LIFE Science Hub
JOURNAL OF SCIENCE
EXPANDING KNOWLEDGE ABOUT NUTRITION AND HEALTH

ORIGINAL RESEARCH

# Los catabolitos tetrapirrólicos incoloros de la clorofila encontrados en la fruta en proceso de maduración son antioxidantes eficaces: revisión de las pruebas

**Dott. A. Conte**[1]

1 Biólogo nutricionista, Italy

## 1. ABSTRACT

La publicación analizada examinó la relación entre la maduración de la fruta, la degradación de la clorofila y la formación de catabolitos tetrapirrólicos incoloros, actualmente incluidos en la familia de las filobilinas. El texto completo y el resumen no están disponibles en el material proporcionado; por lo tanto, no es posible verificar directamente la muestra, los procedimientos experimentales, las concentraciones, los análisis estadísticos o la magnitud del efecto observado en el estudio original. No obstante, el título de la publicación y el contexto bibliográfico indican que la investigación se citó para documentar las propiedades antioxidantes de los compuestos derivados de la clorofila en la fruta en proceso de maduración.En el apartado de “La elección de Vivir en la Salud o en la Enfermedad” del Dr. A. Colonnese y R. Panzironi, el estudio contribuye al pasaje según el cual la recolección temprana y la maduración artificial pueden reducir las sustancias fitoquímicas protectoras presentes en la fruta madura. Estudios independientes confirman que, durante la pérdida del color verde, las filobilinas aumentan en algunos productos vegetales y que ciertas filobilinas muestran actividad antioxidante en extractos, sistemas químicos y células. Sin embargo, estas pruebas no demuestran que la recolección temprana reduzca el beneficio sanitario de la fruta en los seres humanos, ni que un solo compuesto explique el valor nutricional global de un alimento.

ONLINE ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

**Published:** November 10, 2026
**Updated:** November 11, 2026

**DOI** 10.5281/zenodo.24140682

MISSION

LIFE Science Hub – Journal of Science nace con el objetivo de hacer accesible el saber científico sin renunciar al rigor metodológico, a la calidad de las fuentes y a la autoridad de los contenidos. La revista promueve la difusión del conocimiento en las ciencias de la salud, de la nutrición, de la medicina y de la longevidad, creando un puente entre el mundo de la investigación y la sociedad.

A través de artículos, revisiones, análisis en profundidad y aportaciones de expertos, el Journal pone en valor la medicina y la ciencia basadas en la evidencia, favoreciendo una correcta interpretación de los datos científicos y combatiendo la desinformación. Cada contenido se desarrolla con el objetivo de traducir la complejidad de la investigación en información comprensible, útil y aplicable, manteniendo intactos los principios de exactitud, transparencia e independencia científica.

Libre de condicionamientos políticos, industriales y comerciales, la revista se propone como un espacio editorial autorizado e independiente, dedicado a la promoción de la cultura científica, de la actualización profesional y del crecimiento de la conciencia sanitaria en la población.

## 2. ESTUDIO ANALIZADO

La pregunta de investigación que se puede deducir del título era si, en la fruta que pierde el color verde durante la maduración, se forman catabolitos de la clorofila con actividad antioxidante. Un antioxidante es una sustancia que, en una prueba determinada, puede ralentizar las reacciones de oxidación causadas por moléculas reactivas. Esto no equivale automáticamente a demostrar un beneficio para la salud de quien consume ese alimento.La pertinencia con el párrafo del libro se refiere a un punto específico: la fruta madura puede contener compuestos fitoquímicos que no son evidentes por el color o por el contenido de vitaminas tradicionalmente medidas. La publicación objeto de la Revisión de las pruebas es, por tanto, pertinente para la narración porque vincula la maduración y la degradación de la clorofila con la aparición de compuestos potencialmente antioxidantes. Sin embargo, no puede, por sí sola, demostrar que la recolección temprana o la maduración con etileno reduzcan dichos compuestos, ni establecer efectos clínicos en los seres humanos.

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS DEL ESTUDIO ORIGINAL

El material disponible para esta Revisión de las pruebas no contiene el texto completo ni el resumen de la publicación original. En consecuencia, el diseño experimental, el número de frutos analizados, el cultivar, el origen de las muestras, el periodo de recolección, los criterios de selección, las condiciones de maduración, las técnicas de extracción, los métodos analíticos, los controles, las concentraciones probadas y los análisis estadísticos no se detallan en el material disponible.Tampoco se describen los criterios de valoración experimentales en el material proporcionado. A partir del título, solo se puede deducir que los autores identificaron catabolitos tetrapirrólicos incoloros de la clorofila en la fruta en proceso de maduración y evaluaron su actividad antioxidante. Sin embargo, esta deducción no permite reconstruir de manera fiable la metodología ni la solidez cuantitativa del estudio.

