

Universidad Modelo
Ingeniería Biomédica



Bactericida a base de ASTAXANTINA

Elaborado por:

Gorocica Vargas Mariajose
Guerrero Elizalde Andrea
Sánchez Ramírez Mharya José

Proyectos III

Nava Martínez Rutilio

15 de diciembre del 2023

3er Semestre

Grupo A

Introducción

Bactericida con química verde a base de nanopartículas de cobre

En los últimos años la degradación medioambiental ha sido cada vez más agresiva y alarmante, esto en parte se atribuye al hecho que varios compuestos químicos, normalmente usados tienen altos niveles de toxicidad y son medioambientalmente hostiles. (Acosta, 2018). El concepto de “Química Verde” se relaciona con el diseño de procesos y productos químicos que reduzcan o eliminen el uso y generación de substancias peligrosas. Esta definición fue introducida por Paul Anastas, quien junto con John Warner escribieron el libro “Green Chemistry: Theory and Practice” en 1998 (Del Carmen, s.f.) donde aparecen los 12 principios de la Química Verde, Una de las ramas de la química verde es la nanotecnología, ya que los procedimientos son más amigables con el medio ambiente a los métodos tradicionales. (Sierra, Melendez, Ramírez & Arroyo, 2014).

La aparición de la nanotecnología ha permitido fabricar sensores biológicos y químicos, tecnologías energéticas, incluso el desarrollo de la computación cuántica (Grass, Rensing & Solioz, 2011). En recientes décadas la utilización de nanopartículas ha tenido un gran auge en aplicaciones biomédicas relacionadas con la catálisis de reacciones enzimáticas, detección de ADN, e ingeniería de biomateriales (Modaresifar, Azizian, Ganjian, Fratila-Apachitei, Zadpoor, 2019). En la actualidad las nanopartículas más utilizadas son de fierro, oro y plata, puesto que estas se utilizan como agentes antimicrobianos para el recubrimiento de instrumentos médicos señala la doctora Elia Brosla Naranjo Rodríguez, profesora de la Facultad de Química de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México, 2019). Las nanopartículas metálicas con capacidad antimicrobiana en años anteriores fueron de gran ayuda para los científicos. (Cadenas, 2021). Tomando como ejemplo el cobre es un nutriente esencial en las plantas, ya que con él completan su ciclo de vida. Actúa como bactericida en las plantas ya que se encuentran en 6 diferentes estructuras de la célula del hongo. (Agan, 2014). La sustancia bactericida tiene como efecto principal inhibir las enzimas, las cuales son fundamentales para que la célula se mantenga viva. (Galindo, 2011). Posee propiedades antimicrobianas, la agencia de protección ambiental de estados unidos (EPA) lo ha registrado como el primer y único metal con propiedades antimicrobianas, esta aprobación permite que

productos con cobre anuncien sus bondades contra algunas bacterias. (Prado, Vida & Duran, 2012).

Así como la química ha tenido avances tecnológicos, los microorganismos también desarrollan nuevos mecanismos de resistencia cuando son atacados, por tanto es más complicado que estos mueran, afectando a la salud de los seres humanos. «La resistencia a los antimicrobianos erosiona la medicina moderna y pone millones de vidas en peligro », afirmó el Dr. Tedros Adhanom Ghebreyesus, Director General de la Organización Mundial de la Salud (Organización Mundial de la Salud OMS, 2021).

Si bien la evolución por parte de estos microorganismos arroja problemas en el sector de la salud también aporta un desbalance económico ya que en algunos casos los productos son elevados en precio y para algunos grupos de personas estos no son costeables. (Kiryag, Hernández, 2015). Es por ello, que en este proyecto se elaboró un bactericida en base al cobre y astaxantina, para así poder fabricar un producto amigable al medio ambiente.

La astaxantina es un pigmento natural presente en altas concentraciones en microalgas como la *Haematococcus pluvialis* y en los animales que la consumen, como el salmón, la trucha roja o los crustáceos (Álvaro & Sánchez, 2019). Se han efectuado varios estudios en donde se analizan los beneficios de la astaxantina, entre los resultados más significativos se encuentra un efecto antimicrobiano en contra de *Helicobacter pylori*, dosis de 25 mg/kg protegió contra fármacos (naproxeno) que inducen úlcera gástrica en ratas (Álvarez, 2007).

