

## **Estabilidad de un extracto hidroalcohólico rico en antocianinas de flor de *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell**

Stability of An Anthocyanin-Rich Hydroalcoholic Extract From the Flower of *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell

Dairon Iglesias Guevara<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0044-6083>

Rocio Cartaya Quintero<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7280-9237>

<sup>1</sup>Universidad de La Habana, Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL). Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [rociocq@yandex.com](mailto:rociocq@yandex.com)

### **RESUMEN**

**Introducción:** *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (majagua) posee flores ricas en antocianinas, fitoquímico que se emplean como materia prima en colorantes alimentarios para consumo humano. Sin embargo, la sensibilidad de dicho pigmento a altas temperaturas y variaciones de pH limita su aprovechamiento industrial y hace necesario el estudio cinético de las matrices que lo contienen.

**Objetivo:** Evaluar estabilidad de un extracto hidroalcohólico de flores de *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (majagua) rico en antocianinas.

**Métodos:** Las flores se recolectaron manualmente entre octubre- noviembre de 2019, solo se usaron los pétalos (-32 °C). Se preparó el extracto con masa/disolvente 1:2 en solución hidroalcohólica al 79 % v-v, se añadió ácido cítrico 0,5 % m-v, y se mantuvo en zaranda por 12 h a 250 rpm. La mezcla se filtró al vacío y se desecharon los residuos sólidos. Al extracto se cuantificó pH, sólidos totales, contenido de polifenoles y antocianinas. Se evaluó la estabilidad durante 21 días a 45 y 55 °C y pH = 3 y pH = 5, se calculó el orden de reacción (n) de mejor ajuste, constante de velocidad (k), tiempo de vida media (t), coeficiente de temperatura (Q<sub>10</sub>) y energía de activación (E<sub>a</sub>).

**Resultados:** El extracto tuvo pH = 3,5; 4,4 % de sólidos totales; 9,18 mg AGE/ mL (se tomó como patrón al ácido gálico equivalente) de polifenoles y 7,85 mg/L de antocianinas. El deterioro de antocianinas se ajustó a un modelo  $n = 1$ . La mayor estabilidad correspondió a pH = 3 y 45 °C, evidenciada en  $t_{1/2} = 7$  días,  $k = 0,09 \text{ d}^{-1}$ ,  $E_a = 31,7 \text{ kJmol}^{-1}$ , y la mayor sensibilidad al aumento de temperatura fue a pH = 3 ( $Q_{10} = 1,46$ ). El contenido de polifenoles totales no varió y la degradación de las antocianinas a 55 °C y pH = 5 fue superior al 85 % a partir del día 18 de almacenamiento.

**Conclusiones:** El almacenamiento del extracto de flor de majagua a pH = 3 y 45 °C permite la mejor conservación de sus antocianinas.

**Palabras clave:** *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell; majagua; extracto hidroalcohólico; estabilidad; polifenoles; antocianinas; parámetros cinéticos.

## ABSTRACT

**Introduction:** *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (majagua) has flowers rich in anthocyanins, a phytochemical used as a raw material in food coloring for human consumption. However, the sensitivity of said pigment to temperatures and pH variations limits its industrial use, making it necessary to study its kinetic stability.

**Objective:** To evaluate the stability of a hydroalcoholic extract of majagua flowers rich in anthocyanins.

**Methods:** The flowers were collected and selected manually between October-November 2019, the petals and pistils were separated and frozen at -32 °C. The extract was prepared with mass/solvent 1:2 in 79% v-v hydroalcoholic solution, 0.5% m-v citric acid was added, and it was kept in a sieve for 12 h at 250 revolutions per minute; the mixture was filtered under vacuum, discarding solid residue. pH, total solids, polyphenol and anthocyanin content were quantified in the extract. Stability was evaluated for 21 days at 45 and 55 °C and pH=3 and pH=5, calculating: reaction order ( $n$ ) of best fit, rate constant ( $k$ ), half-life time ( $t_{1/2}$ ), coefficient of temperature ( $Q_{10}$ ) and activation energy ( $E_a$ ).

**Results:** The extract had pH = 3.5; 4.4% total solids; 9.18 mg AGE/ mL (taking the equivalent gallic acid as a standard) of polyphenols and 7.85 mg/L of anthocyanins. Anthocyanin deterioration was fitted to an  $n=1$  model. The greatest

stability corresponded to pH=3 and 45 °C, evidenced at  $t_{1/2}$  =7 days,  $k=0.09$  d<sup>-1</sup>,  $E_a=31.7$  kJmol<sup>-1</sup>, and the greatest sensitivity to temperature increase was at pH =3( $Q_{10}=1.46$ ). The content of total polyphenols did not change and the degradation of anthocyanins at 55 °C and pH=5 was greater than 85% after 18 days of storage.

