resultados. Como patrón de referencia el ácido ascórbico. La proporción de la inhibición antioxidante de las muestras, se expresan en ppm, con el extracto en agua destilada a pH 4,13 y acidificado a pH 3,7. Con extracto en alcohol etílico a pH 4,7 y acidificado a pH 3,7. El extracto con la mezcla de los disolventes anteriores en relación 1:1 con pH 4,75 y acidificado hasta un pH 3,7. El resultado de la prueba antioxidante se reporta como el porcentaje de inhibición a la oxidación, haciendo referencia al número del radical DPPH• neutralizado por acción del extracto según concentración conocida, en la cual se implementa el siguiente cálculo:

$$\% \text{ Inhibición} = \frac{A - A_1}{A} \cdot 100$$

Dónde:

A = absorbancia del blanco.

A_1 = absorbancia de la muestra.

Con Statgraphics se realizó una regresión lineal simple, modelando la inhibición de la oxidación a distintas concentraciones de solución antioxidante, realizando una comparación final de la capacidad de los extractos expresado por el número IC_{50} .

2.3.2 Método ABTS•

En la determinación de capacidad antioxidante se realizó la captura del radical ABTS• 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico), midiendo la actividad de compuestos de naturaleza hidrofílica y lipofílica (Kuskoski, Asuero, Troncoso, Mancini-Filho, & Fett, 2005). Se realizó calibración de la curva con concentraciones conocidas de ácido ascórbico en un ambiente oscuro en presencia de la solución del radical ABTS•. Posteriormente se realiza lectura a 734 nm con espectrofotómetro Génesis en celda de cuarzo de 1ml. Se interpola la concentración del ácido ascórbico en el eje X y sus absorbancias en el eje Y, para proceder a calcular la ecuación de la recta. Se usó Statgraphics para expresar la capacidad antioxidante con el método IC_{50} .

2.4 Determinación de contenido fenólico

La cuantificación de fenoles totales en el extracto tipo colorante de mangostino (*Garcinia Mangostana*) se realizó utilizando el procedimiento de con el reactivo

de Folin-Ciocalteu (Singleton, Orthofer, & Lamuela, 1999). Se realizó una curva de calibración previa con concentraciones conocidas de ácido gálico a 760 nm de absorbancia en espectrofotómetro para comparar con los valores de absorbancia de la muestra, la absorbancia de las muestras se interpoló en una curva de calibración preparada con ácido gálico de 15,62 - 1000 µg/ml ácido gálico. Los resultados se expresan como miligramos equivalentes de ácido gálico/100 ml de extracto. Las lecturas se realizaron en lector de micro placas Multiskan Go.

2.5 Elaboración del refresco de mangostino (*Garcinia Mangostana*)

Para la elaboración del refresco de mangostino (*Garcinia Mangostana*) se realizó una formulación base en donde se mezcló la pulpa de mangostino (*Garcinia Mangostana*), azúcar refinada y agua, balanceando la mezcla para cumplir con los requerimientos físicos exigidos por la normativa colombiana, garantizando 8% de contenido de pulpa y 6 % de sólidos solubles. Después de la pasteurización del refresco, se envaso un lote con producto natural, otro con adición del extracto colorante elegido y un tercero con adición de ácido ascórbico a una concentración del 0,1 %.

2.6 Evaluación sensorial de los refrescos de mangostino formulados.

Se hizo una evaluación sensorial con 30 jueces sin entrenamiento, en ella se midió los atributos de color, olor, sabor y aceptabilidad general por medio de una escala hedónica de 9 puntos (1 me disgusta extremadamente, 2 me disgusta mucho, 3 me disgusta bastante, 4 me disgusta ligeramente, 5 ni me gusta ni me disgusta, 6 me gusta ligeramente, 7 me gusta bastante, 8 me gusta mucho y 9 me gusta extremadamente) (Stone, Sidel, Oliver, Woolsey, & Singleton, 2004), los cuales se plasmaron en el formulario de evaluación. La prueba se realizó en 3 momentos, el día 19 de mayo, el 1 de junio y el 14 de junio del 2018, equivalentes a un día posterior a su fabricación, dos y cuatro semanas después del almacenamiento refrigerado a 4 °C, en cada momento participó 10 jueces. En cada sesión de pruebas los jueces evaluaron los tres prototipos a una temperatura de 4 °C. Se solicitó a cada evaluador no haber consumido previamente alimentos como café, tampoco fumado, al igual que se recomendó al terminar cada muestra tomar agua y comer galletas de soda sin sal, para neutralizar los sabores evitando interferir con la siguiente muestra a probar (Ramírez & Castro, 2014).

