



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2024,
Volumen 8, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5

ANTOCIANINAS, MÁS ALLÁ DEL COLOR Y EL PH: UNA REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA

**ANTHOCYANINS, BEYOND COLOR AND PH: A
BIBLIOMETRIC REVIEW**

Nidia Esther Gómez Flores

Tecnologico Nacional de Mexico/ Instituto Tecnológico de Tehuacan

Elsa Hernandez Cortes

Tecnologico Nacional de Mexico/ Instituto Tecnológico de Tehuacan

Eduardo Osbaldo Ramirez Vaquero

Tecnologico Nacional de Mexico/ Instituto Tecnológico de Tehuacan

Sabrina Michell Moreno Sosa

Tecnologico Nacional de Mexico/ Instituto Tecnológico de Tehuacan

José Guadalupe Vazquez Evangelista

Tecnologico Nacional de Mexico/ Instituto Tecnológico de Tehuacan

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14297

Antocianinas, más allá del Color y el pH: Una Revisión Bibliométrica

Nidia Esther Gómez Flores¹

nidiaesther.gf@tehuacan.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0004-6289-7180>

Tecnologico Nacional de Mexico/ Instituto
Tecnologico de Tehuacan

Elsa Hernandez Cortes

elsa.hc@tehuacan.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0001-0869-4700>

Tecnológico Nacional de México/Instituto
Tecnológico de Tehuacán

Eduardo Osbaldo Ramirez Vaquero

Eduardoosbaldo.rv@tehuacan.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0004-0299-2143>

Tecnologico Nacional de Mexico/ Instituto
Tecnologico de Tehuacan

Sabrina Michell Moreno Sosa

120360039@tehuacan.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0005-9827-2921>

Tecnologico Nacional de Mexico/ Instituto
Tecnologico de Tehuacan

José Guadalupe Vazquez Evangelista

119360435@tehuacan.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0002-9545-1359>

Tecnologico Nacional de Mexico/ Instituto
Tecnologico de Tehuacan

RESUMEN

Esta bibliometría tiene como objetivo realizar un estudio exhaustivo del contexto de investigación sobre las antocianinas que forman parte de las flores, analizando su química, las fuentes, avances en la investigación en diferentes áreas del conocimiento. A partir de una base de datos de 372 artículos procesados tanto por Bibliometrix R package y la herramienta VOSviewer, lo cual facilitó la identificación entre otros parámetros como: autores, países, organizaciones y publicaciones implicadas en dicho estudio y las aplicaciones de las antocianinas. Este análisis bibliométrico ofrece una perspectiva integral sobre los hallazgos relacionados con las antocianinas, abarcando sus aspectos genéticos en los sectores industrial, farmacéutico, ambiental y alimentario

Palabras clave: Antocianinas, extracción, flores, Bibliometrix R, VOSviewer

Autor principal

Correspondencia: nidiaesther.gf@tehuacan.tecnm.mx

Anthocyanins, beyond Color and pH: A Bibliometric Review

ABSTRACT

This bibliometric study aims to conduct a comprehensive investigation into the research context surrounding anthocyanins found in flowers, analyzing their chemistry, sources, and advancements in various fields of knowledge. Utilizing a database of 372 articles processed through the Bibliometrix R package and the VOSviewer tool, this study facilitated the identification of key parameters, including authors, countries, organizations, and publications involved in the research, as well as the applications of anthocyanins. This bibliometric analysis provides a holistic perspective on the findings related to anthocyanins, encompassing their genetic aspects across industrial, pharmaceutical, environmental, and food sectors.

Keywords: Anthocyanins, extraction, flowers, Bibliometrix R, VOSviewer

Artículo recibido 10 septiembre 2024
Aceptado para publicación: 16 octubre- 2024



INTRODUCCIÓN

Las antocianinas son compuestos naturales responsables de la vibrante tonalidad de muchas flores, que varía desde el rojo profundo hasta el cian. Aisladas y estudiadas por primera vez en el siglo XIX, su identificación se atribuye al químico alemán Friedrich Feigl en 1835. A lo largo del siglo XX, se empezaron a clasificar estas moléculas y a investigar su función, especialmente en relación con la coloración floral. Los glucósidos de antocianidinas que las componen exhiben variaciones de color según el pH del medio.

Además de su función estética al atraer polinizadores, las antocianinas presentan propiedades bioactivas que han suscitado un creciente interés científico. Se ha demostrado que poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas, lo que sugiere su potencial en la mitigación de enfermedades y fomento a la salud.

Revisión Literaria

Desde tiempos antiguos, las flores ricas en antocianinas han sido valoradas en diversas culturas, no solo por su belleza, sino también por su uso en medicina tradicional, como infusiones y remedios naturales para tratar dolencias.

En las últimas décadas, la investigación sobre antocianinas ha ganado impulso, enfocándose en comprender los mecanismos biológicos detrás de sus impactos positivos a la salud y su aplicación en la mitigación de enfermedades. Se han identificado varias propiedades beneficiosas de las antocianinas:

- **Antioxidantes:** Actúan neutralizando radicales libres y protegiendo las células del daño oxidativo (Jaafar N. F. et al., 2020).
- **Anti-inflamatorias:** Demuestran efectos que pueden prevenir enfermedades crónicas (Seymenska et al., 2024).
- **Antimicrobianas:** Pueden mostrar actividad contra bacterias y hongos (Joshi K. et al., 2016; Bibicu M. et al., 2017).
- **Mejora de la salud cardiovascular:** Su consumo se asocia con la disminución del riesgo de enfermedades cardiovasculares y regulación de la presión arterial (Celli G. B. et al., 2018).

El creciente interés en las antocianinas ha llevado a su incorporación en diversas industrias:



- **Industria Alimentaria:** Se utilizan como colorantes naturales en jugos, postres y mermeladas, gracias a su atractivo color y propiedades antioxidantes (Xie D. Y et al., 2003).
- **Cosmética:** Se integran en productos por sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, contribuyendo a la salud de la piel (Gigliobianco M. R. et al., 2022).
- **Agricultura:** Se investiga su uso como indicadores de estrés en plantas y potenciadores del crecimiento en cultivos (Keykha I et al., 2016).

Este panorama destaca la importancia de las antocianinas en múltiples disciplinas y su potencial para mejorar la salud y la sostenibilidad.

Tabla 1 Características de Actividades Biológicas y Fotoquímicas de Extractos de Plantas (Flor)

AUTOR	HALLAZGO	FUNCIÓN	APLICACIONES
Xie D. et al (2003)	Identificación de genes BANYULS (BAN) en <i>Arabidopsis thaliana</i> y <i>Medicago truncatula</i> .	Conversión de antocianidinas a taninos condensados (CTs).	Importancia en el metabolismo de flavonoides y producción de CTs.
Mak Y. W. et al (2013)	Se investigaron las propiedades antioxidantes y antibacterianas de flores de hibisco y Cassia. Los extractos mostraron alta actividad antioxidante y contenidos significativos de fenoles, flavonoides, taninos y antocianinas.	Se ejecutó un análisis de la capacidad antioxidante a través de los ensayos DPPH y FRAP. La capacidad antibacteriana se determinó usando una técnica de difusión en disco, y el análisis espectral FT-IR identificó grupos funcionales presentes.	Los resultados sugieren que hibisco y Cassia pueden ser utilizadas como conservantes naturales y colorantes en la industria alimentaria, así como en el desarrollo de alimentos funcionales novedosos.
Tuberoso C. I. G. et al (2016)	Los jugos de subproductos florales de azafrán (<i>Crocus sativus</i>) mostraron altos niveles de fenoles polares totales y actividad antioxidante superior 48 horas después de la cosecha. Se identificaron derivados de quercetina y antocianinas.	Se ejecutó la capacidad antioxidante a través de los ensayos FRAP y DPPH, así como en sistema de oxidación lipídica. La capacidad citotóxica se midió usando el ensayo MTT.	Los resultados sugieren que los jugos de subproductos florales del azafrán tienen potencial para la innovación de productos en la industria de alimentos y salud.
Hidalgo & Almajano (2017)	Los jugos de subproductos florales de azafrán (<i>Crocus sativus</i>) mostraron altos niveles de fenoles polares totales y actividad antioxidante superior 48 horas después de la cosecha.	La capacidad antioxidante se estableció mediante los estudios FRAP y DPPH, así como en sistemas de oxidación lipídica. La capacidad citotóxica se	Los resultados sugieren que los jugos de subproductos florales del azafrán tienen potencial para innovación de productos en la industria de alimentación y salud.

