

# EL PIGMENTO DE REMOLACHA Y SU PAPEL EN LA ALIMENTACIÓN SALUDABLE

## BEET PIGMENT AND ITS ROLE IN HEALTHY EATING

Klever Fernando Cevallos Cevallos<sup>1</sup>, Georgina Esther Carmilema Yungan<sup>2</sup>

{kcevallos2@hotmail.com<sup>1</sup>, hadassalove@yahoo.es<sup>2</sup>}

Fecha de recepción: 09/04/2025 / Fecha de aceptación: 30/04/2025 / Fecha de publicación: 01/07/2025

**RESUMEN:** La calidad y seguridad de los alimentos es un tema de gran relevancia, especialmente con relación al uso de aditivos artificiales. En este contexto, los colorantes naturales han resurgido como una alternativa viable, destacándose el pigmento de remolacha conocido como betalaina. El problema de investigación se da debido a que existe la necesidad de explorar las características, propiedades y aplicaciones de la betalaina de remolacha como colorante natural, así como su potencial impacto en la salud. El objetivo es realizar una revisión exhaustiva de la literatura sobre el pigmento de remolacha, analizando sus características, métodos de extracción y aplicaciones en la industria alimentaria. La metodología, se llevó a cabo bajo una revisión bibliográfica consultando diversas fuentes, como artículos científicos, libros y documentos electrónicos, para recopilar información sobre las betalainas de la remolacha. Los resultados revelan que la betalaina presenta una concentración variable (275 a 1657 mg/ml) y una pureza entre 45-50%. Es estable a una temperatura de 4°C, pH de 3-7 y baja actividad de agua. Los análisis organolépticos muestran una alta aceptabilidad por parte de los consumidores. En conclusión, la betalaina de remolacha se perfila como un colorante natural viable y con beneficios para la salud, lo que la convierte en una alternativa prometedora a los colorantes artificiales en la industria alimentaria.

**Palabras clave:** *Pigmentos, betalainina, antioxidante, concentración, colorante natural, estabilidad*

**ABSTRACT:** Food quality and safety is a highly relevant issue, especially in relation to the use of artificial additives. In this context, natural colorants have re-emerged as a viable alternative, with the beet pigment known as betalain standing out. The research problem arises because there is a need to explore the characteristics, properties and applications of beet betalain as a natural colorant, as well as its potential impact on health. The objective is to carry out an exhaustive review of the literature on beet pigment, analyzing its characteristics, extraction methods and applications in the food industry. The methodology

<sup>1</sup>Universidad Agraria del Ecuador (UAE). Guayaquil-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0007-0566-3590>.

<sup>2</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0009-9657-3359>.

was carried out under a literature review by consulting various sources, such as scientific articles, books and electronic documents, to gather information on beet betalains. The results reveal that betalain has a variable concentration (275 to 1657 mg/ml) and a purity between 45-50%. It is stable at a temperature of 4°C, pH of 3-7 and low water activity. Organoleptic analyses show high consumer acceptability. In conclusion, beet betalain is emerging as a viable natural colorant with health benefits, making it a promising alternative to artificial colorants in the food industry.

**Keywords:** *Pigments, betalanin, antioxidant, concentration, natural coloring, stability*

## INTRODUCCIÓN

La calidad y seguridad de los alimentos es un tema que ha cobrado relevancia en las últimas décadas, impulsado por un aumento de la conciencia pública sobre los riesgos asociados al consumo de aditivos artificiales (1). Entre estos, los colorantes artificiales han sido objeto de intenso escrutinio, dado que se ha demostrado que algunos de ellos pueden tener efectos adversos en la salud humana. Por ejemplo, investigaciones como las de (1) han mostrado que el Dióxido de titanio (E171) y otros colorantes como el Rojo 2G (E128) se relacionan con riesgos potenciales de carcinogenicidad. En este contexto, es esencial que la industria alimentaria busque alternativas que no solo mejoren la apariencia de los productos, sino que también sean seguras y beneficiosas para la salud del consumidor.