**Conclusions:** The hydroalcoholic extract of *Talipariti elatum* was more stable at pH=3 and 45 ° C.

Recibido: 17/04/2021

Aceptado: 13/04/2023

## Introducción

En la actualidad, las dietas saludables potencian la inclusión de alimentos y suplementos ricos en antocianinas, las que durante su paso del tracto digestivo al torrente sanguíneo permanecen intactas y producen efectos positivos sobre la salud,<sup>(1)</sup> en la prevención de enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas,<sup>(2)</sup> así como por sus propiedades antioxidantes,<sup>(3)</sup> antidiabéticas, antiinflamatorias<sup>(4)</sup> y anticancerígenas.<sup>(1)</sup>

*Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (basónimo: *Hibiscus elatus* Sw.) pertenece al reino Plantae, filo Tracheophyta, clase Magnoliopsida, orden Malvales, familia Malvaceae, género *Talipariti*.<sup>(5)</sup> Es un árbol originario de Jamaica y Cuba, donde se conoce como majagua y alcanza más de 25 m de alto, de hojas acorazonadas y flores muy ricas en antocianinas, que inicialmente de color amarillo cambian a naranja y rojo antes de caer de la planta.

Las flores en su composición, destacan en flavonoides como gossypitrina, derivados glucosilados de quercetina, gossypetina-3'-O-glucósido, y compuestos como  $\beta$ -sitosterol  $\gamma$ -sitosterol, antocianina roja y ácidos fenólicos (propiónico, pentatónico, hidroxipropiónico, hidroxiacético, 2-hidroxipropiónico, hexanoico y antocianinas.<sup>(6)</sup>

Este último, e importante grupo de pigmentos hidrosolubles, se identifica como materia prima en la obtención de colorantes alimentarios y agentes potenciales en

la fabricación de productos con valor agregado para consumo humano.<sup>(1)</sup> Su procesamiento industrial de fuentes vegetales es limitado, por su alta sensibilidad a factores como temperatura y variaciones del pH, en el que el estudio de modelos cinéticos es una buena herramienta para minimizar pérdidas en la industria de estos compuestos bioactivos.

El orden de reacción (n) en modelos cinéticos permite durante el almacenamiento, predecir los cambios físicoquímicos y controlarlos; mientras su constante de velocidad (k) de degradación y su tiempo de vida media ( $t_{1/2}$ ) informan sobre la estabilidad de las antocianinas.<sup>(7,8)</sup>

El parámetro n corresponde al número de moléculas que participan bajo la forma de reactivos. Para n = 0 la velocidad de la reacción química es independiente de la concentración, mientras que para n = 1 las reacciones se caracterizan por el cambio logarítmico en la concentración del atributo medido con respecto al tiempo. El  $t_{1/2}$  es el necesario para que la concentración de un reactivo descienda a la mitad de su valor inicial. El  $Q_{10}$  es una medida de la sensibilidad de los procesos químicos a la temperatura e indica el aumento de la velocidad de una reacción por cada aumento de 10 °C en la temperatura. La  $E_a$  es la diferencia entre la energía de los reactivos y la energía mínima que estos deben alcanzar para reaccionar.<sup>(7)</sup>

En Cuba, hasta el momento de esta investigación, no se han reportado otros estudios cinéticos acerca de la estabilidad de extractos hidroalcohólicos de *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (majagua) sometidos a condiciones de temperatura y pH similares a las del procesamiento industrial y almacenamiento de alimentos (matrices estas en las que son usualmente incorporadas para lograr determinados colores y beneficios en la salud de los consumidores). De ahí que este estudio tenga por objetivo evaluar la estabilidad de un extracto hidroalcohólico rico en antocianinas obtenido a partir de la flor de *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (majagua).

## Métodos

La investigación contó de cinco pasos:

1. Recolección y procesamiento del material vegetal. Las flores de *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (majagua) se corresponden a las registradas con el No. 90077 en el

herbario Johannes Biss (HAJB) de la Universidad de La Habana. Se recolectaron manualmente entre octubre y noviembre de 2019 en el Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL) de la Universidad de La Habana, municipio La Lisa, La Habana. Se seleccionaron solo aquellas que de manera general presentaran las mismas características de estado vegetativo, tamaño, color y ausencia de manchas, grietas y alteraciones morfológicas visibles provenientes de hongos o parásitos. En cada flor se separaron los pétalos entre ellos y del pistilo, y se congelaron a  $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta su utilización.

