



**DOI:** 10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.535-545

**URL:** <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/941>

**EDITORIAL:** Saberes del Conocimiento

**REVISTA:** RECIAMUC

**ISSN:** 2588-0748

**TIPO DE INVESTIGACIÓN:** Artículo de revisión

**CÓDIGO UNESCO:** 23 Química

**PAGINAS:** 535-545



## Estudio Comparativo de la Composición Química, Fenoles Totales y Actividad Antioxidante de Citrus sinensis, Citrus reticulata y Citrus máxima

Comparative Study of the Chemical Composition, Total Phenols and Antioxidant Activity of Citrus sinensis, Citrus reticulata and Citrus maxima

Estudio Comparativo de la Composición Química, Fenoles Totales y Actividad Antioxidante de Citrus sinensis, Citrus reticulata y Citrus máxima

**Ana Ivonne Alarcón Mite<sup>1</sup>; Jeniffer Lucia Mora Loo<sup>2</sup>; Daniel Oswaldo Cabrera Casillas<sup>3</sup>; Frella Soraya García Larreta<sup>4</sup>**

**RECIBIDO:** 20/06/2022 **ACEPTADO:** 10/07/2022 **PUBLICADO:** 26/08/2022

1. Magister en Farmacia Clínica y Hospitalaria; Química y Farmacéutica; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; ana.alarconm@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0002-1326-8407>
2. Magister en Bioquímica Clínica; Química y Farmacéutica; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; jeniffer.moral@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0001-7344-0726>
3. Diploma Superior en Gestión de Desarrollo de los Servicios de Salud; Magister en Gerencia de Servicios de Salud; Bioquímico Farmacéutico; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; daniel.cabreraca@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0001-9195-2549>
4. Diplomado en Docencia Superior; Magister en Diseño Curricular; Química y Farmacéutica; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; soraya.garcial@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0002-5893-5939>

### CORRESPONDENCIA

Ana Ivonne Alarcón Mite

ana.alarconm@ug.edu.ec

Guayaquil, Ecuador

## RESUMEN

Las plantas del género *Citrus* están recibiendo mucha atención por sus propiedades nutritivas y biológicas, esto se debe a que son una fuente de compuestos bio-activos tales como vitaminas, carotenoides, fibra y compuestos fenólicos, flavanonas, antocianinas y ácido hidrocinnámico, los cuales están distribuidos en las plantas. De la naranja, y demás frutos pertenecientes a la familia *Citrus*, no solamente se aprovechan los jugos alimenticios, sino que de la cáscara se pueden obtener aceites esenciales que se utilizan como aromatizantes en diferentes industrias. Su aceite esencial es uno de los ingredientes básicos en las industrias de la perfumería, los alimentos, la agronomía y la farmacéutica. Las frutas y hortalizas se caracterizan por el alto contenido de compuestos con capacidad antioxidante; compuestos tales como los fenoles, pigmentos y vitaminas contribuyen a retrasar los daños producidos a nivel del sistema nervioso central, como consecuencia del envejecimiento de las células. La composición química de los aceites esenciales cítricos está influenciada por varios factores: diferencias genéticas entre variedades y especies, (principal determinante de la composición) y el contenido de aceites esenciales. Otros elementos que afectan su rendimiento son el tipo de suelo, las prácticas agronómicas, etapas de madurez, y tipos de clima pueden contribuir a las variaciones cuantitativas en el contenido de aceites esenciales; además, podrían afectar la actividad biológica de los aceites. Toda la planta contiene aceite esencial y principios amargos (flavonoides), las hojas maduras pueden contener alcaloides, taninos y monoterpenos. Las flores contienen además glucósidos y cumarinas. El flavedo (cáscara) del fruto contiene:  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, mirceno, limoneno, p-cimeno,  $\gamma$ -terpineno, linanol, acetato de linalilo,  $\alpha$ -terpineol, citronelol, acetato de geranilo, N-metil antranilato de metilo, entre otros componentes. el extracto de mandarina presentó mayores valores de aceites esenciales que los extractos de naranja y toronja; lo que indica una mayor eficiencia como antioxidante que se correlaciona con el mayor contenido de polifenoles presentado. Se aplicó una metodología descriptiva, con un enfoque documental, es decir, revisar fuentes disponibles en la red, con contenido oportuno y relevante para dar respuesta a lo tratado en el presente artículo.

**Palabras clave:** Polifenoles, *Citrus Sinensis*, *Citrus Reticulata*, *Citrus Máxima*, Limoneno, DPPH, Hojas, Semillas, Cáscara, Aceites Esenciales, Harinas, ABTS\*.