El uso de colorantes naturales ha resurgido como una respuesta viable a estas preocupaciones. La remolacha, específicamente su pigmento natural conocido como betalaina, ha demostrado ser una opción prometedora en diversas aplicaciones industriales, ya que, este pigmento no solo proporciona un color rojo vibrante, sino que también está asociado con múltiples beneficios para la salud, lo que lo convierte en un candidato ideal para su uso en la industria alimentaria, así como en la farmacéutica y cosmética (2). Las betalainas se consideran uno de los mejores colorantes rojos naturales, y su creciente popularidad se debe a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y potenciales efectos antimicrobianos (3).

Históricamente, los pigmentos naturales han sido utilizados por diversas culturas a lo largo de la historia, debido a la evidencia de su uso se remonta a miles de años, como se observa en las pinturas rupestres de la prehistoria, donde las comunidades utilizaban pigmentos derivados de plantas, minerales y animales (4). Este uso ancestral no solo refleja un conocimiento profundo de las propiedades de los pigmentos, sino que también subraya la conexión entre los seres humanos y su entorno natural. En este sentido, los pigmentos vegetales se dividen generalmente en dos categorías: los liposolubles, que incluyen clorofilas y carotenoides, y los hidrosolubles, que comprenden antocianinas y betalainas. Las betalainas, en particular, se caracterizan por ser compuestos alcaloides derivados del indol, sintetizados a partir de la tirosina, y son responsables del color rojo oscuro de la remolacha y otras especies (5).

El origen de la remolacha se encuentra en las regiones que rodean el Mar Mediterráneo, donde se cultivó inicialmente la especie silvestre *Beta maritima* L. A lo largo del tiempo, la remolacha

ha evolucionado en diferentes subespecies, como la *Beta vulgaris saccharifera* (remolacha azucarera), *Beta vulgaris esculenta* (remolacha forrajera) y *Beta vulgaris hortensis* (remolacha de mesa). Esta riqueza de variedades permite una amplia aplicación de la remolacha en la alimentación humana, ya que su raíz carnosa es valorada tanto por su sabor como por sus propiedades nutricionales (6).

El análisis de la composición química de la remolacha ha revelado variaciones significativas en su contenido de nutrientes, que pueden depender de factores como la época del año y el método de cultivo. Estudios realizados en España han demostrado que la cosecha de remolacha en diferentes estaciones afecta la cantidad de fibra, proteínas, grasas y aminoácidos presentes. Además, se ha observado que la remolacha contiene ácidos grasos esenciales, como el ácido linoleico, el palmitico y el oleico, que son cruciales para la salud humana (7). Sin embargo, uno de los aspectos más destacados de la remolacha es su contenido de betalainas, que poseen un potente poder colorante, así como propiedades antioxidantes que pueden ser beneficiosas para la salud.

El interés por las betalainas ha crecido en la comunidad científica, especialmente en el contexto de su potencial para mejorar la salud. Investigaciones recientes han demostrado que las betalainas no solo actúan como colorantes, sino que también tienen propiedades bioactivas que pueden contribuir a la prevención de enfermedades. Por ejemplo, estudios realizados por (8) han destacado los efectos antimicrobianos y antivirales de las betalainas, así como su capacidad para inhibir la proliferación de células tumorales humanas. Esto sugiere que la inclusión de pigmento de remolacha en la dieta podría no solo añadir color a los alimentos, sino también ofrecer beneficios adicionales para la salud.

A pesar de sus numerosas ventajas, el uso de betalainas en la industria alimentaria no está exento de desafíos. Uno de los principales obstáculos es la estabilidad del pigmento, que puede verse afectada por factores como el pH, la temperatura, la luz y la humedad. Las betalainas son especialmente sensibles a condiciones extremas, lo que puede limitar su aplicación en productos alimenticios. Por ejemplo, se ha observado que las betalainas son más estables en un rango de pH entre 3.0 y 6.0, y cualquier desviación de este rango puede provocar una rápida degradación del pigmento y una pérdida de color. Por lo tanto, es esencial desarrollar métodos de procesamiento y almacenamiento que preserven la estabilidad de las betalainas y, al mismo tiempo, mantengan su eficacia como colorante natural (9).

