

VALORACIÓN, COMO INDICADORES ÁCIDO-BASE, DE EXTRACTOS NATURALES DE FLORES DE BOUGAINVILLEA GLABRA, COSMOS BIPINNATUS, PSITTACANTHUS CALYCVLATUS Y CASCARA Y FRUTO DE OPUNTIA FICUS, DE SAN MIGUEL EL ALTO, JALISCO

Eduardo Zaragoza Ramos- Escuela Preparatoria Regional de San Miguel el Alto, Universidad de Guadalajara | Bachillerato General por Competencias | eduardo.zramos@academicos.udg.mx

Luis Mexitli Orozco Torres- Centro Universitario de la Ciénega | Departamento de Ciencias Tecnológicas, Universidad de Guadalajara | mexitli.orozco@academicos.udg.mx

Ronilson Freitas de Souza- Universidade do Estado do Pará | Programa de Pós-graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia | E-mail: ronilson@uepa.br

Elizabeth Monserrat Castillo Guzmán- Escuela Preparatoria Regional de San Miguel el Alto, Universidad de Guadalajara | Bachillerato General por Competencias | monserrat.castillo@academicos.udg.mx

Dolores Elena Kuroda López- Escuela Preparatoria Regional de San Miguel el Alto, Universidad de Guadalajara | Bachillerato General por Competencias | dolores.kuroda4271@academicos.udg.mx

María de los Ángeles Ramírez Franco- Escuela Preparatoria Regional de San Miguel el Alto, Universidad de Guadalajara | Bachillerato General por Competencias | delosangeles.ramirez@academicos.udg.mx

Resumen

En esta investigación se valoró la capacidad, para actuar como indicador ácido-base, de extractos naturales de flores de bugambilia (*Bougainvillea glabra*), mirasol (*Cosmos bipinnatus*), muérdago (*Psittacanthus calyculatus*), así como cáscara y fruto de tuna (*Opuntia ficus*) del municipio de San Miguel el Alto, Jalisco. Para ello se obtuvieron extractos hidroalcohólicos de cada especie mencionada y, posteriormente, se agregaron de 4 a 5 gotas en soluciones que van desde pH 0 hasta pH 13.

Las coloraciones presentadas por los extractos son, en el caso del mirasol, rosado (pH de 0 a 3), incoloro (pH de 4 a 6), amarillo paja (pH de 7 a 8) y amarillo olivo (pH de 9 a 13). El muérdago blanco lechoso (pH de 0 a 1), incoloro (pH de 2 a 11), amarillo paja (pH= 12) y amarillo lechoso (pH=13). Para el caso de la cáscara y fruto de tuna, los resultados fueron incoloro en pH 0, rosados en pH de 1 a 9 y amarillo de 10 a 13. Por último, la flor de bugambilia, presentó tonalidad incolora desde pH 0 a 8 y amarillo de pH 9 a 13.

Los resultados ofrecen alternativas amigables con la salud del estudiantado y profesorado de los laboratorios de enseñanza-aprendizaje, así como con el medio ambiente. Además, al presentar distintas coloraciones, es posible lograr mayor especificidad en el rango de pH, de las soluciones analizadas, que con algunos indicadores ácido-base comerciales sintéticos o que en el caso de los papeles tornasol empleados en dichos laboratorios, que solo manifiestan dos cambios de color.

Asimismo, la metodología utilizada durante la investigación puede ser incorporada como una práctica de laboratorio dentro del programa educativo de las unidades de aprendizaje de química, para fortalecer los saberes teóricos con los prácticos y procedimentales en los contenidos temáticos de acidez y basicidad, para construir aprendizaje significativo.

Palabras clave

Indicadores ácido-base. extractos naturales. pH. aprendizaje significativo. Enseñanza de la química.

Abstract

In this research, the capacity to act as an acid-base indicator, of natural extracts of bougainvillea flowers (*Bougainvillea glabra*), mirasol (*Cosmos bipinnatus*), mistletoe (*Psittacanthus calyculatus*), as well as peel and fruit of prickly pear (*Opuntia ficus*) of the municipality of San Miguel el Alto, Jalisco was assessed. For this, hydroalcoholic extracts of each mentioned species were obtained and, later, 4 to 5 drops were added in solutions ranging from pH 0 to pH 13.

