

QUÍMICA ANALÍTICA
SUSTENTABLE Y
ESPECTROFOTOMETRÍA
(RANGO VISIBLE)
Proyecto PAPIME 205822

"Trabajo de Investigación I (clave 1805)"

Alumna: Herrera Chimal Paola Margarita Número de

Cuenta: 315194852

Semestre: 2022-2

03 de Mayo de 2022

Tutora de estancia: María Teresa de Jesús Rodríguez Salazar

Departamento de Química Analítica, Facultad de Química,

UNAM

5/3/2022

Objetivos:

- 1) Investigación Formativa a través de la Investigación Documental Especializada en el tema para:
 - a) Estudios reportados empleando reactivos de Química Verde mediante Espectrofotometría Visible.
 - b) Identificar las características intrínsecas del prototipo espectrofotométrico para el análisis cualitativo y semi-cuantitativo.
 - c) Proponer aplicaciones analíticas para el prototipo.

A todo esto, ¿Qué es la Química Verde?

El concepto de “Química Verde” se relaciona con el diseño de procesos y productos químicos que reduzcan o eliminen el uso y generación de sustancias peligrosas. (Sierra, 2015)

Esta definición fue introducida por Paul Anastas, quien junto con John Warner escribieron el libro “Green Chemistry: Theory and Practice” en 1998 (Anastas, 1998).



12 principios de la Química Verde (Serrano, 2009)

1. Prevenir la generación de residuos.

2. Maximizar la economía atómica.

3. Realizar síntesis química menos peligrosa.

4. Diseñar productos y compuestos menos peligrosos.

5. Utilizar disolventes y condiciones seguras de reacción

6. Diseñar para la eficiencia energética.

7. Utilizar materias primas renovables

8. Evitar derivados químicos.

9. Utilizar catalizadores.

10. Diseñar productos fácilmente degradables al final de su vida útil.

11. Monitorear los procesos químicos en tiempo real para evitar la contaminación

12. Prevenir accidentes.

¿Qué es la Espectroscopía UV visible?

La espectroscopia UV-Vis es una técnica analítica que mide la cantidad de longitudes de onda discretas de luz UV o visible que son absorbidas o transmitidas a través de una muestra en comparación con una muestra de referencia o en blanco. (Skoog, 2015)