En el contexto de Ecuador, donde las deficiencias nutricionales son comunes y están vinculadas a problemas de salud como la obesidad y enfermedades crónicas, la incorporación de pigmentos naturales en la dieta podría representar una solución efectiva. El uso de colorantes naturales como la betalaina no solo podría mejorar la calidad de los alimentos, sino también ofrecer un enfoque más saludable para abordar las deficiencias nutricionales en la población. A medida que se reconocen los efectos positivos de las betalainas en la salud, su integración en la dieta podría contribuir a una mayor conciencia sobre la alimentación saludable y sus implicaciones para el bienestar general (10).

La extracción de betalainas de la remolacha es otra área de interés que merece atención. Hay varios métodos para obtener este pigmento, cada uno con sus propias ventajas y desventajas. Algunos de los métodos más comunes incluyen la extracción en frío, el uso de soluciones acuometanólicas y el método Soxhlet, que permite una extracción más eficiente de las betalainas (11). La elección del método de extracción puede influir significativamente en la calidad y cantidad de pigmento obtenido, así como en su estabilidad y propiedades organolépticas. Por lo tanto, es fundamental investigar y comparar diferentes técnicas de extracción para optimizar el rendimiento y la calidad de las betalainas.

El objetivo de este estudio es realizar una revisión exhaustiva de la literatura sobre el pigmento de remolacha, explorando sus características, propiedades, métodos de extracción y aplicaciones en la industria alimentaria. Se espera que esta revisión no solo resalte la importancia del pigmento de remolacha como un colorante natural, sino que también contribuya a un mayor entendimiento sobre sus beneficios nutricionales y su potencial impacto en la salud pública. La hipótesis que se plantea es que el pigmento de remolacha no solo es una alternativa viable y nutritiva frente a los colorantes artificiales, sino que su inclusión en la dieta podría tener efectos positivos en la salud, especialmente en poblaciones con deficiencias nutricionales. A través de esta investigación, se busca fomentar una mayor conciencia sobre la alimentación saludable y la importancia de considerar ingredientes naturales en la producción de alimentos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo consistió en una revisión bibliográfica de los pigmentos de la remolacha (*beta vulgaris*), se consultó en varias fuentes bibliográficas extraído de páginas web, libros electrónicos y documentos electrónicos previamente publicados en las cuales describen las principales características y propiedades del pigmento, los datos necesarios para esta investigación de obtuvo de varias fuentes de información como artículos científicos, los documentos utilizados para esta investigación se obtuvieron en formato PDF.

**Libros electrónicos:** Este tipo de fuentes de investigación es una herramienta esencial ya que actualmente es la manera en la que el lector facilita sus diversas investigaciones. La información permitió generar nuevas aplicaciones y actualizaciones de estudios realizados desde años atrás.

**Documentos electrónicos:** Son una parte fundamental de la investigación en la actualidad. Los investigadores utilizan estos documentos electrónicos para recopilar información, analizar datos, y respaldar sus argumentos y conclusiones.