	Se identificaron derivados de quercetina y antocianinas.	Se midió usando el ensayo MTT.	
Blando F. et al “2018	Las antocianinas purificadas seleccionadas (PASs) de frutas (cereza mahaleb y grosella negra) y verduras (zanahoria negra y tomate “Sun Black”) mostraron actividad biológica y capacidad antioxidante variada, siendo más alta en las PASs de frutas que en las de verduras.	Se evaluó la capacidad antioxidante utilizando los ensayos TEAC y ORAC, y se midió la actividad antiinflamatoria mediante la manifestación de las moléculas de adhesión endotelial VCAM-1 e ICAM-1 en células endoteliales humanas.	Los resultados sugieren que las antocianinas, especialmente las no aciladas, podrían tener un efecto beneficioso en la protección cardiovascular, lo que abre la puerta a su uso en la formulación de suplementos dietéticos y alimentos funcionales.
Escher G. B. et al (2018)	La temperatura y el tiempo afectan significativamente el contenido de flavonoides, antocianinas y FRAP ($p \leq 0.05$). Las condiciones térmicas influyen en el contenido total de fenoles y actividad antioxidante (DPPH[rad]) Reconocimiento de compuestos, incluyendo ácidos clorogénico, cafeico, ferúlico, p-cumárico, isoquercitrina y cumarina, en el extracto optimizado.	Actividad antioxidante y antihemolítica. Actividad antihipertensiva in vitro. Estabilidad y reversibilidad de las antocianinas en variaciones de pH. Capacidad de inhibir la peroxidación lipídica y actividad antimicrobiana.	Uso potencial de los extractos de <i>Centaurea cyanus</i> en la industria alimentaria y farmacéutica como agentes antioxidantes. - Incorporación en formulaciones cosméticas debido a sus propiedades antihemolíticas y citoprotectoras.
Mahmad N. et al (2018)	Extractos etanólicos in vivo e in vitro de <i>C. ternatea</i> mostraron la mejor actividad antibacteriana contra <i>Bacillus subtilis</i> (halos de inhibición de 11 mm y 10 mm, respectivamente). La actividad antifúngica del extracto in vitro fue de 12 mm contra <i>Trichoderma sp.</i> , mientras que el in vivo fue de 10 mm contra <i>Fusarium sp.</i>	Los extractos demostraron propiedades antimicrobianas significativas, tanto antibacterianas como antifúngicas. Los antocianos, responsables de los pigmentos en estas plantas, aportan valor agronómico importante.	Uso potencial de extractos como agentes antimicrobianos naturales en la industria de recubrimientos y productos farmacéuticos. Aplicación en tratamientos para infecciones bacterianas y fúngicas, ofreciendo alternativas a productos sintéticos.

	La actividad antibacteriana de <i>D. alata</i> se observó contra <i>Escherichia coli</i> , con halos de inhibición de 8.8 mm (in vivo) y 7.8 mm (in vitro).		
Celli G. B. et al (2018)	Los antocianos son pigmentos flavonoides naturales, solubles en agua, de color rojo-púrpura, presentes en diversas plantas. Exhiben una amplia diversidad de estructuras químicas que afectan sus propiedades funcionales, estabilidad y beneficios para la salud.	Alta capacidad antioxidante. Efectos antidiabéticos, cardioprotectores y neuroprotectores. Actúan como pigmentos en plantas, influyendo en la presentación del color.	Uso en la industria alimentaria y nutricional para sustituir colorantes y ingredientes funcionales sintéticos. Potencial para desarrollar productos que mejoren la salud y reduzcan riesgos asociados a enfermedades.
Ramakrishnan B. et al (2018)	El extracto de flores obtenido mediante calentamiento con acetato de etilo de <i>D. regia</i> mostró un alto potencial antioxidante en ensayos de captura de radicales libres in vitro. La estimación fitoquímica indicó una mayor concentración de antocianinas en relación con taninos, flavonoides, alcaloides y fenoles totales. El estudio por FTIR validó la presencia de cetonas conjugadas, amidas y estiramientos C-O fenólicos.	Prevención de daños oxidativos en células. Actuación como antioxidante mediante la captura de radicales libres. Presencia de compuestos con propiedades fitoquímica relevantes.	Perspectivas de uso en la industria alimentaria y farmacéutica como fuente de antioxidantes naturales. Candidatos ideales para el desarrollo de terapias antioxidantes basadas en plantas.
Anand J. et al (2018)	Se identificaron flavonoides, fenoles, terpenoides, antocianinas, carbohidratos y proteínas en los extractos obtenidos de hojas y flores utilizando metanol de <i>L. camara</i> . No se detectaron saponinas, glucósidos ni alcaloides.	Actividad antioxidante significativa, contribuyendo a la prevención de daño celular. Presencia de compuestos fitoquímicos con potenciales beneficios para la salud.	Potencial uso de las hojas y flores de <i>L. camara</i> como nutraceuticos en formulaciones de medicamentos herbales. Aplicaciones en la industria alimentaria y farmacéutica como fuentes de antioxidantes naturales.

El extracto obtenido de flores utilizando metanol mostró el mayor contenido de flavonoides (TFC: 15.76±0.005 mg de catequina hidratada/ml) y fenoles (TPC: 17±0.005 mg de ácido gálico/ml). Ambos extractos presentaron una alta actividad de captura de radicales libres.

Gonçalves F. et al (2020)

Las flores analizadas (rosa roja, rosa rosa y clavel rojo) presentaron los mayores contenidos de fenoles totales (27.53, 23.30 y 18.17 mg g⁻¹ de ácido gálico, respectivamente). Las antocianinas totales fueron más altas en clavel rojo, rosa rosa y rosa roja (3.07, 1.97 y 4.47 mg g⁻¹ de catequina, respectivamente). La actividad antioxidante (AOA) fue mayor en rosa rosa, clavel rojo y rosa roja (12.07, 15.77 y 12.93 mg g⁻¹ de Trolox, respectivamente, según DPPH). El análisis de conglomerados dividió las flores en grupos según su riqueza en fenoles y AOA. Se encontraron correlaciones significativas entre el contenido total de fenoles y la AOA.

Las flores comestibles contienen compuestos bioactivos que contribuyen a su capacidad antioxidante. Alta capacidad de captura de radicales libres, lo que sugiere propiedades beneficiosas para la salud.

Potencial uso de estas flores como fuente de antioxidantes naturales en la industria alimentaria y cosmética. Incorporación en dietas saludables debido a sus beneficios para la salud.



