

## Capítulo 3

# Descartes de flores comestibles como fuente de compuestos bioactivos: caso rosas

Julieta Gabilondo<sup>1</sup>, Laura Sara Malec<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria San Pedro. Argentina. gabilondo.julieta@inta.gob.ar

<sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires. Facultad. Ciencias Exactas y Naturales. Dpto. Química Orgánica. Argentina. malec@qo.fcen.uba.ar

## Resumen

Desde tiempos remotos se han empleado diversos tipos de flores en la elaboración de alimentos debido a su valor nutricional, efectos medicinales, sabor y apariencia estética. Entre las flores más populares, el género *Rosa* es considerado uno de los más versátiles, ofreciendo una amplia gama de formas de planta y flores de diversos tamaños y colores. Sus pétalos presentan elevados contenidos en vitaminas, minerales y compuestos bioactivos, particularmente polifenoles. En este capítulo se detallan los principales compuestos bioactivos identificados, las diferencias encontradas entre los diferentes cultivares, la relación de estos compuestos con el color de los pétalos, así como también otras posibles fuentes de variación en los contenidos de estos compuestos. Se describe además, la actividad antioxidante y antimicrobiana de los extractos. Finalmente, se proponen posibles usos, tanto de los pétalos como de los bioactivos extraídos, con el fin de aprovechar sus características funcionales, reducir los desechos y lograr una producción más eficiente del cultivo.

## 1. Flores comestibles. Características

El consumo de flores como alimento (florifagia) es una práctica muy antigua pero poco conocida. Desde tiempos remotos, en distintas culturas (china, romana, medio oriente, india, europea y americana) se han empleado diversos tipos de flores en la elaboración de alimentos debido a su valor nutricional, efectos medicinales, sabor y apariencia estética (1,2). Entre las flores más populares se encuentran amapolas, rosas, claveles, azahares, crisantemos, pensamientos, jazmines, gladiolos y violetas, que suelen utilizarse en la elaboración de infusiones, tortas, ensaladas, postres, bebidas e innumerables comidas (2,3). A pesar de que se describen más de 55 géneros como flores comestibles (4,5), en la actualidad no hay listas oficiales de las mismas emitidas por ningún centro internacional, como Food and Agriculture Organization (FAO), World Health Organization (WHO) o European Food Safety Authority (EFSA). Debido a su uso en la alimentación humana, las flores deberían ser aptas microbiológicamente y estar libre de todo tipo de agroquímicos (pesticidas, fertilizantes no orgánicos, funguicidas o herbicidas). Sin embargo, no existen requisitos legales para su comercialización.

Por lo general, las flores se consumen enteras. Aunque en algunas, como rosas, tulipanes y crisantemos, sólo los pétalos son comestibles. También es importante tener en cuenta la cantidad consumida, ya que en determinadas flores su toxicidad depende de la dosis ingerida, como por ejemplo es el caso de la madreleña, crisantemo blanco e hibiscus chino (5). Otro factor a considerar es que ciertas flores pueden generar alergia en algunas personas como es el caso de las flores de tilo, manzanilla y diente de león (6).

De acuerdo a Mlcek y Rop (2), desde el punto de vista nutricional, las flores se pueden dividir en tres componentes principales: polen, néctar y pétalos y otras partes, como, por ejemplo, el pistilo en el azafrán. El polen es fuente de proteínas, carbohidratos, lípidos saturados e insaturados, carotenoides y flavonoides. El néctar contiene una mezcla equilibrada de azúcares (fructosa, glucosa y sacarosa), junto con aminoácidos, proteínas, iones inorgánicos, lípidos, ácidos orgánicos, sustancias fenólicas, alcaloides y terpenoides entre otros. Los pétalos son ricos en vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes.

## 2. El género Rosa

### 2.1. Características generales

El género *Rosa* es considerado uno de los más versátiles, ofreciendo una amplia gama de formas de planta y flores de diversos tamaños y colores. Otra particularidad es que florecen constantemente desde principios de primavera hasta finales de otoño. Pertenecen a la familia *Rosaceae*, que está compuesta por más de cien especies de arbustos espinosos y floridos (7).

La American Rose Society (Sociedad Americana de Rosas, EUA) clasifica a las rosas en 3 grupos principales:

- **Especies**, a menudo denominadas "rosas silvestres", suelen ser de pétalos simples (4-8 pétalos), que florecen una vez y tienen un tamaño de arbusto que varía de 60 cm a 6 m.
- **Rosas antiguas**: en 1966, la American Rose Society las definió como aquellas que existían antes de 1867, año de la introducción del primer híbrido de té, 'La France'. Las más conocidas son *R. centifolia*, *R. china*, *R. damascena*, *R. china híbrida* y *R. gállica híbrida*. Se caracterizan por poseer fuerte fragancia.
- **Rosas modernas** (clases que no existían antes de 1867), que representan más del 95 % de los rosales que se plantan; dentro de este grupo podemos encontrar distintos tipos de rosas:

Híbridos de té y Grandiflora: se caracterizan por presentar flores grandes que contienen de 30 a 50 pétalos. Las flores se llevan en tallos largos, su ciclo de floración es de 6 a 7 semanas. Las Grandifloras, a su vez, se caracterizan por la capacidad de formar racimos de flores y crecer hasta una altura de hasta 2 m.