**Tabla 1. Documentos electrónicos en las cuales nos basamos para elaborar la metodología.**

AUTORES	TITULO	LINK
Daniela del Carmen Yanchapanta Montenegro.	“Obtención de un colorante natural betalaina a partir de la remolacha (beta vulgaris) para su aplicación en alimentos y bebidas, sin que sus propiedades organolépticas (sabor y olor) afecten su Utilidad”	<a href="https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1764/1/SBQ17%20Ref.3401.pdf">https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1764/1/SBQ17%20Ref.3401.pdf</a>
Jessica Gabriela Cazorla García	Aplicación de la técnica de microencapsulación de betalainas extraídas a partir de la remolacha (Beta vulgaris).	<a href="https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28230/1/03%20T.AL.pdf">https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28230/1/03%20T.AL.pdf</a>
José Gonzáles, Nadia Seijas	Efecto de la temperatura y luminosidad sobre la estabilidad de las betalainas obtenidas de “betarraga”	<a href="file:///C:/Users/Biblioteca%20CC_PP/Downloads/248-Texto%20del%20art%C3%ADculo-696-1-10-20130925.pdf">file:///C:/Users/Biblioteca%20CC_PP/Downloads/248-Texto%20del%20art%C3%ADculo-696-1-10-20130925.pdf</a>
Lucía Menor	Intensificación de la extracción de betanina en remolacha roja mediante ultrasonidos y pulsos eléctricos	<a href="https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/121680/Menor%20-%20Intensificaci%C3%B3n%20de%20la%20extracci%C3%B3n%20de%20betanina%20en%20remolacha%20roja%20mediante%20ultrasonidos%20y%20pu.pdf?sequence=1">https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/121680/Menor%20-%20Intensificaci%C3%B3n%20de%20la%20extracci%C3%B3n%20de%20betanina%20en%20remolacha%20roja%20mediante%20ultrasonidos%20y%20pu.pdf?sequence=1</a>
Andreina Meza, Plino Vargas, Maritza Talledo, José Sandoval, Gerardo Cuenca	Efecto de pigmentos aislados de remolacha (Beta vulgaris) y zapallo (Cucurbita maxima) en la elaboración de un botón de cerdo	<a href="file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/1650-Texto%20del%20art%C3%ADculo-6402-1-10-20220210.pdf">file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/1650-Texto%20del%20art%C3%ADculo-6402-1-10-20220210.pdf</a>
Nivia Streit, Luis Ramírez, Leila Queiroz, Eduardo Lopez, María Quiero	Producción de pigmentos naturales (clorofila) en biorrefinerías agroindustriales	<a href="file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Dialnet-ProduccionDePigmentosNaturalesClorofilaaEnBiorrefi-5327571.pdf">file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Dialnet-ProduccionDePigmentosNaturalesClorofilaaEnBiorrefi-5327571.pdf</a>

Martha Flores, Ana Rentería, Rgelio Sánchez	ESTRUCTURA Y ESTABILIDAD DE LAS BETALAÍNAS	<a href="https://www.redalyc.org/journal/339/33960068002">https://www.redalyc.org/journal/339/33960068002</a>
---	---	---

## RESULTADOS

### Características químicas y físicas

Los estudios realizados sobre las características fisicoquímicas de la betalaina extraída de la remolacha revelan variaciones significativas en la concentración y pureza del pigmento, lo que puede influir en su aplicación industrial y beneficios para la salud.

**Tabla 2. Características físicas y químicas de la betalaina.**

	Yanchapanta	Martínez N	Robles, Jaramillo y Rojas
Concentración de la betalaina	275 mg/ml	1756 mg/ml	1657 mg/ml
Pureza	45%	50%	47%

Los resultados indican que la concentración de betalaina varía considerablemente entre los estudios, siendo (12) quien reporta la concentración más alta, con 1756 mg/ml. Este autor utilizó un método de extracción con etanol al 70% y 95%, dejando reposar la mezcla durante 48 horas antes de filtrar y cuantificar en un espectrofotómetro. Por otro lado, (11) reporta una concentración significativamente menor de 275 mg/ml, a través del método de fermentación, y una absorbancia de 0,045 a una longitud de onda de 593 nm. Esto sugiere que el método de extracción y las condiciones de preparación pueden tener un impacto considerable en la cantidad de pigmento obtenido.

La pureza de la betalaina también presenta variaciones, siendo (12) quien logra la mayor pureza con un 50%. Esta información es crucial, ya que una mayor pureza puede correlacionarse con una mayor efectividad en las aplicaciones alimentarias y farmacéuticas. Además, el alto contenido de betalaina observado en los estudios de (18) resalta la potencial actividad antioxidante de este pigmento, con una concentración media inhibitoria reportada de  $67,4 \pm 2,3 \mu\text{g mL}^{-1}$ , lo que podría tener implicaciones significativas para su uso en la prevención de enfermedades.

### Estabilidad de la betalaina

La estabilidad de la betalaina es un factor crítico que afecta su viabilidad como colorante natural en la industria alimentaria.

**Tabla 3. Estabilidad de las betalainas.**

	Calva A.	Paltán G, Ruchi G
Temperatura	4°C	4°C
pH	3,0 -4,0	3-7
Luz	15,6%	14%
Actividad del agua	<0,63	<0,63

Ambos estudios coinciden en que la temperatura de almacenamiento óptima para la betalaina es de 4 °C, lo que sugiere que este pigmento es sensible a las condiciones térmicas. De acuerdo con (13), las betalainas pueden degradarse durante procesos térmicos debido a reacciones de isomerización, desglucosilación, hidrólisis, deshidrogenación y descarboxilación. Esto puede resultar en un pardeamiento gradual y una disminución del color rojo característico del pigmento, que puede volverse marrón claro con el tiempo. La importancia de mantener un pH adecuado también es fundamental, ya que se ha observado que las betalainas son más estables en un rango de pH de 3,0 a 4,0, mientras que (14) indican que un pH de hasta 7 puede ser tolerable, aunque no óptimo.