## ABSTRACT

Plants of the *Citrus* genus are receiving much attention for their nutritional and biological properties, this is because they are a source of bioactive compounds such as vitamins, carotenoids, fiber and phenolic compounds, flavanones, anthocyanins and hydrocinnamic acid, which are distributed in plants. From the orange, and other fruits belonging to the *Citrus* family, not only are the food juices used, but essential oils can be obtained from the peel that are used as flavorings in different industries. Its essential oil is one of the basic ingredients in the perfumery, food, agronomic and pharmaceutical industries. Fruits and vegetables are characterized by the high content of compounds with antioxidant capacity; compounds such as phenols, pigments and vitamins contribute to delay the damage produced at the level of the central nervous system, as a consequence of cell aging. The chemical composition of citrus essential oils is influenced by several factors: genetic differences between varieties and species, (main determinant of composition) and essential oil content. Other elements that affect its yield are the type of soil, agronomic practices, stages of maturity, and types of climate that can contribute to quantitative variations in the content of essential oils; in addition, they could affect the biological activity of the oils. The whole plant contains essential oil and bitter principles (flavonoids), the mature leaves may contain alkaloids, tannins and monoterpenes. The flowers also contain glycosides and coumarins. The flavedo (peel) of the fruit contains:  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene, myrcene, limonene, p-cymene,  $\gamma$ -terpinene, linanol, linalyl acetate,  $\alpha$ -terpineol, citronellol, geranyl acetate, N-methyl anthranilate methyl, among other components. mandarin extract presented higher values of essential oils than orange and grapefruit extracts; which indicates a higher efficiency as an antioxidant that correlates with the higher content of polyphenols presented. A descriptive methodology was applied, with a documentary approach, that is, reviewing sources available on the network, with timely and relevant content to respond to what is discussed in this article.

**Keywords:** Polyphenols, *Citrus Sinensis*, *Citrus Reticulata*, *Citrus Maxima*, Limonene, DPPH, Leaves, Seeds, Peel, Essential Oils, Flours, ABTS\*.

## RESUMO

As plantas do género *Citrus* estão a receber muita atenção pelas suas propriedades nutricionais e biológicas, isto porque são uma fonte de compostos bioactivos tais como vitaminas, carotenóides, fibras e compostos fenólicos, flavanonas, antocianinas e ácido hidrocinnâmico, que são distribuídos nas plantas. Da laranja, e outras frutas pertencentes à família dos cítricos, não só são utilizados os sumos alimentares, como também se podem obter óleos essenciais da casca que são utilizados como aromatizantes em diferentes indústrias. O seu óleo essencial é um dos ingredientes básicos nas indústrias de perfumaria, alimentar, agronómica e farmacéutica. As frutas e vegetais caracterizam-se pelo elevado conteúdo de compostos com capacidade antioxidante; compostos como fenóis, pigmentos e vitaminas contribuem para retardar os danos produzidos ao nível do sistema nervoso central, como consequência do envelhecimento celular. A composição química dos óleos essenciais de cítricos é influenciada por vários factores: diferenças genéticas entre variedades e espécies, (principal determinante da composição) e teor de óleos essenciais. Outros elementos que afectam o seu rendimento são o tipo de solo, práticas agronómicas, fases de maturação e tipos de clima que podem contribuir para variações quantitativas no conteúdo de óleos essenciais; além disso, podem afectar a actividade biológica dos óleos. A planta inteira contém óleo essencial e princípios amargos (flavonóides), as folhas maduras podem conter alcalóides, taninos e monoterpenos. As flores também contêm glicosídeos e cumarinas. O flavedo (casca) do fruto contém:  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, mirceno, limoneno, p-cimeno,  $\gamma$ -terpineno, linanol, acetato de linalilo,  $\alpha$ -terpineol, citronelol, acetato de geranilo, N-metil antranilato metílico, entre outros componentes. O extracto de tangerina apresentou valores mais elevados de óleos essenciais do que os extractos de laranja e toranja; o que indica uma maior eficácia como antioxidante que se correlaciona com o maior teor de polifenóis apresentados. Foi aplicada uma metodologia descriptiva, com uma abordagem documental, ou seja, a revisão das fontes disponíveis na rede, com conteúdo atempado e relevante para responder ao que é discutido neste artigo.

**Palavras-chave:** Polifenóis, *Citrus Sinensis*, *Citrus Reticulata*, *Citrus Maxima*, Limonene, DPPH, Folhas, Sementes, Casca, Óleos Essenciais, Farinhas, ABTS\*.

## **Introducción**

El reconocimiento de los componentes fisiológicamente activos en los frutos cítricos como la naranja, mandarina y toronja y su contribución a la salud humana, se ha convertido en un área de investigación en auge para diferentes sectores industriales. El género *Citrus* se ha caracterizado por una acumulación sustancial de glicósidos de flavonona, no disponible en otras frutas. Para Rincón, Vásquez, & Padilla, (2005) “la vitamina C y los carotenoides, desempeñan un papel importante en la prevención o retardo de las principales enfermedades degenerativas como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares y cataratas mediante la neutralización de procesos oxidativos”.

Los frutos cítricos además de los carbohidratos simples (fructosa, glucosa y sacarosa), contienen polisacáridos no amiláceos (fibra dietética); la fibra predominante en la naranja, por ejemplo, es la pectina: “la cual conforma del 65 al 70% de la fibra total; la fibra restante está en forma de celulosa, hemicelulosa y cantidades trazas de lignina” (Rincón, Vásquez, & Padilla, 2005). Aunque soluble en agua, la pectina se clasifica como fibra dietética debido a la resistencia que presenta a la hidrólisis por parte de las enzimas del intestino delgado humano.

