

Flores comestibles. Parte 1: compuestos bioactivos y bioaccesibilidad

Edible flowers. Part 1: bioactive compounds and bioaccessibility

Assof, Mariela^{1,2*}; Occhiuto, Patricia^{3*}; Gutiérrez, Teresa³; Quiroga, María Isabel²; Fanzone, Martín^{1,2,3}; Pávez Lunati, Francisco¹; Larrazábal, Franco¹; Pelegrina, Laura¹; Jofré, Viviana^{1,2}

¹ Universidad Juan Agustín Maza. Facultad de Farmacia y Bioquímica; Argentina.

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Mendoza; Argentina.

³ Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias; Argentina.

(*) ambas autoras contribuyeron igualmente a este trabajo.

DOI: <https://doi.org/10.59872/icu.v9i13.555>

Contacto: massof@profesores.umaza.edu.ar

Recepción: 14/03/2025; Aceptación: 08/05/2025;

Publicación: 28/05/2025

Palabras claves: Flores comestibles; Compuestos bioactivos; Caracterización química; Bioaccesibilidad

Keywords: *Edible flowers; Bioactive compounds; Chemical characterization; Bioaccessibility*

Resumen

El trabajo tuvo como objetivo evaluar el contenido de compuestos bioactivos y bioaccesibilidad en flores comestibles en fresco. Se caracterizaron químicamente *Begonia sempervirens*, *Calendula officinalis*, *Tagetes patula*, *Viola tricolor*, *Viola x wittrockiana*, *Dianthus barbatus* y *Matthiola incana*. Se evaluó el contenido de compuestos bioactivos como antocianinas, fenoles, flavonoides, carotenoides y clorofilas totales por Espectrofotometría UV-V. Los compuestos bioactivos (expresados en masa seca) se encontraron en rangos de 2 a 27 mg/g de antocianinas, 15 a 75 mg/g de fenoles totales, 1,04 a 7,33 mg/g de flavonoides totales, 0,02 y 1,72 mg/g de carotenoides totales y 0,03 a 0,7 mg/g de clorofilas totales. El estudio de bioaccesibilidad evidenció que *Viola tricolor* y *Calendula officinalis* aportarían mayor contenido de compuestos bioactivos disponibles para su asimilación intestinal. El trabajo muestra resultados inéditos en relación con la caracterización química de especies florales de distintos colores y a los ensayos de bioaccesibilidad de sus compuestos bioactivos.

Abstract

The study aimed to evaluate the content of bioactive compounds and bioaccessibility in fresh edible flowers. The floral species characterized were *Begonia sempervirens*, *Calendula officinalis*, *Tagetes patula*, *Viola tricolor*, *Viola x wittrockiana*, *Dianthus barbatus*, and *Matthiola incana*. The bioactive compounds assessed included anthocyanins, phenols, flavonoids, carotenoids and total chlorophylls using UV-Vis spectrophotometry. The bioactive compounds (expressed as dry weight) ranged from 2 to 27 mg/g for anthocyanins, 15 to 75 mg/g for total phenols, 1.04 to 7.33 mg/g for total flavonoids, 0.02 to 1.72 mg/g for total carotenoids, and 0.03 to 0.7 mg/g for total chlorophylls. The application of UV-C light, under the conditions tested, was ineffective in extending the shelf life of the flowers and adversely affected their visual quality. The bioaccessibility study indicated that *Viola tricolor* and *Calendula officinalis* would provide a higher content of bioactive compounds available for intestinal assimilation. This work shows unpublished results related to the chemical characterization of floral species of different colors, and bioaccessibility assays of their bioactive compounds.

Introducción

El consumo de flores se remonta a tradiciones ancestrales en diversas culturas a lo largo de la historia humana (Guiné *et al.*, 2020; Lu *et al.*, 2016; Rop *et al.*, 2012). Su uso como alimento, por su atractivo en formas y colores, o medicina ha sido documentado en textos de la antigua Grecia, Roma y China (Guiné *et al.*, 2020; Purohit *et al.*, 2021; Stumpf, 2021). Las aplicaciones terapéuticas poseen una larga tradición, sustentada tanto en saberes empíricos como científicos. Investigaciones recientes continúan evaluando la riqueza en compuestos fitoquímicos que poseen las flores, mejorando así la comprensión de sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antitumorales, entre otras (Dhiman *et al.*, 2017; Lucarini *et al.*, 2020; Pires *et al.*, 2018).