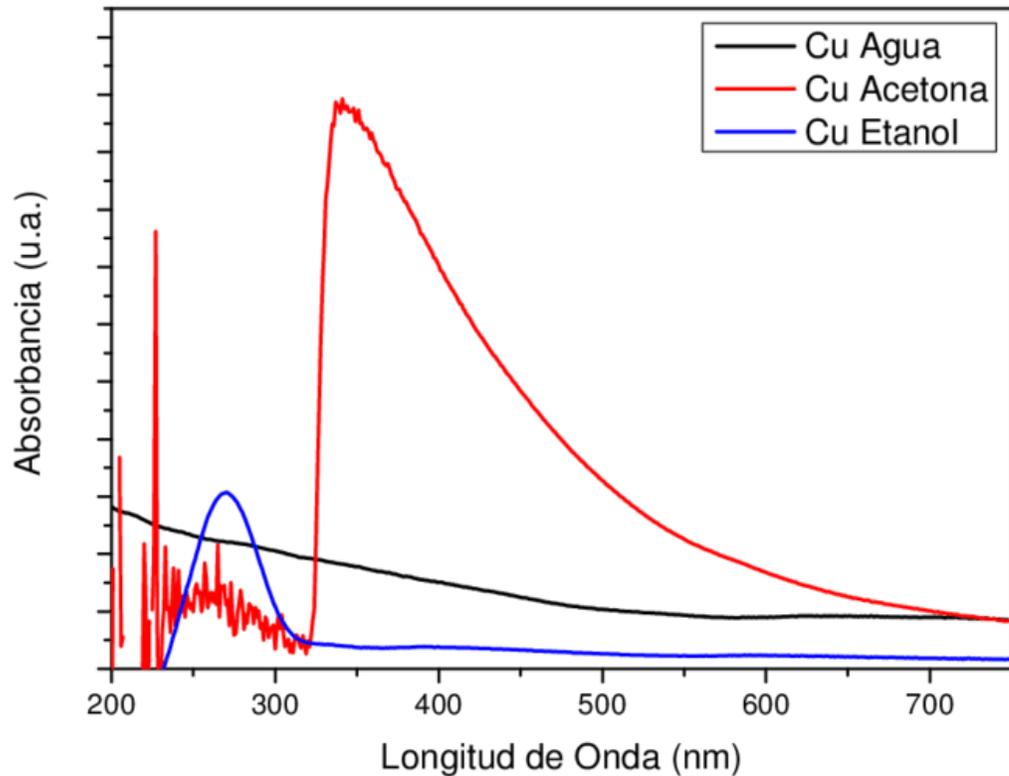


Figura 1. Gráfico correspondiente a la Espectroscopía UV-Visible (Duque, 2017)

Fundamento

Se debe a la capacidad de las moléculas para absorber radiaciones, entre ellas las radiaciones dentro del espectro UV visible. Las longitudes de onda de las radiaciones que una molécula puede absorber y la eficiencia con la que se absorben dependen de la estructura atómica y de las condiciones del medio (pH, temperatura, fuerza iónica, constante dieléctrica), por lo que dicha técnica constituye un valioso instrumento para la determinación y caracterización de biomoléculas. (Skoog, 2015)

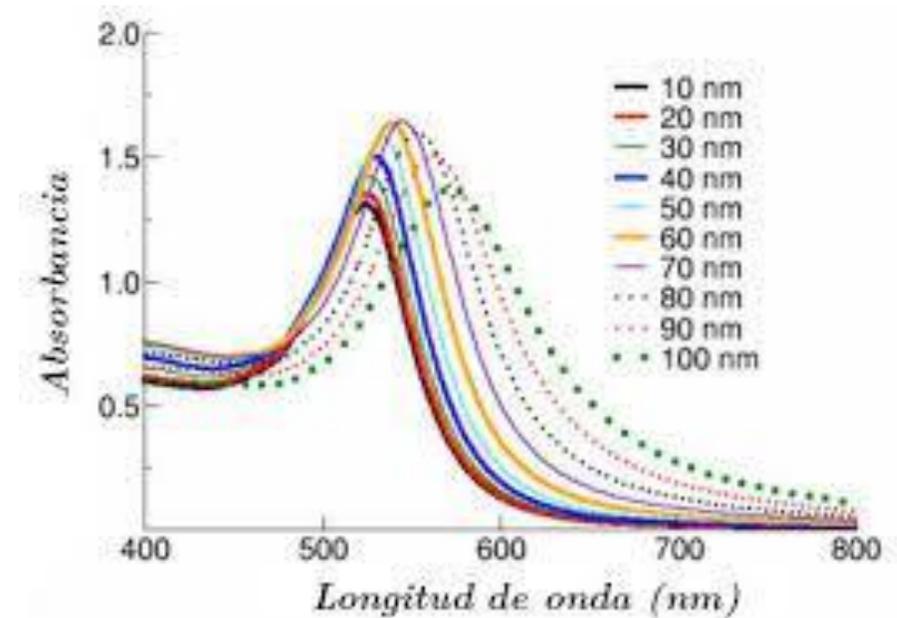


Figura 2. Gráfico de A vs λ (nm)
(Larramandi, 2016)

Ley de Lambert-Beer

$$A = \epsilon l C$$

Donde:

- A es la absorbancia, la cual su expresión es $A = \log \frac{I_0}{I}$
 - ϵ es el coeficiente de extinción
 - l es la longitud de la cubeta (cm)
 - C es la concentración molar (mol L^{-1})
- (Skoog, 2015)

