



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ORGÁNICA**

**COMPENDIO DE PRÁCTICAS
BIOPOLÍMEROS
CLAVE 0279
Semestre 2026-2.**

Elaborado y revisado por Profesores del Departamento de Química Orgánica:

| |
|------------------------------------|
| Cristina del Carmen Jiménez Curiel |
| Balú Cruz Delgado |

**PROGRAMA EXPERIMENTAL BIOPOLÍMEROS.
SEMESTRE 2026-2**

| | ACTIVIDAD. | |
|---|----------------------------|--|
| 03.02.2026 | INICIO DE SEMESTRE. | |
| 04.02.2026 | Sesión 1. | Medidas de seguridad. Reglamentos de laboratorio. Criterios de evaluación. Indicaciones generales. |
| 11.02.2026 | Sesión 2. | Taller: Biopolímeros. |
| 18.02.2026 | Sesión 3. | PRÁCTICA No. 1. Extracción de colágeno de hueso de bovino. |
| 25.02.2026 | Sesión 4. | PRÁCTICA No. 2. Extracción de colágeno de patas de pollo. |
| 04.03.2026 | Sesión 5. | PRÁCTICA No. 3. Extracción de quitosano de cáscaras de camarón. |
| 11.03.2026 | Sesión 6. | Seminario de RMN. |
| 18.03.2026 | Sesión 7. | PRÁCTICA No. 4. Síntesis de iminas con quitosano de langosta. |
| 25.03.2026 | Sesión 8. | PRÁCTICA No. 5. Esferificaciones de agar, alginato y grenetina. |
| Semana Santa 30.03.2026 a 03.04.2026 | | |
| 08.04.2026 | Sesión 9. | PRÁCTICA No. 6. Encapsulación de agua en un biopolímero. |
| 15.04.26 | Sesión 10. | PRÁCTICA No. 7. Utilización de CMC para elaboración de helado. |
| 22.04.26 | Sesión 11. | PRÁCTICA No. 8. Síntesis de un biopolímero. |
| 29.04.26 | Sesión 12. | Seminario de RMN. |
| 06.05.26 | Sesión 13. | PRÁCTICA 9. Cristalización y reacciones ácido-base, cocción de atún. |
| 13.05.26 | Sesión 14. | PRÁCTICA No. 10. Comparación de hidrólisis de PET o despolimerización de ácido láctico. |
| 20.05.26 | Sesión 15. | Entrega de calificaciones. |
| 29.05.26 | FIN DE CURSO | |

**Práctica No. 1. AISLAMIENTO DE COLÁGENO DE PATA DE RES.
OBTENCIÓN DE COLÁGENO (de consumo humano)
A PARTIR DE RES/BOVINO**

➤ **OBJETIVO**

- Extraer el colágeno de la pata de res.

➤ **MATERIAL**

| | |
|--|--|
| 1 pata de res cortada en 4 o máximo en 6 partes. | Cuchara de café. |
| Agua pura para consumo, marca de su preferencia | Refractario. |
| Olla grande con tapa (6 litros de capacidad). | Molde de plástico o depósito con tapa. |
| Cuchillo mediano para cortar carne. | Papel aluminio |

PROCEDIMIENTO

Lavado:

Se retira la médula del hueso, con ayuda del cuchillo y de la cuchara. Se retira la parte grasa que excede de la pata.

Directa en el chorro de agua se lava perfectamente cada parte de la pata. NO USAR NINGUNA SUSTANCIA EN EL LAVADO; solamente el chorro de agua.

Preparación del colágeno natural de consumo humano:

Se colocan las partes de la pata totalmente limpias en la olla.

Se añade agua hasta que cubra en su totalidad las partes de la pata, incluso dos o tres centímetros arriba de ellas; se tapa la olla.

Se deja hervir a fuego medio por un lapso de 4 a 6 horas; hasta que esté completamente cocida la carne. Se deja enfriar a temperatura ambiente.

Se separa la carne en un refractario; se tapa con papel aluminio y se deja en el refrigerador por un lapso de 24 a 48 horas.

El líquido de la olla se cuela y se coloca en un recipiente plástico o molde; limpio con tapa.

Se refrigera por un lapso de 24 a 48 horas y se desmolda. Se podrá observar el colágeno separado de la grasa animal restante; se separan con la ayuda de un cuchillo y se deja el colágeno natural en refrigeración. La grasa podrá usarse para preparación de alimentos.

Residuos:

No aplica.

