



GEL ANTIBACTERIANO
AgBIO
Materiales para Ingeniería

Profesor: Carlos Eduardo Belman Flores

EQUIPO:

Moguel Velasco Eduardo

Ortiz Gutiérrez Ivanna

Lagunes Ramírez José Antonio

Romero Velasco Arturo

GRADO: 3semestre

GRUPO: A

Fecha de entrega: 12/12/2023

Resumen

Sin duda alguna, las frutas y verduras son alimentos esenciales en la dieta de cualquier persona, esto gracias a sus beneficios nutricionales para la salud del ser humano demostrados científicamente. Sin embargo, se ha detectado a lo largo de los años, que estos poseen una gran variedad de microorganismos patógenos los cuales se presentan en estos alimentos en estado crudo, que, al ingerirlos, pueden dañar el sistema humano. Hoy en día varios de los artículos de desinfección son trabajados a base de síntesis verde con plata. Se elaboro un gel desinfectante específicamente para frutas, dando como un proyecto innovador y efectivo, elaborado a base de sales metálicas y gel (carbopol).

Introducción

Los desinfectantes son utilizados para reducir la contaminación de productos por patógenos que afectan a la salud humana. Así las soluciones de lavado, sanar las cosechas o cultivos, entre otras más, se convierten en una necesidad al momento de manipular frutar y verduras, por ello algunas industrias de frutas y vegetales buscan tratamientos de desinfección eficaces para estos mismos. Asimismo, los consumidores son conscientes sobre los métodos comunes de desinfección, por lo que se busca un producto factible con un proceso mínimo y con buena calidad.

En la actualidad hay varios métodos realizados para la reducción de microorganismos en productos, como lo pueden ser mediante método de calor por ejemplo la pasteurización, esterilización y uperización, por otro lado, pueden ser mediante el método de frío como lo puede ser en refrigeración, congelación y ultracongelación. Uno de los mejores métodos es prevenir la contaminación. Sin embargo, no siempre es posible el uso de técnicas para reducir y/o eliminar bacterias patógenas en los alimentos, es de gran importancia para prevenir brotes transmitidos por alimentos, algunas de estas enfermedades transmitidas por comer alimentos contaminados pueden ser el norovirus, salmonella, clostridium perfringens, campylobacter y staphylococcus aureus, los métodos químicos y físicos se han demostrado ser moderadamente eficientes en la reducción de la microflora autóctona y también de los patógenos contaminantes. (Microbios y enfermedades transmitidos por los alimentos, 2023)

Existen algunos agentes químicos los cuales se han popularizado en los últimos años, debido a sus propiedades y su positiva reacción ante estos microorganismos, entre estos podemos encontrar el dióxido

de cloro, ozono, ácidos orgánicos, agua electrolizada oxidante y peróxido de hidrógeno.

Fundamentos teóricos

Los geles poliméricos son materiales blandos cuya consistencia y propiedades se encuentran a caballo entre las de un sólido y las de un líquido. Se describen como un conjunto de cadenas poliméricas sumergidas en un disolvente; capaces de moverse y difundir en su seno. Estas cadenas pueden interactuar entre sí formando enlaces que eventualmente originaran una red tridimensional. Esta estructura de red permite al gel mantener su forma y mostrar cierto comportamiento elástico, a la vez que mantienen una consistencia blanda (De la Fuente, 2019).

Los geles son agentes auxiliares en estos procesos debido a su propiedad de absorber disolventes y moléculas de bajo peso molecular. Se regeneran fácilmente mediante un cambio de las condiciones externas y pueden, por tanto, utilizarse cíclicamente. La naturaleza del gel, es decir, el tipo de monómeros que lo constituyen y el grado de reticulación juegan un papel muy importante en la selectividad del proceso, al determinar el poro de la red, y, por lo tanto, limitar el tamaño de las moléculas capaces de penetrar en la misma. A medida que aumenta el porcentaje de agente reticulante en el gel, disminuye el tamaño del poro, y aumentan el porcentaje de soluto excluido. Un gel con un alto grado de reticulación permite separar solutos más pequeños (González, 1993).