The colors presented by the extracts are, in the case of mirasol, pink (pH from 0 to 3), colorless (pH from 4 to 6), straw yellow (pH from 7 to 8) and olive yellow (pH from 9 to 13). Mistletoe is milky white (pH 0 to 1), colorless (pH 2 to 11), straw yellow (pH = 12) and milky yellow (pH = 13). For the case of the peel and prickly pear fruit, the results were colorless at pH 0, pink at pH 1 to 9 and yellow from 10 to 13. Finally, the bougainvillea flower presented a colorless tone from pH 0 to 8 and yellow from pH 9 to 13.

The results offer friendly alternatives to the health of students and teachers in the teaching-learning laboratories, as well as to the environment. In addition, by presenting different colorations, it is possible to achieve greater specificity in the pH range of the solutions analyzed, than with some synthetic commercial acid-base indicators or in the case of litmus papers, used in the laboratories mentioned, which only show two color changes.

Likewise, the methodology used during the research can be incorporated as a laboratory practice within the educational program of the chemistry learning units, to strengthen theoretical knowledge with practical and procedural knowledge in the thematic contents of acidity and basicity, to build significant learning.

Keywords: Acid-base indicator. Natural extracts. pH. Significant learning. Teaching of chemistry.

1. INTRODUCCIÓN

En química, las sustancias ácidas y básicas son de gran interés debido a su involucramiento en muchas reacciones químicas, en procedimientos analíticos dentro del laboratorio, en la industria, así como en los seres vivos.

Para identificar una muestra como ácida o básica, se añaden gotas de sustancias conocidas como indicadores ácido-base o indicadores de pH. Se trata de compuestos que cambian su color, dependiendo de la naturaleza ácida o básica de los analitos con los que entran en contacto.

Los indicadores ácido-base, de manera ordinaria, se preparan mediante la disolución de un compuesto en un solvente como etanol o agua. Algunos indicadores de pH disponibles en el mercado son la fenolftaleína, el azul de metilo y naranja de metilo, entre otros.

Algunas de las opciones comerciales, pueden afectar la salud. Por ejemplo, la fenolftaleína, puede provocar defectos genéticos, cáncer y perjuicios en la fertilidad (CarlRoth, 2019), el rojo de metileno puede causar irritación en el tracto respiratorio, en la piel, en los ojos y que puede ser nocivo si es tragado. Asimismo, se indica que se han observado efectos mutagénicos en experimentos de laboratorio (Sigma-Aldrich, 2021). Por su parte, el azul de

metileno puede provocar daños en las vías urinarias si se ingiere, sin embargo, se añade que, no se descartan otras características peligrosas (CTR Scientific, s/f).

Las sustancias que presentan alguna o varias de las características descritas, son consideradas como constituyentes tóxicos dentro de la Norma Oficial Mexicana 052, (SEMARNAT, 2005).

Además de las sustancias mencionadas, se han publicado investigaciones en las que se documenta que pigmentos extraídos de vegetales presentan un comportamiento similar a los indicadores ácido-base comerciales, cambiando su coloración de acuerdo con la naturaleza de las sustancias con que se mezclan. Algunas de estos extractos son de la col morada, pétalos de rosa, curry (Casas et al., 2009; Heredia-Ávalos, 2006), maíz morado, betabel (Vargas, 2015), uva, vino tinto, berenjena morada, higos morados, ciruela morada, fresones, cebolla roja, té rojo, ciclamen, flor de pascua y clavel (Val-Castillo, 2020).

Además, se ha indicado que las sustancias responsables de esas coloraciones son las antocianinas, pigmentos solubles en agua, ácido acético y alcohol, pero no en compuestos aceitosos, cuyas tonalidades corresponden al rojo (en medio ácido), azul (en medio básico) y violeta (en la transición) (Heredia-Ávalos, 2006; Casas et al., 2009; Vargas, 2015; Val-Castillo, 2020).

Existen seis tipos de antocianinas, de las cuales, la cianidina es la más común, generando el color magenta. La pelargonidina, es responsable de los colores rojo y naranja y la delphinidina el violeta y azul (Lock, 1994). Estos compuestos representan el grupo más importante de pigmentos detectables en la región del espectro visible por el ojo humano (Strack y Wray, 1994). Las restantes se enlistan en la tabla 1.