Bibliografía:

1. Kodous, M. F. S. A. (2020). Physicochemical properties of hydrolyzed collagen produced from chicken feet. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 9(1), 81-89.
2. Potti, R. B., & Fahad, M. O. (2017). Extraction and characterization of collagen from broiler chicken feet (*Gallus gallus domesticus*)-biomolecules from poultry waste. *J. Pure Appl. Microbiol*, 11, 315-322.
3. Salim, N. V., Madhan, B., Glattauer, V., & Ramshaw, J. A. (2024). Comprehensive review on collagen extraction from food by-products and waste as a value-added material. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134374.

PRÁCTICA 2. EXTRACCIÓN DE COLÁGENO DE PATAS DE POLLO.

➤ OBJETIVO

- Extraer el colágeno de la patas de pollo.

➤ MATERIAL

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 500 g de patas de pollo | 3 L de agua de su preferencia |
| Olla de 3 o 4 litros de capacidad | |

➤ PROCEDIMIENTO

Poner a hervir el agua en la olla.

Limpiar y lavar muy bien las patas de pollo; que no le queden residuos de piel quemada ni ningún otro elemento contaminante.

Colocar las patas de pollo en el agua hirviendo, tapar y continuar el hervor para que se cuezan las patas. Revisar y quitar la espuma constantemente; hasta que las patas puedan separarse fácilmente en cada una de sus partes.

Dejar enfriar hasta que tibie, para poder colar con una coladera con los hoyos más pequeños posibles; conservar ese caldo. Las patas de pollo pueden consumirse libremente.

Dejar enfriar hasta que quede a temperatura ambiente y colocar en refrigeración; dejar tapado para evitar que se contamine la mezcla; puede usarse un tupper o envase plástico con tapa, o cubrir con papel aluminio no dejando espacios al aire, para impedir la entrada de contaminantes.

Se refrigera por al menos 20 horas el caldo que se separó; al retirar de la refrigeración se observará que el caldo ha generado una capa gelatinosa; esa capa es el colágeno natural.

PRÁCTICA 3. EXTRACCIÓN DE QUITOSANO DE CÁSCARAS DE CAMARÓN.

➤ OBJETIVO

- Extraer el quitosano de las cáscaras de camarón.

PROCEDIMIENTO DESPIGMENTACIÓN.

Preparar una solución de etanol al 85% v/v, pesar las cáscaras de camarón usando una relación 1:10 (por cada gramo de isoesqueleto se adicionan 10 mL de la solución de etanol). Agitar por 2 horas a temperatura ambiente. Filtrar al vacío. Lavar el sólido con agua. Secar en horno a 65°C por 6 horas.

DESMINERALIZACIÓN.

Preparar una solución de HCl 1.5 M, usar una relación 1:10 por cada gramo 10 mL de HCl, agitar por 3 horas a temperatura ambiente. Filtrar al vacío pasadas las 3 horas. Lavar con agua el isoesqueleto hasta tener un pH neutro. Volver a filtrar y poner a secar, es muy importante que el pH no se ácido porque se pondrá a secar a 65°C en la estufa por 6 horas.

DESPROTEINIZACIÓN.

Utilizar una solución de NaOH 1 M, usar una relación 1:10, por cada gramo de sólido 10 mL de solución de NaOH 1M. Colocar en agitación por 2 horas a 80°C. Filtrar al vacío. Lavar con agua hasta obtener un pH neutro. Filtrar lavar con agua y poner a secar en la estufa a 65°C por 6 horas.

DESACETILACIÓN.

Desacetilación parcial de la quitina. Usar hidróxido de sodio al 50% peso volumen, usar una relación 1:10. Colocar en agitación a ebullición por 3 horas. Filtrar al vacío y lavar con agua hasta pH a 7. Se vuelve a filtrar y se pone a secar a 65°C por 6 horas. Sólido final color blanco. Ácido acético al 4% v/v. tomar 0.1 g de quitosano seco y adicionar 5 mL de solución de ácido acético. Mezclar hasta tener un gel homogéneo. Se formará un gel.

REFERENCIAS:

<https://www.youtube.com/watch?v=9edDPcnM7as>

PRACTICA 4. SÍNTESIS DE UN BIOPOLÍMERO A PARTIR DE QUITOSANO.

➤ OBJETIVOS ACADÉMICOS

- Sintetizar una imina derivada del quitosano como ejemplo de un biopolímero. **2.** Utilizar un reactor de microondas para síntesis como un método alternativo de energía para la síntesis de una imina o base de Schiff.
- Comparar el uso de las microondas como método de síntesis alternativo vs el calentamiento convencional.

➤ PROBLEMA.