Se ha demostrado que las flores poseen carotenoides, compuestos fenólicos, terpenoides, minerales y vitaminas, entre otros (Demasi *et al.*, 2021a; Pires *et al.*, 2021; Demasi *et al.*, 2021b; Loizzo *et al.*, 2016; Navarro-González *et al.*, 2015; Pires *et al.*, 2019; Rivas-García *et al.*, 2021; Rop *et al.*, 2012). Algunos de estos compuestos están implicados en la reducción del impacto de las especies reactivas al oxígeno (ROS) (Benvenuti & Mazzoncini, 2021; Chen *et al.*, 2015; Loizzo *et al.*, 2016) involucradas en la patogénesis de enfermedades crónicas y degenerativas como el envejecimiento, el cáncer, enfermedades coronarias, asma, entre otras (Alfadda & Sallam, 2012). Estos compuestos son denominados también bioactivos, haciendo referencia a que poseen actividad biológica que podría desencadenar efectos positivos o negativos dependiendo de su naturaleza química, dosis o biodisponibilidad. Los estudios de biodisponibilidad y bioaccesibilidad son empleados actualmente para determinar cuáles de estos compuestos pueden alcanzar la circulación sistémica y ejercer efectos beneficiosos para la salud (Carbonell-Capella *et al.*, 2014). Parada & Aguilera (2007) definieron a la bioaccesibilidad como la fracción de nutrientes que luego de la digestión se encuentra disponible para su absorción por parte del organismo. Mientras que la biodisponibilidad la fracción del nutriente bioaccesible que tiene la capacidad de ingresar por diferentes barreras físicas en órganos (intestinos, piel) y ser empleada para funciones biológicas. Dado que la naturaleza química de los compuestos influye en su bioaccesibilidad, es importante conocer su comportamiento durante los procesos de asimilación metabólica (Lorenzo *et al.*, 2019). En base a lo expuesto, el trabajo propone evaluar el contenido de compuestos bioactivos y bioaccesibilidad en flores comestibles en fresco.

Materiales y métodos

Flores comestibles

Se emplearon las siguientes flores comestibles: *Begonia sempervirens* Willd: begonia roja (BEGO ROJA) y begonia rosada (BEGO ROSA) (Fig. 1 a y b); *Calendula officinalis* L.: caléndula anaranjada (CAL N) y amarilla (CAL AM) (Fig. 1 c y d); *Tagetes patula* L.: tagete anaranjado (TGT N) y tagete bordó (TGT B) (Fig. 1 e y f); *Viola tricolor* L.: pensamiento violeta oscuro (PVO) y medio (PVM) (Fig. 1 g y h); *Dianthus barbatus* L.: clavelina rosa oscuro (CLA) (Fig. 1 i); *Viola x wittrockiana* Gams ex Kappert: viola color bordó (VxW) (Fig.1 j), *Mathiola incana* (L.) W.T. Aiton: alelí rosa oscuro (ALE) (Fig. 1 k).

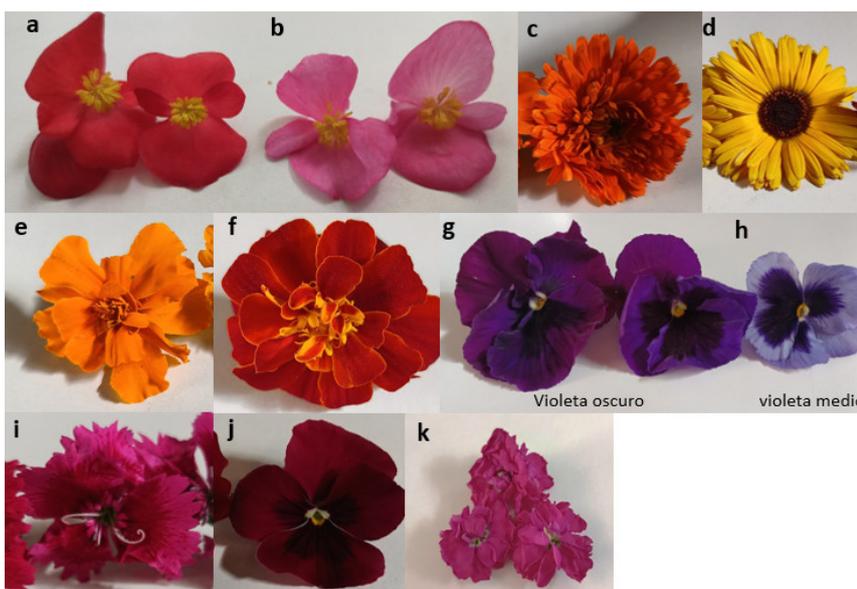


Figura 1. Especies florales: *Begonia sempervirens*: begonia roja y begonia rosada (a y b), *Calendula officinalis*: caléndula anaranjada y amarilla (c y d), *Tagetes patula*: tagete anaranjado y tagete bordó (e y f), *Viola tricolor*: pensamiento violeta oscuro (g) y medio (h), *Dianthus barbatus*: clavelina rosa oscuro (i), *Viola x wittrockiana*: viola color bordó (j), y *Mathiola incana*: alelí rosa oscuro (k).

Cultivo y cosecha

El ensayo se realizó en un invernáculo en la parcela experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina. Las especies florales se cultivaron en macetas de 20 L de capacidad.