2. Preparación del extracto. Se empleó una relación masa/disolvente de 1:2 de solución hidroalcohólica al 79 % v-v, acidificada con ácido cítrico al 0,5 % m-v. El extracto se mantuvo en zaranda por 12 h a 250 rpm y  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; y la mezcla resultante se filtró al vacío, desechando su residuo sólido.

3. Caracterización del extracto obtenido. Se determinó el pH utilizando un pHmeter BASIC 20+ y sólidos totales por gravimetría indirecta por volatilización en termobalanza a  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta masa constante (ambas por triplicado). Para evaluar el contenido de polifenoles se empleó la metodología propuesta por Slinkard y Singleton,<sup>(9)</sup> al añadir a 50  $\mu\text{L}$  del extracto hidroalcohólico (factor de dilución 25), 2,5 mL de la disolución diluida del reactivo Folin- Ciocalteu (1+ 9  $\text{H}_2\text{O}$ ) y después de 5 min 2 mL de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  al 7,5 % (m/v). Transcurridas 2 h se determinó la absorbancia a 765 nm en espectrofotómetro (Rayleigh UV-1601, Beijing). Para la curva de calibración se utilizó como patrón el ácido gálico a concentraciones entre 100 y 500 mg/L, resultados que fueron expresados como miligramos de ácido gálico equivalente (AGE) por mililitro de extracto (mg AGE/mL). El contenido de antocianinas se determinó según el método de pH diferencial<sup>(10)</sup> y se expresó como cianidina-3-glucosa (masa molecular:  $449,2\text{ g mol}^{-1}$  y coeficiente de extinción molar:  $26900\text{ L cm}^{-1}\text{ mol}^{-1}$ ). Se tomaron 0,2 mL del extracto y se mezclaron separadamente con 0,8 mL de disolución tampón de KCl a 0,025 mol/L a pH = 1,0 (ajustada con HCl) y 0,8 mL de disolución tampón de  $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$  a 0,4 mol/L a pH = 4,5. La reacción se llevó a cabo a temperatura ambiente y se midieron las absorbancias a 510 y 700 nm en espectrofotómetro (Rayleigh UV1601, Beijing).

4. Estabilidad de polifenoles y antocianinas en el tiempo frente a distintas temperaturas y pH. Para ello se envasaron 50 mL de extracto en erlenmeyer de tapa

esmerilada a pH = 3 y pH = 5 (ajustado con HCl 32 % o NaOH 10 mol/L según correspondió) y ambos fueron colocados en estufa a 45 y 55 °C; y permitió medir las concentraciones de polifenoles y antocianinas cada tres días durante 21 días de almacenamiento.

5. Estimación de parámetros cinéticos. Para estimar  $n^{(4)}$  se calculó la variación de la concentración en función del tiempo de exposición y se evaluaron los modelos  $n = 0$  y  $n = 1$ . A partir de la pendiente de la curva fue posible obtener los valores de las constantes de velocidad para cada una de las variables estudiadas. Una vez comprobado que el mejor ajuste del proceso correspondió a  $n = 1$ , se calculó el  $t_{1/2}^{(11)}$  respectivamente, según se muestra en la ecuación 1, donde  $C_0$  es la concentración inicial.

$$t_{1/2} = \frac{\ln C_0 - \ln \frac{C_0}{2}}{k} \quad (1)$$

El parámetro  $Q_{10}$  se calculó mediante la ecuación 2<sup>(12)</sup> en la que  $k_{T+10}$  es la constante de velocidad para una temperatura 10 °C mayor.

$$Q_{10} = \frac{k_{T+10}}{k_T} \quad (2)$$

La  $E_a$  se calculó a partir de la ecuación 3 que muestra la expresión de Arrhenius<sup>(11)</sup> en la que  $A$  es el factor preexponencial,  $R$  es la constante universal de los gases (8,314 J/mol K) y  $T$  es la temperatura absoluta (K).<sup>(11)</sup>

$$k = A e^{\frac{-E_a}{RT}} \quad (3)$$

Para el análisis estadístico de los resultados se empleó el programa SPSS (IBM SPSS Statistics, versión 22.0, 2011) y se realizó la prueba  $t$  de Student, un ANOVA simple y la prueba de los rangos múltiples de Duncan para comparar las diferencias entre los tratamientos evaluados, asignándose letras diferentes de comprobarse diferencias significativas. También se realizó el análisis de regresión lineal. El nivel de significación empleado fue de  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

### Caracterización del extracto

El extracto de *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (majagua) mostró valores de polifenoles y antocianinas en correspondencia con estudios precedentes de esta flor, confirmándola como una buena fuente para la obtención de este grupo de pigmentos hidrosolubles (tabla 1).

