

# EXTRACCIÓN DE ANTOCIANINAS DE REPOLLO MORADO (BRASSICA OLERACEA) Y CEBOLLA MORADA (ALLIUM CEPA) COMO SUSTITUTOS DE LOS INDICADORES DE PH DE ORIGEN SINTÉTICO

## EXTRACTION OF ANTHOCYANINS FROM PURPLE CABBAGE (BRASSICA OLERACEA) AND RED ONION (ALLIUM CEPA) AS SUBSTITUTES FOR SYNTHETIC PH INDICATORS OF ORIGIN

Beatriz Elizabeth Arteaga B.<sup>1</sup>

Sofía Verónica Oquendo C.<sup>2</sup>

María Nathalia Vallejo B.<sup>2</sup>

Ruby Cristina Mora R.<sup>2</sup>

### RESUMEN

El propósito de este trabajo es extraer las antocianinas del repollo y cebolla morados y utilizarlos como sustituto de los indicadores sintéticos que son costosos, tóxicos para la salud y contaminan el medio ambiente. Las antocianinas se utilizarán para identificar cualitativamente el carácter ácido, neutro y básico de diferentes sustancias y como indicadores en titulaciones ácido-base.

Actualmente, los indicadores utilizados en el laboratorio provienen de un origen sintético como es el caso de la fenolftaleína, considerada por la reglamentación Europea como un producto potencialmente tóxico, recomiendan la sustitución por productos menos peligrosos (Chinchón Yepes, 2016). La metodología utilizada para extraer las antocianinas fue una extracción acuosa, utilizando agua como solvente y calentando por aproximadamente 10 minutos, luego se almacenó el indicador en un frasco ámbar para evitar la degradación de las antocianinas y seguido de esto se determinó el pH de sustancias como bicarbonato, zumo de limón, leche, cloro, clara de huevo y agua. Los resultados de pH de estas sustancias se compararon con estudios que se reportan en la bibliografía. En el caso del bicarbonato, se presentó una desviación del 20 %, mientras que en las demás sustancias fue menor al 14 %. En conclusión, las antocianinas procedentes del repollo morado funcionan como indicador natural de pH; un sistema prometedor son los estudios en métodos de conservación para utilizar en aplicaciones pedagógicas de laboratorio.

**Palabras claves:** antocianinas, indicadores naturales de pH, Brassica oleracea, Allium cepa.

<sup>1</sup> Facilitadora Tecnoacademia, línea de formación Química, Tecnoacademia, Túquerres, Centro Sur Colombiano de Logística Internacional, Ipiales, Colombia, bearteaga523@misena.edu.co

<sup>2</sup> Aprendices Tecnoacademia de básica-secundaria, línea de formación química, Tecnoacademia, Túquerres, Centro Sur Colombiano de Logística Internacional, Ipiales, Colombia.

## ABSTRACT

The purpose of this work is to extract anthocyanins from cabbage and purple onions, and use them as a substitute for synthetic indicators are costly, toxic to health and pollute the environment. Anthocyanins will be used to qualitatively identify the acidic, neutral and basic character of different substances and as indicators in acid-base titrations. Currently, the indicators used in the laboratory come from a synthetic origin, as is the case of phenolphthalein where the European regulations consider it as a potentially toxic product and recommend the replacement by less dangerous products. The methodology used to extract the anthocyanins was an aqueous extraction, using water as a solvent and heating for approximately 10 minutes, subsequently the indicator was stored in an amber bottle to prevent the degradation of anthocyanins and followed by this the pH was determined of substances such as: bicarbonate, lemon juice, milk, chlorine, egg white and water was determined of substances such as: bicarbonate, lemon juice, milk, chlorine, egg white and wáter. The pH results of these substances were compared with that reported in the literature, in the case of bicarbonate there was a deviation of 20%, while in the other substances it was less than 14%. In conclusion, anthocyanins from purple cabbage function as a natural indicator of pH, studies in conservation methods is a promising system for use in laboratory pedagogical applications..