El sustrato utilizado estuvo compuesto por 40 % de orujo agotado, 30 % de tierra arenosa, 20 % de compost y 10 % de arena fina. Las macetas fueron colocadas en invernáculo. La cosecha se realizó cada 15 días, entre las 8 y 10 a.m., para asegurar temperaturas menores a 25 °C y evitar la deshidratación. La colecta se realizó de forma manual, utilizando tijeras desinfectadas con alcohol 70°. Las flores cortadas se colocaron cuidadosamente en envases Rottlen. El momento de corte fue cuando las flores estaban totalmente abiertas.

Caracterización química de las flores comestibles

Se evaluó el contenido de antocianinas, fenoles, flavonoides, carotenoides y clorofilas totales en las flores comestibles. Los compuestos bioactivos se obtuvieron de la matriz floral por extracción selectiva con solventes según Jofré *et al.* (2020). En la fracción hidrofílica se evaluaron los compuestos fenólicos totales, antocianinas totales y flavonoides totales; mientras que en la fracción hidrofóbica se determinó el contenido total de carotenoides y clorofilas. Se emplearon los pétalos de las flores, eliminando el cáliz. Las flores fueron liofilizadas y procesadas con molinillo hasta la obtención de un polvo fino y homogéneo. El polvo de flores fue empleado para la extracción de compuestos bioactivos.

Se realizó la determinación de compuestos fenólicos y carotenoides totales mediante los métodos descritos por Jofré *et al.* (2020), clorofila total a partir de una adaptación del método propuesto por Li *et al.* (2018), flavonoides totales por un método adaptado descrito por Urfalino (2019), y determinación del contenido total de antocianinas por el método publicado por Harbertson & Spayd (2006).

Ensayo de bioaccesibilidad

Se prepararon extractos acuosos con ultrasonido a 20 °C por 30 minutos de pensamiento violeta oscuro, caléndula anaranjada, viola y clavelina. Las extracciones se realizaron a partir de flores deshidratadas. El ensayo de bioaccesibilidad se realizó según de Morais *et al.* (2020), realizando simulación de digestión gastrointestinal en fases secuenciales de actividad enzimática sobre los extractos de compuestos bioactivos. Se determinó el contenido de antocianinas, flavonoides y fenoles totales en muestras iniciales (extracto acuoso de cada flor comestible antes de la digestión gastrointestinal simulada) y finales (extracto acuoso de cada flor comestible luego de la digestión gastrointestinal simulada). El estudio se realizó por triplicado.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron evaluados mediante el software Statgraphics Centurion XVI versión 6.1.11 (Stat Points, Technologies INC, USA). Se realizaron estudios de normalidad de datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk y de homogeneidad de las varianzas mediante el test de Cochran. Se empleó el análisis de varianza (ANOVA) y la comparación múltiple de medias por el test de Tukey HD, con un nivel de significancia del 95 %. Los gráficos fueron desarrollados en el programa GraphPad 6.0 (GraphPad-Software-Inc., USA).