Es necesario tener en cuenta la concentración de carbopol 940 como agente gelificante para obtener una buena preparación de gel. Este estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la concentración de carbopol 940 sobre las propiedades físicas, la efectividad al momento de combinar las sales minerales y los procesos que conlleva (González, 1993).

Los bactericidas son productos indispensables para la prevención y control de enfermedades en los cultivos, (alimentos, frutas, vegetales o inclusive hasta plantas). A todo ello se une, el cada vez mayor peso de la agricultura ecológica acrecentando y acelerando la necesidad de contar con productos de origen natural. Productos que cumplan con los requisitos que los hagan aptos para su uso en producción ecológica, manteniendo a su vez los más altos niveles de eficacia contra hongos y bacterias. (Certis, 2021).

Las nanopartículas son materiales que se encuentran a una escala nanométrica menor a 100 nm, se originan de forma natural o por la intervención del hombre y de acuerdo con los elementos que las constituyen adquieren funciones únicas y específicas., Cuando los materiales alcanzan una escala

nanométrica, estos pueden adquirir propiedades fisicoquímicas únicas en comparación con el material de origen, estas propiedades de los nanomateriales van a depender de los elementos que los constituyan (Ortiz, 2021).

A medida que la dimensión de las partículas se reduce, en 1nm a 10nm, el tamaño de la superficie se va notando más. Entre los efectos de tamaño más importante, se han determinado el confinamiento de los electrones. En la actualidad estas forman parte de productos, equipos y sistemas de uso que se utiliza a diario en la población. Gracias a esto hay una gran oportunidad científicamente para lograr optimización de materiales existentes (Rodríguez, 2008).

Las propiedades ópticas de las nanopartículas de los metales nobles se basan en la oscilación colectiva de electrones de conducción libres como resultado de su interacción con la radiación electromagnética. El campo eléctrico de la radiación electromagnética induce la formación de un dipolo en la nanopartícula creándose una fuerza restauradora en la nanopartícula que intenta compensar ese efecto, resultando en una longitud de onda de resonancia que confiere el color característico a las disoluciones coloidales de nanopartículas de metales nobles. (Monge, 2008)

Las propiedades biomédicas de las nanopartículas de plata constituyen también un campo de investigación de gran relevancia. La mayoría de las publicaciones a este respecto se basan en las propiedades antimicrobianas de las nanopartículas de plata, aunque existen también estudios sobre sus propiedades antivirales, fungicidas o de cicatrización. Evidentemente, de manera paralela al estudio de estas propiedades se están desarrollando multitud de aplicaciones prácticas (Monge, 2008).

La síntesis de nanopartículas metálicas en disolución se lleva a cabo mediante el empleo de los siguientes componentes:

- (I) Precursor metálico
- (II) Agente reductor
- (III) Agente estabilizante

Los métodos de síntesis de nanopartículas se clasifican como top-down (métodos físicos, procesos de molienda) y como bottom-up (métodos químicos en disolución coloidal, procesos de formación de partículas a partir de una disolución). Los métodos top-down son aquellos que reducen el tamaño de agregación del material hasta llegar a un tamaño nanométrico con un consumo considerable de energía, mientras que los métodos bottom-up involucran la obtención de partículas de tamaño nanométrico partiendo de una dispersión molecular (Esquivel, 2021).

La biorremediación, técnica en la cual las funciones naturales de las plantas son usadas para extraer y recuperar metales de suelos previamente contaminados con estos, fue empleada inicialmente para la síntesis verde, al descubrir que las plantas no solo acumulaban metales, sino que también los metales eran depositados como nanopartículas. Uno de los primeros reportes sobre el uso de la síntesis verde para producir nanopartículas de plata fue con plantas de alfalfa tratadas con nitrato de plata como fuente de iones de plata. El análisis de los tejidos reveló que nanopartículas con diámetros entre 2 y 20 nm se habían acumulado en las raíces y brotes de las plantas (Esquivel, 2021).