**Keywords:** anthocyanins, natural pH indicators, brassica oleracea, Allium cepa

## INTRODUCCIÓN

Un indicador de pH es una sustancia que permite medir el pH de un medio mediante cambios de color. El pH es la medida de acidez o basicidad de una sustancia, la escala va desde 0 a 14. Las sustancias se consideran neutras cuando es 7, ácidas cuando están en el rango de 0 a 6 y alcalinas o básicas cuando el rango esta entre 8 a 14 (Castillo, 2020).

Actualmente los indicadores utilizados en el laboratorio provienen de un origen sintético, son costosos, y en su producción y uso se genera contaminación sobre ríos y quebradas, son peligrosos para las personas, los animales y los microorganismos que hacen uso y habitan en estos. Por lo tanto, es necesario cambiar las técnicas tradicionales de elaboración de productos químicos y utilizar principios de química verde, la cual es encargada de diseñar productos y procesos que son amigables con el medio ambiente (EPA, 2017).

Los indicadores naturales de pH son sustancias orgánicas de origen vegetal que se denominan antocianinas, son pigmentos hidrosolubles que se encuentran en las hojas y frutos de vegetales, responsables de brindarles el color rojo, púrpura o azul y protección de rayos UV; se encuentran en el repollo morado, cebolla morada, pétalos de flores, entre otros (Ballesteros y Díaz Barros, 2019).

Las antocianinas se han utilizado como colorantes en la industria alimenticia, en la textil y en los cosméticos. Como indicador de pH se han empleado en algunos laboratorios de universidades y colegios, como es el caso de las antocianinas del maíz morado en la Universidad del Chimborazo, e instituciones educativas

de Riobamba, Ecuador (Urquizo Cruz y Sánchez Salcán, 2019), extracción de antocianinas del rábano en la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (Bardales Martínez y Ventura, 2016), y propuestas didácticas de indicadores de pH naturales en alumnos de enseñanza secundaria (Castillo, 2020). Los resultados de estas investigaciones muestran que se logró identificar exitosamente el pH de las sustancias de interés. Otras investigaciones utilizaron el extracto de antocianinas del repollo morado para realizar valoraciones ácido-base y para desarrollar tiras de papel indicador, lo que mostró resultados significativos a diferentes pH (Vijayanand y Khalid, 2019).

En el sector de alimentos se han conseguido resultados prometedores utilizando las antocianinas con el fin de que el consumidor detecte cambios en el producto, como indicadores de calidad en empaques inteligentes, es decir, elaboración de empaques biodegradables a partir de almidón, gelatina o alginato con extracto de repollo morado para detectar el deterioro de los alimentos, ya que está directamente relacionado con los cambios de pH del producto (Alves, Chaves y Meireles, 2021; Hamzah, Shaidi, Merais y Khairuddin, 2021).

Sin embargo, las antocianinas presentan un inconveniente y es que son muy inestables y susceptibles a degradarse durante su almacenamiento, son sensibles a la luz, al pH y a la temperatura. Para mejorar estas dificultades en las antocianinas de repollo morado, investigaciones realizadas por Ballesteros y Díaz Barros (2019) agregaron diferentes conservantes como benzoato de sodio, ácido ascórbico y bisulfito de sodio, este último fue el que obtuvo mejores resultados para prolongar la vida

útil del indicador. Asimismo, realizaron titulaciones ácido-base, y comparados con los indicadores de referencia como fenolftaleína y verde de bromocresol, mostraron el mismo nivel de eficiencia. Cuesta Riaño y Castro Guasca (2018) mejoraron la extracción de las antocianinas de la mora utilizando pretratamientos como microondas, ultrasónico y liofilización, lo que mostró que pueden ser utilizados como indicadores de pH.

Por lo anterior, la extracción y aplicación de las antocianinas son una alternativa prometedora para mitigar las consecuencias medioambientales generadas por la elaboración y consumo de productos de origen sintético, además de que son económicos y fáciles de conseguir.