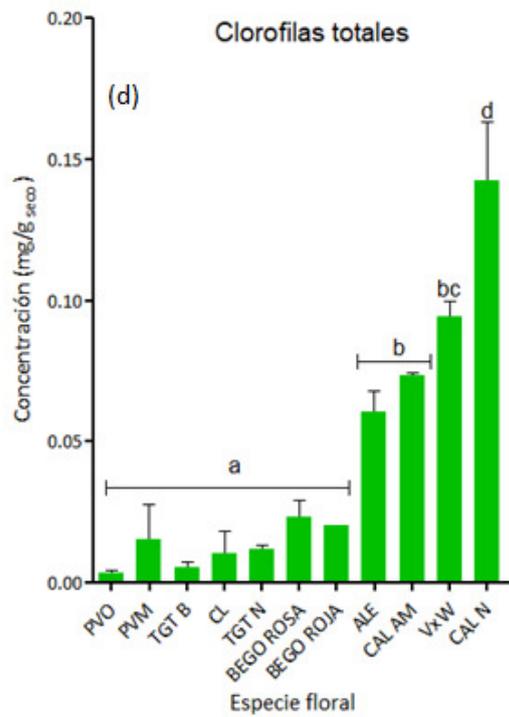
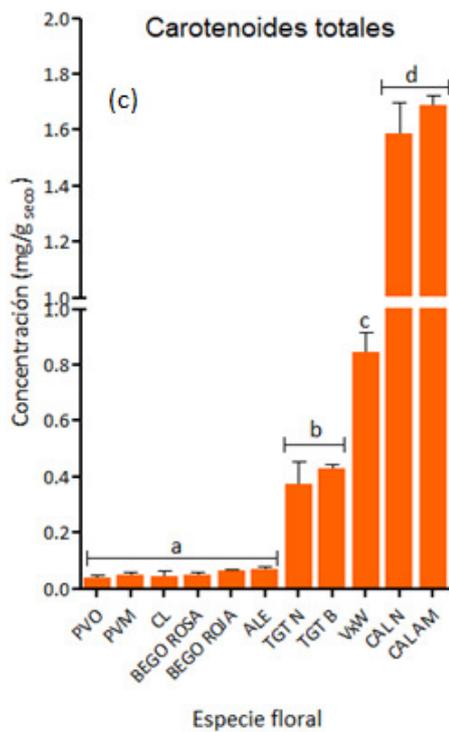
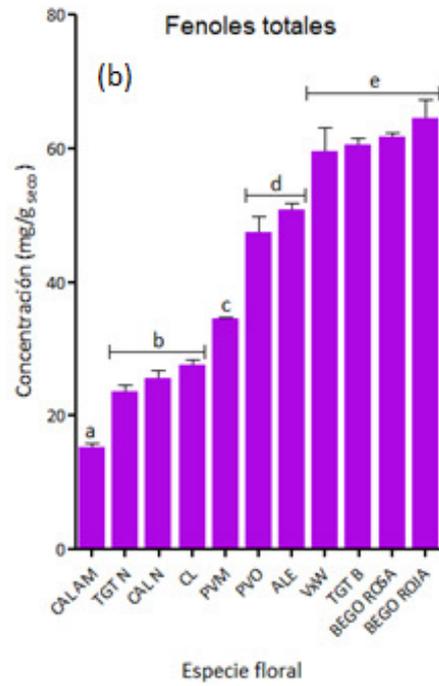
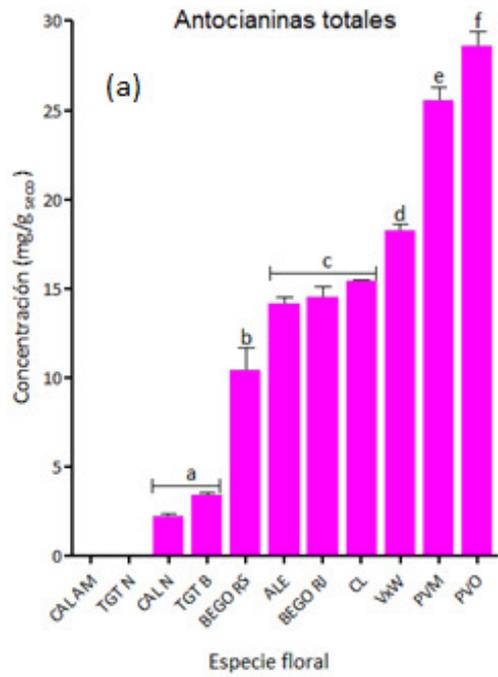
Resultados y discusión

Compuestos bioactivos

Las flores comestibles resultan una importante fuente de compuestos bioactivos diversos que son el resultado del metabolismo secundario de la planta (compuestos fenólicos, carotenoides, aminoácidos, pigmentos, entre otros). Un gran aporte de compuestos bioactivos de las flores está representado por los pigmentos que les dan color, como los carotenoides, flavonoides y antocianinas (Barani *et al.* 2022). Estos compuestos se ven influenciados por la especie, las condiciones edafoclimáticas, las prácticas culturales, y las condiciones de conservación, entre otras (Kandyliis, 2022; Loizzo *et al.*, 2016).

Antocianinas totales

En las flores evaluadas, el contenido de antocianinas totales se encontró en el rango de 2 a 27 mg de malvidina-3-glucósido/g peso seco (Fig. 2a). Flores como la CAL AM y TGT N no mostraron presencia de antocianinas, sin embargo, en la CAL N, estos pigmentos fueron cuantificados (promedio 2,17 mg/g flor seca). La presencia de antocianinas en caléndulas fue también demostrada por Benvenuti & Mazzoncini, 2021; Qazi *et al.*, 2016, quienes las detectaron en concentraciones menores a 1 mg/g. Las flores que mostraron concentraciones de antocianinas mayores a 20 mg/g peso seco fueron los pensamientos PVM y PVO. No existen referencias sobre el contenido de antocianinas totales en estos pensamientos en sus diferentes gamas de violetas, púrpuras y/o lilas. Sin embargo, un estudio reciente de da Silva *et al.* (2020) evaluó el contenido de antocianinas en violas (VxW), que es una cruce de *Viola tricolor*, de distintos colores. El estudio demostró que, a mayor intensidad y proporción de violeta y rojo en los pétalos, las flores presentaron mayor contenido de antocianinas. Encontraron además que el contenido de antocianinas en flores púrpuras con tintes azules era un 30 % menor que en las flores púrpuras. Esto podría explicar que el contenido de antocianinas en los PVO fue un 9 % mayor que en PVM.