¿Por qué se ha buscado como alternativa el uso de biopolímeros como materiales? ¿Qué diferencias existen entre los polímeros, los biopolímeros y los copolímeros? ¿Las propiedades de los biopolímeros son similares a las de los polímeros?

➤ REACTIVOS.

| | |
|------------------------|-------------------------|
| Quitosano. | Acetona |
| Ácido acético glacial. | Etanol (EtOH) |
| Benzaldehído. | <i>p</i> -anisaldehído. |
| 4-nitrobenzaldehído. | |

➤ EQUIPO.

| | |
|-------------------|---|
| Balanza analítica | Microondas para síntesis o baño de ultrasonido. |
|-------------------|---|

➤ MATERIAL POR EQUIPO.

| | | | |
|---|---|------------------------------|---|
| Matraz redondo de fondo plano de 10 mL | 1 | Pinzas de 3 dedos con nuez | 3 |
| Refrigerante | 1 | Barra de agitación magnética | 1 |
| Condensador de aire | 1 | Matraz Kitasato | 1 |
| Embudo de vidrio con vidrio sinterizado pequeño | 1 | Pipeta graduada de 1 mL | 2 |
| Pipeta graduada de 5 mL | 1 | Vidrio de reloj | 1 |
| Espátula | 1 | Pipeta Pasteur | 1 |
| Recipiente para baño de hielo | 1 | | |

➤ PROCEDIMIENTO 1

En un matraz redondo de fondo plano de 10 mL se colocan **1 mmol del aldehído, 1 mmol del quitosano y 1 mL de etanol**, adicionar **2.5 mL de ácido acético glacial al 10%**. Adicionar una barra de agitación magnética, se coloca un refrigerante en posición de reflujo y la mezcla se irradia en el reactor de **microondas para síntesis a 100°C, potencia de 100W, durante 15 minutos o se calienta a 60 grados en el baño de ultrasonido**. Una vez terminada la reacción dejar enfriar. Precipitar el producto lavando con acetona para eliminar el aldehído que no reaccionó e introducir en baño de hielo. El producto se aísla por medio de una filtración al vacío, se deja secar.

➤ PROCEDIMIENTO 2

250 mL de arándano y 5 g de agar agar se verta la mezcla y se adicional el agar agar se calienta a ebullición de 20 a 30 s. Caliente se vacía a una charola y se espera a que la temperatura baje a 60°C aproximadamente. Se comienza a gelificar el agar agar en el molde pasados, luego se corta la gel traslucida con un molde de plástico. Mientras más delgados más flexibles los velos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Haque, J., Srivastava, V., Chauhan, D. S., Lgaz, H., & Quraishi, M. A. (2018). Microwave-induced synthesis of chitosan Schiff bases and their application as novel and green corrosion inhibitors: experimental and theoretical approach. *ACS omega*, 3(5), 5654-5668.
2. Abdelwahab, H. E., Hassan, S. Y., Yacout, G. A., Mostafa, M. A., & El Sadek, M. M. (2015). Synthesis and biological evaluation of new imine-and amino-chitosan derivatives. *Polymers*, 7(12), 2690-2700.
3. <https://www.instagram.com/reel/DLtBDZZzyIT/>

ANEXO

1. Generalidades de biopolímeros.
2. Generalidades de biopolímeros.
3. Fundamentos de iminas.
4. Fundamento del calentamiento con microondas.
5. Fundamento del calentamiento convencional.

II.- Cuestionario

- ¿Qué es el quitosano?
- En caso de que el laboratorio no pudiera proporcionar el quitosano, de dónde y cómo podría extraerlo.
- ¿Qué ventajas encuentra al realizar la síntesis de las iminas empleando quitosano vs la síntesis de iminas convencionales?
- Proponga otro método alternativo de síntesis diferente al convencional que podría utilizar para sintetizar las iminas y que sea sustentable.

III. Disposición de residuos.



Síntesis de un biopolímero.

Aldehído + quitosano + Etanol + Solución al 10% de ácido acético glacial

1. Irradiar a 100°C a 100 W por 15 minutos.
2. Dejar enfriar.
3. Adicionar acetona para precipitar el producto.
4. Filtrar al vacío

Filtrado

Sólido

Acetona + solución
de ácido acético + trazas de
aldehído

Imina

D1

D1: Enviar a incineración.

PRACTICA No. 5. ESFERIFICACIÓN DE AGAR, ALGINATO Y GRENETINA.