Aunque se requiere estudios más profundos para establecer la formación y estabilización de estas nanopartículas a partir de extractos de plantas, podemos dar por hecho que los grupos -OH y -COOH presentes en biomoléculas, juegan un rol importante en la reducción de iones de metal. (Ronquillo de Jesús, 2013).

La creciente problemática de resistencia bacteriana y el aumento en el costo de los tratamientos causados por infecciones bacterianas, han hecho que nuevas tecnologías y alternativas sean investigadas y aplicadas a productos como lo son las nanopartículas de plata.

La higiene de frutas y verduras después de su cosecha es una práctica obligada que puede disminuir las pérdidas por división debidas al ataque de microorganismos. También, los desinfectantes se utilizan ampliamente para minimizar la contaminación de productos por patógenos que afectan la salud humana. (García, 2017)

Así las soluciones de lavado, sanar las cosechas o cultivos, entre otras más, se convierten en una necesidad al momento de manipular frutal y verduras, por ello algunas industrias de frutas y vegetables buscan tratamientos de desinfección eficaces para estos mismos. Asimismo, nosotros los consumidores somos conscientes sobre los métodos comunes de desinfección, por lo que se busca un producto factible con un proceso mínimo y con buena calidad. Las enfermedades diarreicas en uno de los problemas número uno en México, estas enfermedades son muy fáciles de contagiar, es sabido que el causante principal es por la falta de higiene y desinfección en agua, alimentos, donde se producen las bacterias más comunes pero dañinas para el cuerpo.

En la actualidad hay varios métodos realizados para la reducción de microorganismos en productos. Uno de los mejores métodos es prevenir la contaminación. Sin embargo, no siempre es posible el uso de técnicas para reducir y/o eliminar bacterias patógenas es de gran importancia para prevenir brotes transmitidos por alimentos, los métodos químicos y físicos se ha demostrado que moderadamente eficientes en la reducción de la microflora autóctona y también de los patógenos contaminantes.

Existen algunos agentes químicos los cuales se han popularizado en los últimos años, debido a sus propiedades y su positiva reacción ante estos microorganismos, entre estos se encuentra el dióxido de cloro, ozono, ácidos orgánicos, agua electrolizada oxidante y peróxido de hidrógeno.

METODOLOGIA

En dicho documento nuestro objetivo general es lograr la síntesis de plata ionizada, con esto en ninguna fruta existirá bacterias ofensivas a la salud. Es por esto por lo que lograremos que la plata llegue aun porcentaje que no afecte al ambiente o al organismo del ser vivo de tal que modificar los parámetros involucrados en ella al igual llevar a cabo métodos justos para este proceso de ionizar plata.

Objetivos específicos:

- Lograr sintetizar la plata a un porcentaje que no afecte al ambiente y al cuerpo.
- Modificar los parámetros involucrados en esta misma.
- Utilizar métodos adecuados para ionizar la plata
- Usar diferente metodología

Materiales

Tabla 1. Síntesis del Té verde

Instrumentación	Reactivos
1 agitador de vidrio -1 embudo de vidrio -1 bureta -1 espátula - 1 pipeta 10 ml con perilla -placa de agitación -2 agitadores magnéticos -micropipeta y puntas -2 matraces Erlenmeyer 250ml -2 vasos de precipitado 250ml -1 caja Petri o vidrio -2 filtros para cafetera -guantes látex	-piseta con agua desionizada -piseta con agua destilada -ácido ascórbico -hojas de té verde -sulfato de cobre recristalizado

Tabla 2. Gel a base de carbopol

Instrumentación	Reactivos
Miserable de silicón -Báscula	-Carbopol 940 -Glicerina

<ul style="list-style-type: none"> -Papel film -Vaso de precipitado de 250 ml -Vaso de precipitado de 1 L -Vaso de precipitado de 2 L Placas de agitación -Tamizador -Imanes de agitación grandes -Tiras para medir pH -Cristalizador -Varillas para agitar -Probeta de 100 ml -Probeta de 20 ml -Pipeta con pipeteador 	<ul style="list-style-type: none"> -Agua destilada -Trietanolamina -Ácido acético
--	--

Procedimiento

Etapas 1: Síntesis de las nanopartículas

Como primera etapa se pesó 5g de hojas molidas de Té verde, a continuación, se depositó dentro de un matraz Erlenmeyer de 250 mL. Se añadió 100 mL de agua desionizada cubriendo por completo las hojas de Té. Dado que la báscula no funcionó correctamente se hizo un pequeño cálculo, restando el peso de la caja de PET de la masa total (Figura 1).