**Tabla 1** - Caracterización del extracto

Parámetros	Media (Desviación estándar)
pH	3,5 (0,03)
Sólidos totales (%)	4,4 (0,12)
Polifenoles totales (mg AGE/ mL)	9,18 (0,47)
Antocianinas totales (mg/ L)	7,85 (0,002)

### Estabilidad de polifenoles y antocianinas en el tiempo frente a distintas temperaturas y pH

El contenido de polifenoles totales durante el almacenamiento a las diferentes temperaturas estudiadas no experimentó grandes variaciones, por lo que se mantuvo relativamente constante en el tiempo, y solo se observaron ligeros aumentos del contenido de polifenoles y fue más marcado a 45 °C durante todo el tiempo de estudio (tabla 2).

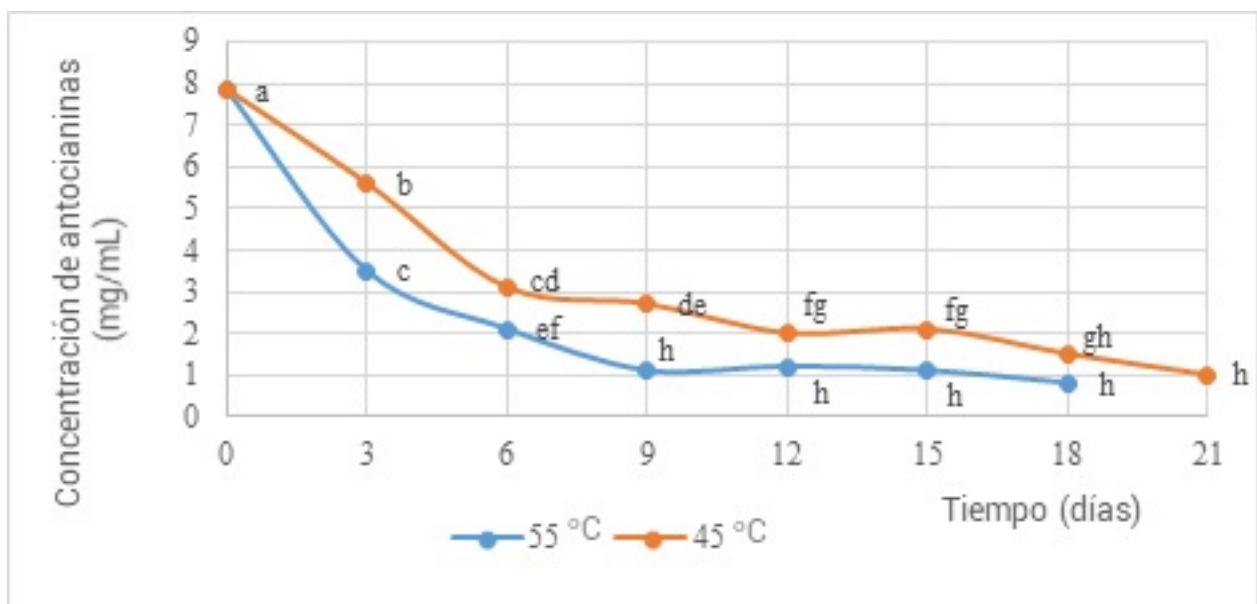
**Tabla 2** - Comportamiento de polifenoles ante la temperatura a los diferentes pH

Temperatura (°C)	Tiempo (d)	pH = 3	pH = 5
		Polifenoles totales (mg AGE/mL)	Polifenoles totales (mg AGE/mL)
45	0	9,18 (0,47) abA	8,82 (0,48) abcdeA
	3	10,05 (1,0) abcA	7,87 (0,72) abB
	6	13,15 (0,29) dA	10,57 (1,50) cdeB
	9	11,78 (0,53) cdA	10,26 (0,49) cdeA
	12	10,36 (1,82) abcA	10,93 (0,40) eA
	15	10,14 (1,71) abcA	8,60 (0,92) abcdeA
	18	11,42 (2,05) bcA	10,81 (0,45) deA
	21	8,58 (2,37) adA	10,64 (2,14) cdeA
55	3	8,71 (1,27) aA	9,84 (0,51) abcdeA
	6	10,45 (1,06) abcA	10,17 (0,32) abcdeA
	9	9,35 (0,48) abA	8,07 (0,41) abcA
	12	9,48 (1,14) abcA	8,25 (0,35) abcdeB
	15	9,06 (0,77) abA	8,57 (0,89) abcdeA
	18	8,31 (0,78) aA	7,67 (0,51) aA
	21	8,05 (0,19) aA	10,64 (2,14) cdeB

Media (desviación estándar). Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en los valores de cada columna. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) para una misma fila.