L'haute cuisine (alta cocina) es un arte que nace en las cocinas francesas y describe un estilo de cocinar. El origen de la alta cocina francesa data del siglo XVII en las cocinas de la aristocracia extendiéndose durante el siglo XVIII a las cocinas de los hogares ricos en la primera mitad del siglo y a los restaurantes parisinos durante la segunda mitad del siglo XVIII. Durante la Revolución Francesa se intensificó este estilo de cocinar al verse incrementado el número de restaurantes y en la actualidad los restaurantes de alta cocina se encuentran en todo el mundo. Tanto la ciencia como el arte están involucrados en las técnicas modernas que se utilizan para cocinar.

La esferificación es una técnica culinaria moderna muy utilizada en la gastronomía moderna y en la coctelería molecular que transforma los alimentos líquidos en esferas mediante de una reacción química de gelificación. El término esterificación fue patentado por Peschard en 1946. Al verter una solución de azúcar y alginato aromatizada en un baño de sal de calcio soluble, el alginato de calcio formó una capa instantáneamente por difusión lenta del calcio entre las partículas de alginato logrando la reticulación del alginato con el calcio e induciendo una gelificación interna.

La adaptación culinaria de este proceso fue realizada por Ferrán Adrià y su equipo culinario de "elBulli" alrededor de 2003. Desde entonces, los procesos de esferificación se han utilizado en las cocinas de los restaurantes de todo el mundo para crear esferas pequeñas de caviar o caviar falso o esferas grandes llamadas "raviolis".

El proceso de esferificación es posible gracias a algunos aditivos, como es el caso del alginato de sodio y el cloruro de calcio, que consiguen mantener el líquido dentro de una especie de membrana de gel comestible. Los iones de calcio reemplazan a los iones de sodio y se forman enlaces cruzados (reticulación) entre las moléculas de alginato, creando un gel sólido que es térmicamente irreversible, quedando un centro líquido rodeado por una capa de gel. Al avanzar la reacción, el centro también se convierte en un gel sólido. La reacción requiere un ion de calcio libre para 2 moléculas de alginato y da 2 moléculas de cloruro de sodio para cada reacción, por ello es necesario lavar las esferas antes de consumirlas. Al comer la esfera formada, se logra un efecto de explosión de líquido en la boca.

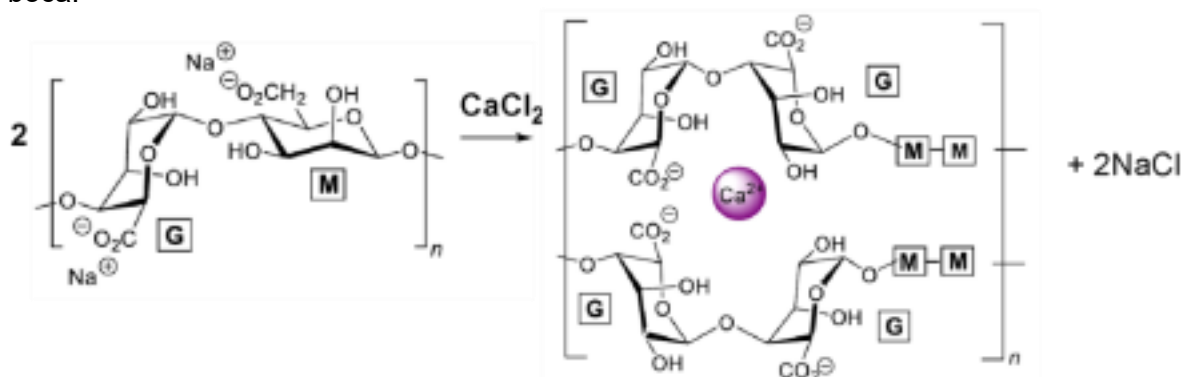


Figura 1. Reacción entre el alginato de sodio y el cloruro de calcio.

Existen dos métodos principales: directo e inverso. Según el alimento utilizado y el tipo de esfera que se quiera obtener, se utiliza una variante u otra. Normalmente, los productos utilizados son el cloruro de calcio (CaCl_2) y el alginato de sodio ($\text{NaC}_6\text{H}_7\text{O}_6$). El alginato sódico es un polisacárido que se obtiene por extracción a partir de algas marinas.

Para la esferificación directa suelen llevarse a cabo los siguientes pasos: 1. El líquido de interés y el alginato de sodio se mezclan en una proporción de 5 g/L y se enfrían en refrigerador.

2. Se prepara una solución acuosa de cloruro de calcio a una concentración de 5 g/L en otro recipiente.

3. La mezcla de alginato se añade lentamente (con una jeringa u otro utensilio) sobre el baño de calcio y las esferas obtenidas se enfrían en el refrigerador y se enjuagan las esferas obtenidas.