El material de desecho de los cítricos está constituido principalmente por cáscaras, semillas y membranas capilares de los cuales se pueden obtener: harinas cítricas, pectina cítrica, aceites esenciales, pigmentos y productos cítricos especiales; así como también compuestos bioactivos que tienen efectos benéficos sobre la salud, tales como la fibra, y los polifenoles en especial los flavonoides.

De la naranja, y demás frutos pertenecientes a la familia citrus, no solamente se aprovechan los jugos alimenticios, sino que de la cáscara se pueden obtener aceites esenciales que se utilizan como aromatizantes en diferentes industrias. Su aceite esencial es uno de los ingredientes básicos en las

industrias de la perfumería, los alimentos, la agronómica y la farmacéutica. Los aceites esenciales se consideran metabolitos secundarios de las plantas (fracciones líquidas volátiles que proporcionan aromas y sabores característicos a las plantas). Están constituidos por mezclas complejas de hidrocarburos, compuestos oxigenados y residuos no volátiles.

Las plantas producen aceite esencial que protege a la planta de plagas, enfermedades e inclusive de la invasión de otras plantas y atraen insectos y aves (polinizantes). Estas cualidades se ven reflejadas en propiedades antisépticas, antiinflamatorias, antidepresivas, afrodisíacas y otras, presentes en mayor o menor grado en la totalidad de los aceites. La extracción de los aceites esenciales se puede realizar por métodos convencionales como la destilación con arrastre de vapor, hidrodestilación y espacio de cabeza (Headspace); en la actualidad adquiere gran importancia la extracción con fluidos supercríticos utilizando dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) como solvente, y extracción por hidrodestilación asistida por radiación microondas (presenta ventajas con respecto a las técnicas tradicionales por ser un proceso rápido, eficiente y relativamente económico).

## **Metodología**

Esta investigación está dirigida al estudio del tema “Estudio Comparativo de la Composición Química, Fenoles Totales y Actividad Antioxidante de *Citrus sinensis*, *Citrus reticulata* y *Citrus máxima*”. Para realizarlo se usó una metodología descriptiva, con un enfoque documental, es decir, revisar fuentes disponibles en la red, cuyo contenido sea actual, publicados en revistas de ciencia, disponibles en Google Académico, lo más ajustadas al propósito del escrito, con contenido oportuno y relevante desde el punto de vista científico para dar respuesta a lo tratado en el presente artículo y que sirvan de inspiración para realizar otros proyectos. Las mismas pueden ser estudiadas al final, en la bibliografía



## Resultados

Las plantas del género *Citrus* están recibiendo mucha atención por sus propiedades nutritivas y biológicas, esto se debe a que son una fuente de compuestos bio-activos tales como vitaminas, carotenoides, fibra y compuestos fenólicos, flavanonas, antocianinas y ácido hidrocínamico, los cuales están distribuidos en las plantas que ofrecen propiedades funcionales y son responsables del color, flavor y sabor de muchas plantas. Es por ello que el cultivo de cítricos es uno de los más comerciales e importantes en el mundo incluye: naranjas, mandarinas, limones, limas y pomelos.

El proceso de industrialización de cítricos genera subproductos como cáscara y semilla que son considerados como desperdicios, por ejemplo, el rendimiento de zumo de cítricos (naranja y pomelo) es baja en relación al peso de la fruta, produciendo cantidades muy grandes de desechos. La cáscara era descartada como desecho pero ahora que se conoce que contiene una amplia variedad de productos secundarios con actividad antioxidante esta representa una rica fuente de Polifenoles.

El uso de residuos como fuente de polifenoles y antioxidantes puede tener considerable beneficio económico para los procesadores de alimentos, idea tomada de Contreras & Ruiz, (2012) menciona que, “en Bangladesh, la India, Indonesia, la cáscara de *Citrus medica* L. se consume crudo con arroz, por su contenido de citroflavonoides, que son una mezcla de hesperidosidos, naringoside y ecriodietoside (flavanones)”.

Diversas publicaciones, hacen referencia a los efectos benéficos de los polifenoles obtenidos de plantas y frutas, por sus efectos anticancerígenos, cardioprotector, antidiabético, neuroprotector, efectos anti-peroxidación lipídica, antialérgico, anti-atérogénico, antiinflamatorio, antimicrobiano, anticancerígena, anti-trombótica, y efectos vasodilatadores, así como la capacidad para neutralizar las especies reactivas de

oxígeno (ROS) y especies reactivas de nitrógeno.

Las frutas y hortalizas se caracterizan por el alto contenido de compuestos con capacidad antioxidante; compuestos tales como los fenoles, pigmentos y vitaminas contribuyen a retrasar los daños producidos a nivel del sistema nervioso central, como consecuencia del envejecimiento de las células. En cuanto al conocimiento sobre el contenido de polifenoles y actividad antioxidante en hojas y cáscara de cítricos producidos en la región, existe poca información disponible.

## Composición Química

La composición química de los aceites esenciales cítricos está influenciada por varios factores: diferencias genéticas entre variedades y especies, (principal determinante de la composición) y el contenido de aceites esenciales. Otros elementos que afectan su rendimiento son el tipo de suelo, las prácticas agronómicas, etapas de madurez, y tipos de clima pueden contribuir a las variaciones cuantitativas en el contenido de aceites esenciales; además, podrían afectar la actividad biológica de los aceites.