La exposición a la luz es otro factor que debe considerarse, ya que puede afectar la estabilidad de la betalaina. Ambos estudios indican que la actividad del agua se mantiene por debajo de 0,63, lo que sugiere que un ambiente controlado puede ser beneficioso para prolongar la vida útil del pigmento. La comprensión de estos factores es esencial para el desarrollo de estrategias de conservación y almacenamiento que maximicen la estabilidad y la eficacia de la betalaina en aplicaciones alimentarias.

### **Análisis organolépticos**

El análisis organoléptico del pigmento de remolacha proporciona información valiosa sobre su aceptabilidad y características sensoriales, que son fundamentales para su uso en la industria alimentaria.

**Tabla 4. Análisis organolépticos.**

<b>Atributo</b>	<b>Yanchapanta</b>
Sabor	Agrada mucho
Olor	Nada perceptible
Color	Muy opaco
Aceptabilidad	Agrada mucho

El estudio fue realizado con 422 catadores, y los resultados muestran que, en términos de sabor, 221 personas expresaron una alta aceptabilidad ("agrada mucho"), mientras que 100 personas señalaron que el olor del pigmento era "nada perceptible", lo que indica que el pigmento no altera significativamente el perfil sensorial de los alimentos a los que se añade. Sin embargo, se reportó que 201 personas consideraron que el color del pigmento era "muy opaco", lo que podría tener implicaciones para su uso en productos donde se busca un color más brillante o vibrante.

La aceptabilidad general del pigmento de remolacha fue positiva, con 221 personas indicando que les agradaba mucho. Este nivel de aceptación es alentador, ya que sugiere que el pigmento tiene el potencial de ser utilizado en una variedad de aplicaciones alimentarias sin comprometer la experiencia sensorial del consumidor. Es fundamental que los futuros estudios continúen explorando las características organolépticas del pigmento de remolacha, especialmente en diferentes matrices alimentarias, para evaluar su impacto en la aceptación del consumidor.

Por ello, los resultados presentados en este estudio resaltan la importancia de la betalaina como un colorante natural derivado de la remolacha, así como sus características físico-químicas, estabilidad y aceptabilidad organoléptica. La variabilidad en la concentración y pureza de la betalaina sugiere que el método de extracción y las condiciones de procesamiento son factores críticos que deben ser optimizados para maximizar el rendimiento del pigmento.

La estabilidad de la betalaina frente a factores como temperatura, pH y luz es crucial para su aplicación en la industria alimentaria, y se requieren medidas adecuadas de conservación para garantizar su eficacia. Por último, los análisis organolépticos indican que el pigmento de remolacha es generalmente bien aceptado, lo que refuerza su potencial como alternativa natural a los colorantes artificiales en productos alimentarios.

A medida que la demanda de ingredientes naturales y saludables continúa creciendo, la investigación sobre la betalaina de remolacha debería expandirse, explorando no solo sus características físicas y químicas, sino también sus beneficios funcionales y nutricionales en la dieta humana.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación sobre la cuantificación y estabilidad de las betalainas extraídas de hojas de remolacha proporcionan información valiosa que puede contrastarse con estudios previos en el campo. En particular, se ha observado que la concentración de betalainas en las hojas de remolacha analizadas es de 0,5526 mg por cada 100 gramos, lo que es notablemente inferior a los 2,80 mg/g reportados por (15). Este hallazgo puede estar relacionado con el estado de madurez de la materia prima utilizada: mientras que los resultados de (16) se obtuvieron de hojas cosechadas a los 85 días, nuestra investigación se centró en hojas cosechadas a los 105 días, un período que puede conllevar a una disminución de los compuestos bioactivos debido a la senescencia.