Zhao & Yuan (2021)	<p>La granada es rica en antocianos con altas capacidades antioxidantes, aunque su perfil y contribuciones no están completamente descritos.</p> <p>El contenido total de antocianinas (TAC) y seis componentes principales varían según factores intrínsecos y extrínsecos.</p> <p>Los antocianos de la granada actúan principalmente como antioxidantes primarios; su papel como antioxidantes secundarios no es concluyente.</p> <p>La efectividad antioxidante de los antocianos se ve afectada por su estructura química y los métodos de detección <i>in vitro</i>.</p>	Actúan como antioxidantes primarios, protegiendo las células del daño oxidativo	Potencial uso de antocianos de granada en suplementos dietéticos y productos funcionales debido a sus propiedades antioxidantes. Aplicaciones en el sector alimentario para aumentar la calidad y la estabilidad de los productos.
Gigliobiaco M. R. et al (2022)	<p>Se identificaron compuestos fenólicos en los extractos obtenidos de la cáscara y las flores masculinas de granada, incluyendo punicalagina, punicalina, y ácido gálico.</p> <p>El extracto de cáscara de <i>Mollar de Elche 2020</i> mostró altas concentraciones de punicalagina A y B (7206.4 mg/kg y 5812.9 mg/kg).</p> <p>El contenido total de fenoles (TPC) fue mayor en el extracto de <i>Mollar de Elche 2020</i> (12.341 $\mu\text{mol GAE/g}$).</p>	Los compuestos fenólicos tienen propiedades antioxidantes y antimicrobianas. Los extractos actúan como potenciadores de la salud celular al ser citocompatibles.	Posible uso de subproductos de granada en la formulación de productos cosméticos como ingredientes antimicrobianos y antioxidantes. Aplicación en la industria cosmética para desarrollar productos innovadores a partir de desechos agroalimentarios.

	<p>Los extractos de cáscara de <i>Wonderful</i> y <i>G1</i> mostraron actividad antimicrobiana contra <i>Escherichia coli</i> y actividad anticandida.</p> <p>Los extractos demostraron citocompatibilidad en células de queratinocitos HaCaT, sin toxicidad en el rango de concentración probado (0.15 a 5.00 mg/mL).</p>	
<p>Contardi M. et al (2022)</p>	<p>Las películas en bilayer, basadas en PVP y alginato de sodio, cargadas con extractos de hojas y flores de <i>M. sylvestris</i>, mostraron propiedades autoadhesivas superiores a un parche comercial. Se evidenció actividad antioxidante y liberación de compuestos bioactivos, además de propiedades de absorción de agua.</p> <p>El extracto de flores proporcionó a las películas capacidad de cambio de color según el pH.</p> <p>Las pruebas in vitro mostraron biocompatibilidad y mejoraron la proliferación celular en un modelo de raspado de herida.</p> <p>La muestra con relación PVP/alginato de 70:30 mostró propiedades de resorción adecuadas y redujo mediadores inflamatorios en modelos de quemaduras inducidas por UVB.</p>	<p>Propiedades antioxidantes y antiinflamatorias de los extractos que ayudan en el tratamiento de quemaduras y heridas crónicas.</p> <p>Biocompatibilidad que favorece la proliferación celular y la cicatrización.</p> <p>Desarrollo de apósitos activos y multifuncionales para el tratamiento de trastornos cutáneos. Potencial uso en la industria farmacéutica y cosmética para crear productos de curación a partir de extractos naturales.</p>

Mohamed A.S. et al (2023)	<p>Las flores rojas mostraron una menor IC50 (34.89 ± 0.98 $\mu\text{g/mL}$) en comparación con las blancas (53.28 ± 1.14 $\mu\text{g/mL}$) en el ensayo de DPPH.</p> <p>Ambas variedades presentaron actividad de quelación de metales comparable (81.4 y 77.8 μM EDTA equivalente/mg).</p> <p>La prueba de reversión de sickling mostró una disminución del porcentaje de sickling del 49% en flores rojas y 18% en flores blancas.</p> <p>Se cuantificaron los compuestos: fenoles totales (163.9 mg GAE/g para rojas y 43.13 mg GAE/g para blancas), flavonoides (71.92 mg RE/g para rojas y 34.5 mg RE/g para blancas), y antocianinas (127.0 mg/kg para rojas y 85.9 mg/kg para blancas).</p> <p>Identificación de ocho nuevas antocianinas en el género <i>Pseudobombax</i> mediante LC-MS.</p>	<p>Propiedades antioxidantes que ayudan a neutralizar radicales libres.</p> <p>Potencial acción antisickling que puede ser beneficiosa en la gestión de la anemia de células falciformes.</p>	<p>Posible desarrollo de tratamientos naturales para la anemia de células falciformes utilizando extractos de flores de <i>Pseudobombax ellipticum</i>.</p> <p>Aplicación en la industria farmacéutica para crear suplementos antioxidantes y agentes terapéuticos.</p>
---------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Shahrajabian M. H. et al (2023)	<p>Se identificaron varias plantas medicinales con actividades antioxidantes significativas en diferentes regiones:</p> <p>Irán: <i>Artemisia</i>, espino, borraja, caléndula, cilantro, comino, té verde, jujube, granada, rosa, romero, comino negro, té y tomillo.</p> <p>China: espárrago, bindii, arándanos,</p>	<p>Los antioxidantes naturales ayudan a capturar especies reactivas que causan estrés oxidativo, previniendo daños celulares.</p> <p>Se definen como sustancias que previenen la oxidación del sustrato a bajas concentraciones.</p>	<p>Potencial uso en la formulación de suplementos antioxidantes y productos farmacéuticos.</p> <p>Uso en la medicina tradicional y en la formulación de tratamientos naturales para diversas enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo.</p>
---------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>camelia, melón amargo, col china, cereza china, aceituna china, té de rosa china, entre otros.</p> <p>Brasil: <i>Anacardium occidentale</i>, <i>Ananas comosus</i>, <i>Baccharis trimera</i>, <i>Carapa guianensis</i>, y otros.</p>		
Sianturi G. L. R. et al (2023)	<p>Se aisló apigenina (4',5,7-trihidroxiflavona) de la flor de <i>Ruellia brittoniana</i>.</p> <p>Se identificaron otros compuestos: 1-hexadecanol, 1-feniletanona y 2-metoxifenol, todos con propiedades antioxidantes.</p> <p>La concentración total de fenoles fue de 1.033 mg GAE/g y el contenido de antocianinas fue del 16.97%.</p> <p>Las fracciones A1 y B2 mostraron fuertes actividades antioxidantes.</p>	<p>La apigenina y otros compuestos fenólicos influyen en la actividad antioxidante, con la apigenina mostrando una actividad moderada según el ensayo DPPH.</p> <p>Se destaca la importancia del grupo -OH en la posición 4' de la apigenina para su actividad antioxidante.</p>	<p>La flor de <i>R. brittoniana</i> puede ser utilizada como fuente de apigenina, que tiene propiedades antioxidantes y anticancerígenas.</p> <p>Potencial para la innovación de productos naturales en las industrias farmacéutica y cosmética.</p>
Pereira A. G. et al (2024)	<p>Se identificaron 36 compuestos en los extractos de flores de <i>C. japonica</i>, incluyendo antocianinas, curcuminoides, flavonoides, ácidos hidroxibenzoicos y estilbenos.</p> <p>Se evaluaron actividades bioactivas: antioxidantes, antimicrobianas, citotóxicas y neuroprotectoras in vitro.</p> <p>Se observó una alta correlación de los compuestos fenólicos con todas las bioactividades probadas.</p>	<p>Los compuestos fenólicos contribuyen a las cualidades antioxidantes y antimicrobianas, así como a la actividad citotóxica y neuroprotectora.</p>	<p>Potencial uso de las flores de <i>C. japonica</i> como fuente de nutraceuticos en la industria alimentaria y cosmética.</p> <p>Oportunidad para diversificar su uso industrial y promover la valorización de cultivares no explorados.</p>