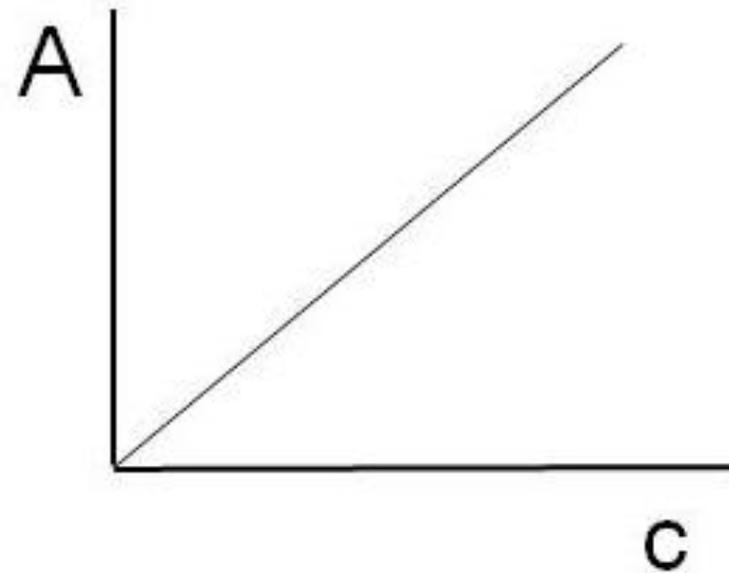


Figura 3. Gráfico de Absorbancia vs Concentración

Equipo



Figura 4. Equipo Digital

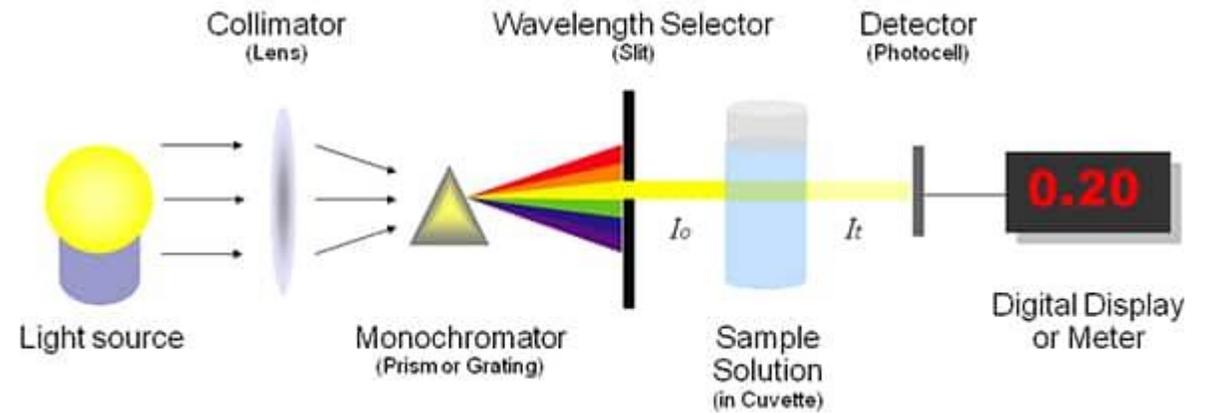


Figura 5. Componentes de un Espectrofotometro UV-Visible

Espectro Electromagnético



Prototipo espectrofotométrico elaborado con materiales electrónicos

Objetivos:

- Desarrollar un prototipo óptico de bajo costo para su uso en los laboratorios de analítica experimental I y II que posibilite el aprendizaje de los fundamentos de la espectrofotometría de absorción molecular y que proporcione respuestas confiables para la resolución de problemas analíticos con fines didácticos..
- Proponer metodologías analíticas en las que se incorporen criterios de sustentabilidad y química verde, sustituyendo, en la medida de lo posible, el uso de reactivos tóxicos y/o costosos.