Objetivo:

Aplicar conceptos químicos en experiencias cotidianas de alta cocina.

| Material | Sustancias |
|---------------------------------------|---|
| 1 agitador de vidrio. | 75 mL de Coca Cola (la traen los alumnos) |
| 1 coladera. (la trae la profesora) | 0.75 g de alginato de sodio en 20 mL de agua. |
| 2 vasos de precipitados de 250 mL. | 1 g de cloruro de calcio en 250 mL de agua. |
| 1 jeringa de 5 mL.(la trae el alumno) | 1 probeta de 25 mL |
| 1 espátula | 1 cucharita de plástico (la trae el alumno) |
| 1 vidrio de reloj | |

PROCEDIMIENTO 1.

1. En un recipiente de plástico pequeño se encuentran 0.75 g de alginato de sodio disueltos en 20 mL de agua.
2. Con el agitador de vidrio quitar el gas a 75 mL de Coca-Cola.
3. Adicionar a la Coca-Cola sin gas el alginato disuelto en agua y mezclar.
4. Por otra parte, disolver 1 g de cloruro de calcio en 250 mL de agua muy fría en el vaso de precipitados.
5. Llenar una jeringa con la solución de alginato de sodio + Coca-Cola.
6. Gotear la solución de alginato de sodio + Coca-Cola sobre la solución de cloruro de calcio.
7. Dejar las gotas 3 minutos en la solución de cloruro de calcio, hasta se transformen en esferas.
8. Con ayuda de la coladera lavar las esferas con el agua embotellada restante para eliminar el exceso de cloruro de calcio y el NaCl que se forma durante la reacción.
9. Transferir las esferas al vaso de papel desechable.
10. Lleva contigo las esferas de alginato al terminar el experimento.

PROCEDIMIENTO 2.

200 mL del vino de su preferencia, 30 g de azúcar y 4 g de agar agar. En una olla se vierte el vino (blanco o tinto o rosa) en una olla, se vierte la azúcar y el agar agar con ayuda de un globo metálico se mezcla todo en frío muy bien. Posteriormente, Se calienta la mezcla a ebullición 20 segundos. Aún caliente se toma la mezcla con una jeringa de plástico grande 50. 20 o 10 mL, se retira el aire. Si se desea formar el caviar fino se utiliza una jeringa. Es importante que continúe caliente. Por otro lado en otro recipiente se coloca aceite frío que estuvo al menos 30 minutos en el refrigerador. No se tendrá un centro líquido. Se cuelean los caviar En otro recipiente se coloca agua para poder eliminar el aceite. Se submerge varias veces el caviar en agua para eliminar el aceite. Se puede secar con una sanita o un trapo. Se obtiene el caviar de agar agar.

RESIDUOS.

NO APLICA.

BIBLIOGRAFÍA

1. Tan, L. L., Ang, K. L., & Loo, S. C. J. (2023). Alginate encapsulation improves probiotics survival in carbonated sodas and beers. *Plos one*, 18(3), e0283745.
2. <https://www.tiktok.com/@chefcepeda/video/7411315664712961285>

PRÁCTICA No. 5A. VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE ESFERIFICACIÓN.

OBJETIVO

Modificar el pH, realizar la realización de la esferificación con agua, colorantes vegetales y la fuente de calcio.

| Material | Sustancias |
|---|---|
| 1 agitador de vidrio. | Agua de beber (la traen los alumnos) 1.5 L |
| 1 coladera. (la trae la profesora) | 0.75 g de alginato de sodio en 20 mL de agua. |
| 2 vasos de precipitados de 250 mL. | Lactato de calcio |
| 1 espátula | 1 jeringa de 5 mL.(la trae el alumno) |
| 1 vidrio de reloj | 1 probeta de 25 mL |
| 1 cucharita de plástico (la trae el alumno) | |

PROCEDIMIENTO

El alumno seleccionará un parámetro para modificar y observará y analizará cómo afecta dicho parámetro en la obtención de las esferas de alginato de calcio. Conforme a lo leído en el artículo del J. CHEM. EDU: Corcoran, E. R., Lydon, C., Enright, M. C., Buenaflor, J. P., Anderson, K., & Wissinger, J. E. (2021). Thirst for a solution: Alginate biopolymer experiments for the middle and high school classroom. *Journal of Chemical Education*, 99(2), 1021-1025.

RESIDUOS

NO APLICA.

BIBLIOGRAFIA

- Thirst for a solution: Alginate biopolymer experiments for the middle and high school classroom. *Journal of Chemical Education*, 99(2), 1021-1025.