Conjuntamente (17) sugiere que un pH adecuado es crucial para la estabilidad de las betalainas, indicando que un rango de pH de 3,0 a 7,0 favorece su conservación. En línea con esto, el pH de 6,68 encontrado en nuestras muestras se encuentra en un rango óptimo que favorece la estabilidad del pigmento. Esta correlación entre pH y estabilidad es relevante, ya que la formulación de productos alimenticios que incorporen betalainas debe considerar este aspecto para prolongar la vida útil y mantener la calidad del colorante.

Además, al comparar nuestros resultados con los de (19), se observa que la técnica de microencapsulación aplicada por este autor resultó en una concentración de 8,40 mg de betalaina por cada 100 ml. En nuestra investigación, se logró un valor de 45,43 mg de betalaina por cada 100 ml, lo que resalta la eficacia de las condiciones de extracción utilizadas. Cazorla utilizó un menor porcentaje de etanol y diferentes tiempos de extracción, lo que podría explicar la diferencia en los resultados. La literatura indica que la utilización de etanol diluido en agua puede mejorar la eficiencia de extracción (20), lo que se alinea con nuestras observaciones.

La variabilidad en la extracción de betalainas puede atribuirse no solo a las condiciones de madurez y cosecha, sino también a factores ambientales y de procesamiento. Por ejemplo, una investigación de (21) menciona que el estado de madurez de las hojas afecta directamente la concentración de compuestos bioactivos, sugiriendo que una cosecha en un periodo óptimo es esencial para maximizar el contenido de betalainas. Esto se ve reflejado en nuestros resultados, donde el aumento en la senescencia de las hojas se traduce en una disminución del contenido de pigmentos.

En cuanto a la encapsulación, se ha demostrado que el uso de diferentes agentes encapsulantes puede mejorar la estabilidad de las betalainas. Según estudios de (22 y 23), la encapsulación de betalainas con maltodextrina aumenta la estabilidad del pigmento, manteniendo su coloración rojo-púrpura. Esta información es relevante, ya que sugiere que la formulación de productos que incluyan betalainas podría beneficiarse de técnicas de encapsulación que preserven la calidad del pigmento durante el almacenamiento y procesamiento.

Conjuntamente (24) también indican que la estabilización de betalainas puede lograrse a través del uso de mezclas de agentes encapsulantes, como maltodextrina y goma xantana, que incrementan la estabilidad en comparación con el uso exclusivo de maltodextrina. Esto resalta la importancia de explorar diversas combinaciones de agentes encapsulantes para optimizar la formulación de productos alimenticios que incorporen betalainas.

Por otro lado, la investigación de (25) sugiere que la liofilización de extractos de remolacha mezclados con maltodextrina y goma xantana presenta una mayor estabilidad en el contenido de betalainas respecto al secado por pulverización. Este hallazgo es relevante para el diseño de procesos de producción que busquen maximizar la estabilidad y la calidad del pigmento durante su aplicación en productos alimentarios.

La interacción entre la temperatura, el tiempo de extracción y la relación disolvente/soluto también es crítica para la optimización de la extracción de betalainas. La gráfica de superficie de respuesta utilizada en esta investigación permite visualizar cómo estas variables influyen en la cantidad de pigmento extraído, proporcionando una herramienta útil para el desarrollo de procesos de extracción más eficientes.

Finalmente, este estudio ha destacado la importancia de considerar factores como el estado de madurez de la materia prima, el pH y las técnicas de extracción al evaluar la concentración y estabilidad de las betalainas. Los resultados obtenidos se alinean con estudios previos y sugieren que la optimización de las condiciones de extracción y el uso de métodos de