Floribunda y Polyantha: son plantas de porte bajo (0,5 m aproximadamente), se caracterizan por su gran capacidad para llevar flores en grandes racimos y presentan floración continua. Las Polianthas son generalmente plantas más pequeñas pero robustas con grandes grupos de pequeñas floraciones.

Miniatura y Miniflora: La altura de la planta promedio es de aproximadamente 40 a 80 cm, y la forma de la flor y el follaje son versiones en miniatura de Híbridos de té y Floribundas.

Arbusto: Pueden crecer de 1.5 a 4.5 m o más en todas direcciones, dado el clima y las condiciones de crecimiento correctas. Se destacan por su resistencia, generalmente son vigorosos y producen grandes cantidades de racimos de flores.

Existe una enorme variedad de cultivares de rosa, que se obtienen a partir de diversas hibridaciones. Las especies mayormente implicadas en los cultivares son: *Rosa moschata*, *Rosa gallica*, *Rosa damascena*, *Rosa californica* y *Rosa rugosa*.

El cultivo de las plantas de rosa puede realizarse para la industria de la flor de corte o para ser vendidas como plantas ornamentales. Estas últimas, se venden en maceta o a raíz desnuda. En el tiempo que lleva la obtención de una planta de tamaño comercial, se producen varias floraciones, las cuales se desechan, dejando el material a campo (Figura 1).



**Figura 1.** Vista de un lote de rosas en producción para su posterior venta en maceta

## 2.2. Composición, compuestos bioactivos y actividad antioxidante

Se realizaron pocos estudios acerca de la composición nutricional de flores comestibles, y la mayor parte de éstos reportaron que el contenido de los componentes principales, como proteínas, lípidos, hidratos de carbono y vitaminas, no es muy diferente de la composición de otros vegetales (4,8). Como se mencionó previamente, los análisis realizados en los pétalos revelaron elevados contenidos en vitaminas, minerales y antioxidantes. En particular, Prata *et al.* (9) reportaron que algunos cultivares de rosas presentaban en sus pétalos contenidos significativamente mayores de ciertos minerales que los de otras flores. Por el contrario, la cantidad de trabajos acerca de la actividad antioxidante y compuestos bioactivos en flores es elevada, reportándose altos contenidos de antioxidantes, especialmente compuestos fenólicos, en los pétalos de la mayor parte de las flores comestibles analizadas (8,10,11).

Los compuestos fenólicos son un amplio grupo de fitoquímicos clasificados como metabolitos secundarios. Éstos desempeñan diversas funciones fisiológicas en las plantas, como intervenir en el crecimiento, reproducción y procesos defensivos frente a distintos tipos de estrés. Por otro lado, la actividad antioxidante de estos compuestos está implicada en la prevención de los procesos oxidativos que intervienen en numerosas patologías. Dentro de las actividades biológicas asociadas a beneficios para la salud humana se encuentran sus efectos anticarcinogénicos, antiinflamatorios, bactericidas, antialérgicos, antivirales e inhibidores de enzimas prooxidantes (12-14). Por lo tanto, el consumo de alimentos con elevado contenido de compuestos fenólicos podría proteger el cuerpo humano contra diversos trastornos como el cáncer, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares (15,16). La capacidad antioxidante de los polifenoles está definida por su habilidad para atrapar radicales libres, donar átomos de hidrógeno o electrones y quelar iones metálicos (17). Por lo tanto, estos antioxidantes naturales, no sólo pueden aportar beneficios para la salud, sino que también tienen la capacidad de evitar o retardar la oxidación lipídica, mejorando la calidad y estabilidad de los alimentos (18,19).

Entre los diferentes estudios realizados en flores, los pétalos de rosa han demostrado contener elevados niveles de antioxidantes, particularmente polifenoles. Li *et al.* (10) evaluaron la actividad antioxidante y el contenido de los fenoles totales de 51 especies de flores silvestres y comestibles y hallaron que *Rosa híbrida* fue la que presentó el mayor contenido de estos compuestos. También VanderJagt *et al.* (20), al analizar la actividad antioxidante en infusiones acuosas de 30 plantas medicinales, reportaron que los niveles en los pétalos de rosa (*Rosa* sp.) se encontraban entre los más elevados.