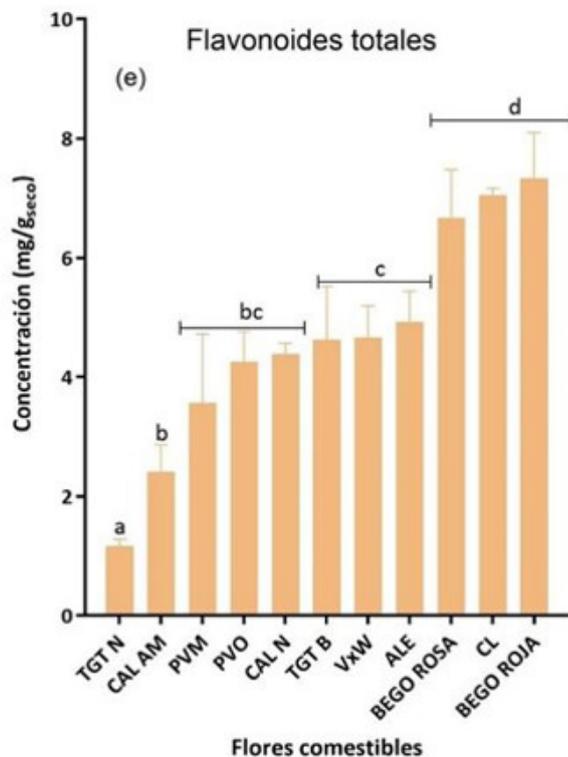


Figura 2. Contenido de compuestos fitoquímicos en 11 flores comestibles: (a) antocianinas totales (AntT), (b) compuestos fenólicos totales (FeT), (c) carotenoides totales (CarT), (d) clorofilas totales (ClorT) y (e) flavonoides totales (FlaT). Especies florales: PVO (pensamiento violeta oscuro), PVM (pensamiento violeta medio), TGT B (tagete bordó), CLA (clavelina rosa oscuro), ALE (alelí rosa oscuro), VxW (viola bordó), CAL N (caléndula anaranjada), BEGO ROSA (begonia rosada), BEGO ROJA (begonia roja), CAL AM (caléndula amarilla), TGT N (tagete anaranjado).

ALE, CLA, y BEGO ROJA no mostraron diferencias significativas en antocianinas totales y la concentración promedio fue de $14,69 \pm 0,34$ mg/g seco. Barrón Alvarez (2016) evaluó antocianinas, compuestos fenólicos, carotenoides y capacidad antioxidante en híbridos de begonia (*x thuberhybrida*) de color anaranjado, rosado y roja, y halló que contenían 0,15, 0,17 y 5,18 mg/g de antocianinas totales, respectivamente. Estos resultados confirman lo encontrado en este estudio, donde las BEGO ROSA mostraron menor contenido de antocianinas totales que las BEGO ROJA.

Compuestos fenólicos totales

Los compuestos fenólicos totales se encontraron en el rango de los 15 a los 75 mg de ácido gálico/g de flor seca (Fig. 2b). El mayor contenido fue encontrado en VxW, TGT B, BEGO ROSA y BEGO ROJA, que no mostraron diferencias significativas entre sí (Tukey, $p < 0,05$). La CAL AM mostró la menor cantidad de fenoles totales ($15,3 \pm 0,21$ mg/g) de todas las flores estudiadas. La diferencia en estos compuestos totales entre diferentes especies florales también fue demostrada por Rop et al. (2012), quienes observaron que el contenido de fenoles totales de las flores en fresco fue mayor en VxW (5,11 mg/g) que en *Tagetes* (4,58 mg/g). Los resultados obtenidos en este trabajo también concuerdan con lo publicado por Kandylis (2022), quien observó que el género *Viola* contenía un 30 % más de compuestos fenólicos totales que *Begonia* y un 63 % más que *Calendula*.

Carotenoides totales

Los carotenoides totales, expresados en mg de β -caroteno/g de peso seco, se encontraron en el rango de 0,02 a 1,72. Las caléndulas CAL N y CAL AM se destacaron por su alto contenido en carotenoides, seguidas por la VxW y los tagetes TGT N y TGT B. Por su parte, CLA, BEGO ROJA, BEGO ROSA, PVO y PVM mostraron el menor contenido y no presentaron diferencias significativas entre sí (Fig. 2c). Estos resultados están de acuerdo con lo observado por (Grzeszczuk et al., 2016), quien demostró que el género *Tagetes* contenía más carotenoides que el género *Begonia*.

Clorofila total

El contenido de clorofilas totales, pigmentos naturales en la gama de los verdes, fue detectado entre 0,03 y 0,7 mg de clorofila/g de peso seco (Fig. 2d). Existen pocas referencias en cuanto a la cantidad de estos pigmentos en las flores. Grzeszczuk et al. (2016) encontraron que las clorofilas totales en *Viola tricolor* fueron 10 veces mayores que en el género *Tagete* y 60 veces mayores que en *Begonia*. Estos resultados son opuestos a lo observado en las flores estudiadas, donde el género *Viola* mostró tener menor contenido de clorofilas que *Begonia* y *Tagetes*. Esto podría deberse a que las especies evaluadas fueron diferentes, no así el género; y al uso o no del cáliz en el procesamiento de la flor, información que.