## 4. RESULTADOS

Dado que el texto y el resumen del estudio original no están presentes en la entrada, los resultados cuantitativos no se incluyen en el material disponible. Por lo tanto, no es posible indicar cantidades absolutas de los catabolitos, diferencias entre fruta verde y madura, valores de significación estadística, concentraciones experimentales o comparaciones con otros antioxidantes.El único resultado que puede extraerse con prudencia del título es que en la fruta en proceso de maduración se han encontrado catabolitos tetrapirrólicos incoloros de la clorofila y que estos han sido descritos como antioxidantes eficaces. Para el apartado del libro, el segmento científico relevante no es un efecto saludable genérico de la fruta, sino la posibilidad de que la maduración vegetal haga disponibles compuestos fitoquímicos específicos derivados de la degradación de la clorofila.

## 5. INTERPRETACIÓN

En términos sencillos, cuando una fruta pasa del verde a los colores más típicos de la maduración, una parte de la clorofila se transforma. Algunos productos finales de este proceso son las filobilinas, moléculas tetrapirrólicas, es decir, formadas por cuatro anillos químicos conectados entre sí. Su capacidad para reaccionar con radicales o ralentizar la oxidación puede medirse en el laboratorio.El punto defendido por la publicación objeto de la Revisión de las pruebas es, por tanto, que la maduración y la degradación de la clorofila pueden ir acompañadas de la formación de compuestos incoloros con actividad antioxidante. Es una correspondencia biológica coherente con la frase del libro sobre los potentes antioxidantes presentes en la fruta madura. La limitación esencial es que la actividad antioxidante en probeta o en células no demuestra la absorción intestinal, las concentraciones alcanzadas en el organismo, la reducción de enfermedades crónicas ni la superioridad nutricional de una fruta recolectada más tarde.

## 6. EVIDENCIAS INDEPENDIENTES DE CONFIRMACIÓN

Una investigación independiente sobre lechuga iceberg y pepinos almacenados mostró que las filobilinas aumentaban durante la pérdida del color verde. Los extractos obtenidos al final del

almacenamiento mostraron una mayor actividad antioxidante in vitro en comparación con los extractos de productos frescos. Los autores también aislaron filobilinas y estudiaron su actividad en células HEK293 y Caco-2, modelos de células renales embrionarias humanas y células intestinales humanas, respectivamente. Esta evidencia confirma la premisa general de que la degradación de la clorofila puede ir acompañada de compuestos antioxidantes, pero se refiere a hortalizas almacenadas y no a manzanas o peras maduras; además, los extractos contienen muchas sustancias, por lo que no prueban que todo el incremento de actividad dependa exclusivamente de las filobilinas [1].Un segundo estudio independiente caracterizó filoxantobilinas, filobilinas amarillas obtenidas de la transformación de productos de la degradación de la clorofila, en *Echinacea purpurea*. Las moléculas aisladas mostraron actividad antioxidante en un ensayo químico y una reducción de las especies reactivas del oxígeno en células HEK293. Las células también absorbieron estos compuestos. El resultado es biológicamente coherente con la narrativa del libro: los productos de la degradación de la clorofila pueden tener una actividad antioxidante medible. Sin embargo, no se refiere a la fruta, no evalúa la maduración comercial y no demuestra un efecto en humanos tras el consumo alimentario [2].Un análisis realizado en manzanas de la variedad Gala durante una fase controlada de almacenamiento identificó diez catabolitos de la clorofila, incluidas cinco filobilinas incoloras no fluorescentes. La abundancia y diversidad de estos compuestos aumentaban desde el inicio de la degradación de la clorofila. Este estudio confirma de forma directa el paso maduración de la manzana  aparición de filobilinas. No obstante, no midió la actividad antioxidante de los compuestos identificados ni beneficios biológicos o clínicos; por lo tanto, completa la cadena química pero no valida la totalidad de la afirmación nutricional [3].