Entre los trabajos realizados con rosas, los valores de actividad antioxidante y los contenidos de compuestos bioactivos no siempre son sencillos de comparar, ya que los estándares utilizados y las formas de expresión de los resultados pueden variar, así como también los métodos de extracción de los compuestos responsables de la actividad antioxidante. Los procedimientos para extraer antioxidantes incluyen diferentes temperaturas, tiempos, solventes y métodos de extracción. Las extracciones a baja temperatura requieren tiempos mucho más prolongados, generalmente mayores que 12 hs. La selección del solvente depende en gran medida de la naturaleza de los compuestos bioactivos a analizar. En el caso de las rosas, los de mayor polaridad demostraron ser los más efectivos. Metanol y soluciones metanólicas son los solventes más frecuentemente utilizados. También se suelen utilizar etanol y sus mezclas con agua, acetona, isopropanol y agua (8,21). En particular, Patil *et al.* (22) analizaron los antioxidantes de *Rosa damascena* utilizando diferentes solventes de extracción y encontraron que la actividad antioxidante y los mayores contenidos de fenoles totales y flavonoides totales en los pétalos frescos y secos se obtuvieron en el extracto etanólico. Por otro lado, Pal *et al.* (23), al analizar extractos de pétalos de rosas rojas en solventes de diferente polaridad, encontraron que las soluciones acuosas presentaron el mayor potencial antioxidante. De acuerdo a Friedman *et al.* (24), todos los cultivares de rosa analizados presentaron mayores niveles de antioxidantes hidrofílicos que lipofílicos, siendo el contenido de los primeros, en promedio, 100 veces más elevados. Sin embargo, a pesar de la preponderancia de compuestos bioactivos polares, con extractos de *Rosa rugosa* en hexano también se logró inhibir la peroxidación lipídica y prevenir el daño oxidativo (25).

Por otra parte, algunos autores observaron variaciones significativas en el contenido de compuestos fenólicos durante el crecimiento de los pétalos de algunas variedades de rosas, pero los resultados varían de acuerdo a los cultivares y a los compuestos estudiados (34,35). También pueden influir la estación y el medio en que se desarrolla la planta, fundamentalmente aspectos como la luz solar, la temperatura y el suelo (36). Se deduce entonces que, al momento de seleccionar las flores, tanto para

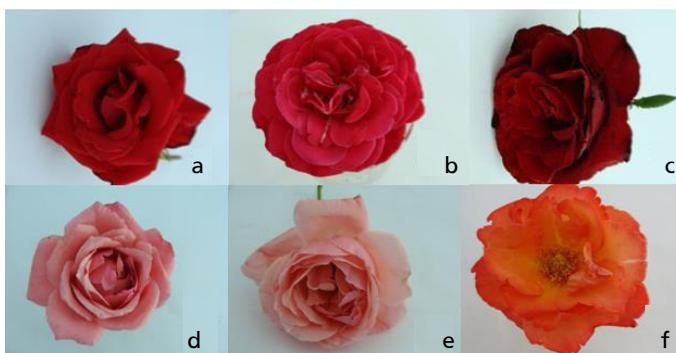
su consumo como alimento funcional como para la obtención de antioxidantes naturales, debería tenerse en cuenta el tipo y color del cultivar, la etapa de desarrollo con mayor contenido de estos compuestos y los factores ambientales, con el fin de optimizar su aprovechamiento.

Los flavonoides constituyen los principales compuestos fenólicos de los pétalos de flores. Entre éstos, los principales grupos identificados en las rosas son las antocianinas y los flavonoles, habiéndose atribuido a estos compuestos algunos efectos farmacológicos (26,27).

También se han encontrado en los pétalos de algunos cultivares de rosas, cantidades significativas de carotenoides (9,28), los que serían probablemente, los principales responsables de la actividad antioxidante en los extractos lipofílicos. Estos compuestos tienen también, la capacidad de disminuir el riesgo de deficiencia de vitamina A, cáncer y enfermedades cardiovasculares (29,30).

Los compuestos bioactivos, fundamentalmente flavonoides y carotenoides, han sido asociados, además, a los diferentes colores que pueden presentar las flores (2). Las antocianinas son los principales responsables de la mayor parte de los colores rojos, púrpura y azulados, mientras que los carotenoides se asocian a los amarillos y anaranjados. Los colores de las rosas abarcan un amplio espectro que va desde el blanco hasta el púrpura intenso, siendo los carotenoides los principales responsables de los colores amarillos, las antocianinas de los rojos y rosas, y los naranjas se deben a una mezcla de ambos (31,32). Se deduce entonces, que la cantidad y variedad de estos compuestos puede diferir considerablemente entre los diferentes cultivares.

En estudios realizados en nuestro laboratorio con cultivares de rosas de diferentes colores (Figura 2), se observó una positiva correlación entre el parámetro  $b^*$  del espacio CIELAB, que representa la desviación hacia el color amarillo, y el contenido de carotenoides totales, siendo el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) 0,770. En particular, el cultivar *Cristóbal Colón*, de color naranja, presentó un contenido notablemente más alto ( $p < 0,05$ ) que el resto de los cultivares analizados. Asimismo, Bhattacharyya *et al.* (33), analizando flores de caléndula de diferentes colores informaron mayores contenidos de luteína en las variedades de color naranja.



**Figura 2.** Flores de los cultivares: a) "Kardinal", b) "Traviata", c) "Gran Gala", d) "Bella Época", e) "Queen Elizabeth", f) "Cristóbal Colón"

En cuanto al contenido de fenoles totales y de flavonoides de los mismos cultivares, las correlaciones con el parámetro  $a^*$ , que representa la desviación hacia el color rojo ( $R^2$  0,880 y 0,883 respectivamente), y con la luminosidad ( $L^*$ ) ( $R^2$  0,929 y 0,938 respectivamente), resultaron considerablemente elevadas. Otros trabajos también reportaron buenas correlaciones entre estos mismos índices colorimétricos y el contenido de fenoles totales (9) o de antocianinas en rosas (34).