Diagrama de bloques



Metodología

La elaboración del bactericida se dividió en 2 etapas, la síntesis de nanopartículas metálicas y la elaboración del gel. Posteriormente ambas etapas fueron congregadas.

Etapa 1. Síntesis de las nanopartículas

Para esta primera etapa se necesitó de 4 cápsulas de astaxantina esto siendo equivalente a 2 gr. En una placa de petri, la cual se taró véase en la (Fig.1 A), se colocó el polvo de la astaxantina, y se pesó respectivamente véase en (Fig.1 B).

A)



Fig.1 A)Peso de placa petri .

B)



Fig.1 B)Placa petri con 2.01 gr de Astaxantina

Una vez se obtuvo la medida, se colocó en un matraz Erlenmeyer y a este se le agregó 90 mL de agua destilada, véase en (Fig. 2A). Con ayuda de un placa de agitación se disolvió la astaxantina como se aprecia en (Fig. 2B).

A)



B)



Fig. 2A) Astaxantina con agua destilada

Fig. 2 B) Disolución del componente

Se realizaron cálculos para preparar 20 ml de disolución acuosa de sulfato de cobre, teniendo en cuenta que su concentración es de 50×10^{-3} M. Esta sustancia es de suma importancia ya que era nuestra base para el bactericida. La resolución fue la siguiente: Se realizó la conversión de unidades de mililitros a litros(1), se continuó empleando las respectivas fórmulas(2)(3)(4), se sustituyeron los valores necesarios(5) y de esta manera se obtuvieron los resultados(6)(7)(8)(9).

$$20\text{ml a L} = 0.02\text{L (1)}$$

Fórmulas:

$$n = \frac{m}{MM} = m = (n) (MM) \quad (2)$$

$$m = (n) (MM) = m = (1 \times 10^{-3} \text{ mol}) (159.5 \text{ g/mol}) = 0.1595 \text{ g} \quad (3)$$

$$M = \frac{n}{L \text{ disolución}} = n = (M)(L \text{ disolución}) \quad (4)$$

$$n = (M)(L \text{ disolución}) = (50 \times 10^{-3} \text{ M})(0.02 \text{ L}) = 1 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad (5)$$

MM:

$$\text{Cu} = 63.5 \times 1 = 63.5(6)$$

$$\text{S} = 32 = 32(7)$$

$$\text{O} = 16 \times 4 = 64(8)$$

$$\text{MM} = 159.5 (9)$$

Una vez obtenidos los resultados, para preparar una solución de 20 ml de sulfato de cobre, se utilizaron 0.1595 gr de éste, para ello se pesó primero la caja petri como podemos observar en (Fig.3A), y se continuó pesando la caja petri ya con el reactivo véase en (Fig.3B) .

A)



Fig. 3A) Peso de placa petri

B)



Fig. 3B) 0.1595 g de sulfato de cobre

Ya con el sulfato de cobre, fueron agregados 20 ml de agua destilada véase en (Fig.4A) y seguidamente se colocó en la placa de agitación hasta que este se disolviera véase en (Fig.4B).

A)



Fig.4A.Sulfato de cobre

B)



Fig.4B.Sulfato de cobre disuelto sin disolver en agua destilada

En un vaso de precipitado se agregó 1 mL de Astaxantina, y 9 ml de agua destilada, esto para rebajar la concentración de la misma. Se vertió en una bureta con el propósito que la disolución cayera en el sulfato de cobregota a gota, véase en (Fig 5).



Fig 5. Astaxantina cayendo gota a gota

El pH necesario para la sustancia era de 8 tomando como referencia una escala del 0 al 14; donde la primera medición de pH que se obtuvo fue entre 3 y 4 véase en (Fig.6A), para que esta subiera se le añadió 1 ml de hidróxido de sodio (NaOH al 0.1). como se puede observar en (Fig.6B).