Se seleccionó el repollo morado porque Nariño ocupa el cuarto lugar a nivel nacional en la siembra de repollo, y el

municipio de Túquerres se encuentra en el séptimo lugar en producción por área sembrada (Ministerio de Agricultura, 2017).

El repollo morado es una verdura que tiene hojas de color violáceo debido a la presencia de las antocianinas, es rica en minerales como potasio y hierro, con 12,3 % y 7,5 %, respectivamente; es rica en fibra con 7,7 %; además, es rica en vitamina C, con un 34,4 %, todos estos datos en porción por 100 gramos; su consumo favorece el sistema digestivo, es antioxidante, desarrolla músculo, relaja el sistema nervioso, entre otras (Vegaffinity, 2017). En la Figura 1 se observa el repollo morado. Las antocianinas de color azul, rojo o morado en un medio básico viran de rojo a azul, y entre más ácido se encuentre el medio, las antocianinas se vuelven más rojas (Acevedo Castillo, 2003).



**Fig. 1.**

*Repollo morado (Brassica oleracea)*

Fuente: Agroactivo (2020)

La extracción de antocianinas se realiza por arrastre de vapor, fluidos supercríticos o extracción por solventes; esta última técnica es la más utilizada pese a que se arrastren otras sustancias como azúcares, ácidos orgánicos y proteínas. Los solventes utilizados para la extracción de antocianinas son solventes polares, los más empleados son mezclas acuosas de etanol, metanol, o acetona acidificados, se debe evitar el uso de ácidos fuertes porque hidrolizan la antocianina y la descomponen; en este último caso, la extracción de antocianinas se realiza utilizando ácidos orgánicos como ácido acético, ácido fórmico, ácido tricloroacético, entre otros (Charfuelan, 2011).

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo la extracción de las antocianinas del repollo morado (*Brassica oleracea*) y cebolla morada (*Allium cepa*) y utilizarlas como indicador natural de pH para identificar cualitativamente el carácter ácido, neutro y básico de diferentes sustancias.

## METODOLOGÍA

### EXTRACCIÓN DE LA ANTOCIANINA DEL REPOLLO MORADO

El repollo fue comprado en los mercados locales de Túquerres, el kilo a \$2.000 COP, se seleccionó el que presentara colores más intensos porque se ha comprobado que contienen mayor cantidad de antocianinas. Para la extracción de las antocianinas de repollo morado, se realizó el protocolo planteado por Beltrán Hernández (2011) y Ballesteros y Díaz Barros (2019) con modificaciones. En este estudio la extracción de antocianinas se

realizó utilizando como solvente el agua, debido a que es de fácil acceso y no afecta el medio ambiente.

Inicialmente se seleccionó el repollo morado, luego se quitaron las capas, se lavaron con agua para eliminar presencia de tierra, barro, insectos y agroquímicos que pudieran alterar la muestra, después se realizó el corte y se trituró lo más pequeño posible para una homogenización eficiente y para aprovechar al máximo la materia prima. Se pesaron en una balanza 500 gramos, posteriormente se agregaron 500 mL de agua y en seguida se colocó a fuego directo durante 10 minutos, se dejó enfriar y se filtró con la ayuda de un papel filtro o trozo de tela. Finalmente se colocó el indicador natural de pH en un envase de color ámbar para evitar la degradación rápida de las antocianinas.

Una segunda extracción se realizará siguiendo la metodología de Vijayanand y Khalid (2019), las hojas del repollo y cebolla serán lavadas, cortadas en pequeños trozos, secadas a aire ambiente durante 2 días, y luego secadas en el horno a 50° C durante 3 días; finalmente la muestra se triturará hasta convertirla en polvo con ayuda de una licuadora. La finalidad es de evaluar el mejor método y conservación de antocianinas. Este proyecto se encuentra en desarrollo.