### 2.3. Compuestos bioactivos individuales

Como mencionamos anteriormente, los principales compuestos fenólicos hallados en las flores son los flavonoles y antocianinas. En los pétalos de las rosas, las antocianinas identificadas en los diferentes cultivares estudiados fueron cianidina, pelargonidina y sus derivados mono o diglicosilados en las posiciones 3- o 3,5-, generalmente con glucosa, pero también en algunos casos con ramnosa o arabinosa. La proporción de cianidina y pelargonidina varía dependiendo del cultivar (34, 37,38). Lee *et al.* (27) al analizar

las antocianinas en *Rosa hybrida* cultivar 'Noblered', identificaron los compuestos cianidin3, 5-di O-glucósido y pelargonidina 3,5-di O-glucósido como componentes mayoritario y minoritario respectivamente. El primero exhibió una elevada actividad antioxidante, mientras que el segundo demostró una alta actividad anticáncer.

De acuerdo a Dela *et al.* (39), la temperatura es uno de los principales factores externos que afectan la acumulación de antocianinas en los tejidos de las plantas. Estos autores observaron que la concentración de estos pigmentos aumentaba a bajas temperaturas y disminuía a temperaturas elevadas, probablemente debido a un aumento de la degradación de los mismos y a una disminución de la velocidad de síntesis con el incremento de la temperatura; también indicaron que la temperatura podría afectar la proporción pelargonidina / cianidina.

Entre los flavonoles identificados en los pétalos de rosas, los principales fueron kaempferol y quercetina, fundamentalmente como glicósidos. Al igual que las antocianinas, la proporción de estos flavonoles varía de acuerdo al cultivar (2, 37, 40,41). Otros fenoles encontrados en pétalos de algunos cultivares de rosas fueron ácido gálico y los flavonoidespeonidina y miricetina, aunque generalmente en menores concentraciones (8).

Por otro lado, en cultivares de colores amarillo y naranja, se han identificado una amplia variedad de compuestos carotenoides, entre los que predominaron las xantófilas, principalmente violaxantina y sus isómeros (28,31). La gran diversidad de los carotenoides identificados en estas rosas contrasta con un número mucho más acotado de antocianinas. A pesar de esto, las antocianinas son más determinantes para los diversos colores de estas flores, ya que abarcan una mayor parte del espectro.

En cuanto a la variación de los diferentes compuestos bioactivos durante el desarrollo de la flor, Schmitzer *et al.* (34) observaron en *Rosa hybrida* 'KORcrsett', una disminución de todos los compuestos fenólicos analizados. Algunos compuestos se encontraban en concentraciones considerablemente mayores en los pimpollos, observándose las diferencias más notables en el ácido gálico, con concentraciones seis veces mayores que en las flores senescentes. También Wan *et al.* (28) reportaron variaciones en los contenidos de los diferentes flavonoides y carotenoides durante el desarrollo de rosas 'Sun City'.

## 2.4. Actividad antimicrobiana

En el transcurso de su ciclo de vida, las plantas están sujetas a diversas formas de ataques por plagas, depredadores y patógenos como bacterias, hongos y virus, así como por organismos herbívoros como insectos, reptiles y mamíferos. Entre sus mecanismos de defensa se encuentra la síntesis de una amplia variedad de metabolitos secundarios que van desde moléculas orgánicas muy simples como los monoterpenos hasta compuestos orgánicos altamente complicados como los taninos, saponinas y ligninas (42). Estos compuestos son capaces de brindarles protección contra los agentes infecciosos otorgando así un sistema de defensa natural para la reproducción y perpetuación a través de la formación de semillas.

En los últimos años se ha generado una búsqueda de nuevas fuentes de compuestos antimicrobianos naturales debido a que éstos reducen el desarrollo de resistencia de los microorganismos a los antibióticos, controlan la contaminación cruzada por patógenos transmitidos por alimentos, mejoran las tecnologías de conservación de los alimentos y fortalecen el sistema inmunitario en el organismo humano. Dentro de las fuentes naturales en las que se ha comenzado a investigar este tipo de compuestos se encuentran las plantas o partes de ellas, que pueden incluir semillas, frutas, raíces, rizomas y flores. Los extractos florales y sus aceites esenciales también se consideran potenciales agentes antimicrobianos naturales. Algunos autores han reportado que poseen un amplio espectro de actividad antimicrobiana contra diversos microorganismos patógenos y de deterioro atribuyendo su eficacia a sus constituyentes bioactivos (43).