PRÁCTICA No. 6. ENCAPSULACIÓN DE AGUA EN UN BIOPOLÍMERO.

➤ OBJETIVO

- Encapsular agua en un biopolímero.

PROCEDIMIENTO

Adicionar a 500 mL de agua adicionar 5 g de CaCl_2 . Disolver.

Por otra parte, colocar 20 g de azúcar con 1 gramo de alginato de sodio.

100 mL de una bebida hidratante transparente. Adicionar la mezcla de azúcar a los 100 mL de bebida transparente y agregar y agitar hasta que se disuelva bien. Se utilizará una cuchara de helado se llenará de la mezcla la cuchara de helado y se sumerge en el recipiente que contiene el cloruro de sodio pasado unos minutos accionar el mecanismo de la cuchara de helado para cortar. Pasado un minuto se saca la cuchara se deja la gota en el recipiente. Sacar con las manos limpias la gota del recipiente, y enjuagar con agua para eliminar los restos de cloruro de calcio.

RESIDUOS

NO APLICA.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rhim, J. W. (2004). Physical and mechanical properties of water resistant sodium alginate films. *LWT-Food science and technology*, 37(3), 323-330.
2. Comaposada, J., Gou, P., Marcos, B., & Arnau, J. (2015). Physical properties of sodium alginate solutions and edible wet calcium alginate coatings. *LWT-Food Science and Technology*, 64(1), 212-219.
3. Wang, Y., & Lu, Y. (2023). Sodium alginate-based functional materials toward sustainable applications: water treatment and energy storage. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 62(29), 11279-11304.

PRÁCTICA No. 7. ELABORACIÓN DE HELADO CON CMC

OBJETIVO

1. Elaborar helado utilizando CMC

MATERIALES

| | |
|----------------------------------|--|
| Agua de su preferencia (1 litro) | Azúcar refinada (1 taza por litro de agua) |
| Esencia de sabor | CMC (1 a 2 g por litro) depende de la marca. |
| Colorante vegetal comestible | Concentrado de sabor |
| Globo de metal para batir | |

PROCEDIMIENTO BASE AGUA.

Colocar en un recipiente una taza de azúcar y la CMC, se revuelve la mezcla para homogenizar, el agua y el azúcar a la CMC se agregan una o dos tazas de agua. Queda una mezcla muy espesa, no deben quedar grumos, homogenizar bien. Se utiliza agua purificada, se pueden utilizar 2 tazas más. Se coloca el agua 2 g de CMC por litro. Se pone una tapa de sabor seleccionado se agita y se pone otra tapa. Se ponen $\frac{3}{4}$ de taza y usar una bolsa de 8/26 2 cucharitas de 15 mL. Se puede usar color. Se llenan las bolsas con $\frac{3}{4}$ de taza.

PROCEDIMIENTO BASE LECHE.

Colocar 600 mL de leche en una olla, calentar hasta que esté tibia. Adicionar ya que esté tibia 3 g de CMC. Batir inmediatamente. La CMC es un espesante, al usarlo no se requiere la utilización de crema, adicionar 40 gramos de fécula de maíz. Se agita se baja el calentamiento y se bate constantemente por 8 minutos.

RESIDUOS NO APLICA.

REFERENCIAS

https://www.youtube.com/watch?v=Nr7RoNX6_v4

<https://www.youtube.com/watch?v=aBhUNchkrwM>

PRÁCTICA No. 8. SÍNTESIS DE UN BIOPLÁSTICO.

OBJETIVO

1. Síntesis de un bioplástico.

➤ EQUIPO

| | |
|-------------------|---|
| Balanza analítica | Parrilla de calentamiento con agitación magnética |
|-------------------|---|

MATERIAL

| | | | |
|---|---|--|---|
| Vaso de precipitados de 150 mL | 1 | Parrilla de calentamiento con agitación magnética | 1 |
| Probeta de 10 mL | 1 | Peltre | 1 |
| Vidrio de reloj | 1 | Espátula | 1 |
| Embudo de vidrio con vidrio sinterizado pequeño | 1 | Agitador de vidrio | 1 |
| Pipeta graduada de 1 mL (en la campana para glicerol) | 1 | Pipeta graduada de 1 mL (en la campana para vinagre) | 1 |