Tabla 1. Antocianinas existentes y su espectro de absorción, así como el color en que el ojo humano lo detecta.

| Antocianina | Longitud (nm) | Color |
|---------------|---------------|-----------------|
| Pelargonidina | 494 | Anaranjado |
| Cianidina | 506 | Anaranjado-rojo |
| Delfinidina | 508 | Azul-rojo |
| Peonidina | 506 | Anaranjado-rojo |
| Petunidina | 508 | Azul-rojo |
| Malvidina | 510 | Azul-rojo |

Fuente: Garzón, 2008.

Este contexto plantea la necesidad de encontrar alternativas más amigables y menos dañinas para quienes se encuentran en contacto directo con estas sustancias, así como con el

ambiente. Por ello, el propósito de este estudio fue evaluar indicadores ácido-base de extracto hidroalcohólico de flores de bugambilia (*Bougainvillea glabra*), mirasol (*Cosmos bipinnatus*), muérdago (*Psittacanthus calyculatus*), así como cascara y fruto de tuna (*Opuntia ficus*) de San Miguel el Alto, Jalisco.

El reemplazo de los indicadores de pH con las opciones aquí propuestas puede significar un menor riesgo en la salud de los estudiantes y docentes durante las prácticas de laboratorio en que su uso sea necesario.

Además, la metodología descrita en este documento puede ser incorporada, como una práctica de laboratorio dentro del programa educativo de las unidades de aprendizaje de química, de tal manera, que cuando se lleve a cabo, por el estudiantado, los saberes teóricos sobre acidez y basicidad sean afianzados con los saberes prácticos, propiciando la adquisición y desarrollo de aprendizaje significativo (Orozco, 2020).

2. METODOLOGÍA

Esta investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Usos Múltiples de la Escuela Preparatoria Regional de San Miguel el Alto, de la Universidad de Guadalajara.

El muestreo se realizó de manera aleatoria, eligiendo especies con floración al momento del proyecto. La localización del muestreo (con la ayuda de Google Maps) se describe mediante las coordenadas 21.001818-102.326559, sobre la Carretera Arandas-San Miguel el Alto, Jalisco.

Prueba piloto para valorar extractos vegetales

Con la intención de conocer si los vegetales en cuestión proporcionarían extractos con capacidad de indicador ácido-base, se llevó a cabo una recolección, de manera aleatoria, de flores de bugambilia (*Bougainvillea glabra*), mirasol (*Cosmos bipinnatus*), muérdago (*Psittacanthus calyculatus*), así como cascara y fruto de tuna (*Opuntia ficus*). Posteriormente se maceraron, por separado, las flores de cada especie, la cáscara y el fruto de tuna (individualmente). Al macerado se le agregaron dos solventes, de manera independiente, agua o etanol, se filtró la mezcla y se dejó reposar durante 1 hora para su valoración como indicador ácido-base.

Estandarización de la extracción

Una vez comprobada la capacidad, de los extractos vegetales, como indicadores ácido-base, se procedió a la extracción de pigmentos mediante destilación con reflujo simple, utilizando etanol al 96 % como solvente, durante un periodo de 1 hora (Morales, Pérez y Vega 2005).

Las cantidades de tejido vegetal en el alcohol se indican en la tabla 2.

Tabla 2. Masas de muestra y volumen de solvente empleados durante la extracción de colorantes.

| Muestra | Masa (g) | Volumen de etanol (mL) |
|--------------------------|----------|------------------------|
| Mirasol (flor) | 56.64 | 193 |
| Bugambilia morada (flor) | 74.99 | 256 |
| Muérdago (flor) | 73.23 | 250 |
| Tuna (cascara) | 63.88 | 218 |
| Tuna (fruto) | 70.66 | 241 |

Preparación de las soluciones de prueba con pH's específicos

Las soluciones de prueba se prepararon a partir de HCl 10 M y lentejas de NaOH. Para el caso de las soluciones ácidas, se disolvieron 10 mL de HCl 10 M en agua y se aforó a 100 mL para obtener HCl 1M. Las disoluciones con pH desde 2 hasta 6 se prepararon mediante dilución 1:10 de la solución anterior.

Para las soluciones básicas se preparó la solución de NaOH 0.1 M y, las posteriores concentraciones para obtener los pH desde 8 a 13, se llevaron a cabo con diluciones 1:10 subsecuentes.