A)



B)

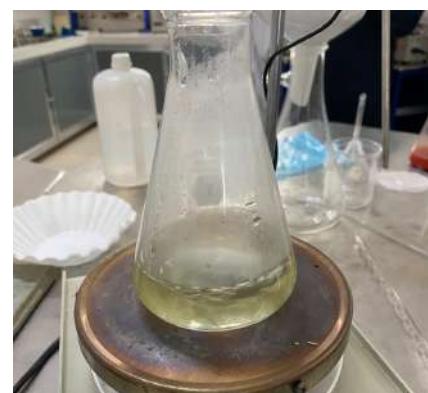


Fig.6A. Primera medición de pH

Fig.6B. Sustancia con 1 ml de NaOH

Se repitió el procedimiento 5 veces en total, se le agregó 17 ml de hidróxido de sodio y las medidas de pH dieron un resultado de 4, 5, 6, 6 y 6. Se observó que este no subía por lo que se optó por añadir 2 mL de Astaxantina pura más y se dejó en la placa de agitación durante 1 hr. Pasado el tiempo el color final que se obtuvo fue azul turquesa como se puede apreciar en (Fig.7)



Fig.7 Sustancia obtenida

Etapa 2. Elaboración del gel

Para esta segunda etapa se hicieron varias pruebas para sacar la concentración de la glicerina y gel a utilizar. Como primera prueba se empleó una de glicerina al 5%, mientras que para la segunda se empleó una concentración al 10% véase en (Tabla 1).

Material	Prueba 1(100gr)	Prueba 2(100gr)
Carbopol 940	1.5%	1.5%
Glicerina	5%	10%
Agua destilada	100gr	100gr

Tabla 1.-Tabla de concentraciones de los materiales

Para dar inicio con el procedimiento de las muestras, se comenzó por la concentración de glicerina al 5%, en la cual se obtuvieron 5 ml de glicerina. Para la concentración del 10% se obtuvieron 10 ml de glicerina, ambas con la ayuda de una probeta de 20 ml.

Después, se colocó 100 ml de agua destilada en un vaso de precipitado de 250ml y se mezcló con cada una de las concentraciones de glicerina. Posteriormente, se pesó el Carbopol 940 con la báscula hasta tener 1.5g de muestra.

Una vez obtenido el Carbopol, se tamizó para evitar los grumos, ya que esto puede ocasionar problemas al mezclar con el agua destilada y la glicerina. Para facilitar la incorporación del carbopol ya tamizado en la solución anterior, se agregó poco a poco y se mantuvo en agitación durante 20 minutos con la ayuda de un agitador magnético a velocidad de 6-7. Seguidamente se retiró una mezcla homogénea.

Finalmente se tapó la dispersión anterior con papel film y se dejó reposar a temperatura ambiente, fuera de la luz y humedad durante un lapso de 24 horas.

Una vez transcurridas las 24 horas se agregó la trietanolamina con la pipeta a ambas mezclas hasta verificar que se alcanzó un pH de 7 en ambas muestras.

Materiales

Para este proyecto se requirieron los siguientes materiales para la correcta elaboración, se utilizó una placa de Petri en el cual se pesó el polvo de la astaxantina, posteriormente se usó un matraz de Erlenmeyer para agregar agua destilada y la astaxantina para después con una placa de agitación este se disolviera. El sulfato de cobre se disuelve con agua destilada para después con ayuda de una placa de agitación se disolviera. En el vaso de precipitado se preparó una disolución el cual se vertió a una bureta para que esta cayera en el sulfato de cobre. El hidróxido de sodio sirvió como nivelador de ph.

Resultados

El ph obtenido fue el óptimo para la realización de la centrífuga. Ya con la sustancia, se dividió en dos tubos de plástico de 15 ml, como se observa en (Fig.8). Se le agrega 13 ml de sustancia obtenida y 2 ml de alcohol etílico, este proceso se repite con ambos tubos. Esto se agita manualmente por 10 min.