Parte I: Preparación de las muestras de bioplástico

1. En un **vaso de precipitados de 150 mL**, añadir lo siguiente
 - a) 10 mL de agua destilada.
 - b) 1.5 g de almidón o de maicena.
 - c) Aditivo: 0.5-1.5 g de glicerol o azúcar (pueden utilizarse varios aditivos siempre que la masa total de los aditivos no supere los 1.5 gramos)
 - d) 1 mL de vinagre blanco luego se neutraliza con base verificando con papel tornasol.
2. Agitar la mezcla continuamente mientras se calienta lentamente en una parrilla caliente. Llevar la mezcla a ebullición suave. La mezcla empezará siendo de color blanco y cambiará a transparente o translúcida. También se espesará. Una vez que el color blanco inicial del almidón haya desaparecido por completo y la mezcla se haya espesado, retírela del calentamiento si se sobrecalienta. El tiempo total de calentamiento es de aproximadamente **10 -15 minutos**.
3. Se puede añadir **UNA gota de colorante** alimentario en esta fase si se desea.
4. Vierta la muestra lentamente en un plato de pesaje etiquetado. Trate de eliminar los grumos con una varilla de vidrio.
5. Deje secar todas las muestras en la mesa del laboratorio durante el fin de semana o varios días hasta que estén completamente secas.

Parte II: Prueba de resistencia a la tracción

Por lo general, sólo se realizará un ensayo por muestra, así que realice el ensayo con cuidado.

1. Despegue con cuidado la película de plástico del plato de secado sin que se rompa. Algunas muestras pueden ser más difíciles de retirar, así que trabaja despacio y con cuidado. Anota en observaciones cualitativas, como el color, el tamaño, la textura, la flexibilidad y la facilidad de del plato.

2. Crea una plantilla en forma de hueso de perro.
3. Examina la película de plástico y busca la zona más libre de defectos, como pequeños desgarros, crestas, burbujas de aire, curvas, etc. burbujas de aire, curvas, etc. Recorta una porción de la muestra utilizando la plantilla.
4. Mide el grosor y la anchura de la muestra en el centro del hueso de perro. Anótalo en una tabla.

Residuos parte:

D1 Enviar a incineración.

Bibliografía:

1. Appelqvist, I. A., & Debet, M. R. (1997). Starch-biopolymer interactions—a review. *Food Reviews International*, 13(2), 163-224.
2. Agarwal, S. (2021). Major factors affecting the characteristics of starch based biopolymer films. *European Polymer Journal*, 160, 110788.
3. Apriyanto, A., Compart, J., & Fettke, J. (2022). A review of starch, a unique biopolymer—Structure, metabolism and in planta modifications. *Plant Science*, 318, 111223.

PRÁCTICA 9. CRISTALIZACIÓN DE ACETATO DE SODIO Y COCCIÓN DE ATÚN.

OBJETIVO

- Cocer un atún mediante una reacción exotérmica.

MATERIALES

| | | | |
|---------------------------|--------|------------------------|-------------------|
| Acetato de sodio | 200 g | Atún | Un filete delgado |
| Agua | 200 mL | Vaso de precipitados | 400 mL |
| Parrilla de calentamiento | | Plástico para emplayar | |

PROCEDIMIENTO

Pesar 200 g de acetato de sodio y disolver en 200 mL de agua, se agita y se reducir a 200 mL calentando a ebullición (Cocción propuesta por Ángel León, restaurante español en A poniente). El calentamiento es para sobresaturar la solución de acetato. Introducir en el refrigerador durante 12 horas, cubriendo la solución con papel para empayar para cubrir alimentos.

Colocar en un plato o tabla el atún y se ponen unos cristales de acetato de sodio en el atún, no golpear el recipiente que tiene la solución para que no se formen los cristales en la solución. Se vierte la solución en el atún y se formará una costra del acetato y se llevará a cabo una reacción exotérmica que permitirá la cocción del atún.

REFERENCIA

<https://www.youtube.com/shorts/5xn3KN-8PRM>

PRACTICA No. 10. HIDRÓLISIS DE PET.

OBJETIVOS

- Efectuar una reacción de hidrólisis básica sobre un poliéster.
- Obtener ácido tereftálico a partir del polietilentereftalato de envases (PET).

MATERIAL

| | | | |
|---|---|---|---|
| Matraz de bola de fondo plano de 50 mL | 1 | Matraz Erlenmeyer de 50 mL | 1 |
| Refrigerante con mangueras | 1 | Parrilla de agitación magnética con calentamiento | 1 |
| Probeta graduada de 10 mL | 1 | Bomba de recirculación de agua sumergible | 1 |
| Embudo de vidrio | 1 | Espátula | 1 |
| Vaso de precipitados de 100 mL | 1 | Pinza de 3 dedos con nuez | 2 |
| Embudo Büchner con alargadera | 1 | Matraz Kitasato con manguera | 1 |
| Agitador de vidrio | 1 | Pipeta graduada de 5 mL | 1 |
| Barra de agitación magnética de media pulgada 1 | 1 | Cámara de elución | 1 |
| Pinzas para cromatografía | 1 | Recipiente de peltre | 1 |
| Recipiente para baño de hielo de plástico | 1 | | |