Seymenska D. et al (2024)	<p>El extracto de fruta (SNFrE) y el extracto de flor (SNFrE) de <i>S. nigra</i> contienen flavonoides, ácidos fenólicos y antocianinas. SNFrE mostró actividad antiinflamatoria in vivo significativa, reduciendo el peso del granuloma en un 20.3% a 28.4% según la dosis. Ambos extractos inhibieron significativamente las contracciones abdominales inducidas por ácido acético en ratones.</p>	<p>Actividad antiinflamatoria: el SNFrE demostró ser comparable al diclofenaco en términos de eficacia. Actividad antinociceptiva: ambos extractos mostraron capacidad para reducir el dolor.</p>	<p>Potencial aplicación en medicina tradicional para el alivio de inflamación y dolor. Oportunidad para desarrollar productos a base de <i>S. nigra</i> en la industria farmacéutica y herbal.</p>
Juhnevica-Radenkova K et al (2024)	<p>Extractos de flores, corteza y bayas de <i>V. opulus</i> mostraron compuestos bioactivos como fenoles, flavonoides y taninos. Mayor concentración de compuestos en el extracto de bayas; el extracto de flores presentó la menor. Ácido clorogénico y catequina son compuestos clave con alta actividad antimicrobiana. Actividad antioxidante superior en extractos de bayas y corteza, evaluada mediante DPPH, FRAP y ABTS.</p>	<p>Actividad antioxidante (AA) robusta, especialmente en bayas y corteza. Potente efecto antimicrobiano sobre bacterias Gram-positivas y Gram-negativas.</p>	<p>Potenciales ingredientes funcionales en el sector de alimentos y productos farmacéuticos. Empleo en la formulación de suplementos y productos de salud natural.</p>

Fuente: Elaboración propia

MÉTODOLOGÍA

La metodología del estudio bibliométrico sobre antocianinas se sustenta en la base de datos Scopus, generando un conjunto de 372 documentos relevantes desde 1929 hasta la actualidad. Los datos se exportaron en formato .csv y se analizaron con el paquete Bibliometrix en R, una herramienta reconocida



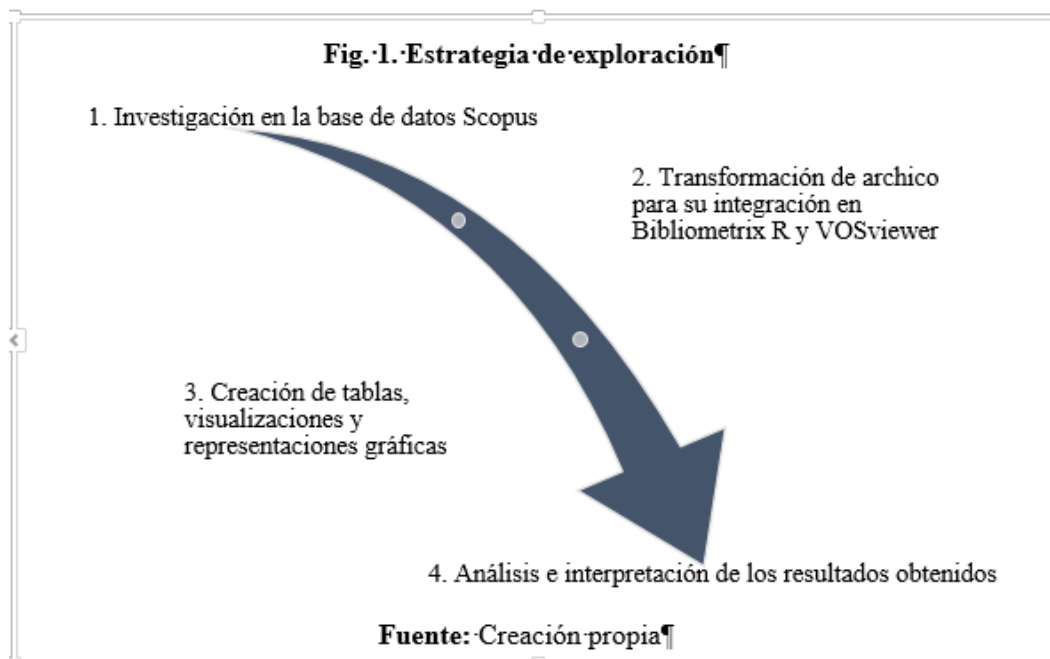
por su capacidad para realizar un análisis detallado de la producción científica, abordando aspectos como la productividad, las citas y la estructura temática de los documentos (Aria y Cuccurullo, 2017).

La bibliometría se centra en el estudio cuantitativo de la actividad científica, evaluando la calidad y el impacto de estas publicaciones (Araújo Ruiz y Arencibia, 2002). El análisis se organizó en varias etapas, generando tablas y figuras que describen tanto la cantidad como la validez y la organización de la información. Este enfoque proporciona una comprensión profunda de la evolución del conocimiento sobre las antocianinas y establece una base sólida para futuras investigaciones.

Bibliometrix permite realizar análisis básicos y avanzados, incluyendo co-citación y co-ocurrencia de palabras clave, facilitando la identificación de tendencias y temas emergentes en la literatura. Su integración con R y RStudio maximiza su utilidad al permitir el uso de otros paquetes para análisis complementarios.

Adicionalmente, se utilizó VOSviewer, un software de visualización que explora las relaciones entre términos clave, autores e instituciones, aplicando técnicas de análisis de redes para representar datos bibliométricos en mapas interactivos (Cruz Manzo, 2021).

El análisis se organiza en cuatro etapas clave, como se ilustra en la Figura 1. Cada etapa aborda distintos aspectos del análisis, facilitando la identificación de patrones y tendencias. Este enfoque secuencial asegura que cada fase contribuya significativamente al análisis global, enriqueciendo la calidad de las conclusiones obtenidas.



En la etapa inicial del artículo, se obtiene un repositorio de datos en formato CSV descargada directamente desde la plataforma Scopus, utilizando la fórmula de búsqueda en el título, resumen y palabras clave: "anthocyanin AND extraction AND flowers". Este enfoque facilita la recopilación de documentos relevantes que servirán como base para el análisis posterior. La metodología asegura que la colección de datos esté alineada con los objetivos del estudio, garantizando la pertinencia y calidad de la información analizada.

Tabla 2. Estrategia de Búsqueda y Criterios de Selección

Fórmula de Búsqueda	Base de Datos	Tipo de Documentos	Idioma	Periodo
Article title, Abstract, Keywords (anthocyanin AND extraction AND flowers)	Scopus	Article book, chapter, conference paper, conference review, review	English, Chinese, German, Indonesian, Persian, portuguese, turkish, ukrainian	Every year (1929-2024)

Fuente: Creación propia

En la segunda etapa del estudio, los archivos se importan al paquete Bibliometrix en R, lo que permite llevar a cabo un análisis bibliométrico. Este software es altamente valorado en el entorno científico por

su facultad para manejar y analizar amplios conjuntos de datos bibliográficos, facilitando la evaluación de la actividad científica y las interacciones colaborativas entre autores.

Durante la tercera etapa, se generan gráficos en Excel para extraer información representativa sobre el tema, además de elaborar mapas bibliométricos. Aunque estos mapas contienen información compleja, son intuitivos y fáciles de interpretar, lo que ayuda en la visualización de los datos.