En el comportamiento de los polifenoles a una misma temperatura y diferentes pH, se pudo apreciar que no existió influencia del pH en la estabilidad de los polifenoles totales para una misma temperatura en el tiempo que duró el estudio, pues en la mayoría de días evaluados, para ambas temperaturas, no existieron diferencias significativas.

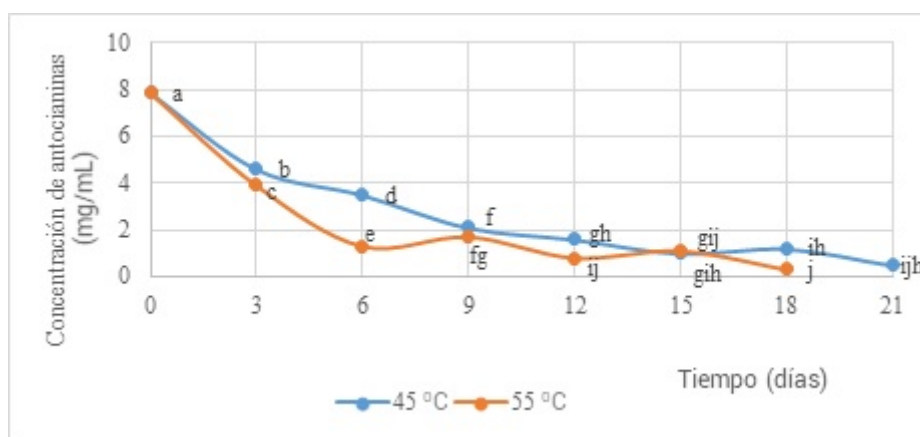
En las figuras 1 y 2 se muestran la degradación de las antocianinas durante el almacenamiento a 45 °C y 55 °C a pH = 3 y pH = 5 y demostró que tanto la temperatura como el tiempo de almacenamiento influyeron significativamente en la degradación de antocianinas totales, pues a medida que se incrementó el tiempo de almacenamiento se produjo una mayor degradación, sobre todo a 55 °C. Se apreció comportamiento similar para ambas temperaturas, con una marcada degradación durante el primer tercio de almacenamiento, para luego seguir disminuyendo a un ritmo más lento.



Nota: Cada punto representa la media de 3 réplicas. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

**Fig. 1-** Degradación de antocianinas en el extracto a pH = 3 durante el almacenamiento a 45 °C y 55 °C.





Nota: Cada punto representa la media de tres réplicas. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

**Fig. 2** - Degradación de antocianinas en el extracto a pH = 5 durante el almacenamiento a 45 °C y 55 °C.

### Estimación de parámetros cinéticos

Durante la estimación de parámetros cinéticos se obtuvo mejor ajuste para el modelo de primer orden a ambos pH (coeficientes de determinación entre el 89,9 y el 95,5 %), donde se evidenció una fuerte relación lineal negativa entre el logaritmo de la concentración de antocianinas y el tiempo de almacenamiento, por lo que, a mayor tiempo de almacenamiento, menor contenido de antocianinas.

La tabla 3 muestra los parámetros cinéticos calculados para  $n = 1$  y evidencia un incremento de los valores de  $k$  con la elevación de la temperatura, a la vez que una disminución en el  $t_{1/2}$ . Los valores de  $E_a$  muestran mayor probabilidad de reacción a pH = 5 y los de  $Q_{10}$  indican la mayor susceptibilidad al aumento de la temperatura para el extracto a pH = 3.

**Tabla 3** - Efecto de la temperatura en  $k$ ,  $t_{1/2}$ ,  $Q_{10}$  y  $E_a$  de antocianinas del extracto

pH	Temperatura (°C)	-k (d <sup>-1</sup> )	$t_{1/2}$ (d)	$Q_{10}$	$E_a$ (kJ mol <sup>-1</sup> )
3	45	0,099	7,00	1,46	31,7
	55	0,145	4,78		
5	45	0,131	5,29	1,28	20,7
	55	0,168	4,13		

### Discusión

El pH del extracto obtenido fue similar al de arándanos obtenidos por fermentación ( $3,64 \pm 0,01$ ) estudiado por Zapata y otros<sup>(7)</sup> y ligeramente superior al reportado por

Fernández y otros<sup>(13)</sup> en extracto de flor de *Talipariti elatum* (Sw) Fryxell ( $3,1 \pm 0,07$ ). El porcentaje de sólidos totales (5,57 %), estuvo en correspondencia con el reportado por Quiala<sup>(14)</sup> y ligeramente inferior al de Gutiérrez y otros<sup>(15)</sup> lo cual pudiera deberse, fundamentalmente, a la mezcla hidroalcohólica utilizada (50 % v-v) y al método de extracción.