La actividad antimicrobiana en los pétalos de rosas parece variar entre los diferentes cultivares, así como también de acuerdo con las técnicas de evaluación (44,45). Mankar (46) halló que la actividad antibacteriana de 22 cultivares de rosa fue similar a la de los antibióticos estándar en términos de la zona de inhibición. Otro estudio realizado con extractos metanólicos de pétalos de *Rosa rugosa* mostró actividad antimicrobiana contra ocho bacterias (*Staphylococcus epidermidis*, *S. aureus*, *Bacillus subtilis*, *M. luteus*, *E. Coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis*) y dos cepas de levaduras (*Candida albicans*, *C. parapsilosis*) (47). Por otro lado, Hirulkary Agrawal (44) evaluaron extractos de pétalos de rosa usando distintos solventes y en todos hallaron actividad antimicrobiana contra 10 cepas bacterianas, como *E. coli*, *Streptococcus pneumoniae*, *Salmonella typhimurium*, *Enterobacteria erogens*, *Proteus vulgaris*,

*Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Bacillus subtilis*, *Citrobacter freundii*, y *Pseudomonas aeruginosa*. Incluso, los extractos alcohólicos mostraron mayores zonas de inhibición para *Streptococcus pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa* en comparación con el antibiótico estreptomina. Al igual que en los estudios acerca de la actividad antioxidante, se encontró mayor actividad antimicrobiana en los extractos de pétalos de rosa utilizando solventes polares, como agua, etanol o metanol que en los no polares como éter de petróleo, cloroformo o hexano (43).

Gabilondo *et al.* (48) evaluaron la actividad antimicrobiana de extractos etanólicos de cultivares de rosa de distinto color de pétalos y hallaron que los cultivares 'Kardinal' y 'Gran Gala', ambos de pétalos rojos (Figura 2), fueron efectivos sobre todos los indicadores evaluados (*Zygosaccharomyces bailii*, *Listeria innocua*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Shewanella putrefaciens*). Es de destacar que ambos cultivares presentaron mayor contenido de polifenoles y actividad antioxidante que otros de pétalos color amarillo, rosa y naranja analizados. También China *et al.* (49) observaron mayor actividad antimicrobiana en extractos con elevados contenidos de polifenoles y actividad antioxidante.

## 2.5. Usos y aplicaciones de los pétalos de rosas

Las flores son usadas en la gastronomía mundial para mejorar la estética de los platos, crear nuevas recetas y dar aromas frescos y exóticos. En los últimos años aumentó el interés por las flores comestibles dentro del campo de las investigaciones en fitoquímicos debido a los efectos positivos observados, asociados a la salud humana (5). Los pétalos de rosa se utilizan para elaborar infusiones, mermeladas, ensaladas, sopas, platos principales, postres y bebidas (3). En infusiones elaboradas con pétalos de rosa de diferentes cultivares, los niveles de antioxidantes resultaron similares a los de los tés (*Camellia sinensis*) negro y verde (50) y a los de otras plantas medicinales (20). Las infusiones de pétalos de rosa presentaron características sensoriales aceptables (48,50) y podrían ser consumidas solas o en combinación con otras hierbas. Además, ofrecen una ventaja nutricional con respecto a los tés convencionales debido a que no contienen cafeína ni alcaloides similares, representando estos últimos un factor que favorece el incremento transitorio de la presión sanguínea (51).

Algunos autores han reportado que los polifenoles de pétalos de rosa actúan como agentes estabilizantes de antocianinas mediante un mecanismo natural de estabilización del color en el que una antocianina y otra molécula, generalmente incolora (co-pigmento), forman un complejo coloreado estable. En este sentido, Mollov *et al.* (52) observaron que se redujo la degradación térmica de las antocianinas de una bebida de frutilla al fortificarla con copigmentos polifenólicos extraídos de destilados de pétalos de rosa. Shikovet *et al.* (53-55), corroboraron el mismo efecto en una solución modelo de antocianinas de frutilla y en la misma fruta enlatada y congelada.

Otros investigadores han evaluado el potencial de los pétalos de rosa como colorante natural. Ekrami *et al.* (56) tiñeron lana con pétalos de *Rosa damascena* y obtuvieron un color sólido, además de diferentes tonos mediante el uso de distintos mordientes. Por otro lado, Pervaiz *et al.* (57) evaluaron el extracto acuoso de los pétalos de esta misma especie en cueros de cabra curtidos al cromo, hallando también la permanencia de buenos atributos del color. El uso de pétalos de rosa como fuente de pigmentos en diferentes industrias, como la textil, cosmética, del cuero y de alimentos, contribuiría a minimizar los problemas ambientales y a disminuir los problemas dérmicos ocasionados por los colorantes sintéticos.

El creciente interés en los alimentos funcionales ha impulsado nuevas investigaciones hacia la búsqueda de compuestos bioactivos naturales de diferentes orígenes. En este contexto, las rosas constituyen una fuente interesante de este tipo de compuestos. Sin embargo, para catalogar un alimento como funcional, es necesario determinar el efecto causado por los compuestos bioactivos de dicho producto y probar el efecto real de éste en la salud. Con este fin, deben realizarse ensayos *in vitro* e *in vivo*, además de estudios de biodisponibilidad para conocer la capacidad de absorción de estos compuestos y su disponibilidad dentro del cuerpo humano.