Flavonoides totales

El contenido de flavonoides en las flores estudiadas fue de 1,04 a 7,33 mg/g peso seco (Fig. 2e). TGT N mostró el menor contenido de flavonoides; mientras que BEGO ROJA, BEGO ROSA y CLA contenían más flavonoides que las flores restantes. Asimismo, la concentración total de estos compuestos en estas tres flores no presentó diferencias significativas entre sí. Si bien las antocianinas son flavonoides, da Silva *et al.* (2020) demostraron que no necesariamente un mayor contenido de antocianinas se representará en un mayor contenido de flavonoides. Esto explicaría los resultados observados respecto al contenido de antocianinas y flavonoides en pensamientos y begonias. Los pensamientos mostraron mayor contenido de antocianinas totales respecto de las begonias. Sin embargo, el contenido de flavonoides de los pensamientos fue menor que el cuantificado en las begonias.

Ensayo de bioaccesibilidad

El estudio demostró que las antocianinas totales en los preparados de las cuatro flores estudiadas fueron degradadas por la digestión *in vitro* en más del 80 %, llegando en el caso de la CAL N al 100 % (Fig. 3).

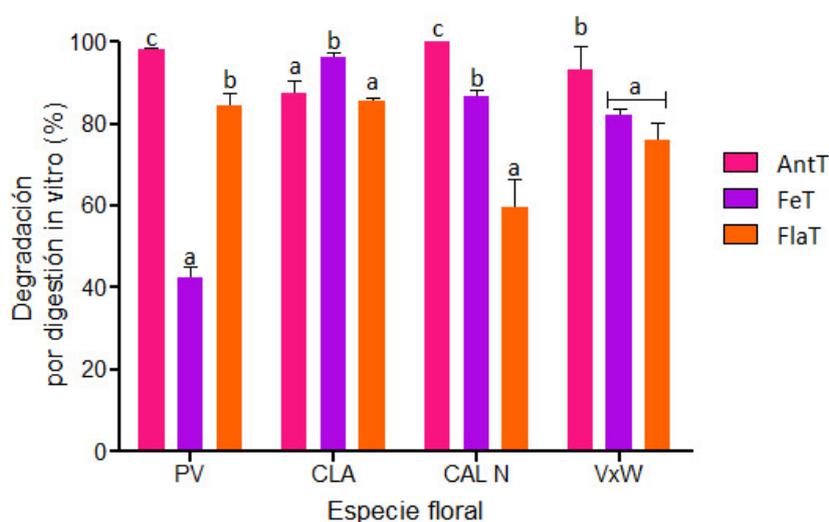


Figura 3. Representación de la degradación ocurrida con las AnT (Antocianinas totales), FeT (Fenoles totales) y FlaT (Flavonoides totales) después de la digestión *in vitro* en pensamiento violeta (PVO), clavelina (CLA), caléndula anaranjada (CAL N) y viola (VxW).

Debe considerarse que el contenido inicial de antocianinas totales en PVO es 70 veces mayor que en CAL N y, que además de poseer distintos contenidos de estos pigmentos, los compuestos individuales son también diferentes en ambas especies (de Morais *et al.*, 2020; Fernandes, Ramalhosa, *et al.*, 2019a). Los datos resultantes están de acuerdo con Teixeira *et al.* (2024), donde se demostró que las antocianinas individuales disminuyen de manera diferente en los preparados de pensamientos, cosmos y acianos, luego de la digestión *in vitro*. Asimismo, observaron que el pH de cada una de las etapas de la digestión afecta la estabilidad de las antocianinas, mostrando que a pH superiores a 7 las antocianinas pasan de su forma como ión flavilio a su forma quinoidal que es altamente inestable.

Los fenoles totales, excepto en los preparados digeridos de PVO, mostraron una disminución de más del 80 % en su concentración. Sin embargo, a diferencia de las antocianinas donde quedaron disponibles para su absorción menos de 2 mg malvidina-3-glucósido/L, el contenido de fenoles totales disponibles fue de $22,98 \pm 7,81$ a $110,32 \pm 5,33$ mg AG/L (Fig. 3). Asimismo, los resultados mostrarían que los compuestos fenólicos presentes en el PV tienen mayor potencial de estar biodisponibles para su asimilación que las flores restantes, fenómeno demostrado por de Morais *et al.* (2020).

En cuanto a los flavonoides totales, fueron el grupo de compuestos evaluados que presentó menores porcentajes de digestión *in vitro*, por lo cual estarían biodisponibles en mayor proporción que antocianinas y compuestos fenólicos. Este resultado es consistente con lo evaluado por Hegde *et al.* (2023) en géneros como *Bauhinia* (lila claro), *Tropaeolum* (anaranjada), *Matricaria* (blanca) y *Tagetes* (amarillo), donde el porcentaje de bioaccesibilidad fue mayor para los flavonoides totales que para los fenoles totales.