El contenido de polifenoles totales alcanzado durante el estudio es superior a los 6,90 mg AGE/mL obtenidos por Quiala<sup>(14)</sup> y a los 3,58 mg AGE/mL reportados por Gutiérrez y otros<sup>(16)</sup>. No obstante, González y otros<sup>(6)</sup> evidencian un contenido de polifenoles de 163 mg AGE/g de extracto seco, lo cual resulta ser el valor más alto reportado para los pétalos de esta flor. La quercetina, rutina y gossypitrina son polifenoles representativos de *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell.<sup>(16)</sup>

En el caso de las antocianinas, los valores obtenidos en el presente estudio son inferiores a los reportados para esta planta por Fernández y otros<sup>(13)</sup> (10 mg/L), diferencias atribuibles al momento de recolección de las flores pues las condiciones de extracción y el método de cuantificación fueron los mismos. Estos autores<sup>(13)</sup> refieren que, teniendo en cuenta el espectro de absorción del extracto, las antocianinas más probables presentes son: pelargonidina, cianidina y peonidina (incluyendo sus variantes glucosídicas).

El comportamiento del contenido de polifenoles fue similar al reportado por Abadiano<sup>(17)</sup> para la pulpa de mora (*Rubus glaucus Benth*) y de mortiño (*Vaccinium floribundum Kunth*), en las que a 35 °C el contenido de polifenoles aumentó a partir de los 15 y 30 días, respectivamente, probablemente por la hidrólisis de los conjugados de polifenol durante el proceso de secado al que fueron sometidos.

El aumento del contenido de polifenoles totales durante el almacenamiento puede asociarse a la degradación térmica de las antocianinas, que trae como resultado la formación de productos de degradación polifenólicos,<sup>(18)</sup> los que pueden reaccionar con el reactivo de Folin-Ciocalteu.

Sin embargo, estudios anteriores han reportado una marcada influencia del aumento de la temperatura en la degradación de antocianinas en diferentes matrices, tal es el caso de las antocianinas extraídas de salvado de sorgo rojo (*Sorghum bicolor*) y almacenadas entre 0 °C y 70 °C<sup>(19)</sup>, de berenjena (*Solanum melongena* L.) en bebidas isotónicas a base de sábila (*Aloe vera* L.) sometidas a

temperaturas entre 4 °C y 25 °C;<sup>(20)</sup> de capachu (*Hesperomeles escalloniifolia Schltdl*) en una bebida gasificada a 7 °C, 18 °C y 30 °C durante 15, 30, 45 y 60 días,<sup>(21)</sup> respectivamente; de zanahorias negras adicionadas a jugos de frutas y néctares sometidos a temperaturas entre 70 °C y 90 °C y almacenados entre 4 °C y 37 °C.<sup>(22)</sup>

La degradación de antocianinas se ajusta comúnmente a modelos  $n = 1$ ; así se reporta para un colorante natural a partir de berenjena (*Solanun melongena L.*);<sup>(20)</sup> un extracto a partir de arándanos (*Northern Highbush*) sometido a 55 °C, 65 °C, 75 °C y 85 °C;<sup>(7)</sup> jugos de mora almacenados a 5 °C, 25 °C y 37 °C<sup>(23)</sup>, jugos de naranjas a 4 °C y 20 °C<sup>(24)</sup> y jugo concentrado de zanahoria (*Daucus carota L. ssp. sativus var. atrorubens Alef.*) durante el almacenamiento a -23 °C, 5 °C; 20 °C y 30 °C.<sup>(25)</sup>

La velocidad de deterioro siempre fue superior para pH = 5, si se analiza para una misma temperatura y diferentes pH, aunque el efecto que este produjo no fue suficiente para lograr que la velocidad a los 45 °C superara a la obtenida a los 55 °C y pH = 3. Esto demuestra que la velocidad de degradación es más susceptible al aumento de la temperatura, resultado que se observa de igual manera para el  $t_{1/2}$  que fue superior a los 45 °C y pH = 3.

En las antocianinas de salvado de sorgo rojo (*Sorghum bicolor*)<sup>(19)</sup> y de arándanos (*Northern highbush*)<sup>(7)</sup> se ha evidenciado también la relación inversa entre aumento de temperatura y disminución del  $t_{1/2}$ .

El efecto de la temperatura sobre la velocidad de degradación, en el presente estudio, fue superior a pH = 3, según los valores de  $Q_{10}$ , mientras que en el jugo concentrado de agraz (*Vaccinium meridionale Sw.*) se ha obtenido variación de valores de  $Q_{10}$  independientemente del pH con un efecto superior de temperatura para pH = 3 ( $Q_{10} = 2,92$ ) que para pH = 7 ( $Q_{10} = 1,92$ ) en un rango de 70 °C a 80 °C.<sup>(26)</sup> Los parámetros cinéticos evaluados permiten concluir que el almacenamiento del extracto de hidroalcohólico de flor de *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell a pH = 3 y 45 °C favorece la mejor conservación de sus antocianinas.