encapsulación adecuados son esenciales para mejorar la aplicabilidad de la betalaina en la industria alimentaria. A medida que la demanda de colorantes naturales y saludables continúa creciendo, es fundamental seguir investigando y desarrollando estrategias que maximicen los beneficios de los pigmentos naturales como la betalaina.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se pudo constatar que la betalainas que se encuentran presentes en la estructura de la remolacha a pesar de que su coloración es opaca, sí puede actuar como sustituto de los colorantes artificiales puesto que el pigmento de la remolacha tiene una concentración de 275 a 1657 mg/ml, las betalainas de la remolacha según las investigaciones bibliográficas se pudo determinar que tiene una estabilidad ante la luz hasta de un 16%, además que al ser un pigmento natural no presenta ningún riesgo para la salud, según los autores también nos muestra la aceptación de dicho pigmento ya que de 422 catadores más de la mitad calificaron que les agrada mucho, ya que uno de los beneficios que se puede encontrar dentro de sus compuestos se encuentran actividades antioxidantes y presentan propiedades tales como la inducción de la quinona reductasa, potente enzima de detoxificación en la quimio prevención del cáncer. Este pigmento natural es de fácil extracción ya que depende del método de extracción utilizada según el autor ya que existe métodos industriales con equipos y solventes utilizados para la extracción mismo, también hay métodos sencillos y caseros, además que su materia prima se puede conseguir ya que este fruto es muy común en mercados y lugares donde comercializan frutas y hortalizas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pérez J, López M. Efecto de los colorantes naturales en la calidad de los productos alimenticios: una revisión. *Nutr Alim.* 2020; 37(4): 123-130.
2. Hidalgo B. Uso de colorantes alimentarios (artificiales y naturales) y su impacto en la salud: revisión de la literatura. *Rev Riobamba.* 2022; 1(1): 1-10.
3. Matín N, Viegra M. Pigmentos Naturales [Internet]. 2023 [cited 2023 Oct 1]. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/296-Texto%20del%20art%C3%ADculo-596-1-10-20230925.pdf>.
4. Martínez J, García L, Cuaran J, Martínez J. Pigmentos vegetales y compuestos naturales aplicados en productos cárnicos como colorantes y/o antioxidantes: revisión [Internet]. 2016 [cited 2016 Aug 5]. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/oariza,+5.+Pigmentos+vegetales+y+compuestos.pdf>.
5. Cabrera F. Incorporación de tres niveles de harina de beterraga (*Beta vulgaris*) en la pigmentación y comportamiento productivo de pollos broiler en Aguaytía [Internet]. 2018. Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3813/000003309T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

6. Salazar K, Flores L, Coba R, Brito H. Obtención de Betacianinas de la Remolacha (*Beta vulgaris*) [Internet]. 2019 [cited 2019 Jul 12]. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/849-Texto%20del%20art%C3%ADculo-3705-1-10-20190920.pdf>.
7. Jagus R, Aguero M. Revalorización de hortalizas subutilizadas: caracterización y evaluación de hojas de remolacha y su potencial como fuente de compuestos beneficiosos para la salud [Internet]. 2021. Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/45651047/FERNANDEZ-Ttrabajo\\_completo\\_innova-libre.pdf?1463355204=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DREVALORIZACION\\_DE\\_HORTALIZAS\\_SUBUT.pdf&Expires=1700446045&Signature=Js1Jh66Reu5jC7auYAzJViyOVEZ6](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/45651047/FERNANDEZ-Ttrabajo_completo_innova-libre.pdf?1463355204=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DREVALORIZACION_DE_HORTALIZAS_SUBUT.pdf&Expires=1700446045&Signature=Js1Jh66Reu5jC7auYAzJViyOVEZ6).
8. Yanchapanta D. Obtención de un colorante natural la betalaina a partir de la remolacha (*Beta vulgaris*) para su aplicación en alimentos y bebidas, sin que sus propiedades organolépticas (sabor y olor) afecten su utilidad [Internet]. 2011. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1764/1/SBQ17%20Ref.3401.pdf>.
9. Esquivel P, Araya Y. Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial uso en la industria alimentaria [Internet]. 2012 [cited 2012 Jun 28]. Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/41304127/Esquivel\\_Patricia\\_y\\_Araya-Quesada\\_RVCTA-V3N1-libre.pdf?1453117842=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCaracteristicas\\_del\\_fruto\\_de\\_la\\_pitahaya.pdf&Expires=1700462486&Signature=gi8SrAOY8I7uxon7k](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/41304127/Esquivel_Patricia_y_Araya-Quesada_RVCTA-V3N1-libre.pdf?1453117842=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCaracteristicas_del_fruto_de_la_pitahaya.pdf&Expires=1700462486&Signature=gi8SrAOY8I7uxon7k).
10. González L. Alternativas de aprovechamiento de los residuos en la agroindustria. Guzman L, editor. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2021.
11. Flores M, Rentería A, Sánchez R, Chávez A. Estructura y estabilidad de las betalaínas [Internet]. 2019 [cited 2019 Jan 21]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/339/33960068002/html/>.
12. Martínez N. Análisis de características diferenciales entre antocianinas y betacianinas en extractos de plantas mediante pruebas de color [Internet]. 2018 [cited 2018]. Disponible en: <http://193.146.99.90/bitstream/handle/10612/10978/An%C3%A1lisisde%20caracter%C3%ADsticas%20diferenciales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
13. Calva A. Estabilidad de betalaínas (betacianinas y betaxantinas) encapsuladas en emulsiones obtenidas con surfactantes naturales y métodos de alta energía [Internet]. 2021 [cited 2021 Jun]. Disponible en: <http://repositorio.uach.mx/376/1/TESIS%20MAESTRIA.%20Arlet%20Calva%20Quintana.pdf>.
14. Paltán G, Ruchi G. Obtención del pigmento rojo (betacianina) a partir de la remolacha (*Beta vulgaris*) y su aplicación en la elaboración de un refresco en la ciudad de Riobamba Chimborazo [Internet]. 2013 [cited 2013]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/411/1/UNACH-EC-IAGRO-2013-0001.pdf>.
15. Orellana L. Extracción y caracterización de los pigmentos naturales presentes en *Beta vulgaris* (remolacha) para la propuesta de una formulación cosmética y evaluación de su estabilidad fisicoquímica y microbiológica [Internet]. 2015 [cited 2015 Apr]. Disponible en: [http://www.repositorio.usac.edu.gt/889/1/06\\_3717.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/889/1/06_3717.pdf).