La preparación de las soluciones se realizó con potenciómetro y fueron almacenadas en frascos ámbar a temperatura ambiente.

Valoración de indicadores ácido-base naturales

El proceso para valorar la capacidad que los extractos naturales presentan como indicadores ácido-base, se llevó a cabo añadiendo de 4 a 5 gotas del extracto de cada una de las especies analizadas en tubos de ensayo que contenían soluciones con pH específico desde 0 a 14. Posteriormente se registró, mediante fotografías los cambios en la coloración manifestados por cada extracto y cada pH.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la extracción previa se encontró, de manera satisfactoria, que los extractos presentaron cambios de coloración dependiendo del pH en que se agregaron. Sin embargo, las coloraciones se notaron opacas y grisáceas.

Posteriormente, en la extracción estandarizada, se encontraron soluciones más coloreadas y que manifestaban diferentes colores y tonalidades cuando se analizaron las soluciones de prueba. Al igual que en otros trabajos realizados (Val-Castillo, 2020; Ballesteros y Díaz, 2017; Vargas, 2015; Casas et al. 2009; Morales, Pérez y Vega, 2005), se obtuvieron distintas coloraciones para cada una de las especies seleccionadas para su valoración como indicadores ácido-base.

En el caso del mirasol, se observó color rosa en los pH de 0 a 3, incoloro de 4 a 6, amarillo paja de 7 a 8 y amarillo olivo de 9 a 13.

Figura 2. Coloraciones presentadas por extracto de mirasol en soluciones de pH específicas. pH desde 0 a 13, de izquierda a derecha.



El muérdago, por su parte, presentó color blanco lechoso en pH de 0 a 1, incoloro de 2 a 11, amarillo paja en pH 12 y amarillo lechoso en pH 13.

Figura 3. Coloraciones presentadas por extracto de muérdago en soluciones de pH específicas. pH desde 0 a 13, de izquierda a derecha.



La cáscara y fruto de tuna manifestaron resultados semejantes que fueron incoloro en pH 0, rosa en pH de 1 a 9 y amarillo de 10 a 13.

Figura 4. Coloraciones presentadas por extracto de cáscara y fruto de tuna en soluciones de pH específicas. pH desde 0 a 13, de izquierda a derecha.



Por último, la bugambilia, solo presentó dos variaciones de tonalidades, incoloro desde pH 0 a 8 y amarillo de pH 9 a 13.

Figura 5. Coloraciones presentadas por extracto de bugambilia en soluciones de pH específicas. pH desde 0 a 13, de izquierda a derecha.



El extracto obtenido de mirasol se podría utilizar para señalar si una sustancia posee pH muy ácido o básico y con menor precisión, cuando es de carácter neutro.

En el caso de los extractos de tuna y del muérdago los resultados no muestran variaciones de colores amplias, sin embargo, en combinación con otros extractos se podría reforzar su uso con tales fines. Una de las sugerencias es que, al obtener pH básico con el extracto de mirasol o de bugambilia, se realice un segundo análisis con muérdago para verificar entre pH 12 y 13.

Estas opciones presentan ventajas sobre ciertos indicadores comerciales, por ejemplo, sobre la fenolftaleína, como lo mencionan Urquiza y Sánchez (2019) que solo indica cuando una

sustancia es ácida (incoloro) o básica (rojo-violáceo) o sobre los papeles tornasol cuya aplicación es similar, indica el carácter ácido o básico de los analitos (ICT SL, s/f).

4. CONCLUSIONES

Se extrajeron pigmentos vegetales y naturales que se utilizaron como indicadores ácido-base y se evaluaron los valores de pH en que cambian de color.

De las especies analizadas, se observó que el mirasol presenta mayor cambio de color, por lo cual, puede presentar mayor especificidad para indicar el pH de sustancias o mezclas.

Utilizando los extractos obtenidos mediante la metodología descrita, es posible identificar el carácter ácido o básico de muestras dentro del laboratorio educativo y de manera contextualizada, así como proponer un rango de pH específico en el que se encuentran.

Los resultados de este estudio amplían el acervo de vegetales que se pueden emplear en la extracción de pigmentos aplicables como indicadores ácido-base.