Los aceites esenciales cítricos contienen gran cantidad de terpenos hidrocarbonados; los cuales no contribuyen mucho al sabor y aroma del aceite. También, son inestables cuando se exponen al calor o la luz y la solubilidad del todo el aceite en el alcohol disminuye. A causa de esto, a fin de estabilizar el producto final, estos tipos de compuestos deben ser eliminados. Afirma Borjas & Delgado, (2018): “la fracción oxigenada proporciona mucho el sabor intenso característico de aceites esenciales de cítricos los cuales se componen principalmente de alcoholes, aldehídos, cetonas, y ésteres”.

Los componentes de los aceites se clasifican en terpenoides y no terpenoides:

- No terpenoides: agrupa sustancias alifáticas de cadena corta, sustancias aromáticas, sustancias con azufre y sustancias nitrogenadas. No son tan importantes como los terpenoides en cuanto a sus usos y aplicaciones.
- Terpenoides: son los más importantes en cuanto a propiedades y comercialización. Son hidrocarburos básicos orgánicos que se encuentran en las plantas, incluido en muchas especies citrus. Los consumidores habituales los conocerán mejor como los aceites esenciales que provienen de las pegajosas glándulas de resina de la flor. Los terpenoides, también llamados isoprenoides, contienen más elementos químicos (átomos) que han sufrido oxidación.

La investigación desarrollada por Juárez, et al., (2010) partiendo del pericarpio de *Citrus sinensis* L. se obtuvo: “un rendimiento de aceite esencial de 0,4 por ciento p/v”. Este resultado se corresponde con las características geográficas, época y zona

de recolección del fruto, considerando que para un material fresco existe un intervalo de 0,07 a 0,20 por ciento de variación de una especie a otra.

La determinación de la composición química, realizada por CG/EM, permitió identificar los siguientes componentes químicos:

Limoneno,  $\beta$ -linalol, decanal y -pineno, (1S,5S)-(-)-. Existen evidencias de que estas sustancias constituyen un grupo de moléculas con actividad biológica ampliamente distribuida en los frutos cítricos y los vegetales, comprendiendo a flavonoides, antraquinonas, cumarinas, cromonas y otros. La obtención del aceite esencial de *Citrus sinensis* L. de 0,4 por ciento p/v concuerda con otro estudio en el que se obtuvo de 100 g de cáscaras un rendimiento de 0,35 por ciento p/v mientras que en otro estudio, se obtuvo un rendimiento de 0,6 por ciento, dato similar al encontrado en nuestro estudio (Juárez, et al., 2010)

Los resultados alcanzados por esta investigación se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Composición Química de *Citrus Sinensis*.

<b>Componentes Químicos</b>	<b>Tiempo de Retención en minutos</b>
<b>Limoneno</b>	1,79
<b><math>\beta</math>-Linalol</b>	2,03
<b>Decanal</b>	2,61
<b>2(10)-Pineno,(1S,5S)-(-)-</b>	1,55

**Fuente:** (Juárez, et al., 2010)

Toda la planta contiene aceite esencial y principios amargos (flavonoides), las hojas maduras pueden contener alcaloides, taninos y monoterpenos. Las flores contienen además glucósidos y cumarinas. El flavedo (cáscara) del fruto contiene: “ $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, mirceno, limoneno, p-cimeno,  $\gamma$ -terpineno, linanol, acetato de linalilo,  $\alpha$ -terpineol, citronelol, acetato de geranilo, N-metil antranilato de metilo, entre otros componentes” (Mazariegos, 2008)

**Tabla 2.** Composición Química de Citrus Reticulata.

Componentes Químicos	Tiempo de Retención en minutos
<b>a-pinene</b>	<b>2 - 3</b>
<b>b-pinene</b>	<b>1,5 - 2</b>
<b>b-mircene</b>	<b>1,5 - 2</b>
<b>Limonene</b>	<b>65 - 75</b>
<b>g-terpinene</b>	<b>16 -22</b>
<b>a-sinensal</b>	<b>0,1 - 0,5</b>

**Fuente:** (Martinez, 2022)

En el caso de la mandarina hay estudios que indican que tras el componente mayoritario se encuentra el óxido de (Z)-limoneno o el  $\beta$ -pineno, otro de los progenitores como es la pampelmusa tras el limoneno en mayor proporción el  $\beta$ -pineno.

### Fenoles Totales y Capacidad Antioxidante

Las flavanonas, flavonas y flavonoles son los flavonoides presentes en los cítricos. Aunque las flavonas y los flavonoles se han encontrado en bajas concentraciones en comparación con las flavanonas, han mostrado ser potentes antioxidantes, secuestradores de radicales libres o agentes que contribuyen a la acción anticancerígena y cardioprotectora, entre otras. Estos compuestos tienen aplicación en la estabilización de los alimentos debido a su habilidad de protegerlos contra la peroxidación, dadas estas propiedades que pueden aportar dichos compuestos, se plantea la alternativa de utilizarlos como antioxidantes naturales en grasas y aceites.