### DETERMINACIÓN DE PH

Para la determinación cualitativa del pH, se seleccionaron seis (6) sustancias: limón, bicarbonato, leche, agua, clorox y clara de huevo. La determinación cualitativa del pH siguió como medida de referencia los colores encontrados por Castillo (2020) y Heredia Avalos (2006). En la Tabla 1 se

muestra el pH y color que se relaciona utilizando el extracto de col lombarda, esto quiere decir que si una muestra expresa

un color rojo, su pH será  $<2$ . En la Tabla 2 se muestra el pH y color para la cebolla morada.

**Tabla 1.**

*pH y color del extracto de la col lombarda*

pH	Color
$<2$	Rojo
3	Rosado
4	Púrpura
5	Violeta
6	Púrpura claro
7	Púrpura oscuro
8	Azul
9	Cian
10-11	Verde
12	Verde oscuro
$>13$	Amarillo

Fuente: Heredia Avalos (2006).

**Tabla 2.**

*pH y color del extracto de la cebolla morada*

pH	Color
1	Rojo
2	Rosado
3	Púrpura
4	Púrpura claro
5	Verde claro
6	Amarillo claro
7	Amarillo
8	Amarillo
9	Verde claro
10	Verde
11	Verde
13	Verde

Fuente: Castillo (2020)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Finalizado el procedimiento para extraer las antocianinas del repollo morado y luego de dejar enfriar la muestra, se almacenó en un recipiente ámbar, como el de la bebida Pony Malta, para evitar la degradación de las antocianinas por acción de la luz solar.

En la Figura 2 se muestra la extracción de antocianinas y algunos colores que se obtienen al determinar el pH de manera cualitativa utilizando repollo morado. El color rojo es característico de las sustancias ácidas y es el pH en el cual las antocianinas son más estables, mientras que cuando el pH es alcalino o básico predomina

el color azul o verde y es susceptible a ataque nucleofílico por parte del agua (Ballesteros y Díaz Barros, 2019). Estos autores (2019) estudiaron la conservación de las antocianinas agregando diferentes conservantes, comprobaron que el bisulfito de sodio es el que presentó mejores resultados. Agregar conservantes ayudaría a optimizar el proceso y a mantener las antocianinas en el tiempo para utilizarse en el laboratorio y reemplazar a los indicadores sintéticos, esto se plantea realizar en el avance de esta investigación.

Se determinó el pH de las seis (6) sustancias de uso cotidiano que se muestran en la Tabla 3, en donde se

realiza una comparación con los valores de pH reportados en la bibliografía. En estos resultados se observan los valores encontrados cualitativamente, en algunos casos se alejan de los reportados en la literatura como es el caso del bicarbonato en el cual se aleja en un 20 %; en las demás sustancias, esta desviación es menor al 14 %. A pesar de que resulta difícil comparar los resultados que se obtienen con los

mostrados en la literatura, se tiene una idea de que los resultados no se alejan del pH verdadero que nos indica las referencias; los resultados serían más representativos si se miden en el laboratorio utilizando un pHmetro para determinar el valor específico de pH de cada muestra, sin embargo, como actividad pedagógica, resulta ser muy útil para visualizar el pH con los aprendices desde grado sexto a once.



**Fig. 2.**  
*Extracción de antocianinas y colores que se obtienen al determinar el pH de manera cualitativa utilizando repollo morado*

**Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 3.**

*Resultados de la caracterización cualitativa de las diferentes sustancias de uso cotidiano con repollo morado y su comparación con la literatura*

Sustancia	Color	pH este estudio	pH literatura	Referencia
Limón	Rojo	1	1	(Urquizo Cruz y Sánchez Salcán, 2019)
Bicarbonato	Verde	10	8,3	(Urquizo Cruz y Sánchez Salcán, 2019)
Leche	Violeta	6	7	(Urquizo Cruz y Sánchez Salcán, 2019)
Agua	Azul violeta	7	7	(Urquizo Cruz y Sánchez Salcán, 2019)
Hipoclorito	Amarillo	12	10-11	(The clorox company, 2018)
Clara de huevo	Verde	10	7,4-9	(Chingal Rosero, 2015)