## Referencias bibliográficas

1. Garzón GA. Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. *Acta Biológica Colomb.* 2008 [acceso 25/09/2020];13(3):27-36. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a2.pdf>
2. Joseph JA, Shukitt-Hale B, Denisova NA, Bielinski D, Martin A, McEwen JJ, et al. Reversals of age-related declines in neuronal signal transduction, cognitive, and motor behavioral deficits with blueberry, spinach, or strawberry dietary supplementation. *J Neurosci.* 1999 [acceso 25/09/2020];19(18):8114-21. Disponible en: <https://www.jneurosci.org/content/jneuro/19/18/8114.full.pdf>
3. Wang SY, Jiao H. Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals, and singlet oxygen. *J Agric Food Chem.* 2000 [acceso 25/09/2020];48(11):5677-84. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11087538>
4. Jankowski A, Jankowska B, Niedworok J. The effect of anthocyanin dye from grapes on experimental diabetes. *Folia Med Cracov.* 2000 [acceso 25/09/2020];41(3-4):5-15. Disponible en: <http://europepmc.org/article/med/11339016>
5. Remini H, Mertz C, Belbahi A, Achir N, Dornier M, Madani K. Degradation kinetic modelling of ascorbic acid and colour intensity in pasteurised blood orange juice during storage. *Food Chem.* 2015 [acceso 25/09/2020];173:665-73. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25466074/>
6. González J, Cuellar A, Nossin E, Monan M, François-Haugrin F, Sylvius L, et al. Determinación por clar-uv-íe-em/em de flavonoides presentes en los pétalos de las flores de *Talipariti elatum* Sw (Fryxell). *Rev Cienc Farm Aliment.* 2016 [acceso 25/09/2020];2(2). Disponible en: <http://www.rcfa.uh.cu/index.php/RCFA/article/view/68>
7. Zapata LM, Heredia AM, Quinteros CF, Malleret AD, Clemente G, Cárcel JA. Optimización de la extracción de antocianinas de arándanos. *Ciencia, Docencia y Tecnología.* 2014 [acceso 25/09/2020];25(49):166-92. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/145/14532635008.pdf>
8. Martynenko A, Chen Y. Degradation kinetics of total anthocyanins and formation of polymeric color in blueberry hydrothermodynamic (HTD) processing. *J Food*

- Eng. 2016 [acceso 25/09/2020];171:44-51. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877415300091>
9. Slinkard K, Singleton VL. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *Am J Enol Vitic.* 1977 [acceso 25/09/2020];28(1):49-55. Disponible en: <https://www.ajevonline.org/content/28/1/49>
10. Lee J, Durst RW, Wrolstad RE. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *J AOAC Int.* 2005;88(5):1269-78. DOI: [10.1093/jaoac/88.5.1269](https://doi.org/10.1093/jaoac/88.5.1269)
11. Casp Vanaclocha A, Abril Requena J. *Procesos de conservación de alimentos.* 2da ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa; 2003. (Tecnología de alimentos). [acceso 25/09/2020]. Disponible en: <https://vdocuments.mx/procesos-de-conservacion-de-alimentos-ana-casp-jose-requena.htmla>
- 12 Fanjul ML, Hiriart M (eds.). *Biología funcional de los animales.* Ciencia y técnica. [s. l.]: Siglo XXI; 1998. Disponible en: <https://n9.cl/72pbf>
13. Fernández-Perez A, Iglesias-Guevara D, Cartaya-Quintero R, Arencibia-Sánchez JA. Obtención de un extracto rico en antocianinas a partir de flor de majagua (*Talipariti elatum* SW). *Rev CENIC Cienc Biológicas.* 2020 [acceso 25/09/2020];51(2):122-30. Disponible en: <https://revista.cnic.cu/index.php/RevBiol/article/view/339>
14. Quiala ZO. Estudio de los compuestos fenólicos presentes en las flores de la especie *Talipariti elatum* Sw y control de calidad de su extracto fluido. Tesis presentada en opción al [Tesis para optar por título de Máster en Química Farmacéutica]. [La Habana]: Universidad de La Habana; 2013.
15. Gutierrez Y, Welch W, Scull R, García V, Delgado L. Propuesta de una formulación semisólida a partir de un extracto hidroalcohólico de *Talipariti elatum* Sw. *Rev Cienc Farm Aliment.* 2017 [acceso 25/09/2020];3(2). <http://www.rcfa.uh.cu/index.php/RCFA/article/view/94>
16. Márquez Hernández I, Cuellar Cuellar A, Martínez Pérez J, Alemán Sánchez A, Lora García J, Vélez Castro H. Estudio fitoquímico de la especie *Hibiscus elatus* SW. *Rev Cuba Farm.* 1999 [acceso 25/09/2020];33(2):127-31. <http://scielo.sld.cu/pdf/far/v33n2/far08299.pdf>