Figura1. Peso del té verde

La mezcla se colocó sobre un agitador magnético, cubriendo el matraz Erlenmeyer con aluminio, para calentarlo a una temperatura de 85° C, se mantuvo así durante 3 minutos. (Figura 2A). Para comprobar dicha temperatura se cubrió el matraz con papel aluminio. Se removió el extracto del agitador para que este pueda comenzar a enfriarse y con ayuda de un filtro de café previamente humedecido con agua destilada y un embudo, se separó el sólido del líquido. Conservando el extracto de este mismo y desechando las hojas. (Figura 2B).



Figura 2. A) Te verde en el agitador magnético



Figura 2. B) Filtrado del té verde

Etapas 2: Nucleación y crecimiento

Se preparó 20 ml de solución acuosa de sulfato de cobre (CuSO_4) con una concentración de 50×10^{-3} en el matraz Erlenmeyer de 250 mL. La reacción de la disolución del sulfato de cobre se llevó a cabo con una agitación magnética constante y a una temperatura de 85° C. (figura 3A). Cuando la temperatura deseada se alcanzó, se agregó 10 mL del extracto de las hojas de té verde por medio de un gotero ya que el procedimiento adecuado es hacerlo gota a gota para poder observar el cambio de color. (figura 3B).



Figura 3. A) Solución sulfato de cobre



Figura 3. B) El extracto al sulfato de cobre

Se mantuvo los 85°C , se agito constantemente durante una hora, se retiró la disolución y enfrió. (figura 4A). Antes de la etapa 3 se agregó hidróxido de sodio para poder regular el nivel de pH del extracto, su nivel de pH se reguló de 4 a 7. (figura 4B).



Figura 4. A) Agitación con las gotas de te verde



Figura 4. B) Tiras de nivelador de pH

Etapa 3: Purificación

En esta etapa se pasó a temperatura ambiente la sustancia, posteriormente se vertió en dos frascos la misma cantidad de sustancia 6ml c/u. A La disolución se le realizó un lavado con agua desionizada con un agitado de 3ml c/u. Se le vierto etanol a la disolución hasta llegar al tope 15ml c/u. Se pesó cada tubo para poder saber el valor que le vamos a poner al centrifugador.

Como último paso se centrifugó a 4000 rpm en la máquina para poder separar la mezcla



Figura 5. Peso del producto



Figura 5. Muestra final

Procedimiento de la elaboración del gel

Primera Prueba

Lo primero que se hizo fue asegurar el área de trabajo y se aseguró de tener los utensilios y recipientes limpios. Se midió el Carbopol 940 a un porcentaje adecuado para poder obtener la consistencia adecuada, se midió la glicerina y el agua destilada a proporción de los gramos de Carbopol que ocupamos, la trietanolamina nos ayudó a poder regular el pH del gel. Con ayuda de un Matraz Erlenmeyer y un agitador magnético la solución se empezó a incorporar y que se siguiera agitando. (Figura 6).



Figura 6. A) Agitación de la mezcla



Figura 6. B) Consistencia de la mezcla

Se realizó también agitación manual para así observar la consistencia que tiene la solución, conforme se iba depositando el carbopol 940, que es lo que le da la consistencia de gel, se puso más sólido y con una consistencia grumosa, parecida a la del gel. (Figura 6A). Al depositar todo el carbopol en la glicerina preparada se notó como se espesó de más la solución. No se pudo llegar a un resultado exitoso en la primera prueba. (Figura 6B).