Por su actividad antioxidante y sus excelentes funciones biológicas, algunos autores Borjas & Delgado, (2018) los refieren como “sustitutos de los antioxidantes sintéticos existentes, pudiendo aportar beneficios tecnológicos, científicos, nutricionales y medicinales”. La propiedad antioxidante de algunos flavonoides es determinada por la estructura con una gran demanda debido a su efectividad, bajo costo y alta estabilidad.

Actualmente se ha presentado un gran interés en la industria alimenticia y en la medicina preventiva por la búsqueda de antioxidantes naturales principalmente por aquellos obtenidos de extractos vegetales. La tendencia de los consumidores por adquirir productos naturales que para tener esta característica requieren de antioxidantes naturales que sustituyan a los tradicionalmente utilizados o aquellos a base de químicos que pudieran resultar contraproducentes a la salud.

Un artículo titulado: Polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y hojas de doce cítricos realizado por (Ordoñez, Reátegui, & Villanueva, 2018) concluyen que el contenido de polifenoles totales entre las diferentes variedades de cítricos en cáscara y hojas mostró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). Con respecto a las diferentes variedades en cáscara de limón, el contenido de polifenoles mostró diferencias ( $p < 0,05$ ), siendo los limones tahití, mandarina y rugoso fueron mayores que limón sutil y limón cidra, mientras que, en hojas, el contenido de polifenoles totales fue mayor en limón mandarina, seguido por limón cidra, limón rugoso, limón tahiti y limón sutil; los resultados obtenidos se encuentran en el rango obtenido por diferentes investigadores. Estos resultados se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 3.** Cuantificación de Polifenoles Totales en 12 variedades de Cítricos.

Cítricos	Polifenoles totales (g AGE*/100g muestra)	
	Cáscara	Hojas
Lima dulce ( <i>C. limetta</i> )	1,25 ± 0,02 <sup>e</sup>	2,32 ± 0,05 <sup>bc</sup>
Limón cidra ( <i>C. medica</i> L.)	0,79 ± 0,02 <sup>g</sup>	2,04 ± 0,04 <sup>de</sup>
Limón mandarina ( <i>Citrus x limonia</i> )	1,43 ± 0,02 <sup>d</sup>	2,27 ± 0,05 <sup>c</sup>
Limón rugoso ( <i>C. jambhiri</i> Lushington)	1,42 ± 0,03 <sup>d</sup>	1,95 ± 0,04 <sup>e</sup>
Limón sutil ( <i>C. aurantifolia</i> Swingle)	0,96 ± 0,02 <sup>f</sup>	1,90 ± 0,04 <sup>e</sup>
Limón Tahiti ( <i>C. latifolia</i> )	1,51 ± 0,02 <sup>d</sup>	1,95 ± 0,04 <sup>e</sup>
Mandarina común ( <i>C. reticulata</i> )	3,22 ± 0,05 <sup>a</sup>	2,86 ± 0,04 <sup>a</sup>
Mandarina Cleopatra ( <i>C. reshni</i> )	2,19 ± 0,04 <sup>b</sup>	2,92 ± 0,04 <sup>a</sup>
Mandarina Río oro ( <i>C. reticulata</i> )	1,73 ± 0,04 <sup>c</sup>	2,49 ± 0,04 <sup>b</sup>
Naranja Valencia ( <i>C. sinensis</i> (L.) sbeck)	1,40 ± 0,04 <sup>d</sup>	1,68 ± 0,04 <sup>f</sup>
Tangelo ( <i>C. reticulata</i> x <i>C. paradisi</i> )	2,29 ± 0,02 <sup>b</sup>	2,29 ± 0,04 <sup>bc</sup>
Toronja ( <i>C. paradisi</i> Macf)	3,08 ± 0,03 <sup>a</sup>	2,18 ± 0,03 <sup>cd</sup>

Los valores representan (promedio ± SEM) datos provenientes del experimento (n = 3) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p ≤ 0,05). \* AGE: Ácido Gálico Equivalente.

**Fuente:** (Ordoñez, Reátegui, & Villanueva, 2018)

En cuanto a las variedades de mandarina, la mandarina común > mandarina cleopatra > mandarina río oro “con 3,22 ± 0,05; 2,19 ± 0,04 y 1,73 ± 0,04 g AGE/100 g cáscara respectivamente” (Ordoñez, Reátegui, & Villanueva, 2018); Otros autores sometieron cáscara de mandarina (*C. reticulata*) a tratamiento con ultrasonido a baja y alta frecuencia “obteniendo 10,9 - 15,6 mg AGE/g peso fresco y 22,8 - 28,7 mg AGE/g peso fresco. Respecto a cáscara de mandarina río oro, se obtuvo 1,73 ± 0,04 g AGE/100g muestra seca”, esta mandarina es un híbrido que presentó variación con respecto a las otras variedades de mandarina investigadas.

La mayor cantidad de polifenoles mediante extracción metanólica en mandarina Satsuma (*C. unshiu* Marc.) y Ponkan (*C. poonensis* Hort. ex Tanaka) obteniendo 55 y 50 mg AGE/g peso seco aproximadamente. Sin embargo, en muestras de hojas, las variedades de mandarina común y mandarina cleopatra mostraron diferencias (p < 0,05) con respecto a la cáscara de mandarina río oro, resultados obtenidos por Ordoñez, Reátegui, & Villanueva, (2018), vistos en la tabla 2.

