

Pelargonidina extraída del rábano como sustituto de indicadores de pH ácido-base de origen sintético

Andrea Carolina Bardales Martínez ¹

Irma Dalila Ventura ²

RESUMEN

La pelargonidina extraída del rábano es una antocianina que bajo la influencia de la acidez o basicidad del medio en que se encuentra, proporciona diferentes coloraciones, ofreciendo así la característica de un indicador de pH. El objetivo del estudio fue identificar los indicadores de pH ácido-base de origen sintético, empleados en la Universidad Nacional Autónoma de Honduras en el Valle de Sula, que pudieran ser sustituidos por la pelargonidina extraída del rábano.

El diseño de esta investigación fue de tipo experimental de campo, la recolección de datos fue llevada a cabo extrayendo la antocianina del rábano y determinando los puntos de viraje presentados por esta. Subsecuentemente, se realizó una serie de titulaciones empleando el extracto del rábano y los indicadores de pH de origen sintético que coincidieron con el intervalo de viraje presentado por la pelargonidina. Los resultados fueron discutidos y evaluados a través de herramientas estadísticas.

El 66.67 % de los indicadores de pH de origen sintético presentó una desviación estándar mayor que la pelargonidina en las titulaciones realizadas. Las determinaciones de pH para sustancias de prueba en prácticas de laboratorio de química general de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras en el Valle de Sula, brindaron resultados similares tanto con indicador de pH de origen sintético como con la antocianina extraída del rábano.

El 100 % de los indicadores de pH evaluados en la investigación pueden ser fácilmente sustituidos por la pelargonidina extraída del rábano.

Palabras clave: indicadores de pH, antocianinas, extracto de rábano, titulaciones ácido-base, pelargonidina

¹ Estudiante, Carrera de Química Industrial, UNAH-VS: andreachemistry92@gmail.com

² Asesora, Profesora Carrera de Química Industrial, UNAH-VS: dalilaventura@yahoo.com

ABSTRACT

Introduction: Pelargonidin, a radish's extract is an anthocyanin which depending on the acidity or alkalinity of the medium displays different colors, acting as a characteristic pH indicator. The purpose of the study was to identify the synthetic pH indicators that could be substituted for the pelargonidin extracted from radish, as used in the National Autonomous University of Honduras in the campus located at Sula Valley. **Method:** The design taken in this research was an experimental field; the data collection was carried out by extracting anthocyanin from radish and determining the color turning points presented by this extract. Subsequently a number of titrations were performed using the radish extract and synthetic pH indicators with similar color turning points presented by the pelargonidin. The results were discussed and evaluated by statistical tools. **Results:** 66.67% of synthetic pH indicators showed a standard deviation higher than the pelargonidin in the titrations made. PH determinations for test substances used in general chemistry's laboratory in the UNAH-VS campus gave similar results for both synthetic pH indicator and the anthocyanin extracted from radish. **Conclusion:** the radish's extract, pelargonidin, can easily replace 100% pH indicators assessed in the investigation.

Keywords: *Indicators of pH, anthocyanins, radish extract, acid-base titrations, pelargonidin*

INTRODUCCIÓN

Los indicadores de pH obtenidos de la síntesis de sustancias orgánicas son en el mundo actual los más empleados en distintos laboratorios de análisis químico, esto se debe a su alta confiabilidad cuando el analista químico posee las competencias necesarias para utilizarlos.

Este tipo de sustancias orgánicas sintetizadas por la industria química no son las únicas capaces de medir el pH de sustancias inorgánicas ácidas y básicas; también las antocianinas, moléculas presentes en la mayoría de frutos y hojas, responsables de la pigmentación de estos, son capaces de cambiar su coloración bajo el efecto de un aumento o disminución en el pH del medio acuoso en que se encuentren. (Llama Garma, Pigmentos flavonoides, Antocianinas, Estructura, 1968).

Alimentos como la col lombarda o repollo morado, cúrcuma, arándano, fresa, berenjena, rábano y pétalos de rosa, poseen en su estructura fisiológica a las antocianinas. El rábano, en particular, posee en su cáscara a la pelargonidina, pigmento al que se le atribuye el color fucsia. (Guarnizo Franco & Martínez Yepes, Antocianinas, 2009).

Algunos de los alimentos mencionados han sido estudiados por universidades alrededor del mundo, buscando una alternativa efectiva en la sustitución de los indicadores de pH de origen sintético, ya que esto implicaría menor costo monetario de adquisición, fácil acceso del pigmento, leve riesgo a la salud por sobreexposición y fácil manejo de los desechos.