En base a las flores evaluadas, PVO y CAL N serían las especies florales que aportarían mayor contenido de compuestos bioactivos al organismo, luego de ser consumidos. Esto estaría sustentado por su aporte en fenoles totales y flavonoides. Si bien las antocianinas son compuestos fenólicos, éstos demostraron ser altamente metabolizadas por las enzimas de digestión *in vitro*, por lo tanto, no estarían biodisponibles para su asimilación intestinal. Estos resultados indicarían que, en las flores estudiadas, los compuestos fenólicos no antociánicos estarían disponibles en el organismo para cumplir diversas funciones biológicas, mientras que los compuestos fenólicos antociánicos no alcanzarían la absorción intestinal.

Conclusiones

En este trabajo se evaluó el contenido total de antocianinas, carotenoides, clorofilas, compuestos fenólicos y flavonoides de once flores comestibles. Se reporta por primera vez el contenido de antocianinas en pensamientos con diferente gama de colores violetas, púrpuras y/o lilas. Las caléndulas se destacan por su contenido de carotenoides, los pensamientos por las antocianinas y las begonias por los compuestos fenólicos y flavonoides totales. Según el ensayo de bioaccesibilidad, el pensamiento violeta y la caléndula anaranjada aportarían al organismo mayor contenido de compuestos bioactivos. Esto se debería a sus compuestos fenólicos y flavonoides en general, ya que las antocianinas mostraron ser altamente metabolizadas por las enzimas de digestión *in vitro*, por lo que no estarían biodisponibles para su asimilación intestinal. En base a esos resultados, se pretende evaluar otras flores comestibles y estudiar el impacto de distintos métodos de conservación sobre los compuestos bioactivos. La conservación es una etapa crítica afecta tanto la vida útil como los caracteres nutricionales de las flores, dada la fragilidad de sus pétalos y a que poseen alto contenido en agua.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Juan Agustín Maza (Proyecto I+D-2022), a la Universidad Nacional de Cuyo (Proyecto 06/A032-T1) e INTA (D-E7-I153-001 y PE.I119) por el financiamiento para llevar a cabo este trabajo.

Referencias bibliográficas

- Alfadda, A. A., & Sallam, R. M. (2012). Reactive Oxygen Species in Health and Disease. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2012, 1-14. <https://doi.org/10.1155/2012/936486>
- Barani, Y. H., Zhang, M., Mujumdar, A. S., & Chang, L. (2022). Preservation of color and nutrients in anthocyanin-rich edible flowers: Progress of new extraction and processing techniques. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46, e16474. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16474>
- Benvenuti, S., & Mazzoncini, M. (2021). The Biodiversity of Edible Flowers: Discovering New Tastes and New Health Benefits. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 11). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.569499>
- Carbonell-Capella, J. M., Buniowska, M., Barba, F. J., Esteve, M. J., & Frígola, A. (2014). Analytical methods for determining bioavailability and bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(2), 155-171. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12049>
- Chen, G. L., Chen, S. G., Xie, Y. Q., Chen, F., Zhao, Y. Y., Luo, C. X., & Gao, Y. Q. (2015). Total phenolic, flavonoid and antioxidant activity of 23 edible flowers subjected to in vitro digestion. *Journal of Functional Foods*, 17, 243-259. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.05.028>
- de Morais, J. S., Sant'Ana, A. S., Dantas, A. M., Silva, B. S., Lima, M. S., Borges, G. C., & Magnani, M. (2020). Antioxidant activity and bioaccessibility of phenolic compounds in white, red, blue, purple, yellow and orange edible flowers through a simulated intestinal barrier. *Food Research International*, 131(December 2019), 109046. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109046>
- Demasi, S., Caser, M., Donno, D., Enri, S. R., Lonati, M., & Scariot, V. (2021a). Exploring wild edible flowers as a source of bioactive compounds: New perspectives in horticulture. *Folia Horticulturae*, 33(1), 27-48. <https://doi.org/10.2478/fhort-2021-0004>
- Demasi, S., Mellano, M. G., Falla, N. M., Caser, M., & Scariot, V. (2021b). Sensory profile, shelf life, and dynamics of bioactive compounds during cold storage of 17 edible flowers. *Horticulturae*, 7(7), 1-26. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7070166>
- Dhiman, M. R., Kumar, S., Parkash, C., Kumar, R., Moudgil, S., & Sharma, S. (2017). Determination of Phytochemical and Antioxidant Activities in Adible Flowers. *International Journal of Horticulture*. <https://doi.org/10.5376/ijh.2017.07.0004>
- Guiné, R. P. F., Florença, S. G., Moya, K. V., & Anjos, O. (2020). Edible flowers, old tradition or new gastronomic trend: A first look at consumption in portugal versus costa rica. *Foods*, 9(8), 977. <https://doi.org/10.3390/foods9080977>
- Harbertson, J. F., & Spayd, S. E. (2006). Measuring Phenolics in the Winery - 281 Spectral Properties of Phenolics Red Wine Color Characteristics. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(3), 280-288.
- Hegde, A. S., Gupta, S., Kumari, P., Joshi, R., & Srivatsan, V. (2023). Wild Edible Flowers of Western Himalayas: Nutritional Characterization, UHPLC-QTOF-IMS-Based Phytochemical Profiling, Antioxidant Properties, and In Vitro Bioaccessibility of Polyphenols. *ACS Omega*, 8(43), 40212-40228. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c03861>
- Jofré, V., Assof, M., Vargas, E., & Fanzone, M. (2020). Determinación simultánea de carotenoides y compuestos fenólicos en subproductos agroalimentarios: Microextracción Líquido-Sólido Asistida por Ultrasonido optimizada por metodologías de diseño experimental. *Investigación, Ciencia y Unviersidad*, 4, 20-28.
- Kandyli, P. (2022). Phytochemicals and Antioxidant Properties of Edible Flowers. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(19). <https://doi.org/10.3390/app12199937>
- Li, Y., He, N., Hou, J., Xu, L., Liu, C., Zhang, J., Wang, Q., Zhang, X., & Wu, X. (2018). Factors influencing leaf chlorophyll content in natural forests at the biome scale. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6(JUN). <https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00064>
- Loizzo, M. R., Pugliese, A., Bonesi, M., Tenuta, M. C., Menichini, F., Xiao, J., & Tundis, R. (2016). Edible Flowers: A Rich Source of Phytochemicals with Antioxidant and Hypoglycemic Properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(12), 2467-2474. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b03092>
- Lorenzo, J. M., Estévez, M., Barba, F. J., Thirumdas, R., Franco, D., & Muneke, P. E. S. (2019). Polyphenols: Bioaccessibility and bioavailability of bioactive components. *Innovative Thermal and Non-Thermal Processing, Bioaccessibility and Bioavailability of Nutrients and Bioactive Compounds*, 0, 309-332. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814174-8.00011-1>
- Lu, B., Li, M., & Yin, R. (2016). Phytochemical Content, Health Benefits, and Toxicology of Common Edible Flowers: A Review (2000-2015). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(October), S130-S148. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1078276>
- Lucarini, M., Copetta, A., Durazzo, A., Gabrielli, P., Lombardi-Bocchia, G., Lupotto, E., Santini, A., & Ruffoni, B. (2020). A snapshot on food allergies: A case study on edible flowers. *Sustainability (Switzerland)*, 12(20), 1-24. <https://doi.org/10.3390/su12208709>
- Navarro-González, I., González-Barrío, R., García-Valverde, V., Bautista-Ortín, A. B., & Periago, M. J. (2015). Nutritional composition and antioxidant capacity in edible flowers: Characterisation of phenolic compounds by HPLC-DAD-ESI/MSn. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(1), 805-822. <https://doi.org/10.3390/ijms16010805>