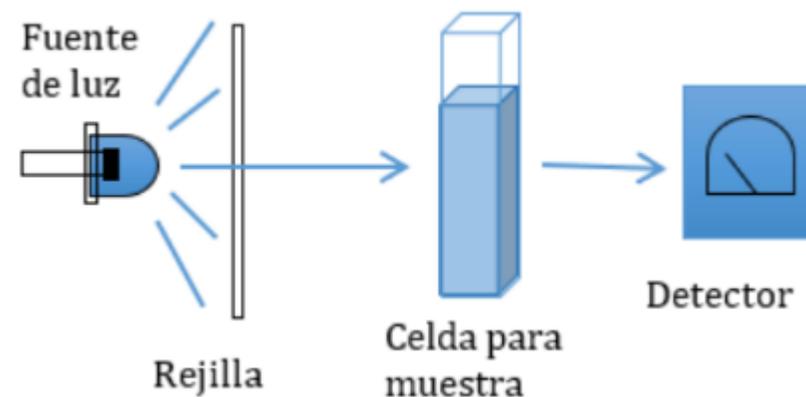


Figura 6. Componentes generales de un espectrofotómetro (Monroy, 2021)

Conclusiones del proyecto

Este prototipo cumple con los objetivos planteados en base en que se pueden realizar mediciones de absorbancia de la luz visible de las disoluciones de muestra al dar respuestas instrumentales proporcionadas a la concentración del analito de interés que se quiera analizar.

Este dispositivo simple presentado pueda auxiliar a los profesores en la enseñanza de algunos conceptos básicos como resolución espectral y ley de Lambert-Beer.

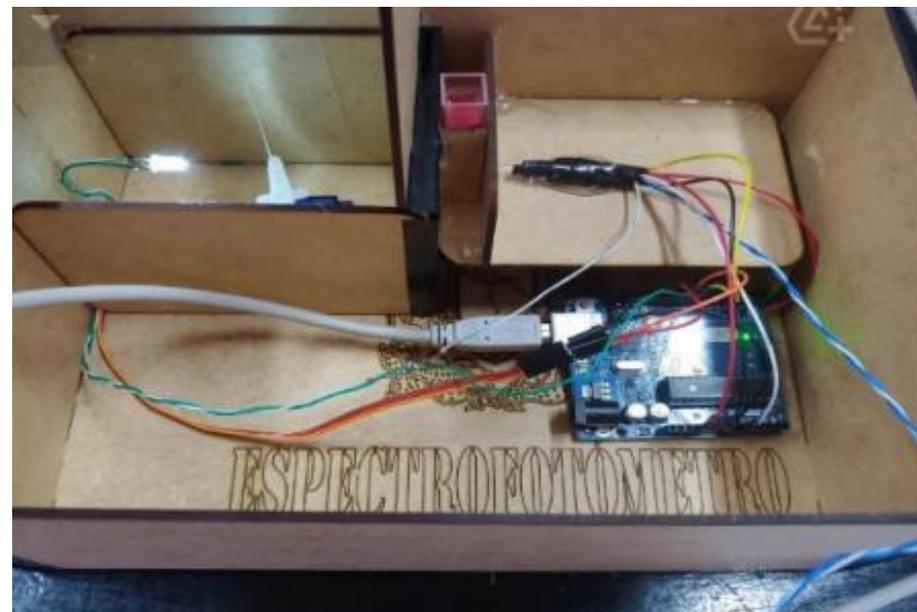


Figura 7. Prototipo elaborado con elementos electrónicos fáciles de obtener.(Monroy, 2021)

Propuesta experimental

“Extracción de clorofilas y medición de contenido de magnesio en muestras vegetales para su análisis cualitativo a través de un prototipo espectrofotométrico elaborado con materiales sencillos”.



Hipótesis.