El pH o, propiamente dicho, la concentración de ion hidronio es una medida muy importante a nivel biológico e industrial. Procesos bioquímicos tales como la oxigenación de la sangre, la catálisis de reacciones enzimáticas y el desarrollo de energía metabólica durante la respiración o la fotosíntesis de organismos vivos, son afectados por la concentración del ion hidronio. (Horton, A, Perry, & Rawn J, 2008).

A nivel industrial, la importancia del pH radica en rubros como el de alimentos, cosméticos, farmacéutica y aplicaciones como el tratamiento de aguas para calderas y aguas residuales, procesos de fermentación y activación de enzimas y bacterias para la producción de bioproductos.

La medición del pH se hace por métodos potenciométricos o colorimétricos. Estos últimos, consisten en el empleo (de soluciones o papel impregnado) de sustancias

que proveen un color específico en presencia de una concentración determinada de iones hidronio; estas sustancias se conocen como indicadores de pH.

La razón de un cambio de color por parte del indicador de pH se debe a una transformación estructural que sufre la molécula del indicador provocada por una protonación o desprotonación. (Gomez Sosa, 2010). Los indicadores de pH de origen sintético y natural deben su facultad a una sustancia específica, siendo en la mayoría de los casos un compuesto orgánico. Sin embargo, existen indicadores de pH que pueden incluir una serie de compuestos orgánicos, a este tipo de indicadores se les conoce como universales. En la tabla 1 se pueden apreciar las características de algunos de los indicadores de pH de origen sintético, su nombre común y su componente activo.

Tabla 1. Indicadores de pH de origen sintético

Nombre común	Nombre químico	Viraje de color	Intervalo de pH
Azul de timol	Timolsulfonftaleína	Rojo- amarillo	1.2-2.8
Naranja de metilo	Ácido p-dimetilaminoazobencenosulfónico	Rojo- amarillo	3.1-4.4
Rojo de metilo	Ácido dimetilaminoazobenceno-carboxílico	Rojo-amarillo	4.2-6.2
Azul de bromotimol	Dirbromotimolsulfonftaleína	Amarillo-azul	6.0-7.6
Fenolftaleína	Fenolftaleína	Incoloro-rosa	8.0-9.8
Timolftaleína	Timolftaleína	Incoloro- azul	9.3-10.5

Fuente: (Laitinen & Harris, 1982)

Cuando se trata de un indicador de pH de origen natural, la sustancia encargada de proporcionar dicha facultad se conoce como antocianinas; la coloración presentada por estas va unida al número de grupos hidroxilo y metoxilo en los anillos del esqueleto básico de los flavonoides, la presencia de ácidos aromáticos esterificado en el anillo principal y pH donde se almacena el pigmento.

Un estudio realizado en México (Quintero Hernandez, 2014) reveló que la antocianina presente en la cascara del rábano rojo es la pelargonidina-3-soforosido-5-glucosido. La pelargonidina, al igual que el resto de antocianinas, es un compuesto hidrosoluble que brinda una coloración rojo-naranja a las especies que lo contienen.

METODOLOGÍA

El método empleado para la extracción de la antocianina del rábano es una modificación del método Giusti & Wrolstad (1968). Se realizaron cuatro maceraciones, a fin de establecer un método plausible para llevar a cabo a nivel de laboratorio.

En la tabla 2 se muestra las condiciones bajo las cuales se realizaron 4 extracciones considerando diferentes variables para la obtención del mayor contenido de antocianina. El método empleado sugiere la concentración del extracto por medio de un rotavapor, para lo cual una de las maceraciones se trató con destilación por medio de baño María y a una temperatura de 70 °C a presión atmosférica.

Tabla 2. Términos bajo los cuales se llevaron a cabo las maceraciones

No. de maceración Condiciones	1	2	3	4
Masa de la cáscara de rábano utilizada	12.5 gr	12.5 gr	42.2 gr	42.2 gr
Solvente empleado	Metanol 0.01 % ácido acético			
Volumen de solvente empleado	250 ml	250 ml	250 ml	250 ml
Filtración papel Carl S&S Co No. 595	Se realizó	Se realizó	Se realizó	Se realizó
Destilación	No se realizó	Se realizó	No se realizó	No se realizó

Fuente: elaboración propia.

Para realizar la caracterización del color del indicador de pelargonidina se preparó una serie de soluciones buffer o tampón, abarcando un rango de pH de 1-12.8. A cada solución buffer se agregó un total de 5 gotas de indicador de pelargonidina por cada 5ml de solución tampón y se tomó nota de la coloración presentada, así como fotografías. Posteriormente, se realizó la selección de los indicadores de pH de origen sintético que coincidieron con los puntos de viraje presentado por la pelargonidina. La selección se fundamentó en los virajes de pH para indicadores sintéticos presentado por Donal B. Summers (1983).