Finalmente, en la cuarta etapa, se evalúan los resultados obtenidos en la fase anterior. La búsqueda en Scopus se realiza con una cadena de búsqueda específica, teniendo en cuenta los criterios de inclusión descritos en la Tabla 2. La Tabla 3 revela que la mayoría de los documentos recopilados son artículos, representando el 81.72% de los 372 registros obtenidos, lo que justifica el uso del paquete Bibliometrix R para procesar la información de manera efectiva.

Tabla 3. Tipos De Documentos Encontrados En Scopus

Tipos de Documentos	Resultados
Article	304
Review	32
Conference papers	26
Book Chapter	7
Conference review	2
Review	1

Fuente: Elaboración original basada en los hallazgos obtenidos mediante el uso del paquete Bibliometrix en R.

RESULTADOS

La investigación implementó una metodología que permitió un análisis exhaustivo, resultando en tablas y figuras que sintetizan información clave para la evaluación, como la fecha de publicación, nación, publicaciones, autores y cluster de co-citación. Se fundamenta en la clasificación de indicadores bibliométricos de Villegas Valle et al. (2021), basada en Durieux y Gevenois (2010), que abarca tres categorías: cantidad, impacto y estructura.

- **Cantidad:** Evalúa la producción académica mediante métricas como el índice H, que relaciona citas y publicaciones.
- **Impacto:** Se refiere al efecto de las publicaciones en la comunidad científica, medido por el índice de impacto de las publicaciones, que considera el número de citas recibidas.

- **Estructura:** Analiza la colaboración entre autores y la interdisciplinariedad a través del índice de coautoría.

Este enfoque integral permite una evaluación más completa de la producción científica.

Indicadores Bibliométricos de Cantidad

Los parámetros bibliométricos de cantidad evalúan la producción científica a través de métricas como el número total de publicaciones, el parámetro de productividad, el indicador de colaboración y el coeficiente de frecuencia de coautoría. No obstante, es fundamental destacar que estos indicadores no siempre reflejan la calidad de la actividad científica, por lo que sugiere complementarse con evaluaciones cualitativas.

La búsqueda de información se optimizó mediante el uso de operadores booleanos, lo que permitió obtener resultados más relevantes. En cuanto a la producción científica por país, se elaboró la Tabla 4, que destaca a China como líder con 369 colaboraciones, seguido de India (164) e Italia (135). Entre los diez países más productivos, Brasil destaca en Latinoamérica con 84 colaboraciones, junto a Estados Unidos (51) y México (38). Esta distribución evidencia no solo el predominio de ciertos países en la ciencia, sino también el aumento de la participación de naciones latinoamericanas en la producción colaborativa de conocimiento.

Tabla 4. Los 20 Países más Relevantes Científicamente

País	Publicaciones
China	49
India	31
Indonesia	24
Malaysia	19
Italy	18
Spain	13
Thailand	13
Korea	12
Brazil	10
Usa	10
Turkey	9
Iran	8
Japan	8
France	7
Portugal	7
Egypt	6
México	5
Norway	4
Poland	4
Romania	4

Fuente: Elaboración original basada en los hallazgos obtenidos mediante el uso del paquete Bibliometrix en R.



El estudio complementario, presentado en la figura 2, evalúa las revistas más productivas en el ámbito de las antocianinas presentes en flores, organizadas por número de publicaciones. En la sexta posición, se observa un triple empate entre *Acta Horticulturae*, *AIP Conference Proceedings* e *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, cada una con 5 publicaciones. En quinta posición, *Food Research* y *Frontiers in Genetics* comparten 6 publicaciones. *Food Chemistry* ocupa el cuarto lugar, mientras que *Industrial Crops and Products* y *Phytochemistry* empatan en el tercer puesto con 11 publicaciones. En segundo lugar, se encuentra *Molecules*, y el liderazgo corresponde al *International Journal of Molecular Sciences*. Este análisis no solo identifica las revistas más prolíficas en investigaciones sobre antocianinas, sino que también destaca áreas clave para comprender los beneficios y aplicaciones de estas sustancias bioactivas en campos que abarcan desde la alimentación hasta la medicina incluyendo los descubrimientos genéticos.

Fig. 2. Las 10 Revistas más Relevantes¶



Fuente: Elaboración original basada en los hallazgos obtenidos mediante el uso del paquete Bibliometrix en R.¶

La Tabla 5 detalla las instituciones científicas más significativas, clasificadas según el número de artículos publicados y su país. En China, destacan tres universidades: la Universidad de Hainan (23 artículos), la Universidad Agrícola de Shandong (19), la Universidad Agrícola del Sur de China (18). Malasia aporta una institución relevante, e Italia, la Universidad de Turín 16.

Otras universidades de diferentes países aparecen con una única afiliación: Japón (Universidad de Chiba), Malasia (Universidad de Malasia Terengganu) con 17 artículos, e Italia, (Universidad de Turín), Portugal (Instituto Politécnico de Bragança), Brunei (Universidad de Brunei Darussalam), India (Universidad Hindú de Banaras), Brasil (Universidad Federal de Piauí), cada una con 16 y 12 artículos. Este análisis no solo destaca la productividad de estas instituciones, sino que también subraya la diversidad geográfica en la investigación científica.

⊕

Tabla 5. 10 Principales Afiliaciones

Afiliación	Artículos	País
Universidad de Hainan	23	China
Universidad Agrícola de Shandong	19	China
Universidad Agrícola del sur de China	18	China
Universidad de Chiba	17	Japón
Universidad de Malasia Terengganu	17	Malasia
Instituto Politécnico De Bragança	16	Portugal
Universidad de Brunei Darussalam	16	Brunei
Universidad de Turin	16	Italia
Universidad Hindu de Banaras	12	India
Universidad Federal de Piauí	12	Brasil

Fuente: Elaboración original basada en los hallazgos obtenidos mediante el uso del paquete Bibliometrix en R.

Indicadores Bibliométricos de Impacto

La serie de datos presentada evalúa a los autores en función de su índice H, número total de citas y la fecha de publicación de su obra más relevante, proporcionando una base sólida para analizar su impacto académico.

- **Índice H:** Este indicador, que refleja tanto la productividad como el impacto de un autor, destaca a SAITO N con el índice H más alto (6), evidenciando un impacto significativo desde 1996, respaldado por un total de 306 citas.
- **Total, de Citaciones:** Complementa el índice H al mostrar la recepción general del trabajo. TATSUZAWA F, con un índice H de 5 y 235 citas, también demuestra una influencia considerable.
- **Autores con Índice H de 4:** Varias contribuciones, como las de CASER M, CHOO WS y WANG X, presentan un índice H de 4, con citas que oscilan entre 56 y 232. Esto sugiere que, aunque su impacto es similar, la recepción de sus obras varía.



El análisis revela que la relación entre el índice H y el total de citaciones no es siempre directa; algunos autores pueden tener un número elevado de citaciones con un índice H inferior, lo que sugiere que su producción, aunque menos frecuente, ha sido altamente citada. Además, la predominancia de autores recientes (2021, 2019) indica un crecimiento en el campo y la incorporación de nuevos investigadores. Este estudio permite identificar tanto a los autores más influyentes como a aquellos cuyo trabajo, aunque menos citado, está comenzando a ganar reconocimiento en su área.

⊕

Tabla 6. Los 10 Autores más Citados

Autor	Índice H	Total de citaciones	Año
Saito N	6	306	1996
Tatsuzawa F	5	235	1996
Caser M	4	58	2021
Choo WS	4	164	2021
Demasi S	4	58	2021
Scariot V	4	56	2021
Singh S	4	57	2011
Wang J	4	129	2015
Wang X	4	232	2016
Zhang Y	4	57	2005

Fuente: Elaboración original basada en los hallazgos obtenidos mediante el uso del paquete Bibliometrix en R.