MATERIAL

| | |
|--|-----------------------|
| Disolución de hidróxido de sodio al 40% 8 mL | Acetato de etilo 9 mL |
| Ácido clorhídrico concentrado 5 mL | Metanol 1 mL |
| Etanol 1 mL | PET 1 g |

Coloque aproximadamente 1.0 g. de PET de botella transparente de Coca-Cola, finamente cortado (nota 1), en un matraz bola fondo plano de 50 mL, adicione 8.0 ml de disolución de hidróxido de sodio al 40% m/v y una barra magnética. Caliente a reflujo con agitación magnética la mezcla de reacción durante aproximadamente 50 minutos. Una vez transcurrido el tiempo de reacción, filtre la mezcla por gravedad en caliente y lave los residuos sólidos con un poco de agua destilada caliente. Deje enfriar el filtrado a temperatura ambiente. Agregue gota a gota y con agitación, ácido clorhídrico concentrado hasta un pH = 1. Evapore el exceso de agua de la disolución mediante calentamiento a ebullición, hasta reducir el volumen a unos 5 mL. Enfríe en baño de hielo para promover la máxima precipitación del producto. Filtre el sólido al vacío y lávelo con agua helada. Deje secar el producto y péselo (nota 2). Para verificar la identidad del producto y determinar su pureza, lleve a cabo una cromatografía en capa fina comparativa con un estándar de ácido tereftálico. Utilice como eluyente una mezcla de acetato de etilo:metanol 90:10, y revele con luz UV. Considerando que por cada unidad repetitiva del polietilentereftalato se debe obtener un mol de ácido tereftálico y que la masa

de la unidad repetitiva es de 192 g, calcule el rendimiento de la reacción con la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{moles obtenidas de ácido tereftálico}}{\text{No. de unidades repetitivas del PET utilizado}} \times 100.$$

Notas: 1) Si es posible, cortar el PET en cuadros de aproximadamente 5 mm² o menos.
2) El ácido tereftálico sublima a 400 °C

BIBLIOGRAFÍA

1. Solorzano Maldonado Katia "Manual de prácticas de Química Orgánica II 1412" 2020-1. UNAM, México.
2. D. Kaufman, "New Compounds from Old Plastics: Recycling PET Plastics via Depolymerization", *J.Chem. Ed.*, 76, 1999.
3. A.N. Cammidge, "An Undergraduate Experiment in Polyester (PET) Synthesis", *J.Chem. Ed.*, 76, 1999.
4. Ch. Manas y K.R. Salil, *Plastics Technology Handbook*, 3a. edición, 1998
5. L.G. Wade, *Química Orgánica*, 5a edición, Pearson Educación S.A., Madrid, 2004.
6. F.A Carey, *Química Orgánica*, 6a edición, Mcgraw-Hill Interamericana, México, 2006.
7. W.H. Brown, *Introducción a la Química Orgánica*, Compañía Editorial Continental, México, 2002.

PRACTICA No. 10. DESPOLIMERIZACIÓN DE ÁCIDO POLILÁCTICO.

OBJETIVOS

- Efectuar una reacción de hidrólisis básica de ácido poliláctico.

PROCEDIMIENTO EXTRAIDO DE LA REFERENCIA 1

En un matraz redondo de fondo plano se coloca una determinada cantidad de hidróxido de sodio se disuelva en un volumen específico de etanol al 50% y se agita hasta que se observe una solución homogénea. La solución se calienta a reflujo durante 1 hora. Posteriormente, la mezcla de reacción se deja enfriar en un recipiente de peltre que contenga hielo, se adicionan 10 mL de agua destilada y se agita la solución por 15 minutos. Los fragmentos de plástico que no reaccionaron se filtran con la ayuda de un embudo de vidrio. Se guarda el filtrado para posteriormente acidular utilizando un peltre con baño de hielo porque la reacción es exotérmica. Ajuste el pH a 3.8. Se precipitará el sólido que se deberá de filtrar al vacío. El sólido se deja secar durante 7 días.

BIBLIOGRAFÍA

1. Attallah, O. A., Palkova, V., & Vij, R. (2025). Single step depolymerization of multiple polyesters in poly (lactic acid) mixed plastics: Process optimization, pure monomers extraction and kinetics evaluation. *Journal of Polymers and the Environment*, 33(4), 1897-1915.