El contenido de polifenoles en naranja valencia fue mayor en hojas que en cáscara con 1,68 ± 0,04 g AGE/ 100 g muestra y 1,40 ± 0,024 g AGE/ 100 g muestra, cabe indicar que los principales compuestos fe-

nólicos presentes en la naranja incluyen ácidos hidroxicinámicos (HCA) y flavonoides, entre los cuales flavanones son los más frecuentes. En cuanto a tangelo no hubo diferencia (p > 0,05) en el contenido de polifenoles en cáscara y hojas con 2,29 g AGE/100 g muestra; con respecto al tangelo, se esperaba en cáscaras liofilizadas y extracto acuoso el mayor contenido de polifenoles en Tangelo (*C. reticulata* x *C. paradisi*) 1103,8 ± 1,9 mg AGE/100 ml comparado con naranja (*C. sinensis*) 988,9 ± 32,7 mg AGE/100 ml y limón (*C. aurantifolia*) 886,5 ± 25,1 mg AGE/100 ml” (p. 30).

En referencia a la toronja, el contenido de polifenoles “en cáscara fue mayor que en hojas (3,08 ± 0,03 g AGE/ 100 g muestra seca; 2,18 ± 0,03 g AGE/ 100 g)” (Ordoñez, Reátegui, & Villanueva, 2018), en pomelo (*Citrus máxima*) el contenido de polifenoles totales en hojas con diferente polaridad de solventes vario “entre 2,99 a 5,57 g AGE/100 g y en cáscaras entre 2,62 a 6,88 g AGE/100 g)” menciona que los flavanones, flavones y flavonoles son los tres tipos de flavonoides presentes en frutos cítricos y los más significativos son hesperidina, naringina y eriocitrina.

El contenido de compuestos fenólicos extraíbles de las muestras de cáscaras de naranja, mandarina y toronja, se muestran en la siguiente tabla. El análisis estadístico

mostró la existencia de diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las muestras en estudio según el autor.

**Tabla 4.** Polifenoles totales extraíbles, expresados como equivalentes de ácido gálico y actividad de barrido de radicales libres DPPH $\cdot$ , en las harinas de cáscaras de la naranja, mandarina y toronja.

Cascara	Polifenoles T.	DPPH		
		EC <sub>50</sub> (g muestra, b.s./g DPPH*)	T <sub>EC50</sub> (min)	EA (1/EC <sub>50</sub> *T <sub>EC50</sub> )
Naranja	43,3a ± 0,39	76,4b ± 0,81	51,1c ± 1,22	0,004
Mandarina	5,44b ± 0,2	1,92c ± 0,23	56,35a ± 0,43	0,008
Toronja	46,36 ± 0,70	66,88 ± 2,32	38,88 ± 0,56	0,0050

**Fuente:** (Rincón, Vásquez, & Padilla, 2005)

Un indicador importante para conocer la capacidad antioxidantes de frutas y vegetales es el secuestro de radicales libres por polifenoles, en este caso la actividad antioxidante Vega & Torres, (2022) trabajaron con esta metodología:

Se tomó 1 ml de solución de  $\beta$ -caroteno (0.4 mg/ml en cloroformo) evaporando hasta sequedad posteriormente se agregaron 0.02 ml de ácido linoleico, 0.2 ml de Tween 20 y 0.2 ml de los extractos crudos, agregándose 20 ml de agua oxigenada al 5%, se determinó su absorbancia a 470 nm, posterior a ello, las muestras se sometieron auto-oxidación térmica en baño a 50 °C, leyendo su absorbancia cada 10 minutos durante 120 minutos, preparando un estándar con ácido ascórbico y un control con metanol al 80%, además de un blanco con agua destilada (p. 55 ).

Para la evaluación de la actividad antioxidante en los extractos de la cáscara de naranja valencia se utilizó por (Vega & Torres, 2022) el método de decoloración del  $\beta$ -caroteno, el valor de la actividad antioxidante se calculó teniendo en cuenta la ecuación mostrada a continuación como un porcentaje de inhibición relativa para el control, la actividad antioxidante:

$$AA = \frac{(R_{control} - R_{muestral})}{R_{control}} * 100$$

$$R = \left( \ln \frac{AO}{At} \right) / t$$

La capacidad antioxidante en cáscara y hojas de las diferentes variedades de cítricos frente al radical DPPH y ABTS+; alcanzada por (Ordoñez, Reátegui, & Villanueva, 2018) de acuerdo con el parámetro IC50, bajos valores reflejan una alta capacidad para inhibir radicales libres se muestra a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 5.** Actividad Antioxidante de 12 variedades de cítricos frente al radical DPPH y ABTS<sup>+</sup>.