2.7 Evaluación del color del refresco de mangostino (*Garcinia Mangostana*)

Al evaluar los refrescos en el aspecto de color, se usan las coordenadas espaciales $CIE L^*a^*b^*$, aplicadas en el colorímetro Konica Minolta Cr-5

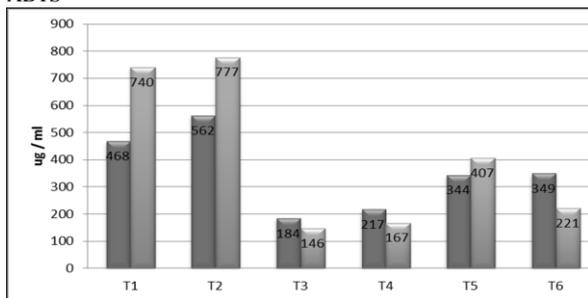
calibrado para líquidos y generando las coordenadas L*, a* y b*. La cuantificación del color se realizó cada semana durante un mes y se conservó las muestras a 4 °C.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Actividad antioxidante

La actividad antioxidante medida mediante DPPH• y ABTS• de los extractos obtenidos de la cáscara de mangostino (*Garcinia Mangostana*) se muestra en (Figura 1).

Figura 1 Valores de IC₅₀ de los 6 extractos de cascara de mangostino y patrón ácido ascórbico analizados con DPPH• Y ABTS•



La mejor actividad antioxidante se reflejó en los tratamientos hidroalcohólicos T3 y T4, sin embargo, el T3 presenta un IC₅₀ de 145,83 ppm significativamente diferente ($p < 0.05$) al extracto T4 pH 4,75 de 167,20 (Un bajo IC₅₀ indica una mayor capacidad antioxidante). Los tratamientos acuosos T1 y T2 mostraron la menor capacidad antioxidante, puesto que a un pH de 3,7 presentó un IC₅₀ de 816,09 ppm, finalmente los tratamientos etanólicos T5 y T6 fueron mucho mejor que los tratamientos acuosos. Con el radical ABTS• se reflejó los tratamientos hidroalcohólicos T3 y T4, sin embargo, el T3 se destaca con un IC₅₀ de 183,70 ppm significativamente diferente ($p < 0.05$) al extracto T4 pH 3,70 de 216,87 µg/ml. Los tratamientos acuosos T1 y T2 mostraron la menor capacidad antioxidante, puesto que a un pH de 3,7 presentó un IC₅₀ de 562,00 ppm, finalmente los tratamientos etanólicos T5 y T6 fueron mucho mejor que los tratamientos acuosos.

Los resultados sugieren que el disolvente hidroalcohólico al 50% de etanol es una mezcla eficaz para extraer compuestos con actividad antioxidante lo cual se refleja con las metodologías DPPH• y ABTS•. Además, los principales antioxidantes presentes en la cáscara de mangostán poseen polaridad entre el agua y el etanol en las condiciones experimentales (Suttirak & Manurakchinakorn, 2009).