Para determinar la precisión de la pelargonidina y ponerla en contraste con la precisión de los indicadores de pH de origen sintético, se realizaron una serie de titulaciones ácido-base; estas se llevaron a cabo en réplicas de cinco, utilizando HCl 0.25 M, NaOH 0.1M y NaHCO₃ 0.1M. Se empleó como indicador de pelargonidina la maceración 4.

Con el fin de asegurar el empleo de la pelargonidina en la medición del pH de sustancias complejas, en cuanto a su contenido de entidades químicas y no solo en soluciones de una sola entidad, se llevaron a cabo mediciones de pH en las siguientes sustancias: leche, jugo de naranja, soda (bebida carbonatada), saliva, orina, solución jabonosa, gel antibacterial y polvo para hornear.

Las mediciones se realizaron por duplicado, tomando 5 ml de cada sustancia y agregando un total de 10 gotas de pelargonidina hasta observar la formación del color indicativo de pH; este en cada sustancia se verificó por medios potenciométricos.

Asimismo, las mediciones de dichas sustancias complejas se realizaron con el indicador de Kolthoff, considerando que este último es empleado para la práctica: medición de pH impartida en los laboratorios de química general en la Universidad Nacional Autónoma de Honduras en el Valle de Sula. Después de realizar los ensayos, haciendo uso de herramientas estadísticas, se determinó la desviación estándar de cada serie de titulaciones y se realizó una discusión de los valores obtenidos.

RESULTADOS

Los resultados de la metodología de extracción de pelargonidina (antocianina) del rábano se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Seguimiento del proceso de extracción de la antocianina del rábano

No.	Inicio maceración	Durante maceración	Final de maceración	Líquido filtrado
1				
2				
3				
4				

Fuente: elaboración propia.

La caracterización del color de la pelargonidina en solución alcohólica se realizó para cada extracción con el fin de determinar, visualmente, cuál de las maceraciones proporcionaría las tonalidades mejor definidas y con mayor intensidad de color. Los mejores resultados fueron brindados por la maceración o extracción número 4 (ver tabla 4).

Tabla 4. Caracterización del color de la pelargonidina, maceración 4

pH	1.2	1.8	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.1	10.0	11.0	12.0	12.8
Color													

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos con la caracterización del color de la pelargonidina, los indicadores seleccionados para este estudio se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Indicadores de pH de origen sintético posiblemente reemplazables por la pelargonidina

Indicador ácido-base	Cambio de color (A-> B)	Intervalo de pH
Azul de bromofenol	Amarillo-> azul	3.0-4.6
Fenolftaleína	Incoloro-> rosa	8.3-10.0
Timol ftaleína	Incoloro-> azul	9.3-10.5

Fuente: elaboración propia.

Establecidos los indicadores de pH sintéticos, posibles de ser reemplazados por la pelargonidina, se llevaron a cabo las titulaciones ácido-base correspondiente al intervalo de pH específico para cada indicador seleccionado.

Para la titulación ácido-base en el intervalo de pH final 3.0-4.6, los resultados de la desviación estándar se pueden ver en la tabla 6.

Tabla 6. Precisión de ambos indicadores, pH final 3.0-4.6

Indicador	Promedio (x)	Desviación estándar (σ)	Precisión ($x + \sigma$)	Tolerancia ($x+2\sigma$)
Azul de bromofenol	4.06	0.054	4.06± 0.054	4.06±0.108
Pelargonidina	3.93	0.044	3.93±0.044	3.93± 0.088

Fuente: elaboración propia.

Para la titulación ácido-base en el intervalo de pH final 8.3-10.0, los resultados de la desviación estándar se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Precisión de ambos indicadores, pH final 8.3-10.0

Indicador	Promedio (x)	Desviación estándar (σ)	Precisión ($x + \sigma$)	Tolerancia ($x+2\sigma$)
Fenolftaleína	3.8	0.258	4.06± 0.258	4.06±0.516
Pelargonidina	3.7	0.082	33.7±0.082	3.93± 0.164

Fuente: elaboración propia.

Para la titulación ácido-base en el intervalo de pH final 9.3-10.5, los resultados de la desviación estándar se aprecian en la tabla 8.

Tabla 8. Precisión de ambos indicadores, pH final 9.3-10.5.3-10.0

Indicador	Promedio (x)	Desviación estándar (σ)	Precisión ($x + \sigma$)	Tolerancia ($x+2\sigma$)
Timolftaleína	0.12	0.027	0.12± 0.027	0.12±0.054
Pelargonidina	0.13	0.027	0.13±0.027	0.13± 0.054

Fuente: elaboración propia.