Variedades de Citricos	Actividad antioxidante IC <sub>50</sub>			
	Cáscara		Hojas	
	DPPH (mg/mL)	ABTS <sup>+</sup> (µg/mL)	DPPH (mg/mL)	ABTS <sup>+</sup> (µg/mL)
Lima dulce ( <i>C. limetta</i> )	3,06 ± 0,94 cd	336 ± 15,0 a	1,08 ± 0,05 d	198,4 ± 5,3 bcde
Limón cidra ( <i>C. medica</i> L.)	2,99 ± 0,72 cd	272 ± 10,1 bc	1,04 ± 0,04 d	206,7 ± 7,4 abc
Limón mandarina ( <i>Citrus x limonia</i> )	3,06 ± 0,07 cd	240 ± 9,8 bc	0,92 ± 0,05 de	180,9 ± 6,1 cdef
Limón rugoso ( <i>C. jambhiri</i> Lushington)	4,26 ± 1,23 a	247 ± 9,1 bc	1,85 ± 0,04 a	234,6 ± 7,2 a
Limón sutil ( <i>C. aurantifolia</i> Swingle)	3,55 ± 0,09 b	281 ± 10,3 b	1,58 ± 0,02 bc	210,3 ± 7,8 ab
Limón Tahiti ( <i>C. latifolia</i> )	2,68 ± 0,71 d	183 ± 5,9 e	1,52 ± 0,04 bc	180,3 ± 3,7 cdef
Mandarina común ( <i>C. reticulata</i> )	1,97 ± 0,06 e	193 ± 4,0 de	1,39 ± 0,04 c	199,3 ± 5,8 bcd
Mandarina Cleopatra ( <i>C. reshni</i> )	1,88 ± 0,05 e	172 ± 3,6 e	1,55 ± 0,04 bc	157,3 ± 3,2 f
Mandarina Río oro ( <i>C. reticulata</i> )	2,19 ± 0,07 e	235 ± 8,1 cd	1,64 ± 0,039 ab	171,0 ± 5,6 def
Naranja Valencia ( <i>C. sinensis</i> (L.) Osbeck)	3,39 ± 0,08 bc	182 ± 7,7 e	1,69 ± 0,04 ab	204,0 ± 4,6 bc
Tangelo ( <i>C. reticulata</i> x <i>C. paradisi</i> )	2,75 ± 0,09 d	156 ± 3,5 e	0,76 ± 0,03 e	169,2 ± 5,1 ef
Toronja ( <i>C. paradisi</i> Macf)	2,94 ± 0,08 d	150 ± 4,9 e	1,52 ± 0,04 bc	205,3 ± 4,8 bc

Los valores representan (promedio ± SEM) datos provienen del experimento (n = 3) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p ≤ 0,05).

**Fuente:** (Ordoñez, Reátegui, & Villanueva, 2018)

Los extractos metanólicos de las cáscaras de variedades de mandarina común, mandarina Cleopatra y mandarina río oro, no mostraron diferencia significativa para secuestrar radicales DPPH, mientras que en el secuestro de radical ABTS<sup>+</sup> el extracto de mandarina Cleopatra resulto ser superior a la mandarina río oro. La cáscara de mandarina (*Citrus reticulata*), es una fuente rica de compuestos que benefician a: la salud, incluida la vitamina C, carotenoides y antioxidantes polifenólicos. El extracto de la hoja de mandarina común fue superior al extracto de mandarina río oro mientras que entre mandarina Cleopatra y mandarina río oro no hubo diferencia estadística, la actividad antioxidante contra el ABTS<sup>+</sup> de las hojas de mandarina Cleopatra fue superior a la mandarina común. Afirma Ordoñez, Reátegui, & Villanueva, (2018) en cáscara de naranja valencia:

La actividad antioxidante frente a DPPH fue mayor que en ABTS<sup>+</sup> con 3,39 ± 0,08 mg/ml y 182 ± 7,7 µg/ml, de manera similar, en hojas, la mayor actividad antioxidante fue 1,69 ± 0,04 mg/ml y 204,0 ± 4,6 µg/ml. La actividad antioxidante frente al DPPH del extracto metanólico de cáscara de tangelo fue menor frente al extracto de hojas con 2,75 ± 0,09 mg/ml y 0,76 ± 0,03 mg/ml;

cuantifica naringina en los extractos acuoso y metanólico: 81,1727 mg/g y 49,9399 mg/g respectivamente en la cáscara de naranja tangelo (*Citrus reticulata* x *Citrus paradisi*) (p. 34).

Con respecto al ABTS<sup>+</sup>, concluye (Ordoñez, Reátegui, & Villanueva, 2018) el extracto de cáscara fue mayor que el extracto de hojas “con 156 ± 3,5 µg/ml y 169,2 ± 5,1 µg/ml, un comportamiento similar, mostro el extracto metanólico de toronja”, la actividad antioxidante frente al DPPH del extracto de hojas, fue mayor al extracto de cáscara “con 1,52 ± 0,04 mg/ml y 2,94 ± 0,08 mg/ml, en el secuestro de ABTS<sup>+</sup>, el extracto metanólico de cáscara fue mayor que el extracto de hojas 150 ± 4,9 µg/ml y 205,3 ± 4,8 µg/ml”.

### Conclusión

Actualmente se ha presentado un gran interés en la industria alimenticia y en la medicina preventiva por la búsqueda de antioxidantes naturales principalmente por aquellos obtenidos de extractos vegetales. La tendencia de los consumidores por adquirir productos naturales no de cualquier tipo sino requieren de antioxidantes naturales que sustituyan a los tradicionalmente utilizados o aquellos a base de químicos que



podrían resultar contraproducentes a la salud, abre caminos a estudios en plantas y su composición química.