Fig.8 Mezcla de la sustancia y el alcohol

Al concluir la agitación, se llevan ambos tubos a la centrífuga, esto para separar los pequeños sólidos que permanecieron en la sustancia. Lo dejamos actuar durante 20 min. Pasados los 20 min se pudo observar la separación de los sólidos, véase en (Fig.9).



Fig.9. Tubos en la centrífuga

Una vez fuera de la centrífuga, se filtró, para que el líquido fuera mezclado con el gel y el sólido fuera desechado. Dando como producto final el bactericida que podemos apreciar en (Fig.10).



Fig.10. Bactericida finalizado

Referencias

- Acosta, D., & Manuel, E. (2018). Nanopartículas de plata: un enfoque en aplicaciones biológicas. *Mundo nano*, 12(22), 1. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2019.22.60758>
- Agan, M. (2014) El cobre como fungicida hacia el futuro. *ADAMA Peru*. <https://www.adama.com/peru/es/actualidad-adama/el-cobre-como-fungicida-hacia-el-futuro#:~:text=El%20cobre%20ademas%20de%20ser,un%20rugoso%2C%20Membrana%20plasm%C3%A1tica%20y>
- Del Carmen, D. S. M. (s. f.). *Química verde: un nuevo enfoque para el cuidado del medio ambiente*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X200900040004#:~:text=La%20Qu%C3%ADmica%20Verde%20presenta%20una,humano%20y%20al%20medio%20ambiente.
- Álvaro P., Sánchez S. (2019) Efectos del carotenoide astaxantina en la salud humana, según la ciencia. Recuperado 9 de noviembre de 2023, de <https://www.npunto.es/content/src/pdf-articulo/5ddb915d24571NPvolumen20-46-58.pdf>
- Cadenas P. (2021). Nanopartículas metálicas. Gobierno de México. <https://ciqa.mx/NanoparticulasMetalicas.aspx>
- Modaresifar, K., Azizian, S., Ganjian, M., Fratila-Apachitei, L. E., & Zadpoor, A. A. (2019). Bactericidal effects of nanopatterns: A systematic review. *Acta biomaterialia*, 83, 29-36.
- Galindo, A. (2011). Impacto de la Química Verde en la Nanotecnología. COMITÉ EDITORIAL.

- Grass G, Rensing C, Solioz M. (2011) Metallic copper as an antimicrobial surface. *Appl Environ Microbiol*; 77: 1541- 7 https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872012001000014&script=sci_arttext
- Kiryag J., Hernández M. (2015) Condiciones de producción de astaxantina por *Haematococcus pluvialis*. Scielo. Recuperado 8 de noviembre de 2023, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-01952015000100007
- Álvarez, M. (2007). COMPUESTOS CON ACTIVIDAD ANTIBACTERIAL PRODUCIDOS POR LAS MICROALGAS. Repositorio. Recuperado 7 de noviembre de 2023, de <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/1142/1/175011.pdf>
- Organización Mundial de la Salud OMS (2021). Bacterias y super bacterias ponen el riesgo la salud humana. Recuperado de: <https://www.paho.org/es/noticias/4-3-2021-bacterias-super-bacterias-ponenriesgo-salud-humana>
- Sierra, A., Meléndez, L., Ramírez, A., & Arroyo, M. (2014). La química verde y el desarrollo sustentable. *Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 5(9), 1–15. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4932609.pdf>
- Universidad Nacional Autónoma de México, (2019). La UNAM te explica: ¿Qué son las nanopartículas? Fundación UNAM. Fundación UNAM. <https://www.who.int/es/news/itemhttps://www.who.int/es/news/item/09-12-2022-report-signals-increasing-resistance-toantibiotics-in-bacterial-infections-in-humans-and-need-for-better-data/09-12-2022-report-signals-increasing-resistance-toantibiotics-in-bacterial-infections-in-humans-and-need-for-better-data>
- Prado J. ,Vida A. ,Duran T. (2012). Aplicación de la capacidad bactericida del cobre en la práctica médica. *Revista Médica De Chile*, 140(10), 1325-1332. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872012001000014>