Por otro lado, el rechazo de los consumidores hacia los alimentos que contienen aditivos sintéticos, ha cambiado el enfoque hacia el uso de agentes naturales proporcionando una oportunidad para el mercado de los ingredientes bioactivos. Los extractos de los pétalos de rosa, al contener compuestos con una fuerte actividad antimicrobiana y antioxidante, como los carotenoides, antocianinas, flavonoles y ácidos fenólicos, podrían utilizarse como alternativas más seguras a las de los compuestos utilizados mayoritariamente en la

actualidad con esos fines. De todas maneras, se requieren estudios adicionales para la identificación de los componentes químicos, determinar los límites de ingesta y evaluar sus efectos en la salud humana.

Además, en los últimos años se ha despertado el interés por maximizar la eficiencia de las distintas producciones agroalimentarias para reducir la cantidad de desechos. Las rosas descartadas durante el desarrollo del cultivo podrían utilizarse como alimento e incluso, para extraer sustancias de interés con el fin de sustituir aditivos sintéticos, tanto en la industria de alimentos como farmacéutica, cosmética o textil. De esta manera, se lograría una producción más eficiente del cultivo agregando valor a la economía local mediante una alternativa a la comercialización tradicional.

## Referencias

1. Newman, S.E., & O'Connor, A.S. (2009) *Edible flowers*. Colorado State University Extension. 12/96, Fact Sheet no. 7. 237.
2. Mlcek, J., & Otakar, R. (2011) Fresh edible flowers of ornamental plants: A new source of nutraceutical foods. *Trends in Food Science and Technology*, 22, 561-569.
3. Barash, C.W. (1998). The flavors of flowers. *HerbCompanion*, 10(4), 32-37.
4. Lara-Cortés, E., Osorio-Díaz, P., Jiménez-Aparicio, A., & Bautista-Baños, S. (2013). Contenido nutricional, propiedades funcionales y conservación de flores comestibles. Revisión. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 63(3), 197-208.
5. 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(Suppl 1), S130-S148.
6. Rodríguez-Fragoso, L., Reyes-Esparza, J., Burchiel, S.W., Herrera-Ruiz, D., & Torres, E. (2008). Risks and benefits of commonly used herbal medicines in Mexico. *Toxicology and applied pharmacology*, 227(1), 125-135.
7. American Rose Society (2018). *Handbook for Selecting Roses*. <https://www.rose.org/single-post/2018/06/11/Rose-Classifications>.
8. Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J.A., Saraiva, J.A., & Ramalhosa, E. (2017). Edible flowers: a review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health. *Journal of Food Composition and Analysis*, 60, 38-50.
9. Prata, G.B., Souza, K.O., Lopes, M., Oliveira, L.S., Aragão, F.A., Alves, R., & Silva, S.M. (2017). Nutritional characterization, bioactive compounds and antioxidant activity of brazilian roses (*Rosa spp*). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 19, 929-941.
10. Li, A., Li, S., Li, H., Xu, D., Xu, X., & Chen, F. (2014). Total phenolic contents and antioxidant capacities of 51 edible and wild flowers. *Journal of Functional Foods*, 6, 319-330.
11. 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.
12. Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2005). Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical reviews in food science and nutrition*, 45(4), 287-306.
13. Rajeshwari, C.U., Shobha, R.I., & Andallu, B. (2014) Review: phytochemicals in diet and human health with special reference to polyphenols. *Annals of Phytomedicine*, 3, 4-25.
14. De Ancos, B., Colina-Coca, C., González-Peña, D. & Sánchez-Moreno, C. (2015). Bioactive compounds from vegetable and fruit by-products. In: Gupta VK, Tuohy MG, Lohani M, O'Donovan A (ed). *Biotechnology of Bioactive Compounds: Sources and Applications*. John Wiley.
15. Rao, C.V., Rivenson, A., Simi, B., & Reddy, B.S. (1995). Chemoprevention of colon carcinogenesis by dietary curcumin, a naturally occurring plant phenolic compound. *Cancer research*, 55(2), 259-266.
16. Liu, R.H. (2013). Dietary bioactive compounds and their health implications. *Journal of Food Science*, 78, A18-A25.
17. Peschel, W., Sánchez-Rabaneda, F., Diekmann, W., Plescher, A., Gartzía, I., Jiménez, D., Lamuela-Raventós, R., Buxaderas, S., & Codina, C. (2006). An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. *Food Chemistry*, 97, 137-150.
18. Maqsood, S., Benjakul, S. (2010) Comparative studies of four different phenolic compounds on in vitro antioxidative activity and the preventive effect on lipid oxidation of fish oil emulsion and fish mince. *Food Chemistry*, 119, 123-132.