El material de desecho de los cítricos está constituido principalmente por cáscaras, semillas y membranas capilares de los cuales se pueden obtener: harinas cítricas, pectina cítrica, aceites esenciales, pigmentos y productos cítricos especiales; así como también compuestos bioactivos que tienen efectos benéficos sobre la salud, tales como la fibra, y los polifenoles en especial los flavonoides, con una ventaja en cuanto a producción de antioxidantes a partir de estos elementos, las investigaciones consultadas lo avalan.

La presencia de los limonoides (limonin y nomilín) y flavonoides (limoneno, el citral, citronelal, linalol, nerol, etc.) les dan los sabores profundos. Por ejemplo, las flores de naranja son conocidas por su peculiar aroma conocido como aroma de azahar. Estos aromas naturales pueden ser extraídos y utilizados en un uso industrial para la preparación de los perfumes y aromas. Son estos fitoquímicos que dan a estas plantas sus propiedades medicinales características, son reconocidos como muy buenos antioxidantes capaces de neutralizar los radicales libres y prevenir el desarrollo de células cancerosas.

Dentro de los cítricos, la mayoría de los fitoquímicos son numerosos flavonoides con altas cantidades de carotenoides (como el betacaroteno), la rutina, la hesperidina, luteína, zeaxantina, licopeno, etc. La vitamina C que la mayoría de estas frutas proporcionan, además de ser un potente antioxidante, ha sido utilizado desde siempre por sus propiedades antiescorbúticas y para mejorar la recuperación y síntomas en enfermedades tales como resfriados y gripe.

De la revisión y análisis de las fuentes puede observarse que el extracto de mandarina presentó mayores valores de aceites esenciales que los extractos de naranja y toronja; lo que indica una mayor eficiencia como an-

tioxidante que se correlaciona con el mayor contenido de Polifenoles. El menor efecto de los cítricos consultados se observó en la citrus máxima, de la cual no se pudo obtener información de su composición química para compararlas con la naranja y la mandarina. Otro elemento a destacar es que la mayor concentración de antioxidantes y vitaminas provienen de las hojas, seguido de las cáscaras en todos los cítricos estudiados.

De las muestras estudiadas la cáscara de mandarina reflejó una mayor concentración de polifenoles totales y como consecuencia una mayor eficiencia antirradical, así como un mayor nivel de fibra dietética, carotenoides, calcio y magnesio. Estas características le confieren un gran potencial en la formulación de alimentos funcionales, aprovechando en un solo ingrediente las propiedades de la fibra, los compuestos antioxidantes y los carotenoides.

## Bibliografía

- Borjas, D., & Delgado, D. (2018). Evaluación del rendimiento, calidad y actividad antioxidante del aceite esencial de cáscara de naranja fresca de la especie *Citrus maxima* (Burm.) Merr. Familia Rutaceae, obtenido por dos métodos de extracción. Quito: UCE. Retrieved 2022, from <http://www.ds-pace.uce.edu.ec>
- Contreras, E., & Ruiz, J. (2012). Estudio comparativo de dos métodos de extracción para el aceite esencial presente en la cáscara de pomelo (*Citrus máxima*). Universidad de Cartagena. Cartagena. Retrieved 2022, from <https://repositorio.unicartagena.edu.co>
- Juarez, J., Castro, A., Jaúregui, A., Lizano, J., Carhuapoma, M., Choquesillo, F., & Félix, L. (2010). Composición química, ACTIVIDAD antibacteriana del Aceite Esencial de *Citrus sinensis* L. (Naranja dulce) Y Formulación de una forma farmacéutica. *Ciencia e Investigación*, 13(1), 9 - 13. Retrieved 2022, from <https://sisbib.unmsm.edu.pe>
- Martínez, L. (2022). Lozano. Retrieved from Aceite Esencial de *Citrus Reticulata*: <https://www.esenciaslozano.com/>
- Mazariegos, J. (2008). Identificación y cuantificación de los componentes principales del aceite esencial del flavedo (cáscara) de *Citrus reshni* (Man-

darina Cleopatra), *Citrus reticulata* (Mandarina común) y *Citrus reticulata* Blanco o *Citrus tangerina* por medio de Cromatografía. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Retrieved 2022

Ordoñez, E., Reátegui, D., & Villanueva, J. (2018). Polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y hojas de doce cítricos. *Scientia Agropecuaria*, 9(1). doi:org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.13

Rincón, A., Vásquez, A., & Padilla, F. (2005, Septiembre). Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 55(3). Retrieved 2022, from <http://ve.scielo.org>

Vega, N., & Torres, M. (2022). Evaluación de compuestos fenólicos de (*Citrus sinensis*) y su capacidad antioxidante. *Ciencia en Desarrollo*, 12(2). doi:org/10.19053/01217488.v12.n2.2021.11635

#### **CITAR ESTE ARTICULO:**

Alarcon Mite, A. I., Mora Loo, J. L., Cabrera Casillas, D. O., & Garcia Larrera, F. S. (2022). Estudio Comparativo de la Composición Química, Fenoles Totales y Actividad Antioxidante de *Citrus sinensis*, *Citrus reticulata* y *Citrus máxima*. *RECIAMUC*, 6(3), 535-545. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(3\).julio.2022.535-545](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.535-545)