El análisis de la literatura científica revela tendencias significativas en energía renovable, farmacología y nutrición, evidenciadas en un conjunto de artículos altamente citados.

- **Producción de Hidrógeno:** Xie (2003) ofrece una revisión exhaustiva a cerca de la generación de hidrógeno a partir de biomasa, destacando su potencial como fuente energética sostenible.
- **Energía Solar:** Hao (2006) complementa este campo con un estudio sobre innovaciones en energía térmica solar.
- **Biocombustibles:** Richhariya (2017) evalúa biocombustibles derivados de algas, una opción prometedora en la defensa frente al cambio climático.
- **Flavonoides y Seguridad Alimentaria:** Dai (2016) y Belwal (2018) aportan perspectivas sobre los flavonoides y la seguridad alimentaria, subrayando la intersección entre salud pública y química alimentaria.



- **Nutrición y Antioxidantes:** Yousuf (2016) y Silva (2017) analizan los beneficios nutricionales de los alimentos, mientras que Alappat (2020) investiga los efectos de los antioxidantes en la salud. Kumara (2017) discuten la relevancia sobre la energía renovable y el papel antioxidante en la salud humana.

Este conjunto diverso de investigaciones enfatiza la necesidad de una investigación continua en la intersección de energía, nutrición y salud, promoviendo el desarrollo de soluciones innovadoras para enfrentar desafíos globales contemporáneos.

Tabla 7. Los 10 Documentos más Citados

Autor y año	Título del artículo	Citas totales
Xie, D.-Y. (2003)	A comprehensive review on biomass-derived hydrogen production	627
Hao, S. (2006)	A review of solar energy and solar thermal energy	538
Richhariya, G. (2017)	A review on biofuels from algae: Production and applications	321
Dai, Y. (2016)	Review on analysis of flavonoids and their health benefits	314
Belwal, T. (2018)	Recent trends in the analysis of food safety and quality	313
Yousuf, B. (2016)	A critical review of the nutritional aspects of food science	299
Lin, L.-Z. (2007)	Advances in the analysis of food chemistry and safety	266
Silva, S. (2017)	Nutritional and health benefits of dietary fiber	223
Alappat, B. (2020)	Antioxidants in food and their effects on health	171
Kumara, N. T. R. N. (2017)	Renewable energy sources and their applications in sustainable development	162

Fuente: Elaboración original basada en los hallazgos obtenidos mediante el uso del paquete Bibliometrix en R.

Indicadores Bibliométricos de estructura

La Figura 3 presenta de manera visual la red de colaboración entre autores en el estudio de antocianinas, destacando varios clúster formados por investigadores. En el núcleo de esta red se hallan figuras prominentes como Wang J, Wang Y, Wang X y Wang Z, así como Zhang J y otros, quienes constituyen el núcleo más destacado de colaboradores. Este grupo se caracteriza por una intensa interacción y un



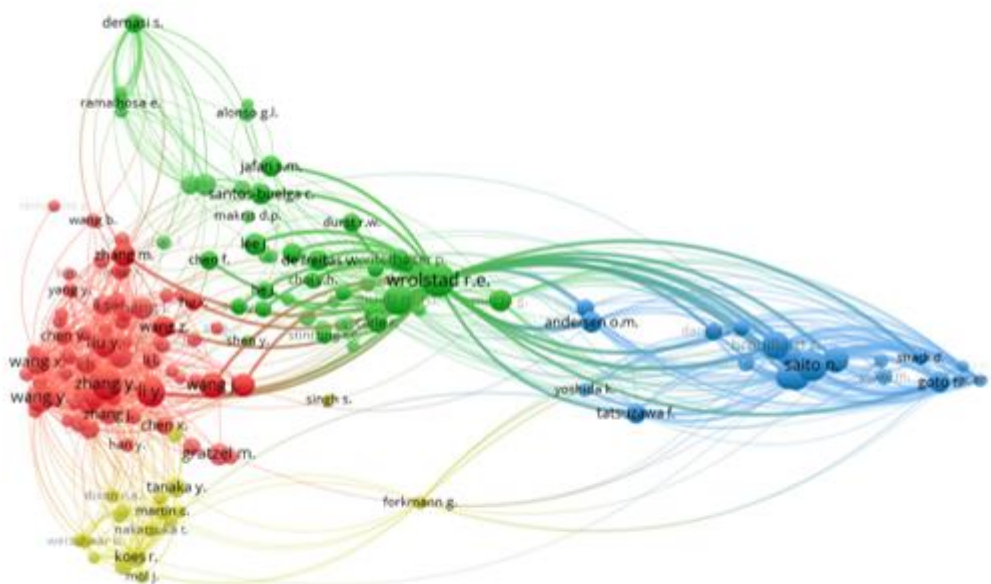
número significativo de investigaciones conjuntas, indicando un fuerte vínculo profesional y una convergencia en sus áreas de especialización.

Un segundo clúster incluye a Wrolstand R. E., Santos Buelga C., Jatari S. M. y De Feltrad S., entre otros. Aunque menos numeroso, este grupo demuestra una colaboración activa que enriquece la producción de conocimiento científico.

El tercer cluster está conformado por Demesi, Saito, Tatsuzawa F., Andersen O. y Goto T. En este caso, se destacan los dos autores más relevantes, a pesar de que el grupo es pequeño.

Finalmente, se observa un cuarto cluster, el más pequeño, que incluye a Tanaka Y., Matín C., Koes R. y Mol J. Aunque este grupo es el menos numeroso, aún muestra interacción significativa entre sus miembros. En conjunto, estos clusters evidencian la dinámica colaborativa en el ámbito de la investigación sobre antocianinas, destacando la importancia de las redes de colaboración para la expansión del conocimiento en este ámbito.

Fig. 3 Red de Colaboración de Autor-Autor

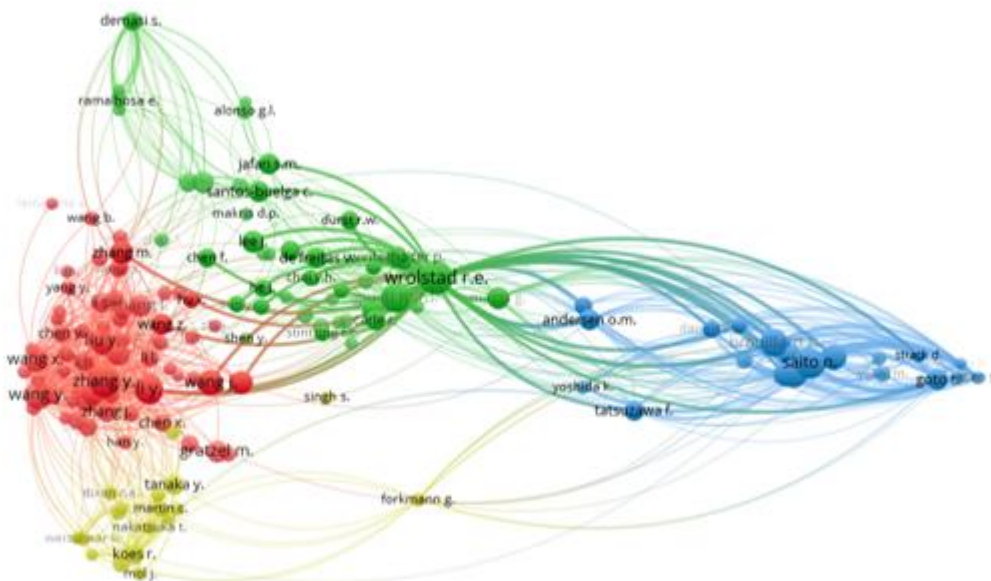


Fuente: Elaboración original basada en los hallazgos obtenidos mediante el uso de VOSviewer

Por último, las palabras clave más recurrentes son Antocianinas con 190 recurrencias, Antocianinas con 157, Flores 122, Extracción 106, si bien se esperaría encontrar más veces mencionadas las palabras antioxidante, antiinflamatorio, antimicrobiano se encuentra la palabra Actividad antioxidante y la

palabra que no se pensaba que apareciera es no humano con 122 recurrencias, con ello se puede entender que es el producto de los motores de búsqueda por la diversidad de documentos utilizados en este análisis, la cual se obtuvo a partir del software VOSviewer. Dependiendo del tipo de mapeo se pudieron observar las relaciones que se dan entre las palabras claves, tomando en consideración que los bloques más grandes son las palabras más recurrentes y los bloques más pequeños las menos recurrentes Cruz Manzo, (2021).