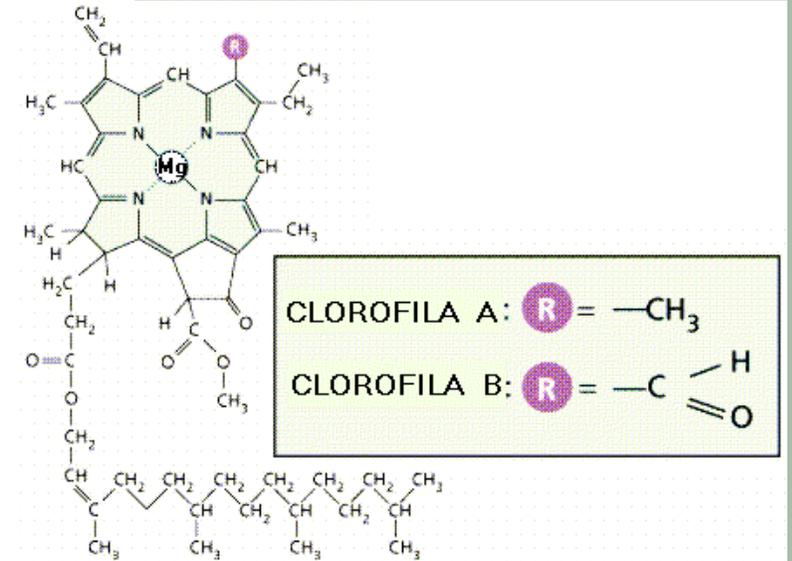
Si utilizamos el prototipo espectrofotométrico para analizar el contenido de clorofilas en muestras vegetales, obtendremos una determinación muy cercana si ocupados un espectrofotómetro UV-Vis del laboratorio de Química analítica Experimental II.

Objetivo.

- Proponer una determinación experimental para su análisis cualitativo en el prototipo espectrofotométrico elaborado con materiales sencillos.
- Llevar a cabo la determinación del analito a través del uso de sustancias sustentables para el fomento de la utilización de la química verde.
- Hacer una comparación con la determinación de clorofilas a través del espectrofotómetro UV-Vis utilizado en el laboratorio de Química Analítica Experimental II.

Partes experimentales:

1. Medición de clorofilas de manera cualitativa en vegetales.
2. Medición del contenido de magnesio en extracción de clorofilas de muestras vegetales.
3. Destilación simple del reactivo alcohol agua utilizado para extracción de pigmentos.
4. Reutilización del reactivo de alcohol agua para la extracción y análisis de antiocianinas de manera cualitativa en arándanos, betabel o col morada.



Destilación

Tabla 1. Propiedades físico-químicas (PubChem, 2022)

Compuesto	Formula	Punto de ebullición
Etanol	CH_3OH	78.2 °C
Clorofila A	$\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_5\text{N}_4\text{Mg}$	---
Clorofila B	$\text{C}_{55}\text{H}_{70}\text{O}_6\text{N}_4\text{Mg}$	---
Agua	H_2O	100 °C

