



CREACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE HUESOS DE POLLO

JOSÉ MIGUEL ROCHA FLORES
Ingeniería Mecatrónica, 2.º semestre



Huesos de pollo a plástico.
Imagen obtenida de [8] y [9].

Una conciencia colectiva

En la búsqueda constante de soluciones sostenibles, la innovación no conoce límites. Un ejemplo fascinante de esta creatividad en la práctica es el desarrollo de ecomateriales a partir de recursos inesperados. En este artículo les platicaré acerca de cómo quise ser parte de dichas innovaciones creando un bioplástico a partir de huesos de pollo, a su vez, de cómo la combinación de desechos de la industria alimentaria y la ingeniería de materiales está allanando el camino hacia un futuro más sostenible.

Durante décadas, nuestra historia ha estado entrelazada con materiales que, si bien han impulsado la innovación y el desarrollo, han dejado una marca profunda en el medio ambiente. El plástico, el metal y otros derivados de recursos no renovables han sido los protagonistas de nuestra narrativa industrial, pero también han traído consigo desafíos monumentales: desde la contaminación de océanos hasta la alteración irreparable de ecosistemas. Es por ello que en el siglo XXI asistimos a un despertar colectivo, una comprensión de que nuestra relación con la naturaleza debe evolucionar. Este despertar nos lleva a la creación de *ecomateriales*. Esta palabra hace referen-

cia a aquellos materiales que resultan factibles tanto económica como ecológicamente. [1]

La idea más creativa de todo mi año

Todo comenzó cuando estaba cursando la materia de Ingeniería de Materiales, en la cual se nos solicitó un proyecto en el que debíamos crear un ecomaterial en la cocina de nuestra casa y que tuviera algún tipo de aplicación útil. Por supuesto, dicho proyecto tenía un alto valor con respecto a la calificación de la materia, pero yo quería ir más allá, me empecé en pensar en algo (un desecho) que realmente fuera un problema a nivel industrial y, a su vez, que pudiera convertir en algo rentable con aplicaciones en grandes empresas y capaz de revolucionar la forma en la que creamos plásticos.

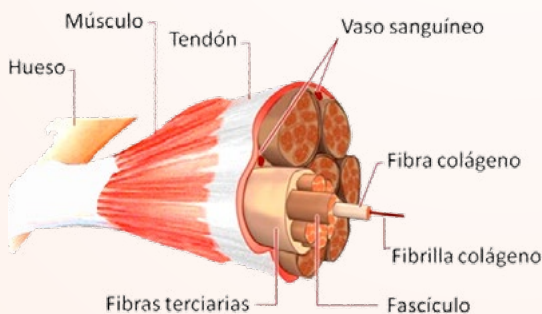
Es ahí cuando se me ocurrió la idea de utilizar huesos de pollo, ya que me parecía un material con excelentes propiedades y que era muy habitual desecharlo en casa. De acuerdo con datos de la página *Igualdad animal*, los pollos son los animales terrestres que más se matan para obtener su carne, en México más de 2 mil millones mueren anualmente por la ganadería industrial. Eso sin contar otro tipo de muertes relacionadas con la industria. De los hallazgos más destaca-



bles, encontré que alrededor de 100 millones de pollos mueren en granjas donde son engordados por carne, más de 130 millones de pollitos macho son descartados por ser considerados "desechos" en la industria del huevo, por último, más de 14 millones de gallinas mueren en sus propias jaulas. Por lo que, evidentemente, el desecho de huesos es muy grande; si bien la mayoría se usa para crear otros tipos de alimentos, esto no alcanza a reducir de manera considerable el desecho óseo de estas aves. [2]

Manos a la obra

Lo primero que hice fue recolectar aproximadamente 400 g de huesos de pollo, los cuales lavé para quitar los excedentes de grasa o carne. Después seguía la parte del horneado de huesos, los cuales coloqué en una bandeja que metí al horno a una temperatura de 160/184 °C durante aproximadamente dos horas. Esto para cumplir con la función de desinfectarlos, eliminar cualquier tipo de humedad restante del lavado y facilitar la extracción del colágeno en los huesos. La razón principal de por qué elegí los huesos de pollo es gracias a las propiedades del colágeno, el cual es una proteína cuya principal función en el cuerpo humano es el de mantener unidas las diferentes estructuras del organismo, este se encuentra presente en todos los animales y seres humanos y conforma aproximadamente el 7% de la masa corporal de un ser humano; mi propósito era lograr dar unión a las estructuras de mi ecomaterial con dicha proteína. [3]



Posición del colágeno en los huesos. Imagen tomada de [4]