Fig. 3 Red de Colaboración de Autor-Autor



Fuente: Elaboración original basada en los hallazgos obtenidos mediante el uso de VOSviewer

CONCLUSIONES

El propósito de este análisis es ofrecer un diagnóstico sobre la evolución y las alternativas que enriquecen el conocimiento acerca de los avances tecnológicos relacionados con las antocianinas, sus aplicaciones y las próximas direcciones de investigación que las convierten en un tema de creciente interés. A partir de la revisión de 372 documentos recopilados en el sistema de gestión de datos Scopus, se ha podido evaluar la situación vigente de las investigaciones en este ámbito, destacando la relevancia de estas sustancias en áreas como la farmacología, el medio ambiente y la genética.

Los resultados obtenidos mediante el paquete Bibliometrix en R evidencian que la mayoría de los documentos revisados son artículos científicos. En este contexto, la Universidad de Hainan se destaca

como una de las instituciones más productivas, con un total de 23 publicaciones, consolidando así a China como el país más productivo en la investigación sobre antocianinas.


No obstante, se observa una pequeña discrepancia en los datos. Aunque China lidera en términos de productividad, los autores más citados en esta área, Saito N. y Tatsuzawa F., de nacionalidad japonesa, poseen índices H de 6 y 5, respectivamente. Es significativo resaltar que, a pesar de su alta citación, sus artículos no figuran entre los diez más citados. El artículo más citado es, de hecho, "Role of anthocyanidin reductase, encoded by BANYULS in plant flavonoid biosynthesis" de Xie D. Y (2003), cuyo autor no se encuentra entre los diez más citados.

Este análisis también sugiere que el estudio de las antocianinas va más allá de la simple coloración de las flores, que varía según el pH del medio. Existe una amplia gama de áreas aún poco exploradas, lo que abre numerosas líneas de investigación futura. En particular, las propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas de las antocianinas presentan oportunidades significativas para su aplicación en la farmacología, incluidas las potenciales utilidades como antimicrobianos naturales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aria, M., y Cuccurullo, C. (2017). "bibliometrix : An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Alappat, B., & Alappat, J. (2020). "Anthocyanin Pigments: Beyond Aesthetics. *Molecules*", 25(23), 5500. <https://doi.org/10.3390/molecules25235500>.
- Anand, J., Chaudhary, S., & Rai, N. (2018). "ANALYSIS OF ANTIOXIDANT ACTIVITY, TOTAL PHENOLIC CONTENT AND TOTAL FLAVONOID CONTENT OF LANTANA CAMARA LEAVES AND FLOWERS". *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 11(4), 203. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11i4.23900>
- Araújo Ruiz, J:A, y Arencibia J.R. (2002). *Informetria, bibliometría y cienciometría: aspectos teórico-prácticos*. ACIMED, 10(4), http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352002000400004&lng=es&tlng=pt
- Belwal, T., Ezzat, S. M., Rastrelli, L., Bhatt, I. D., Daglia, M., Baldi, A., Devkota, H. P., Orhan, I. E., Patra, J. K., Das, G., Anandharamkrishnan, C., Gomez-Gomez, L., Nabavi, S. F., Nabavi, S. M., & Atanasov, A. G. (2018). "A critical analysis of extraction techniques used for botanicals: T



- trends, priorities, industrial uses and optimization strategies. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 100, 82–102. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2017.12.018>
- Bibicu, M. (2017). “THE INFLUENCE OF UV-C RADIATION ON ANTHOCYANINS RECOVERY FROM HIBISCUS SABDARIFFA FLOWER AND RIBES NIGRUM FRUIT EXTRACTS”. 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2017, Nano, Bio and Green  Technologies for a Sustainable Future. <https://doi.org/10.5593/sgem2017h/63/s25.049>
- Blando, F., Calabriso, N., Berland, H., Maiorano, G., Gerardi, C., Carluccio, M., & Andersen, Ø. (2018). “Radical Scavenging and Anti-Inflammatory Activities of Representative Anthocyanin Groupings from Pigment-Rich Fruits and Vegetables. *International Journal of Molecular Sciences*”, 19(1), 169. <https://doi.org/10.3390/ijms19010169>
- Celli, G. B., Tan, C., & Selig, M. J. (2019). “Anthocyanidins and Anthocyanins. *Encyclopedia of Food Chemistry*”, 218–223. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.21780-0>
- Contardi, M., Ayyoub, A. M. M., Summa, M., Kossyvaki, D., Fadda, M., Liessi, N., Armirotti, A., Fraougouli, D., Bertorelli, R., & Athanassiou, A. (2022). “Self-Adhesive and Antioxidant Poly(vinyl pyrrolidone)/Alginate-Based Bilayer Films Loaded with *Malva sylvestris* Extracts as Potential Skin Dressings. *ACS Applied Bio Materials*”, 5(6), 2880–2893. <https://doi.org/10.1021/acsbm.2c00254>.
- Dai, Y., Rozema, E., Verpoorte, R., & Choi, Y. H. (2016). “Application of natural deep eutectic solvents to the extraction of anthocyanins from *Catharanthus roseus* with high extractability and stability replacing conventional organic solvents. *Journal of Chromatography A*”, 1434, 50–56. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2016.01.037>
- Durieux, V., & Gevenois, P. A. (2010). “Bibliometric indicators: quality measurements of scientific publication. *Radiology*”, 255(2), 342–351. <https://doi.org/10.1148/radiol.09090626>
- Escher, G. B., Santos, J. S., Rosso, N. D., Marques, M. B., Azevedo, L., do Carmo, M. A. V., Daguer, H., Molognoni, L., Prado-Silva, L. do, Sant’Ana, A. S., da Silva, M. C., & Granato, D. (2018). “Chemical study, antioxidant, anti-hypertensive, and cytotoxic/cytoprotective activities of *Centaurea cyanus* L. petals aqueous extract. *Food and Chemical Toxicology*”, 118, 439–453. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.05.046>