REFERENCIAS

Carl Roth. (2019). Ficha de datos de seguridad conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2015/830/UE. Fenolftaleína. Revisado el 6 de octubre de 2021 en la url <https://bit.ly/3Dz4WDc>.

Casas M. J. A., Castillo D. H. J., Noy H. J. M., Palomares P. A. N., Rodríguez V. R. L. (2008). Elaboración de papel indicador a base de extractos naturales: una alternativa fundamentada en experiencias de laboratorio para el aprendizaje del concepto de pH. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 6, núm. 2, 2009, pp. 302-314. Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia: EUREKA. Cádiz, España. Revisado el 12 de octubre de 2021 en la url <https://bit.ly/3vi4F4M>.

CTR Scientific. (s/f). Hoja de datos de seguridad, azul de metileno. Revisado el 6 de octubre de 2021 en la url <https://bit.ly/3aytslg>.

Heredia-Ávalos S. (2006). Experiencias sorprendentes de química con indicadores de pH caseros Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 3, núm. 1. Revisado el 13 de octubre de 2021 en la url <https://cutt.ly/BRg3guC>.

ICT SL. (s/f). Instrumentación Científica Técnica, S. L. Papel tornasol LBG. Revisado el 22 de noviembre de 2021 en la url <https://bit.ly/3oPMoKK>.

Lock O. (1994). Investigación fitoquímica. Métodos de estudio de productos naturales. Pontificia Universidad Católica del Perú. Citado en Vargas L. J. S. (2015). Antocianinas de *Zea mays* L., *Beta vulgaris* L., *Brassica oleracea* var *capitata*, como indicadores ácido base naturales. Universidad Nacional de Trujillo. Escuela Académico Profesional de Farmacia y Bioquímica. Revisado el 13 de octubre de 2021 en la url <https://bit.ly/3BFW7XL>.

Morales R. C. L., Pérez U. E. R., Vega C. L. M. (2005). Obtención de indicadores naturales ácido-base A partir de pétalos de cuatro especies de flores. Universidad de El Salvador. Revisado el 5 de octubre de 2021 en la url <https://bit.ly/2YN3dv2>.

Orozco Torres, Luis Mexitli (2020). Los FabLab y el Design Thinking: nuevas estrategias para el aprendizaje creativo. Revista Digital Universitaria (RDU). Vol. 21, núm. 6 noviembre-diciembre. DOI: <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2020.21.6.11>.

Petrucci R. H., Herring F. G., Madura J. D. y Bissonnette C. (2017). *Química general. Principios y aplicaciones modernas*. 11ª Edición. Editorial Pearson.

SEMARNAT. (2005). NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Revisado el 10 de octubre de 2021 en la url <https://bit.ly/3n1xL4L>.

Sigma-Aldrich. (2012). Hoja Técnica de Seguridad del Material Versión 4.1. Rojo de metilo. Revisado el 6 de octubre de 2021 en la url <https://bit.ly/3FR9XZU>.

Strack D, V Wray. (1994). The anthocyanins In: The Flavonoids. J B Harborne (ed). Chapman & Hall. London, UK. pp: 1-22. Citado en Vargas S. G. Soto H. R. M., Rodríguez G. M. T. (2002). Análisis preliminar de antocianinas en fruto de icaco (*Chrysobalanus icaco* L.) Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 25, núm. 3, pp. 261-264 Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. Revisado el 22 de noviembre de 2021 en la url <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61025305>.

Urquiza, E., Sánchez, N. de J. (2019). Extracto del maíz morado como indicador químico Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades, núm. 9. Universidad Nacional de Chimborazo. DOI: <https://doi.org/10.37135/chk.002.09.08>.

Val-Castillo O. (2020). Estudio de sustancias naturales como indicadores de pH. Una propuesta didáctica. Anales de Química. Enseñanza de la Química. Vol. 116 Núm. 2 (2020). Revisado el 12 de octubre de 2021 en la url <https://bit.ly/2XaJ2GN>.

Vargas L. J. S. (2015). Antocianinas de *Zea mays* L., *Beta vulgaris* L., *Brassica oleracea* var *capitata*, como indicadores ácido base naturales. Universidad Nacional de Trujillo. Escuela Académico Profesional de Farmacia y Bioquímica. Revisado el 13 de octubre de 2021 en la url <https://bit.ly/3BFW7XL>.