Propiedades del colágeno

- **Resistencia y tenacidad:** El colágeno es conocido por su capacidad para proporcionar resistencia y tenacidad. Estas propiedades podrían hacer que el bioplástico sea más fuerte y menos propenso a la ruptura.
- **Flexibilidad y elasticidad:** El colágeno también contribuye a la flexibilidad y elasticidad de los tejidos biológicos. Esto podría traducirse en un bioplástico con cierta capacidad para deformarse sin romperse, lo que es beneficioso en aplicaciones donde se requiere cierta flexibilidad.
- **Biodegradabilidad:** El colágeno es una proteína biodegradable. Al incorporar colágeno en el bioplástico, es probable que el material sea más propenso a descomponerse de manera natural en comparación con los plásticos tradicionales.
- **Compatibilidad con el medio ambiente:** Dado que el colágeno es una proteína endógena en muchos organismos, su uso en un bioplástico puede aumentar la compatibilidad ambiental del material, especialmente si se utiliza en combinación con otros componentes naturales o biodegradables.
- **Adhesión y compatibilidad con otros materiales:** El colágeno tiene la capacidad de interactuar y adherirse a otros materiales biológicos. Esto podría resultar beneficioso en aplicaciones donde se requiere la adhesión a superficies específicas o la compatibilidad con otros materiales.

Una vez terminada la etapa del horneado de huesos pasamos a triturarlos, en este caso, después del horneado los huesos quedan secos y frágiles, por lo que los metí a triturar en la licuadora de manera segura. No es necesario hacerlos polvo, simplemente obtener trozos de 2 a 3 centímetros de longitud aproximadamente; esto nuevamente con la finalidad de facilitar la obtención de colágeno. Ya que tenemos los huesos de pollo triturados, viene la parte que para mí es la más difícil, delicada y tardía: es la etapa del hervido de huesos, en donde se debe hacer una solución de ácido acético (esta solución la encontramos en el vinagre y el agua).



El vinagre se añade con el propósito de ayudar a extraer minerales de los huesos, lo que facilita su liberación en el líquido durante la cocción. Esta etapa de descomposición de los huesos es crucial para obtener el líquido gelatinoso que contiene los componentes necesarios para la formación del bioplástico. La adición de vinagre es opcional, sin embargo, este puede acelerar el proceso al ayudar a descomponer los huesos de manera más eficiente.

El hervido en mi caso duró alrededor de 4:30 horas a fuego bajo. Y es importante decir que, para preparar la solución del hervido, usé una proporción de 500 mililitros de vinagre blanco por cada 4 litros de agua, añadiendo 1 taza de vinagre adicional cada 1:30 horas desde que inicié dicho proceso.

Al finalizar las 4:30 horas del hervido, utilicé un colador para separar los trozos sólidos de huesos de la solución líquida y dejé enfriar el líquido filtrado hasta llegar a temperatura ambiente. Una vez en temperatura ambiente logré ver un cambio drástico en la consistencia de lo que antes era líquido, ya que ahora tenía apariencia gelatinosa, transparente y con resistencia al corte.



Colágeno obtenido del proceso del hervido.
Imagen obtenida de: (S/f). Doctoralbertomendez.com.
Recuperado el 14 de noviembre de 2023, de https://www.doctoralbertomendez.com/uploads/5/0/8/2/50827039/bone-broth-nutrients-1_orig.jpg

Y es ahí donde me di cuenta de que la parte del hervido había sido exitosa, y era tiempo de pasar al siguiente paso, la parte mágica de todo el proceso en la que se crea el plástico. Una vez con el colágeno en frío, procedí a tomar aproxi-

madamente 300 gramos de este y ponerlo en un pequeño sartén con el mínimo fuego. En este proceso se vuelve a convertir en un líquido con alta fluidez, dicha característica se obtiene al calentarlo unos pocos minutos, sin llegar al punto de ebullición. Una vez caliente, retiré del fuego y agregué de manera gradual fécula de maíz (Maizena), en cantidades medidas. En este caso, agregué 100 gramos de Maizena poco a poco, mientras revolía la mezcla a modo de no formar grumos y diluirla en el colágeno. La fécula de maíz tiene propiedades poliméricas que, cuando se procesa adecuadamente, puede formar una composición sólida. [6]

Por último, agregué glicerina, aproximadamente 80 mililitros, a la mezcla. La glicerina actúa como un agente plastificante, lo que significa que mejora la flexibilidad y maleabilidad del bioplástico. En otras palabras, ayuda a suavizar y hacer más manejable el material, mejorando sus propiedades mecánicas, así mismo, contribuye a la estabilidad dimensional del bioplástico, ayudando a prevenir cambios significativos en la forma o tamaño del material bajo diferentes condiciones ambientales. [7]

Nota: Es posible variar las cantidades de los aditivos al colágeno (Maizena, glicerina, etc.), e incluso añadir otros refuerzos como fibras, polvos o láminas para incrementar la resistencia y rigidez mecánica, pero también se emplean refuerzos para mejorar el comportamiento a altas temperaturas o la resistencia a la abrasión. [5] Todo depende de las propiedades deseadas y condiciones de servicio a las que se someta el bioplástico.