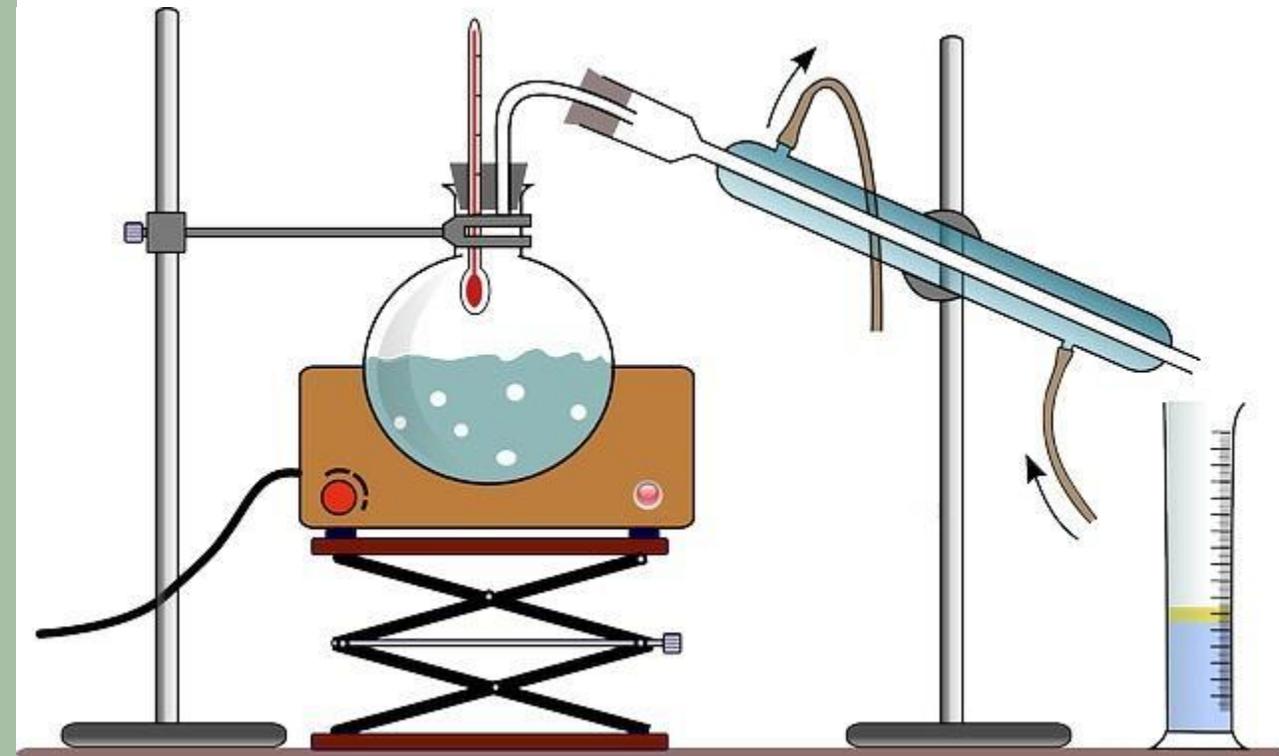
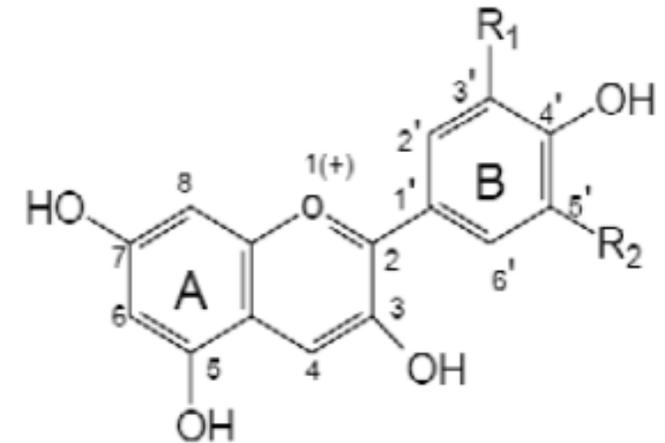


Figura 8. Componentes de una Destilación Simple (Bolívar, 2019)

Extracción de antocianinas en muestra de arándonos, betabel o col morada con el reactivo destilado

- Las antocianinas representan el grupo más importante de pigmentos hidrosolubles detectables en la región visible por el ojo humano (Strack y Wray, 1994); (Zapata, 2014).
- Las antocianinas son glucósidos de antocianidinas, pertenecientes a la familia de los flavonoides, compuestos por dos anillos aromáticos A y B unidos por una cadena de 3 C. Variaciones estructurales del anillo B resultan en seis antocianidinas conocidas (Garzón, 2008)



Aglicona	Substitución		λ_{max} (nm) espectro visible
	R1	R2	
Pelargonidina	H	H	494 (naranja)
Cianidina	OH	H	506 (naranja-rojo)
Delfinidina	OH	OH	508 (azul-rojo)
Peonidina	OCH3	H	506 (naranja-rojo)
Permidina	OCH3	OH	508 (azul-rojo)
Malvidina	OCH3	OCH3	510 (azul-rojo)

Figura 9. Estructura y sustituyentes de las antocianinas (Durst y Wrolstad, 2001);(Garzón, 2008).