Resultados

Tabla 1. Primera Prueba

Producto	Medidas
Carbopol 940 (g)	1.5g
glicerina	5ml
agua destilada	100ml

- Como primer resultado se obtuvo una consistencia grumosa, esto a que no se hizo el procedimiento correctamente. En el procedimiento se puso primero la glicerina antes que el carbopol en el agua destilada, esto haciendo que el carbopol no pudiera hidratarse adecuadamente, teniendo un producto espeso. (Figura 7,A-B).



Figura 7. A) Consistencia grumosa



Figura 7. B) Consistencia espesa

Tabla2. Segunda Prueba

Producto	Medidas
Carbopol 940 (g)	1.5g
glicerina	5ml
agua destilada	100ml
Trietanolamina	1.5ml

Como segunda prueba se tomo de nuevo las medidas adecuadas para tener un gel exitoso, se puso las mismas cantidades que en la primera prueba, pero con el procedimiento diferente. Al momento de preparar el carbopol con el agua destilada, se vertió rápidamente mientras estaba en agitación, se dejó reposar durante 20min en lo que el carbopol se disolvía e hidrataba. (Figura 8ª-B)



Figura 8ª. Agua Destilada



Figura 8B. Agua Destilada



Figura 9A. Agua Destilada



Figura 9B. Mezcla homogénea

El gel se dejó reposado durante 24hrs en el laboratorio para su absorción completa. Se tomó la trietanolamina y se le vertió de gota en gota 1.5ml para que quede con una consistencia adecuada. (Figura 10) Se repitió este mismo procedimiento con 3 muestras más.



Figura 10. Después de 24hrs.



Figura 10. Muestra final

Con productos exitosos, se tomó los procedimientos y se mezclaron. Se agarró 10ml de la síntesis de cobre y se vertió en el gel. (figura 11). Posteriormente se midió su pH y fue exitoso. Se obtuvo un gel bactericida para frutas exitoso e innovador. Se espera poder tener el mismo resultado con la síntesis de plata.



Figura 11. Muestra con sulfato

Como observación se dejó una muestra de gel durante dos semanas sin ningún conservador y al aire

libre, al igual que la muestra con sulfato de cobre. Se pudo observar que la muestra sola le salió bacterias y colonias de hongo. (figura 12). Por lo tanto, a la otra muestra con sulfato de cobre y sin ningún conservador, se conservó con la muestra tal y como estaba al principio tomando en cuenta sus propiedades.



Figura 12. Muestra con hongo y bacterias



Figura 12. Gel exitoso y fallido

Conclusión

Este proyecto es considerado innovador y sustentable ya que cuando se habla de bactericidas muy pocas veces, se toma en cuenta el medio ambiente y como los efectos de gases o sustancias podrían afectar a este. Al momento de comprar un producto no te fijas de los químicos que te pueden dañar si no en que tan efectivo que puede ser. Hoy en día contamos con muy poca innovación en servicios de higiene por lo que con esto es un paso más para nosotros como estudiante de ingeniería Biomédica. Es por esto por lo que se creó una marca que esta lista para poder innovar y demostrar que se pudo crear dos cosas al mismo tiempo. Sin efectos colaterales en el mundo y con efectividad de 10. De manera eficaz y con una investigación que comprueba hechos científicos. Durante todas las sesiones se tomó seriedad y se buscó fórmulas para poder mejorar cada error, es por esto que es aún mejor.