Vijayanand y Khalid (2019) estudiaron la extracción de las antocianinas utilizando diferentes disolventes como agua, etanol, metanol, acetona, éter petróleo y cloroformo. Encontraron que la extracción acuosa fue la que obtuvo mejores rendimientos de 27,8 % comparada con el metanol 23,6 %, etanol 21,9 % y de último al éter petróleo con 13,4%. Afirmaron que el mejor solvente para extraer las antocianinas del repollo es con agua. Asimismo, Rosales (2015) encontró que el mejor método de extracción de antocianinas fue con ácido clorhídrico como disolvente, con un porcentaje de rendimiento de 64,11 % y concentración de extracción de 211,879 mg/L. Utilizando mezcla de solvente como agua y etanol, también mostraron rendimientos del 58,9 % y una concentración de antocianinas

de 199 mg/L (Espinosa Álvarez et al., 2019), indicando que el ácido clorhídrico y la mezcla de solventes también es una alternativa para extraer mayor concentración de antocianinas.

Castillo (2020) realizó la extracción de antocianinas en medio acuoso y etanólico utilizando col lombarda, cáscara de uva morada, berenjena morada, higos morados, ciruela morada, fresas, vino, remolacha, cebolla morada, té rojo, flor de ciclamen, flor de clavel y cúrcuma. La variación en diferentes colores fue más marcada, empleando higo, cebolla roja, flor de pascua, clavel y col lombarda que permite identificar el pH de forma más aproximada a los valores reales, además, que su color característico depende del tipo de antocianina que predomine en cada vegetal. Lo anterior mostró un



potencial uso en aplicaciones prácticas con alumnos de bachillerato para contextualizar los términos, ácido, base y neutro, y al mismo tiempo identificar el pH y extraer antocianinas, de forma sencilla, de materiales vegetales que se pueden conseguir fácilmente en el supermercado, tiendas de barrio y el campo; en especial en los colegios donde no se tienen reactivos de grado laboratorio como fenolftaleína, verde de bromocresol, naranja de metilo, rojo de metilo, entre otros.

Este proyecto se encuentra en desarrollo. Se busca utilizar diferentes métodos de conservación y extracción de antocianinas, así como el desarrollo de un papel indicador que pueda reemplazar al papel tornasol.

## CONCLUSIONES

Los resultados de determinación del pH con repollo en las diferentes sustancias de uso cotidiano fueron buenos, con desviaciones no mayores al 20 % con respecto a los reportados en la literatura, sin embargo, se deben verificar los resultados de pH con ayuda de un potenciómetro de pH y tiras de papel tornasol en el laboratorio.

La determinación del pH con repollo morado ayudó a los aprendices a conceptualizar y visualizar el pH mediante los cambios de color que se exhiben con las antocianinas.

La extracción de las antocianinas en un medio acuoso brindó buenos resultados a la hora de determinar el pH, sin embargo, para garantizar una mayor concentración y conservación de antocianinas que aseguren su almacenamiento, se debe probar otro tipo de sustancias y solventes orgánicos.

Utilizar conservantes naturales en las antocianinas para evitar su degradación ayudaría a optimizar el proceso y mantener en el tiempo este indicador de pH, lo cual es una metodología prometedora para reemplazar definitivamente a los indicadores de pH sintéticos en el laboratorio, que son costosos, causan daños sobre la salud y contaminan el medio ambiente.

El uso de las antocianinas en otras aplicaciones, como colorantes en alimentos, textiles, envasado inteligente de alimentos, es una herramienta prometedora en futuras investigaciones, que contribuiría al reemplazo de sustancias sintéticas por sustancias naturales y ayudaría a los consumidores, con un estilo de vida tan agitado como el que se vive en nuestros días, a identificar fácilmente el deterioro de los alimentos.