3.2 Contenido fenólico

El mejor contenido de compuestos fenólicos se reportó (ver Tabla 1 y Figura 2) en las extracciones

con disolventes etanólicos, sin embargo, la extracción T3 (agua:etanol a pH 4,75) presentó $322 \pm 9,14$ mg EAG/100 ml extracto, lo cual es significativamente diferente ($p < 0,05$) a los tratamientos T4 (agua:etanol a pH 3,7) y T5 (etanol a pH 4,7), que reportaron contenidos fenólicos de $239,88 \pm 1,58$ y $248,8 \pm 1,03$ mg EAG/100 ml extracto respectivamente (ver Tabla 2-5). El extracto T6 (etanol a pH 3,7) mostró $212,46 \pm 0,87$ EAG/100 ml extracto. Por último, los tratamientos T1 (agua a pH 4,13) y T2 (agua a pH 3,7) mostraron el menor contenido de compuestos fenólicos, donde se reportó $100,04 \pm 8,97$ y $102,9 \pm 2,73$ mg EAG/100 ml extracto respectivamente; sin reportar diferencia significativa ($p > 0.05$).

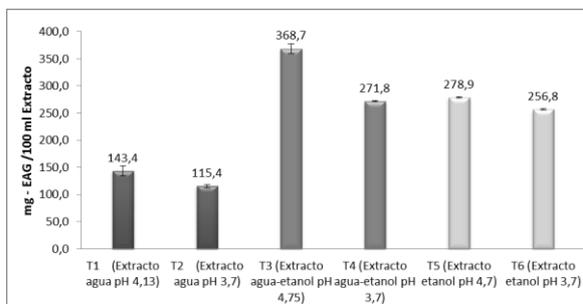
Tabla 1 Agrupación de medias de los tratamientos por método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	Media (mg EAG/100 ml extracto)	Agrupación*
T3: Agua:etanol a pH 4,75	$322 \pm 9,14$	A
T5: Etanol a pH 4,7	$248,88 \pm 1,033$	B
T4: Agua:etanol a pH 3,7	$239,88 \pm 1,58$	B
T6: Etanol a pH 3,7	$212,46 \pm 0,87$	C
T2: Agua a pH 3,7	$102,9 \pm 2,73$	D
T1: Agua a pH 4,13	$100,04 \pm 8,97$	D

El reporte de la Tabla 2 concuerda con estudios de recuperación de fenoles en frutas por extracción con disolventes líquidos a diferentes temperaturas, donde se determina que los disolventes adecuados son las mezclas acuosas con etanol, metanol, acetona y dimetilformamida (Antolovich, Prenzler, Robards, & Ryan, 2000). También es de anotar que la naturaleza polar de los compuestos fenólicos presentes en las frutas son altamente solubles en disolventes alcohólicos e hidroalcohólico (Masci et al., 2016).

Es importante resaltar que la concentración de compuestos fenólicos extraídos tiene como aspecto relevante el tipo de disolvente empleado en la percolación, concordando con otros resultados como el publicado por Suttirak, (Suttirak & Manurakchinakorn, 2009), donde el extracto de 50% etanol exhibió el TPC (compuestos fenólicos totales) más alto con 152,52 g de equivalentes de ácido gálico/kg, seguido del 80% etanol con 142,17 g equivalentes de ácido gálico/kg y etanol puro con 63,11 g equivalentes de ácido gálico/kg, el extracto de agua destilada fue el menor con 16,05 g equivalentes de ácido gálico/kg (Suttirak & Manurakchinakorn, 2009). El orden de rendimiento de TPC es igual al obtenido en el presente estudio, los cuales fueron T3, T5 y T1 de mayor a menor contenido fenólico.

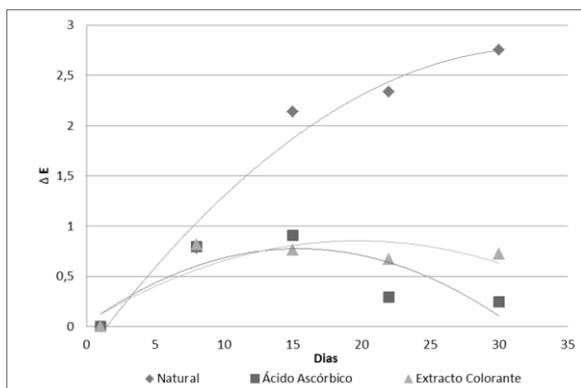
Figura 2 Equivalentes de ácido gálico presentes en cada extracto.