Referencias

- Alejandra, A., Hernandez, L., Ornelas, J. H., Biológicas, C., De, Y., Salud, L. A., & Fecha, L. Y. (2015). *Título del trabajo: EVALUACIÓN DE DESINFECTANTES COMERCIALES SOBRE COLIFORMES PRESENTES EN CILANTRO Y LECHUGA*. Unam.mx. Recuperado el 17 de noviembre de 2023, de <https://vinculacion.dgire.unam.mx/vinculacion-1/Memoria-Congreso-2016/trabajos-ciencias-biologicas/biologia/4.pdf>
- Certis Belchim*. (2021). *Fungicidas y bactericidas: diferencias y significado*. *Certis Belchim*. <https://certisbelchim.es/fungicidas-y-bactericidas-diferencias-y-significado>
- De la Fuente, E (2019). Aproximación a las propiedades mecánicas de geles poliméricos mediante el estudio de la topología - Archivo Digital UPM. <https://oa.upm.es/54246/>
- Esquivel Figuerado, C; Mas-Diego, S M (2021). Síntesis biológica de nanopartículas de plata: revisión del uso potencial de la especie *Trichoderma*- revista cubana de Química. <https://www.redalyc.org/journal/4435/443568186002/html/>
- Flores Gonzalez, M. (2017). *Efecto bactericida de nanopartículas de plata y desinfectantes sobre bacterias multirresistentes*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- García Robles, J M; Medina Rodríguez, L J; Mercado Ruiz, J N; Báez Sañudo, R (2017). Evaluación de desinfectantes para el control de microorganismos en frutas y verduras – revista iberoamericana de tecnología postcosecha. www.redalyc.org/journal/813/81351597002/html/
- González Sáiz, J M; Pizarro Millán, C; Herguido Huerta J (1993). Geles poliméricos: I Agentes auxiliares en la separación de productos en fermentaciones industriales – dialnet unirioja. [dialnet-GelesPolimericos-110273%20\(4\).pdf](http://dialnet-GelesPolimericos-110273%20(4).pdf)
- Hernandez Díaz, M P; Ledezma Pérez, A; Romero García, J (2013). “*SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA ASISTIDA CON OPUNTIA SP. Y SU INCORPORACIÓN EN MEMBRANAS POLIMÉRICAS NANOFIBROSAS*”. Repositorioinstitucional.mx. Recuperado el 10 de noviembre de 2023, de <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/64/1/Tesis%20de%20maestria%20Marco%20Polo%20Hernandez.pdf>
- Levy Ramos, R, Berber Mendoza, M.S., Guerrero Coronado. M,R.. (2005). Intercambio Iónico de Plata en solución Acuosa. Uson.mx. <http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/bitstream/20.500.12984/1990/1/garciasoquimarioalbertol.pdf>.
- López Iturbe, J., Vilchis Nestor, A. R., Sánchez Mendieta, V., & Avalos Borja, M. (2013). Obtención y caracterización de nanopartículas de plata soportadas en fibra de algodón. *Superficies y vacío*, 26(3), 73–78. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-35212013000300001

Mondragón Preciado, G., Escalanteminakata, P., Alberto, J., Castro, O., Ibarra, V., Morlett Chávez, J. A., Noé, C., González, A., & Herrera, R. R. (2013). *Bacteriocins: characteristic and applications in foods*. Uaa.mx. Recuperado el 10 de noviembre de 2023, de <https://investigacion.uaa.mx/RevistaIyC/archivo/revista59/Articulo%208.pdf>

Monge, M (2008). Nanopartículas de plata: Métodos de síntesis en disolución y propiedades bactericidas – investigación química dialnet unirioja. [dialnet-NanopartículasDePlata-2931286.pdf](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2931286)

Morales, J., Morán, J., Quintana, M., & Estrada, W. (2009). Síntesis y caracterización de nanopartículas de plata por la ruta sol-gel a partir de nitrato de plata. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 75(2), 177–184. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2009000200004&script=sci_arttext&tlng=pt

Ortiz Arana, G; Martín Talavera, R; Velázquez Ordoñez, V; Acosta Dibarrat, J (2021). Aplicaciones de las nanopartículas metálicas en las ciencias veterinarias – revista mvz córdoba. [Dialnet-AplicacionesDeLasNanopartículasMetálicasEnLasCiencias-8286051.pdf](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8286051)

Rodríguez Fragoso, P (2008). Síntesis de nanopartículas semiconductoras recubiertas con almidón – centro de investigación en ciencia aplicada y tecnología avanzada IPN. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3797/SISNTESISNANOPART.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Safitri, F. I., Nawangsari, D., & Febrina, D. (2021). Overview: Application of Carbopol 940 in Gel. *Proceedings of the International Conference on Health and Medical Sciences (AHMS 2020)*, 80–84.

Microbios y enfermedades transmitidos por los alimentos. (2023, 24 julio). Centers for Disease

Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/foodsafety/es/foodborne-germs-es.html>