- Parada, J., & Aguilera, J. M. (2007). Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. *Journal of Food Science*, 72(2), 21-32. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00274.x>
- Pires, E. de O., Di Gioia, F., Roupael, Y., Ferreira, I. C. F. R., Caleja, C., Barros, L., & Petropoulos, S. A. (2021). The compositional aspects of edible flowers as an emerging horticultural product. *Molecules*, 26(22), 1-31. <https://doi.org/10.3390/molecules26226940>
- Pires, T. C. S. P., Barros, L., Santos-Buelga, C., & Ferreira, I. C. F. R. (2019). Edible flowers: Emerging components in the diet. *Trends in Food Science and Technology*, 93(October), 244-258. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.09.020>
- Pires, T. C. S. P., Dias, M. I., Barros, L., Calhelha, R. C., Alves, M. J., Oliveira, M. B. P. P., Santos-Buelga, C., & Ferreira, I. C. F. R. (2018). Edible flowers as sources of phenolic compounds with bioactive potential. *Food Research International*, 105, 580-588. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.014>
- Purohit, S. R., Rana, S. S., Idrishi, R., Sharma, V., & Ghosh, P. (2021). A review on nutritional, bioactive, toxicological properties and preservation of edible flowers. In *Future Foods* (Vol. 4). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100078>
- Rivas-García, L., Navarro-Hortal, M. D., Romero-Márquez, J. M., Forbes-Hernández, T. Y., Varela-López, A., Llopis, J., Sánchez-González, C., & Quiles, J. L. (2021). Edible flowers as a health promoter: An evidence-based review. *Trends in Food Science and Technology*, 117(December 2020), 46-59. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.12.007>
- Rop, O., Mlcek, J., Jurikova, T., Neugebauerova, J., & Vabkova, J. (2012). Edible flowers - A new promising source of mineral elements in human nutrition. *Molecules*, 17(6), 6672-6683. <https://doi.org/10.3390/molecules17066672>
- Stumpf, E. R. T. (2021). Edible Flowers: More Than A Gastronomic Trend. In *Ornamental Horticulture* (Vol. 27, Issue 4, pp. 437-437). <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v27i4.2404>
- Urfalino, D. P. (2019). *Deshidratado de ciruelas d'Agén en túneles de configuraciones inversas*. Tesis doctoral. Universidad Nacional Santiago del Estero. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/5176>