19. Ramful, D., Aumjaud, B., Neergheen, V.S., Soobrattee, M.A., Googoolye, K., Aruoma, O., & Bahorun, T. (2011). Polyphenolic content and antioxidant activity of *Eugenia pollicina* leaf extract in vitro and in model emulsion systems. *Food Research International*, *44*, 1190-1196.
20. VanderJagt, T. J., Ghattas, R., VanderJagt, D. J., Crosse, M., & Glew, R. H. (2002). Comparison of the total antioxidant content of 30 widely used medicinal plants of New Mexico. *Life sciences*, *70*(9), 1035-1040.
21. Choi, J.K., Lee, Y., Lee, K.H., Im, H.C., Kim, Y.B., Choi, E.K., Joo, S.S., Jang, S.K., Han, N., & Kim, C. (2015). Extraction Conditions for Phenolic Compounds with Antioxidant Activities from White Rose Petals. *Journal of Applied Biological Chemistry*, *58*, 117-124.
22. Tatke, P., Patil, P., & Gabhe, S. (2015). In vitro Antioxidant and Free Radical Scavenging Activity of Extracts of *Rosa damascena* Flower Petals. *American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics*, *3*, 589-601.
23. Pal, A., Bhushan, B., Narwal, R.K., & Saharan, V. (2018). Extraction and evaluation of antioxidant and free radical scavenging potential correlated with biochemical components of red rose petals. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, *42*(3), 1027-1036.
24. Friedman, H., Agami, O., Vinokur, Y., Droby, S., Cohen, L., Refaeli, G., Resnick, N., & Umiel, N. (2010). Characterization of yield, sensitivity to *Botrytis cinerea* and antioxidant content of several rose species suitable for edible flowers. *Scientia Horticulturae*, *123*, 395-401.
25. Park, D., Jeon, J.H., Kwon, S.C., Shin, S., Jang, J.Y., Jeong, H.S., Lee, D.I., Kim, Y.B., & Joo, S.S. (2009). Antioxidative activities of white rose flower extract and pharmaceutical advantages of its hexane fraction via free radical scavenging effects. *Biochemistry and cell biology = Biochimie et biologie cellulaire*, *87*(6), 943-952.
26. Cutler, R.R. (2003). Medicinal and pharmaceutical uses. In: Roberts, A.V., Debener, T. & Gudim, S. (eds). *Encyclopedia of rose science*. (p. 716-726). Academic press.
27. Lee, J.H., Lee, H. & Choung, M. (2011). Anthocyanin compositions and biological activities from the red petals of Korean edible rose (*Rosa hybrida* cv. Noblered). *Food Chemistry*, *129*(2), 272-278.
28. Wan, H., Yu, C., Han, Y., Guo, X., Ahmad, S., Tang, A., Wang, J., Cheng, T., Pan, H., & Zhang, Q. (2018). Flavonols and Carotenoids in Yellow Petals of Rose Cultivar (*Rosa* 'Sun City'): A Possible Rich Source of Bioactive Compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*, *66*(16), 4171-4181.
29. Aydemir, G., Kasiri, Y., Bartók, E.M., Birta, E., Fröhlich, K., Böhm, V., Mihaly, J. & Rühl, R. (2016). Lycopene supplementation restores vitamin A deficiency in mice and possesses thereby partial pro-vitamin A activity transmitted via RAR signaling. *Molecular nutrition & food research*, *60*(11), 2413-2420.
30. Di Pietro, N., Di Tomo, P. & Pandolfi, A. (2016) Carotenoids in Cardiovascular Disease Prevention. *JSM Atheroscler*, *1*(1), 1002.
31. Eugster, H., Chem, D. & Fischer, M. (1991). The chemistry of rose pigments. *Angewandte Chemie*, *30*, 654-672.
32. Schulz, D.F., Schott, R.T., Voorrips, R.E., Smulders, M.J., Linde, M., & Debener, T. (2016). Genome-Wide Association Analysis of the anthocyanin and carotenoid contents of rose petals. *Frontiers in plant science*, *7*, 1798.
33. Bhattacharyya, S., Roychowdhury, A., & Ghosh, S. (2008). Lutein content, fatty acid composition and enzymatic modification of lutein from marigold (*Tagetes patula* L.) flower petals. *Journal of the Indian Chemical Society*, *85*(9), 942-944.
34. Schmitzer, V., Veberic, R., Osterc, G., & Štampar, F. (2009). Changes in the phenolic concentration during flower development of rose 'KORcrisett'. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *134*, 491-496.
35. Sood, S., & Nagar, P.K. (2003). Changes in abscisic acid and phenols during flower development in two diverse species of rose. *Acta Physiologiae Plantarum*, *25*, 411-416.
36. Shou Ping, L.U., Sui, X.X., Sun, Q., & Sun, B.Q. (2006). Biological functions of secondary metabolism of medicinal plants and influences of ecological environment. *Natural Product Research and Development*, *18*, 1027-1032.
37. Biolley, J.P., Jay, M., & Viricel, M.R. (1994). Flavonoid diversity and metabolism in 100 *Rosa x hybrida* cultivars. *Phytochemistry*, *35*, 413-419.
38. Cai, Y.Z., Xing, J., Sun, M., Zhan, Z.Q., & Corke, H. (2005). Phenolic antioxidants (hydrolyzable tannins, flavonols, and anthocyanins) identified by LC-ESI-MS and MALDI-QIT-TOF MS from *Rosa chinensis* flowers. *Journal of agricultural and food chemistry*, *53*(26), 9940-9948.
39. Dela, G., Or, E., Ovadia, R., Nissim-Levi, A., Weiss, D., & Oren-Shamir, M. (2003). Changes in anthocyanin concentration and composition in 'Jaguar' rose flowers due to transient high-temperature conditions. *Plant Science*, *164*, 333-340.