Otro ingrediente que agregué para lograr que el bioplástico tuviera una apariencia estética fue colorante para alimentos, con unas simples gotas fue suficiente para teñir la mezcla de color a mi gusto.

Ya con la glicerina y la fécula de maíz diluidas en el colágeno, regresé a poner la mezcla al fuego bajo y estuve revolviendo hasta que sucedió la creación del bioplástico. Una reacción muy bonita y rápida, de aproximadamente 30



segundos, en donde la mezcla líquida cambia sus propiedades, pasando a tomar la forma de un silicón, con alta viscosidad y propiedades adheribles.

Fue en esta parte donde me di cuenta de que el proceso había sido un éxito, había creado un plástico termoformable, con propiedades adheribles y todo lo que se mencionó anteriormente en las propiedades del colágeno. Simplemente quedaba usar moldes para darle la forma deseada y dejar enfriar el material.

Ingenio en acción: definiendo el futuro

Algunas de las aplicaciones que pude darle a mi plástico fueron:

Creación de juguetes: Gracias al uso de moldes pude darle al bioplástico formas interactivas, divertidas y con colores diversos que lo hacen atractivo al consumidor, ya que se le puede dar al plástico la dureza necesaria para el uso en juguetes.

Silicón para sellar juntas: Recordemos que este bioplástico puede adherirse a superficies con una consistencia de silicona, que gracias a sus propiedades impermeables puede servir como sellador. Por ejemplo: marcos de ventanas, industria automotriz, baños, etc.

Protección para embalajes: He demostrado por medio de pruebas de impacto que el bioplástico puede ser un reductor de vibraciones, ruido, con la capacidad de amortiguar impactos si se le da la suavidad adecuada en el proceso de manufactura. Por lo que puede ser de gran ayuda para la protección de materiales en la industria de embalajes.

Cuidemos nuestro hogar

En conclusión, los bioplásticos, al basarse en fuentes renovables, presentan una alternativa más sostenible que los plásticos convencionales que dependen de recursos no renovables. Al utilizar materiales biodegradables, contribuyen a reducir la acumulación de residuos plásticos persistentes en el medio ambiente.



Bioplástico creado a base de huesos de pollo listo para su aplicación.

Foto: cortesía de José Miguel Rocha Flores.

Así mismo, la transición hacia bioplásticos representa más que un cambio en los materiales utilizados, es un cambio en la mentalidad hacia un enfoque más equilibrado y respetuoso con el medio ambiente en nuestras prácticas de producción y consumo. La innovación continua en esta área tiene el potencial de transformar la industria de los plásticos y contribuir significativamente a la sostenibilidad global.

Referencias

- [1] Arqhys Arquitectura (2 de diciembre de 2012). Eco material. *Arqhys.com*. <https://www.arqhys.com/arquitectura/eco-material.html>
- [2] Igualdad Animal México (14 de julio de 2023). Mortalidad en la avicultura: vidas que no se cuentan. *Igualdad Animal México*. <https://www.cronica.com.mx/bienestar/lanzan-campana-consumir-huevo-crueldad-viven-gallinas-mexico.html>
- [3] Guillén Valera, J. (3 de noviembre de 2015). Colágeno. *CuidatePlus*. <https://cuidateplus.marca.com/belleza-y-piel/diccionario/colageno.html>
- [4] Delgado Trauma (18 de febrero de 2017). Infiltraciones de colágeno. *Delgado Trauma*. <https://www.delgado-trauma.com/colageno/>
- [5] Stupenengo, F. (2011). *Materiales y materias primas. Materiales compuestos*. Ministerio de Educación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica. <https://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/materiales-compuestos.pdf>
- [6] Pochteca (14 de diciembre de 2022). ¿Para qué sirve el almidón de maíz? *Pochteca Materias Primas*. <https://tienda.pochteca.com.mx/default/blog/post/para-que-sirve-el-almidon-de-maiz.html>
- [7] Conjunto LAR de México (24 de noviembre de 2019). ¿Qué es la Glicerina y para qué sirve? *Conjunto LAR de México*. <https://www.conjuntolar.com/index.php/blog/post/que-es-y-para-que-sirve-la-glicerina>