3.3 Medición de color en el refresco de mangostino (*Garcinia Mangostana*)

El color medido en coordenadas CIELab, arrojó distintos resultados según el tratamiento empleado para cada refresco de mangostino (*Garcinia Mangostana*). En el primer tratamiento se adiciona ácido ascórbico al refresco de mangostino (*Garcinia Mangostana*), al día siguiente (Día 1) se realiza la medición de color generando las coordenadas $L^* 84,15$, $a^* 0,82$ y $b^* 12,77$. En el segundo tratamiento se adiciona el extracto colorante de agua-etanol al refresco de mangostino (*Garcinia Mangostana*), al día siguiente (Día 1) se realiza la medición de color generando las coordenadas $L^* 79,79$, $a^* 1,69$ y $b^* 16,17$. En el tercer tratamiento y como control no se adiciona ningún coadyudante en el refresco de mangostino (*Garcinia Mangostana*), al día siguiente (Día 1) se realiza la medición de color generando las coordenadas $L^* 81,06$, $a^* 2,00$ y $b^* 14,45$. Las mediciones se realizaron por triplicado y la desviación estándar reportada en el equipo Colorímetro es de 0.

Figura 3 Diferencia total de color de los refrescos de Mangostino durante un mes



Los tratamientos con ácido ascórbico y con el extracto colorante demuestran que durante un mes de almacenamiento refrigerado el refresco de mangostino (*Garcinia Mangostana*) no es posible percibir una diferencia de color de acuerdo a la escala CIEL*a*b*, por el contrario, el refresco natural presenta mayores cambios de color, reflejándose principalmente en el oscurecimiento del producto. En la grafica ΔE , los puntos ubicados sobre el eje Y de 0 a 1,5 se consideran diferencias pequeñas, de 1,5 a 5 es una diferencia que se puede distinguir y mayor a 5

son diferencias de color evidentes (Obón, Castellar, Alacid, & Fernández, 2009).

3.4 Medición de color en el refresco de mangostino (*Garcinia Mangostana*)

El grado de aceptación de los tres refrescos de mangostino (*Garcinia Mangostana*) evaluados sensorialmente en color, olor, sabor y aceptabilidad general por 30 jueces no entrenados del Centro Agropecuario La Granja – Espinal, usando escalas hedónicas de nueve puntos, se presentan con los valores de la media y desviación estándar de las calificaciones asignadas en las pruebas.

Tabla 2 Valores promedio del análisis sensorial de tres tratamientos de refresco de mangostino realizado por 10 jueces en el día 30 de almacenamiento.

Tratamiento (Evaluación Día 30)	Color	Olor	Sabor	Aceptabilidad general
Ácido Ascórbico	6,5 ± 1.35	6,2 ± 0.91	7,1 ± 1.85	6,8 ± 1.31
Extracto Colorante	6,6 ± 1.43	6,8 ± 1.61	7,1 ± 1.79	6,9 ± 1.66
Natural	6,3 ± 1.33	5,7 ± 1.25	6,8 ± 1.81	6,5 ± 1.35
p valor (5%)	0,884	0,183	0,914	0,816

En general la prueba arrojó que el comportamiento es hedónicamente igual para las tres evaluaciones sensoriales realizadas los días 1, 15 y 30 de almacenamiento de los tres refrescos de mangostino (*Garcinia Mangostana*).

4 CONCLUSIÓN

Los extractos tipo colorante a partir de las cáscaras del mangostino (*Garcinia Mangostana*), se generan a partir de un subproducto residual, planteando una alternativa de solución a la disposición final que puede impactar favorablemente la problemática ambiental evidenciada en la actualidad. La extracción propuesta por maceración en etanol y agua con una relación 1:1 fue más eficaz en el arrastre de sólidos totales con un $2,31 \pm 0,01$ % (p/v), seguido de la extracción con etanol $1,70 \pm 0,12$ % (p/v) y finalmente la extracción con $0,92 \pm 0,13$ % (p/v). A partir del extracto de cáscara de mangostino (*Garcinia Mangostana*) obtenido con el disolvente agua: etanol en proporción (1:1), se generó un extracto capaz de conferir de color, con potencial antioxidante y contenido fenólico, importantes para incorporar en alimentos, desplazando los aditivos sintéticos empleados en la actualidad.