40. Kumar, N., Bhandari, P., & Singh, B. (2009). Antioxidant activity and ultra-performance LC-electrospray ionization-quadrupole time-of-flight mass spectrometry for phenolics-based fingerprinting of Rose species: *Rosa damascena*, *Rosa bourboniana* and *Rosa brunonii*. *Food and Chemical Toxicology*, *47*, 361-367.
41. Zhang, J., Xiao, Y., Guan, Y., Rui, X., Zhang, Y., Dong, M., & Ma, W. (2019). An aqueous polyphenol extract from *Rosa rugosa* tea has antiaging effects on *Caenorhabditis elegans*. *Journal of food biochemistry*, *43* (4), e12796.
42. Williams, H., Stone, M.J., Houck, P.R., & Rahman, S.K. (1989). Why are secondary metabolites biosynthesized? *Journal of Natural Products*, *52* (6), 1189-1208.
43. Voon, H.C., Bhat, R., & Rusul, G. (2012). Flower Extracts and Their Essential Oils as Potential Antimicrobial Agents for Food Uses and Pharmaceutical Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *11*, 34-55.
44. Hirulkar, N.B., & Agrawal, M. (2010). Antimicrobial activity of rose petals extract against some pathogenic bacteria. *International Journal of Pharmaceutical and Biological Archive*, *1* (5), 478- 484.
45. Zhang, W., Abdel-Rahman, H.H., & Saleh, M.A. (2011). Natural resistance of rose petals to microbial attack. *Journal of Environmental Science and Health Part B*, *46*, 381–393.
46. Mankar, S.S. (2015). Screening of antibacterial activity of rose varieties against bacterial pathogens, *International Journal of Life Sciences*, *3* (1), 99-104.
47. Nowak, R., Olech, M., Pecio, L., Oleszek, W., Los, R., Malm, A., & Rzymowska, J. (2014). Cytotoxic, antioxidant, antimicrobial properties and chemical composition of rose petals. *Journal of the science of food and agriculture*, *94* (3), 560–567.
48. Gabilondo, J., Corbino G.B., Schelegueda, L.I., Campos, C.A., Carduza, F.J., Langman, L.E., Soteras, T., y Arroyo L.E. (2016). Utilización de pétalos de rosa como insumo en la industria de alimentos. *VI Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, Córdoba, Argentina.
49. China, R., Mukherjee, S., Sen, S., Bose, S., Datta, S., Koley, H., Ghosh, S., & Dhar, P. (2012). Antimicrobial activity of *Sesbania grandiflora* flower polyphenol extracts on some pathogenic bacteria and growth stimulatory effect on the probiotic organism *Lactobacillus acidophilus*. *Microbiological research*, *167* (8), 500–506.
50. Vinokur, Y., Rodov, V., Reznick, N., Goldman, G., Horev, B., Umiel, N., & Friedman, H. (2006). Rose petal tea as an antioxidant-rich beverage : Cultivar effects. *Journal of Food Science*, *71*, s42-s47
51. Hodgson, J.M., Puddey, I.B., Burke, V., Beilin, L.J., & Jordan, N. (1999). Effects on blood pressure of drinking green and black tea. *Journal of hypertension*, *17* (4), 457–463.
52. Mollov, P., Mihalev, K., Shikov, V., Yoncheva, N., & Karagyozov, V. (2007). Colour stability improvement of strawberry beverage by fortification with polyphenolic copigments naturally occurring in rose petals. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, *8*, 318-321.
53. Shikov, V., Kammerer, D.R., Mihalev, K., Mollov, P., & Carle, R. (2008). Heat stability of strawberry anthocyanins in model solutions containing natural copigments extracted from rose (*Rosa damascena* Mill.) petals. *Journal of agricultural and food chemistry*, *56* (18), 8521–8526
54. Shikov, V., Kammerer, D., Mihalev, K., Mollov, P., & Carle, R. (2012). Antioxidant capacity and colour stability of texture-improved canned strawberries as affected by the addition of rose (*Rosa damascena* Mill.) petal extracts. *Food Research International*, *46*, 552-556.
55. Shikov, V., Mihalev, K., Yoncheva, N., Karagyozov, V., & Mollov, P. (2012). Antioxidant capacity of frozen strawberries as affected by the vacuum impregnation in polyphenol-rich extract. *Journal of EcoAgriTourism*, *8*, 231-237.
56. Ekrami, E., Saberi, M., Motlagh, & Mafi, M. (2011). Wool dyeing using Rose flower petal. *World Applied Sciences Journal*, *13*, 295-299.
57. Pervaiz, P., Mughal, T.A., Najeebullah, M., & Khan, F.Z. (2016). Extraction of natural dye from *Rosa damascena* Mill. - a cost effective approach for leather industry. *International Journal of Biosciences*, *8* (6), 83-92.