En la medición del pH de sustancias complejas, empleando pelargonidina e indicador de Kolthoff, los resultados obtenidos están en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados de las mediciones de pH, indicador Kolthoff y pelargonidina

Sustancia	Medición de pH		
	Kolthoff	Pelargonidina	pHmetro
Soda	4,0	4,0	4,0
Jugo de naranja	4,0	3,0	4,2
Leche de magnesia	9,0	9,0	9,0
Gel antibacterial	5,0	6,0	6,2
Orina	8,0	6,0	6,9
Polvo de hornear	9,0	9,0	7,9
Aceite vegetal	5,0	5,0	5,4
Leche	6,0	6,0	6,1
Saliva	7,0	6,0	6,7
Jabón	6,0	4,0	6,6

Fuente: elaboración propia.

ANALISIS

De los resultados obtenidos para cada maceración, después de su filtración tabulados en la tabla 3, se observa que la maceración 4 presenta mayor coloración que el resto, por lo cual se considera que su contenido de antocianina es mayor.

Considerando los resultados finales de las cuatro maceraciones realizadas, las condiciones óptimas para la extracción de pelargonidina del rábano son las llevadas a cabo en la maceración 4, pero dado que el solvente posee un leve grado de toxicidad, su valor en el comercio es económico y no es necesaria una concentración del extracto por medio de destilación o el empleo de altas temperaturas para alcanzar un buen rendimiento de extracción.

De acuerdo con la tabla 4, los resultados obtenidos en la caracterización del color de la pelargonidina respaldan como mejor método de extracción el llevado a cabo para la maceración 4. Según la tabla 6, ante una menor desviación estándar presentada por la pelargonidina, se considera que esta brinda una mayor precisión en comparación a la precisión del indicador azul de bromofenol.

De acuerdo con la tabla 7, ante una menor desviación estándar presentada por la pelargonidina, se considera que esta brinda una mayor precisión en comparación a la del indicador de fenolftaleína. En la tabla 8, ante una desviación estándar presentada por la pelargonidina igual al indicador de timolftaleína, se considera que ambos indicadores poseen una precisión similar. Por último, en la tabla 9, ante los resultados obtenidos, la pelargonidina es un factible sustituyente del indicador de Kolthoff para las sustancias propuestas.

CONCLUSIONES

Los indicadores de pH sintéticos para sustancias inorgánicas ácidas y básicas empleados en los laboratorios de química general de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras en el Valle de Sula, que podrán ser sustituidos por la pelargonidina extraída del rábano y que se identificaron, fueron los siguientes: el indicador de Kolthoff, azul de bromofenol, fenolftaleína y timolftaleína.

En consecuencia, de acuerdo con los resultados obtenidos y la discusión realizada, se establece que es la pelargonidina un óptimo indicador de pH que puede sustituir a los indicadores de pH de origen sintético identificados; no solo por presentar una excelente precisión, sino porque resulta un atractivo sustituyente por su facilidad de obtención y su leve grado de toxicidad.

AGRADECIMIENTOS

A Jorge Luis Pereira, por la traducción al español de material y fuentes de información encontrados en inglés. Asimismo, a Irma Ventura, por la corrección y evaluación del trabajo de investigación realizado.

BIBLIOGRAFÍA

- Baccan, N.; Andrade, J.; Godinho, O. E. y Barone, J. S. (1979). *Química Analítica Cuantitativa Elemental. 2da ed.* Campinas: Unicamp. 46
- Llama Garma, E. (1986). Pigmentos flavonoides, Antocianinas, Estructura, Propiedades. *Química y Bioquímica de las Frutas y Vegetales* La Habana, Cuba: Pueblo y Educación. 47-51
- Giusti, M. & Wrolstad, R. (1968). Radish Anthocyanin Extract as Natural Red Colorant for Maraschino. *Journal of Food Science and Nutrition*, 61, 322-326.
- Gómez Sosa, G. (2010). *Indicadores de pH*. México: Facultad de Química, UNAM.
- Guarnizo Franco, A. y Martínez Yepes, P. N. (2009). *Experimentos de química orgánica*. Colombia: Elizcom.
- Horton, H. R.; Moran, L. A.; Perry, M. D. y Rawn, J. (2008). *Principios de bioquímica*. México: Pearson Educación.
- Summers, D. B. (1983). *Manual de Química*. México: Iberoamérica.
- Yufera, E. P. (1995). *Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria*. España: Reverte.