17. Abadiano Rengifo LJ. Desarrollo de un ingrediente funcional a partir de pulpa de mora (*Rubus glaucus* Benth) y pulpa de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth), mediante la microencapsulación de compuestos fenólicos [Tesis]. [Quito]: Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria; 2015 [acceso 25/09/2020]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11951>
18. Patras A, Brunton NP, O'Donnell C, Tiwari BK. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends Food Sci Technol.* 2010 [acceso 25/09/2020];21(1):3-11. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224409002271>
19. Suganya Devi P, Saravanakumar M, Mohandas S. The effects of temperature and pH on stability of anthocyanins from red sorghum (*Sorghum bicolor*) bran. *Afr J Food Sci.* 2012;6(24):567-73. DOI: [10.5897/AJFS12.052](https://doi.org/10.5897/AJFS12.052)
20. Arrazola G, Herazo I, Alvis A. Microencapsulación de Antocianinas de Berenjena (*Solanum melongena* L.) mediante secado por aspersión y evaluación de la estabilidad de su color y capacidad antioxidante. *Inf Tecnológica.* 2014 [acceso 25/09/2020];25(3):31-42. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v25n3/art06.pdf>
21. Garcia Nauto N. Evaluación de la estabilidad del colorante antociánico extraído a partir del fruto silvestre capachu (*hesperomeles escalloniifolia* schltld) durante el almacenamiento de una bebida gasificada. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Agroindustrial]. [Perú]. Universidad Nacional José María Arguedas, Facultad de Ingeniería; 2014 [acceso 25/09/2020]. Disponible en: <https://n9.cl/im8tg>
22. Kirca A, Özkan M, Cemeroglu B. Stability of black carrot anthocyanins in various fruit juices and nectars. *Food Chem.* 2006 [acceso 25/09/2020];97(4):598-605. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814605004152>
23. Wang W-D, Xu S-Y. Degradation kinetics of anthocyanins in blackberry juice and concentrate. *J Food Eng.* 2007 [acceso 25/09/2020];82(3):271-5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877407000635>
24. Torres B, Tiwari BK, Patras A, Cullen PJ, Brunton N, O'donnell CP. Stability of anthocyanins and ascorbic acid of high pressure processed blood orange juice

during storage. *Innov Food Sci Emerg Technol.* 2011 [acceso 25/09/2020];12(2):93-7.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466856411000087>

25. Türkyılmaz M, Özkan M. Kinetics of anthocyanin degradation and polymeric colour formation in black carrot juice concentrates during storage. *Int J Food Sci Technol.* 2012;47(11):2273-81. DOI: [10.1111/j.1365-2621.2012.03098.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03098.x)

26. Zambrano JJM, Sarmiento HAR, Guerra GdCB, Caro ANH, Riaño MFM. Estabilidad de Antocianinas en Jugo y concentrado de agraz (*vaccinium meridionale sw.*). *Rev Fac Nac Agron-Medellín.* 2011 [acceso 25/09/2020];64(1):6015-22. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/1799/179922364024.pdf>

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### **Contribuciones de los autores**

*Conceptualización:* Dairon Iglesias Guevara, Rocio Cartaya Quintero.

*Curación de datos:* Dairon Iglesias Guevara.

*Análisis formal:* Dairon Iglesias Guevara, Rocio Cartaya Quintero.

*Investigación:* Dairon Iglesias Guevara, Rocio Cartaya Quintero.

*Metodología:* Dairon Iglesias Guevara, Rocio Cartaya Quintero.

*Recursos:* Dairon Iglesias Guevara, Rocio Cartaya Quintero.

*Software:* Dairon Iglesias Guevara.

*Supervisión:* Dairon Iglesias Guevara, Rocio Cartaya Quintero.

*Validación:* Dairon Iglesias Guevara, Rocio Cartaya Quintero.

*Visualización:* Dairon Iglesias Guevara, Rocio Cartaya Quintero.

*Redacción - borrador original:* Dairon Iglesias Guevara, Rocio Cartaya Quintero.

*Redacción - revisión y edición:* Dairon Iglesias Guevara, Rocio Cartaya Quintero.

### **Financiación**

La investigación se realizó con los recursos propios del Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL) de la Universidad de La Habana.