La prueba sensorial de aceptación realizada por 30 jueces a los prototipos de refresco de mangostino (*Garcinia Mangostana*), no arrojó diferencia estadística significativa que permita elegir una marcada tendencia de preferencia de alguna de las bebidas probadas, por lo tanto, se infiere que el extracto de la cáscara de mangostino (*Garcinia*

Mangostana) se comporta sensorialmente similar a la bebida natural y a la tratada con ácido ascórbico.

5 REFERENCIAS

- Antolovich, Michael, Prenzler, Paul, Robards, Kevin, & Ryan, Danielle. (2000). Sample preparation in the determination of phenolic compounds in fruits. *Analyst*, 125(5), 989-1009.
- Chisté, Renan Campos, de Faria, Lênio José Guerreiro, Lopes, Alessandra Santos, & Mattietto, R de A. (2009). Características físicas e físico-química da casca de mangostão em três períodos da safra. *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Foster, Brian C, Arnason, J Thor, & Briggs, Colin J. (2005). Natural health products and drug disposition. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.*, 45, 203-226.
- Kuskoski, E Marta, Asuero, Agustín G, Troncoso, Ana M, Mancini-Filho, Jorge, & Fett, Roseane. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology*, 25(4), 726-732.
- León, Paula. (2018). Antioxidantes del mangostino: potencial para la agroindustria colombiana. *EAN Business Review*, 5(2).
- Masci, Alessandra, Coccia, Andrea, Lendaro, Eugenio, Mosca, Luciana, Paolicelli, Patrizia, & Cesa, Stefania. (2016). Evaluation of different extraction methods from pomegranate whole fruit or peels and the antioxidant and antiproliferative activity of the polyphenolic fraction. *Food chemistry*, 202, 59-69.
- Naziri, Eleni, Nenadis, Nikolaos, Mantzouridou, Fani Th, & Tsimidou, Maria Z. (2014). Valorization of the major agrifood industrial by-products and waste from Central Macedonia (Greece) for the recovery of compounds for food applications. *Food research international*, 65, 350-358.
- Obón, J, Castellar, M, Alacid, M, & Fernández, J. (2009). Production of a red-purple food colorant from *Opuntia stricta* fruits by spray drying and its application in food model systems. *Journal of Food Engineering*, 90(4), 471-479.
- Ong, Khai Lun, Kaur, Guneet, Pensupa, Nattha, Uisan, Kristiadi, & Lin, Carol Sze Ki. (2017). Trends in food waste valorization for the production of chemicals, materials and fuels: Case study South and Southeast Asia. *Bioresource technology*.
- Ramirez, Daniel; . (2016). Potencialidad de exportación de mangostino liofilizado con destino al mercado farmacéutico de la eurozona
- Tesis profesional en finanzas y comercio internacional, Bogotá, DC, 75.*
- Ramírez, Juan Sebastián, & Castro, Vanessa. (2014). Analysis Of Acceptance And Preference Of Manjar Blanco Del Valle. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1), 20-27.
- Singleton, Vernon, Orthofer, Rudolf, & Lamuela, Rosa. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent *Methods in enzymology* (Vol. 299, pp. 152-178): Elsevier.
- Stone, Herbert, Sidel, Joel, Oliver, Shirley, Woolsey, Annette, & Singleton, Richard C. (2004). Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Descriptive Sensory Analysis in Practice*, 23-34.
- Suttirak, W, & Manurakchinakorn, S. (2009). *Total phenolic contents and antioxidant activities of mangosteen peel extracts*. Paper presented at the Proceedings of the 35th Congress on Science and Technology of Thailand (STT 35), Chonburi, Thailand.