Conclusiones

A partir del prototipo espectrofotométrico elaborado con materiales electrónicos fáciles de obtener, se pueden realizar diversos cambios positivos en base en que si en la Facultad de Química, UNAM, cuentan con pocos equipos así que este prototipo puede adaptarse a las necesidades que se requieren a parte de ser de bajo costo y seguro; como por ejemplo, lo que se comenta en la propuesta experimental completando la cualitividad y en parte semi.-cuantividad; siendo que el prototipo planteado puede aparte adaptarse a la Química Analítica Verde que será una necesidad a cubrir a futuro.

Agradecimientos

- Dra. Araceli Peña A.-Jefa Depto. de Química Analítica
- Dra. Itzel Guerrero Ríos/Dra. Ma. Eugenia Lugo-Coordinación carrera Química
- M. en I.A. C. Flores A y Dra. M. Monroy B. (Co-Responsable y Responsable del Proyecto)
- PAPIIME DGAPA UNAM 205822
- Dimas Ramírez Sebastián-Compañero en este proyecto.

Infografía
Canva

https://www.canva.com/design/DAE-l6V-4Ko/Q50qG03aP7x_J74ggaaVHw/edit?utm_content=DAE-l6V-4Ko&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton



Referencias

1. Sierra, A.; Meléndez, L.; Ramírez-Monroy, A.; Arroyo, M. La Química Verde Y El Desarrollo Sustentable / Green Chemistry And Sustainable Development. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo* 2015, 5 (9), 1.
2. Mestres, R. Química Sostenible: Naturaleza, Fines Y Ámbito. *Educación Química* 2013, 24 (1), 103-112.
3. Skoog, D., West, D., Holler, F. and Crouch, S., 2015. Fundamentos De Química Analítica. Novena edición. Ciudad de México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
4. Serrano Doria, M., 2009. Química verde: un nuevo enfoque para el cuidado del medio ambiente. Scielo.org.mx. Recuperado el 02 de Febrero de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2009000400004.
5. Monroy, M., 2021. Propuesta de práctica sustentable usando un prototipo espectrofotométrico elaborado con materiales electrónicos fáciles de obtener. *Revista Tendencias en Docencia e Investigación en Química*, 7(7), 62-68.
6. National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Summary for CID 702, Ethanol. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Ethanol>. Accessed May 3, 2022.
7. Martín, J.F & Castañeda, J. (2016) Análisis de la clorofila de spinacia oleracea y cuantificación de albumina de espagueti utilizando espectrofotometría. *UGCiencia* 22, 99-109.
8. Santiago, R., Velázquez, R., García, R. (2015). Extracción y Cuantificación de clorofila en hojas comestibles del estado de Tabasco, México: Universidad de Tabasco.
9. Aguilera-Ortíz, M.; Reza-Vargas, M.; Chew Madinaveitia, R.; Aguilar Valenzuela, J.; Ramírez Baca, P. ANTOCIANINAS DE HIGO COMO COLORANTES PARA YOGUR NATURAL. *BIOtecnia* 2012, 14 (1), 18.
10. GARZÓN, G. LAS ANTOCIANINAS COMO COLORANTES NATURALES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS: REVISIÓN. *Acta Biológica Colombiana* 2008, 13 (3), 2-10.
11. Zapata, L.; Heredia, A.; Quinteros, C.; Malleret, A.; Clemente, G.; Cárcel, J. Optimización De La Extracción De Antocianinas De Arándanos. *Ciencia, Docencia y Tecnología* 2014, 25 (49).