## 7. EVIDENCIAS DISCORDANTES

No se han identificado evidencias directamente discordantes lo suficientemente pertinentes; esto no demuestra la ausencia de resultados contrarios. La evidencia disponible muestra principalmente que la degradación de la clorofila puede ir acompañada de la acumulación de filobilinas y que algunas filobilinas poseen actividad antioxidante en las pruebas experimentales.Sin embargo, existe una limitación interpretativa importante. En el estudio sobre las manzanas Gala, los autores documentaron la creciente presencia de filobilinas durante la maduración y la conservación, pero no verificaron que dichos compuestos aumentaran la capacidad antioxidante global del fruto ni que produjeran beneficios para la salud. Este resultado es neutro respecto a la actividad antioxidante, no contrario, pero impide extender automáticamente los datos químicos a una conclusión nutricional o clínica [3].

## 8. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

La tabla distingue la publicación objeto de la revisión de las investigaciones independientes y separa la demostración química o celular de las conclusiones aplicables a la alimentación humana.

### Quadro comparativo

| Referencia | Tipo de estudio | Población o modelo | Resultado principal | Dirección de la evidencia | Fuerza de la evidencia |
|---|---|---|---|---|---|
| Estudio original | Estudio experimental; detalles no reportados en el material disponible | Fruta en maduración; especie y número no reportados en el material disponible | El título indica la presencia de catabolitos incoloros de la clorofila con actividad antioxidante. | evidencia biológicamente coherente | preliminar |
| [1] | Estudio experimental en alimentos conservados, extractos y células | Lechuga iceberg, pepinos, células HEK293 y Caco-2 | Las filobilinas aumentaban con la conservación; los extractos finales mostraban mayor actividad antioxidante in vitro. | confirmación indirecta | moderada |
| [2] | Estudio celular y químico | Filoxantobilinas de Echinacea purpurea y células HEK293 | Las filoxantobilinas mostraban actividad antioxidante y reducían las especies reactivas del oxígeno en las células. | evidencia biológicamente coherente | moderada |
| [3] | Estudio analítico experimental | Manzanas Gala durante conservación controlada | Diez catabolitos de la clorofila aumentaban en abundancia y diversidad con la degradación de la clorofila. | evidencia neutra | moderada |

## 9. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

### CONCLUSIONES

El pasaje del libro relativo a la presencia de potentes antioxidantes en la fruta madura está respaldado a nivel mecanístico: la degradación de la clorofila puede producir filobilinas y algunas de estas moléculas muestran actividad antioxidante en pruebas de laboratorio y celulares. Sin embargo, la cadena no está demostrada hasta llegar a un beneficio clínico en humanos. Por lo tanto, es correcto hablar de compuestos fitoquímicos potencialmente protectores, mientras que sería excesivo utilizar estos datos para atribuir a la maduración de la fruta efectos sanitarios ciertos o cuantificados.

Aggiornato al 17/11/2026. Questo contenuto riflette una sintesi divulgativa delle evidenze scientifiche al momento della pubblicazione e non sostituisce il parere medico.

## 10. TRANSPARENCIA Y RESPONSABILIDAD CIENTÍFICA

La Inteligencia Artificial se ha empleado exclusivamente como herramienta de apoyo editorial y documental. Todos los contenidos, las interpretaciones, las citas bibliográficas y las conclusiones han sido verificados, revisados y aprobados por el autor, quien asume la plena responsabilidad científica de los mismos.

El manuscrito ha sido además sometido a una revisión por

pares (peer review) independiente antes de su publicación. Para garantizar la máxima transparencia, el historial completo del artículo, incluidas las fechas de envío, revisión, aceptación y publicación, así como la información sobre el proceso de revisión por pares, está disponible en la página dedicada al Historial del artículo.

## 11. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] **Rising levels of antioxidative phyllobilins in stored agricultural produce and their impact on consumer acceptance**
Karg et al., 2021
*npj Science of Food*
DOI: https://doi.org/10.1038/s41538-021-00101-7

[2] **Re-opening the stage for Echinacea research - Characterization of phylloxanthobilins as a novel anti-oxidative compound class in Echinacea purpurea**
Karg et al., 2019
*Phytomedicine*
DOI: https://doi.org/10.1016/j.phymed.2019.152969

[3] **Chlorophyll breakdown during fruit ripening: Qualitative analysis of phyllobilins in the peel of apples (Malus domestica Borkh.) cv. 'Gala' during different shelf life stages**
Gorfer et al., 2022
*Food Research International*
DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112061