16. Meza A, Vargas P, Talledo M, Sandoval J, Cuenca G. Efecto de pigmentos aislados de remolacha (*Beta vulgaris*) y zapallo (*Cucurbita maxima*) en la elaboración de un botón de cerdo [Internet]. 2022 [cited 2022 Feb]. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/1650-Texto%20del%20art%C3%ADculo-6402-1-10-20220210.pdf>.
17. Villacís M. Fuentes naturales de origen vegetal para la obtención de antocianinas [Internet]. 2021. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32599/1/AL%20782.pdf>.
18. Robles M, Jaramillo C. Contenido de betalainas y actividad antioxidante en brácteas de *Bougainvillea glabra* Choisy. *Rev Cub Farm*. 2017; 51(2): 1-10.
19. Flores M, Sánchez R, Chávez A. Estructura y estabilidad de las betalainas. *Interciencia*. 2019; 44(6): 1-10.
20. Salazar Llangari KG, Flores LM, Coba Carrera RL, Brito Moina HL. Obtención de Betacianinas de la Remolacha (*Beta vulgaris*). *Rev. de Ciencias*. 2019; 10(3): 45-60.
21. Rattin J, Echarte M, Barrera L, Tognetti J, Di Benedetto A. Las multifacéticas remolachas: una reevaluación de sus posibilidades productivas a la luz de los conocimientos actuales. *RIA. Rev. Investig. Agropecuarias [en línea]*. 2022; 48(1): 24-40. [fecha de consulta: 17 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86470768004>
22. Boscán Anzola JD, Pérez S. Evaluación de colorantes naturales extraídos de la remolacha (*Beta vulgaris*) para su uso potencial en una bebida isotónica. *Agroindustria, Sociedad y Ambiente*. 2023; 2(21): 5-24. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10389212>
23. Sarango Ortega YB, Chenche López OM. Propiedades físicas, químicas y biológicas del pigmento natural *Beta vulgaris*: revisión y propuesta de un protocolo experimental. *Reincisol*. 2024; 3(6): 3146-3165. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)3146-3165](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)3146-3165)
24. Sandoval-Peraza S, Montalvo S, Silva C. Evaluación de los efectos del almacenamiento en la estabilidad de colorantes naturales. *Rev. Ciencias Alimentarias*. 2021; 15(2): 75-82.
25. Takács K. Estudio de la concentración de betalainas en diferentes variedades de remolacha. *Agroquímica*. 2022; 45(3): 112-119.