- Gigliobianco, M. R., Cortese, M., Nannini, S., Di Nicolantonio, L., Peregrina, D. V., Lupidi, G., Vitali, L. A., Bocchietto, E., Di Martino, P., & Censi, R. (2022). “Chemical, Antioxidant, and Antimicrobial Properties of the Peel and Male Flower By-Products of Four Varieties of *Punica granatum* L. Cultivated in the Marche Region for Their Use in Cosmetic Products. *Antioxidants*”, 11(4), 768. <https://doi.org/10.3390/antiox11040768>
- Gonçalves, F., Gonçalves, J. C., Ferrão, A. C., Correia, P., & Guiné, R. P. F. (2020). “Evaluation of phenolic compounds and antioxidant activity in some edible flowers. *Open Agriculture*”, 5(1), 857–870. <https://doi.org/10.1515/opag-2020-0087>
- Hidalgo, G.-I., & Almajano, M. (2017). “Red Fruits: Extraction of Antioxidants, Phenolic Content, and Radical Scavenging Determination: A Review. *Antioxidants*”, 6(1), 7. <https://doi.org/10.3390/antiox6010007>.
- Hao, S., Wu, J., Huang, Y., & Lin, J. (2006). “Natural dyes as photosensitizers for dye-sensitized solar cell. *Solar Energy*”, 80(2), 209–214. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2005.05.009>.
- Jaafar, N. F., Ramli, M. E., & Mohd Salleh, R. (2020). “Extraction Condition of *Clitoria ternatea* Flower on Antioxidant Activities, Total Phenolic, Total Flavonoid and Total Anthocyanin Contents. *Tropical Life Sciences Research*”, 31(2), 1–17. <https://doi.org/10.21315/tlsr2020.31.2.1>
- Joshi, K., Pant, N. C., Kumar, V. A., & Kumar, A. (2016). “Antioxidant and antimicrobial activities in flowers of *Gentiana kurroo* Royle, a critically endangered plant from Garhwal region of Uttarakhand, India. *Medicinal Plants - International Journal of Phytomedicines and Related Industries*”, 8(2), 146. <https://doi.org/10.5958/0975-6892.2016.00018.6>
- Juhnevica-Radenkova, K., Krasnova, I., Seglina, D., Muizniece-Brasava, S., Valdovska, A., & Radenkova, V. (2024). “Scrutinizing the Antimicrobial and Antioxidant Potency of European Cranberry Bush (*Viburnum opulus* L.) Extracts. *Horticulturae*”, 10(4), 367. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10040367>.
- Keykha F., Bagheri A., Moshtaghi N., Bahrami A.R. & Sharifi A. (2016). “RNAi-induced silencing in floral tissues of *Petunia hybrida* by agroinfiltration: A rapid assay for chalcone isomerase gene function analysis”, *Cellular and Molecular Biology*, 62(9). <https://doi.org/10.14715/cmb/2016.62.10.4>



- Kumara, N. T. R. N., Lim, A., Lim, C. M., Petra, M. I., & Ekanayake, P. (2017). “Recent progress and utilization of natural pigments in dye sensitized solar cells: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*”, 78, 301–317. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.075>.
- Lin, L.-Z., & Harnly, J. M. (2007). “A Screening Method for the Identification of Glycosylated Flavonoids and Other Phenolic Compounds Using a Standard Analytical Approach for All Plant Materials. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*”, 55(4), 1084–1096. <https://doi.org/10.1021/jf062431s>.
- Mahmad, N., Taha, R. M., Othman, R., Abdullah, S., Anuar, N., Elias, H., & Rawi, N. (2018). “Anthocyanin as potential source for antimicrobial activity in *Clitoria ternatea* L. and *Dioscorea alata* L. . *Pigment & Resin Technology*”, 47(6), 490–495. <https://doi.org/10.1108/prt-11-2016-0109>.
- Mak, Y. W., Chuah, L. O., Ahmad, R., & Bhat, R. (2013). “Antioxidant and antibacterial activities of hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) and Cassia (*Senna bicapsularis* L.) flower extracts. *Journal of King Saud University – Science*”, 25(4), 275–282. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2012.12.003>.
- Mohamed, A. S., Abd El Dayem, O. Y., El Shamy, A. M., El Sakhawy, F. S., & El Gedaily, R. A. (2023). “Comparative antisickling and antioxidant activities of *Pseudobombax ellipticum* cultivars in relation to their metabolite profiling using LC/MS. *RSC Advances*”, 13(31), 21327–21335. <https://doi.org/10.1039/d3ra03312k>.
- Pereira, A. G., Fraga-Corral, M., Silva, A., Barroso, M. F., Grosso, C., Carpena, M., Garcia-Perez, P., Perez-Gregorio, R., Cassani, L., Simal-Gandara, J., & Prieto, M. A. (2024). “Unraveling the Bioactive Potential of *Camellia japonica* Edible Flowers: Profiling Antioxidant Substances and In Vitro Bioactivity Assessment. *Pharmaceuticals*”, 17(7), 946. <https://doi.org/10.3390/ph17070946>.
- Ramakrishnan B., Akshaya S.B., Akshitha R., Dhilip Kumar G & Poorani G.(2018). “Evaluation of antioxidant and phytochemical activity in solvent extracts from *Delonix regia* flowers”



- Richhariya, G., Kumar, A., Tekasakul, P., & Gupta, B. (2017). “Natural dyes for dye sensitized solar cell: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*”, 69, 705–718. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.198>.
- Rieger, G., Müller, M., Guttenberger, H., & Bucar, F. (2008). “Influence of Altitudinal Variation on the Content of Phenolic Compounds in Wild Populations of *Calluna vulgaris*, *Sambucus nigra*, and *Vaccinium myrtillus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*”, 56(19), 9080–9086. <https://doi.org/10.1021/jf801104e>.
- Seymenska, D., Teneva, D., Nikolova, I., Benbassat, N., & Denev, P. (2024). “In Vivo Anti-Inflammatory and Antinociceptive Activities of Black Elder (*Sambucus nigra* L.) Fruit and Flower Extracts. *Pharmaceuticals*”, 17(4), 409. <https://doi.org/10.3390/ph17040409>.
- Shahrajabian, M. H., Marmitt, D. J., Cheng, Q., & Sun, W. (2023). “Natural Antioxidants of the Underutilized and Neglected Plant Species of Asia and South America. *Letters in Drug Design & Discovery*”, 20(10), 1512–1537. <https://doi.org/10.2174/1570180819666220616145558>.
- Sianturi, G. L. R., Trisnawati, E. W., Koketsu, M., & Suryanti, V. (2023). “Chemical constituents and antioxidant activity of Britton’s wild petunia (*Ruellia brittoniana*) flower. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*”, 24(7). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240703>
- Silva, S., Costa, E. M., Calhau, C., Morais, R. M., & Pintado, M. E. (2015). “Anthocyanin extraction from plant tissues: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*”, 57(14), 3072–3083. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1087963>
- Tuberoso, C. I. G., Rosa, A., Montoro, P., Fenu, M. A., & Pizza, C. (2016). “Antioxidant activity, cytotoxic activity and metabolic profiling of juices obtained from saffron (*Crocus sativus* L.) floral by-products. *Food Chemistry*”, 199, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.115>
- Villegas Valle, L., Walle-Vazquez, M. A., & Alvarez-Aros, E. L. (2021). “Uso de las tecnologías de la información en los procesos decisorios: un análisis bibliométrico”. *Revista venezolana de gerencia*, 26(93), 92–109. <https://doi.org/10.52080/rvg93.08>
- Xie, D.-Y., Sharma, S. B., Paiva, N. L., Ferreira, D., & Dixon, R. A. (2003). “Role of Anthocyanidin Reductase, Encoded by BANYULS in Plant Flavonoid Biosynthesis. *Science*”, 299(5605), 396–399. <https://doi.org/10.1126/science.1078540>



Yousuf, B., Gul, K., Wani, A. A., & Singh, P. (2015). “Health Benefits of Anthocyanins and Their Encapsulation for Potential Use in Food Systems: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*”, 56(13), 2223–2230. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.805316>

Zhao, X., & Yuan, Z. (2021). “Anthocyanins from Pomegranate (*Punica granatum* L.) and Their Role in Antioxidant Capacities in Vitro. *Chemistry & Biodiversity*”, 18(10). Portico. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202100399>