## REFERENCIAS

- Acevedo Castillo, A. R. (2003). *Efecto de la temperatura y un copigmento en la estabilidad de antocianinas de la col morada en una bebida*. [Tesis de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos]. Universidad de las Américas de Puebla.
- Alves, R. do N., Lima, T. L. S., Chaves, K. da S., y Meireles, B. R. L. de A. (2021). Biodegradable films with *Brassica Oleracea Capitata* extract as a quality indicator in sheep meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1), e14997. <https://doi.org/10.1111/JFPP.14997>
- Ballesteros, L., y Díaz Barros, A. (2019). *La antocianina como sustituto de los indicadores de pH sintéticos: un paso hacia los productos verdes* (Vol. 53, Issue 9). Universidad de la Costa.

- Bardales Martínez, A. C., y Ventura, I. D. (2016). Pelargonidina extraída del rábano como sustituto de indicadores de pH ácido-base de origen sintético. *Revista Portal de La Ciencia*, 10, 93–104.
- Beltrán Hernández, A. Á. (2011). *Estudio de la estabilidad y conservación de extractos acuosos y etanólicos usados como indicador ácido-base a partir de col morada (Brassica oleracea), jamaica (Hibiscus sabdariffa), quelite (Amaranthus hybridus L.) y rosa royal william (Rosa sp)*. [Tesis de ingeniería química]. Universidad de Veracruz.
- Castillo, O. (2020). Estudio de sustancias naturales como indicadores de pH. Una Propuesta didáctica. *Anales de Química de La RSEQ*, 116(2), 88–98.
- Charfuelan, C. (2011). *Estudio químico de la fracción de polifenoles tipo antocianina aislada del fruto de ivilan (Monoma obtusifolia), estabilidad y capacidad antioxidante in vitro*. [Tesis de pregrado en Química]. Universidad de Nariño.
- Chingal Rosero, R. E. (2015). *Evaluación física, química y microbiológica de huevos comerciales de gallina, durante su almacenamiento bajo diferentes condiciones ambientales*. [Tesis de grado Químico de Alimentos]. Universidad Central del Ecuador.
- Cuesta Riaño, C. S., y Castro Guasca, M. P. (2018). *Efecto de pretratamientos en la extracción de antocianinas de la mora castilla (R. glaucus) y silvestre (R. adenotrichos), para su uso como indicador visual de pH*. [Trabajo de grado de Ingeniería de Alimentos]. Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- EPA United States Environmental Protection Agency. (2017). *Química verde*. <https://www.epa.gov/greenchemistry>
- Hamzah, N. H. C., Shaidi, N. A. M., Merais, M. S., y Khairuddin, N. (2021). Smart food packaging from sago starch incorporated with anthocyanin from *Brassica oleracea*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 733(1), 012030. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/733/1/012030>
- Heredia Avalos, S. (2006). Experiencias sorpendentes de química con indicadores de pH caseros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 3(1), 89-03. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2006.v3.i1.07](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2006.v3.i1.07)
- Ministerio de Agricultura. (2017). Área sembrada y área cosechada del cultivo de repollo 2007-2017. *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*, 1-4.
- Rosales, L. G. (2015). Extracción de las antocianinas de la col lombarda. *Revista Ingeniería y Ciencia*, 1, 10-22.
- The clorox company. (2018). *Hoja de seguridad de Clorox*.
- Urquiza Cruz, E. P., y Sánchez Salcán, N. de J. (2019). Extracto de maíz morado como indicador químico. *Chakiñan*, 9, 45-57.
- Vegaffinity. (2017). *Información Nutricional de Col lombarda (repollo morado) | Verduras*. <https://www.vegaffinity.com/comunidad/alimento/col-lombarda-repollo-morado-beneficios-informacion-nutricional--f2452>

Vijayanand, S., y Khalid, M. (2019). Study of Brassica oleracea as natural alternative to synthetic indicator. *Asian Journal of Chemistry*, 31(2), 251–254. <https://doi.org/10.14233/AJCHEM.2019.21486>